



Actes del XII Col·loqui Internacional de Botànica Pirenaica - Cantàbrica



Actes del XII Col·loqui Internacional
de Botànica Pirenaica - Cantàbrica

Actes del XII Col·loqui Internacional de Botànica Pirenaica - Cantàbrica

Girona - 3, 4 i 5 de juliol - 2019

Jordi Bou Manobens
Lluís Vilar Sais
(eds.)

Universitat de Girona



Dades CIP recomanades per la Biblioteca de la UdG

Col·loqui Internacional de Botànica Pirenaico-Cantàbrica (12è : 2019 : Girona, Catalunya), autor
Actes del XII Col·loqui Internacional de Botànica Pirenaica - Cantàbrica : Girona - 3, 4 i 5 de juliol - 2019 / Jordi Bou Manobens, Lluís Vilar Sais (eds.).
-- Girona : Documenta Universitaria, abril 2020. -- 1 recurs electrònic
(289 pàgines) : il·lustracions, taules, gràfics, mapes.
Textos en català, anglès, francès i castellà
ISBN 978-84-9984-527-2 / 978-84-8458-569-5

I. Bou Manobens, Jordi, editor literari II. Vilar Sais, Lluís, editor literari
III. Universitat de Girona 1. Paisatge -- Protecció -- Pirineus -- Congressos
2. Paisatge -- Protecció -- Cantàbria -- Congressos 3. Botànica -- Pirineus -- Congressos 4. Botànica -- Cantàbria -- Congressos

CIP 502.17(234.12)(063) COL

Avís legal

Aquesta obra està subjecta a una llicència Reconeixement 3.0 de Creative Commons. Se'n permet la reproducció, la distribució, la comunicació pública i la transformació per generar una obra derivada, sense restricció sempre que se'n citi el titular dels drets (Universitat de Girona). La llicència completa es pot consultar a <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/legalcode.ca>

Comitè científic

Lluís Vilar Sais (UdG) president del comitè
Josep Vigo i Bonada (UB)
Llorenç Sáez Gonyalons (UAB)
Josep M. Ninot Sugrañes (UB)
Carme Casas Arcarons (UVic-UCC)
Joan Pedrol Solanes (UdL)

Comitè organitzador

Lluís Vilar Sais (UdG) president del comitè
Jordi Bou Manobens (UdG)
Gabriel Mercadal i Corominas (UdG)
Josep Gesti Perich (UdG)
Xavier Viñas i Teixidor (UdG)

Secretaria tècnica

Atlanta

© dels textos: els autors

Il·lustració de *Botrychium matricariifolium* cedida pel Real Jardín Botánico de Madrid

ISBN: 978-84-9984-527-2 (Documenta Universitaria)

978-84-8458-569-5 (Universitat de Girona)

DOI: 10.33115/b/9788499845272

Girona, 15 d'abril de 2020

Índex

Presentació	9
Programa	11

Comunicacions del col·loqui

El papel de la geografía histórica ambiental en la conservación del paisaje de alta montaña. Algunos ejemplos del Pirineo y de Cantabria.....	17
Le suivi participatif <i>Phénoclim</i> déployé dans l'ensemble des Pyrénées en lien avec l'Observatoire pyrénéen du changement climatique.....	19
Le nouvel atlas en ligne de la flore des Pyrénées, une action transfrontalière dans le cadre de l'Observatoire pyrénéen du changement climatique	21
Dinàmiques del paisatge a Cantàbria (torbera de La Molina, Puente Viesgo) durant els últims 17.550 anys	23
Turberas y pastoreo, una coexistencia en cuestión. Experiencias de exclusión ganadera en los Pirineos catalanes	25
El herbario de Casa Molines: el herbario histórico del socio andorrano de la Sociedad Botánica Barcelonesa (1872 - 1876)	41
Plantas pirenaicas amenazadas de los herbarios Francesc Bolòs (s. XVIII) y Trèmols (s. XIX); primeros resultados	43
Estratègia de conservació de la flora amenaçada i accions de conservació en l'àmbit dels Pirineus.....	45
Lichen diversity from Ribera del Catllar, eastern Pyrenees (Ripollès, Catalonia)	47
Phylogeny and species delimitation of <i>Campanula</i> sect. <i>Heterophylla</i> (Campanulaceae) in the Pyrenean-Cantabrian Mountains, with a focus on the endemic <i>C. jaubertiana</i>	49
Anàlisi preliminar del primer any de dades de la diversitat i producció de bolets en boscos de pi negre (<i>Pinus uncinata</i>) a Andorra.....	51
Elucidating major phylogeographic patterns for alpine plants from the Pyrenees.....	53
La flore vasculaire des sites gérés par les Conservatoires d'espaces naturels de la région Occitanie sur le versant français du massif des Pyrénées.....	55
Apuntes taxonómicos y nomenclaturales sobre las <i>Pedicularis</i> Sect. <i>Rostratae</i> (Orobanchaceae) pirenaicocantábricas.....	69
La surveillance des plantes exotiques envahissantes sur le massif pyrénéen, exemple du plan d'actions Midi-Pyrénées.....	71

Programa PYRCANSEED: conservació <i>ex situ</i> de la diversitat florística de les cordilleres pirenaico-cantàbriques	73
Del modelo de déficit al modelo de inmersión. Estudio comparativo de la divulgación en un proyecto científico y en otro de ciencia ciudadana participativa	75
How alpine landscapes enhance contrasting vegetation mosaics and flora in the Pyrenees	87
Inventaire des “vieilles forêts” des Pyrénées: définition et conservation.....	101
La roureda de roure de fulla gran al Pirineu català	117
High mountain vegetation in the Pyrenees: Diversification into plant associations, main habitats, and Pyrenean sectors	135
Monitoring pyrenean snowbed vegetation: florapyr interreg project	139
Mise en place du programme GLORIA dans les Pyrénées françaises	141
Protocol per a l'actualització de la check-list i llista vermella de la flora d'Andorra	143
Publicación del nuevo mapa de vegetación del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (PNOMP) y su Zona Periférica de Protección (ZPP), a escala 1: 10.000	145
Seguiment de l'endemisme dels Pirineus orientals <i>Delphinium montanum</i> per la xarxa transfronterera FloraCat.....	147
“Ameztu Jaizkibel”: los marojales cantábricos como herramienta didáctica y divulgativa	167
Ecologia comparada de les plantes al·lòctones de la Coma de Burg (Farrera, Pirineus centrals catalans)	169
Revisió del gènere <i>Amaranthus</i> L. als Pirineus sud-orientals.....	179
Caracterització geobotànica dels prats de dall mesòfils de l'associació <i>Odontito serotini-Trifolietum pratensis</i> O. Bolòs et Masalles 1983 (all. <i>Arrhenatherion elatioris</i> Koch 1926) dels Pirineus orientals catalans	181
Aproximació al coneixement de la vegetació pirinenca a partir del Mapa de Vegetació de Catalunya	235
Première synthèse sur la flore et les végétations des lacs des Pyrénées françaises	237
Guia de la sortida del XII Col·loqui Internacional de Botànica Pirenaica-Cantàbrica als Pirineus orientals (4 de juliol de 2019).....	265
Llistat de participants	288

Première synthèse sur la flore et les végétations des lacs des Pyrénées françaises

François Prud'homme, Bruno Durand, Lionel Gire & Marta Infante-Sanchez

Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées. Vallon de Salut — BP 70315 — F-65203. Bagnères-de-Bigorre Cedex. francois.prudhomme@cbnmpm.fr

Abstract

Mountain lakes are among the most charismatic subjects in the Pyrenees. However, these are relatively unknown ecosystems and the botanical inventories we inherit are few and often inaccurate. By developing prospecting by free diving, we have significantly improved our approach to this unique flora. With immersions into more than 100 lakes between 2013 and 2018, this article establishes a first catalogue of the flora (Bryophytes, Characeae, Tracheophytes) of the lakes of the French Pyrenees as well as a first study of the vegetation.

Résumé

Les lacs de montagne sont parmi les sujets les plus charismatiques des Pyrénées. Pourtant ce sont des écosystèmes assez mal connus et les inventaires botaniques dont nous héritons sont peu nombreux et souvent peu précis. En développant la prospection par plongée en apnée, nous avons amélioré considérablement notre approche de cette flore si particulière. Avec plus de 100 lacs plongés entre 2013 et 2018, nous établissons dans le présent article un premier catalogue de la flore (Bryophytes, Characées, Trachéophytes) des lacs des Pyrénées françaises ainsi qu'une première étude des végétations.

Resumen

Los lagos de montaña son uno de los rasgos más carismáticos de los Pirineos. Sin embargo, se trata de ecosistemas relativamente desconocidos y los inventarios botánicos que heredamos son pocos y a menudo inexactos. Al desarrollar el snorkel, hemos significativamente mejorado nuestro enfoque de esta flora única. Con inmersiones en más de 100 lagos entre 2013 y 2018,

este artículo establece un primer catálogo de la flora (briófitos, Characeae, Tracheofitos) de los lagos de los Pirineos franceses, así como un primer estudio de su vegetación.

Introduction

Les prospections des botanistes s'arrêtent souvent au bord de l'eau. Les plantes aquatiques sont ainsi parmi les plus méconnues de notre flore pyrénéenne. L'état de la connaissance en 2010 permettait d'identifier plusieurs limites ou lacunes aux données existantes. Tout d'abord, elles sont en très faible nombre, souvent concentrées sur très peu de lacs (Orédon, Hautes-Pyrénées par exemple). Le Potamot de Berchtold (*Potamogeton berchtoldii*) reflète bien cette situation puisqu'il s'agit d'une des espèces les plus communes de nos lacs¹ et qu'une seule mention de ce taxon existait dans nos bases de données jusqu'en 2013. Ensuite, les données historiques étaient souvent peu fiables. Les Renoncules aquatiques, les Potamots et les Characées sont des groupes taxonomiques qui ont concentré pas mal d'erreurs de détermination et plusieurs données historiques se sont avérées erronées. Enfin, les données existantes étaient incomplètes puisque correspondant à des observations depuis la berge ne permettant qu'un inventaire partiel de la masse d'eau. Il s'avère en effet que nombre de plantes ne peuvent être observées depuis la berge (trop loin, trop profondes) ni récoltées à l'aide d'un grappin (pour les mêmes raisons et aussi parce que trop dispersées).

C'est en allant au-delà du bord de l'eau que nos prospections en plongée nous ont permis de réaliser des investigations inédites de la flore aquatique des lacs des Pyrénées françaises. Cette méthode nous a permis de commencer à combler les lacunes des données historiques : nous avons fait un gros effort de prospection (plus de 100 lacs plongés entre 2013 et 2019) pour multiplier les observations. De plus, nous avons porté notre attention sur la détermination de tous les macrophytes rencontrés (y compris Characées et Bryophytes). Enfin, nos plongées ont permis des inventaires exhaustifs par masse d'eau. Après plus de trois ans de prospections, nous établissons ici un premier bilan de nos observations et de la connaissance de cette flore et de ces végétations particulières.

Matériel et méthode

Plusieurs espèces et habitats aquatiques ont focalisé notre attention ces dernières années. Dans les lacs pyrénéens en particulier, la Subulaire aquatique, les Isoètes et les Potamots représentent des enjeux forts de connaissance et de conservation en lien entre autres avec leur statut de protection ou des habitats d'intérêt communautaire (Directive Habitats Faune Flore de 1992), dont ils sont des espèces caractéristiques. Pour étudier ces végétations, nous

¹ Nous entendons dans ce travail les lacs de montagne comme des étendues d'eau pérennes naturelles ou aménagées de plus de 1000 m² et au-delà de 1000 m d'altitude



Figura 1. Lac Paradis (64). Photo CBNPMP / F. Prud'homme

nous sommes vite confrontés à la difficulté de la prospection depuis la berge : observations lointaines, incomplètes, incertaines. Ainsi, nous avons développé au sein du conservatoire une compétence de plongée en apnée avec le développement d'une pratique en contexte professionnel. Les plongeurs botanistes, équipés de combinaison néoprène, masque, palmes et tuba, réalisent ainsi des prospections aquatiques (souvent plusieurs heures par lac) leur permettant une prospection complète de la masse d'eau y compris dans les zones profondes (visibilité souvent très bonne permettant une observation des fonds depuis la surface, plongées possibles jusqu'à 10m de profondeur). Les prospections permettent un sentiment de complétude (« on a tout vu ») en fin de plongée (milieu bien délimité), sentiment rare dans le cadre des autres prospections botaniques. Les plongées s'accompagnent le plus souvent de prise d'images, de prélèvements d'eau² pour connaître les niveaux de nutriments et de mesures de profondeur à l'aide le plus souvent d'un GPS bathymétrique (Echomap CHIRP 42 cv © Garmin). Les plongées ont été réalisées par des plongeurs botanistes et/ou phytosociologues du Conservatoire (François Prud'homme, Bruno Durand & Lionel Gire). Sans compétence bryologique, les plongeurs ont récolté toutes les Bryophytes détectées qui ont ensuite été déterminées par Marta Infante, bryologue au CBNPMP.

Outre nos observations propres, nous synthétisons ici les observations mutualisées dans les bases de données des Conservatoires botaniques nationaux Pyrénées et Midi-Pyrénées (CBNPMP) et méditerranéen (CBN de Porquerolles) au 01 octobre 2019.

² Les analyses (TN, TP, PO₄, NO₃ et NH₄) sont en cours au moment de la publication de cet article.



Figure 2. Plongée botanique en apnée au lac du Bastan (65). *Photo CBNPMP / F. Prud'homme*

Résultats

Les lacs prospectés se situent entre l'Estany del Clot dans la réserve naturelle de Nohèdes (Pyrénées-Orientales) pour le lac le plus oriental jusqu'au lac d'Ansabère dans le cirque de Lescun (Pyrénées-Atlantiques) pour le plus occidental. Ce dernier, constitue d'ailleurs, bien qu'il soit situé à près de 100 km de l'extrémité ouest des Pyrénées, le lac naturel le plus à l'ouest de la partie nord de la chaîne.

Nos prospections ont couvert une amplitude altitudinale allant de 1 052 mètres (lac de Bethmale, Ariège) à 2 737 mètres (lac glacé de Maniportet, Hautes-Pyrénées). Parmi les lacs étudiés, 35 n'accueillent aucune végétation (ni Characée, ni Trachéophyte, ni Bryophyte).

Nous avons pu trouver des végétaux jusqu'à une altitude supérieure à 2 540 mètres dans la partie orientale de la chaîne. L'altitude maximale de nos observations sur la partie centro-occidentale de la chaîne se limite quant à elle à 2 355 mètres (lac de Barroude dans les Hautes-Pyrénées). Les lacs prospectés à des altitudes supérieures se sont avérés exempts de végétation.

Au total, 19 espèces de plantes vasculaires ont pu être observées (17 pour les Spermatophytes et 2 pour les Pteridophytes). On peut remarquer qu'une grande partie de ces espèces sont des monocotylédones, et qu'un genre est représenté de façon plus importante : *Potamogeton* avec 8 espèces.

A notre connaissance, il n'existe pas d'espèce endémique des Pyrénées parmi les espèces strictement aquatiques. Pour l'essentiel, ce sont des espèces à répartition larges, cosmopolites,

eurasiatiques, ou holarctiques, présentes habituellement aux étages inférieurs et collinéens. Une autre partie des espèces est de répartition circumboréale, souvent en limite d'aire, et qui trouve dans les lacs de montagne des conditions écologiques assez similaires à celles des lacs des étages planitaires situés plus au nord.

En ce qui concerne les Charophytes, Nous avons pu noter 8 espèces au total, (4 pour le genre *Chara* et 4 pour le genre *Nitella*), toutes réparties de façon très larges sur le globe.

Nous avons pu observer des phanérogames jusqu'à un maximum de 8 mètres de profondeur (*Elodea canadensis*, lac de Bordères, Hautes-Pyrénées), et des Characées sur plusieurs lacs au delà de 10 mètres de profondeur.

La connaissance des Bryophytes dans les fonds des lacs des Pyrénées est encore faible ; le travail de Peñuelas (1987) est à remarquer, il a fourni des données pour plusieurs lacs situés entre 2 000 et 2 500 mètres d'altitude dans les vallées de la Noguera Ribagorzana et de la Noguera Pallaresa en Espagne, dont trois hépatiques et huit mousses.

Pour le travail présenté ici, il faut d'abord noter que le nombre de Bryophytes présents est assez limité, puisque seulement huit espèces ont été notées, toutes appartenant au groupe des mousses ; l'absence d'hépatiques est peut être dû à un problème d'échantillonnage car elles sont moins nombreuses et beaucoup plus difficiles à détecter. Il faut aussi noter qu'il ne s'agit pas d'une flore spécifique mais composée d'espèces qui vivent habituellement dans d'autres milieux non strictement aquatiques, où elles peuvent être assez fréquentes sur le territoire pyrénéen. Quand elles se développent sous l'eau, ces plantes présentent des différences morphologiques par rapport aux plantes développées en milieu aérien ou amphibie : elles deviennent plus grandes et lâches, leurs rhizoïdes sont plus minces, et elles sont habituellement stériles. Ces caractéristiques ont été interprétées comme des adaptations visant à maximiser l'efficacité de la captation de la lumière. Certains herbiers de Bryophytes ont été observés jusqu'à 5 mètres de profondeur.

Catalogue des especes

Spermatophytes

Ranunculus aquatilis L. (*Ranunculaceae*)

Cette renoncule, de répartition holarctique, est présente des Pyrénées-Orientales aux Pyrénées-Atlantiques mais elle est nettement plus commune sur toute la partie orientale de la chaîne. Nous la connaissons sur une vingtaine de lacs, entre 1 550 et 2 550 mètres d'altitude. On la trouve entre 0,5 et 5 mètres de profondeur (optimum entre 1 et 3 mètres), le plus souvent sous sa forme typique, à feuilles immergées à divisions filiformes et feuilles flottantes à limbe lobé. Nous l'avons observée parfois sous forme d'individus isolés, parfois

sous forme de colonies de plusieurs milliers de pieds comme c'est le cas sur l'Estany Rodó en Andorre. Elle semble fertile sur la plupart de ses stations.

Il faut souligner la possibilité de confusion avec *Ranunculus peltatus*. Des mentions de cette espèce existent et mériteraient confirmation.

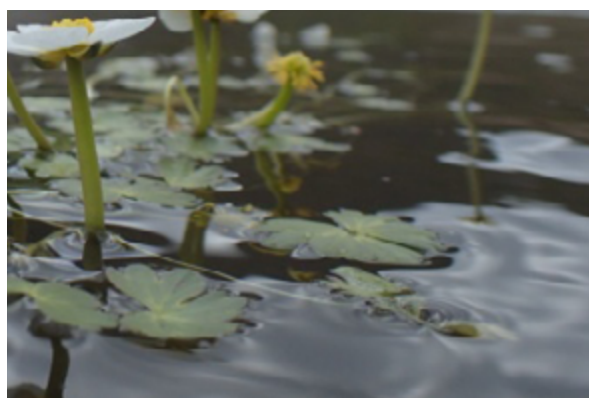


Figure 3. *Ranunculus aquatilis* au lac de Llosa (66). Photo CBNPMP / L. Gire

***Ranunculus trichophyllus* Chaix (*Ranunculaceae*)**

Tout comme *Ranunculus aquatilis*, *Ranunculus trichophyllus* est de répartition holarctique. Elle est présente sur une grande partie de la chaîne pyrénéenne, plus rare à l'est mais avec une présence accrue au niveau de la partie centrale où elle paraît être une des espèces aquatiques les plus répandues. Nous la connaissons d'une trentaine de lacs jusqu'à une altitude de 2 355 mètres. Elle peut parfois constituer de grands herbiers monospécifiques.

***Subularia aquatica* L. (*Brassicaceae*)**

C'est une petite plante annuelle ayant la particularité d'être amphibie : elle a le pouvoir de réaliser son cycle annuel de végétation aussi bien en situation strictement immergée ou émergée, ou dans les deux conditions sur la même cycle végétatif. Elle est présente principalement dans la zone circumboréale, s'étalant du continent américain au continent européen en passant par le Groenland. Elle trouve sa limite sud de répartition dans les Pyrénées. Elle est aujourd'hui considérée comme disparue de plusieurs pays d'Europe centrale et du nord-est (Allemagne, Belgique, Suisse, Estonie) et en forte régression dans certains pays européens (Irlande, Grande-Bretagne, Danemark, ..) ou encore dans certains secteurs des Etats-Unis et du Canada. Cette situation critique a justifié une attention particulière de nos équipes sur cette espèce.

Subularia aquatica est mentionnée pour la première fois dans les Pyrénées par M. Petit vers 1830 sur l'Estang Llach, dans les Pyrénées Orientales, au pied du pic de Carlit (Salve,

1865 in Motelay, 1895). Dans les Hautes-Pyrénées, ce n'est qu'en 1948 que la plante sera découverte aux Laquets d'Orédon dans le massif du Néouvielle (Chouard, 1949 ; Corillion, 1949 ; Corillion, 1950).

Aujourd'hui, sur le versant nord des Pyrénées, la Subulaire aquatique se trouve presque exclusivement dans les départements des Pyrénées Orientales et de l'Ariège, hormis une population dans les Hautes-Pyrénées, sur la même localité qu'en 1948. Sur le versant nord. Nous l'avons observée dans 34 lacs, principalement en Ariège ou les données bibliographiques de Marcaillou-d'Ayméric (1906), toujours très précises (nom du lac et altitude) nous ont permis de la retrouver assez facilement. A noter que nous avons peu prospecté les lacs des Pyrénées Orientales où la Subulaire aquatique est encore bien présente (secteur des Bouillouses par exemple).

L'espèce a été observée entre 1 510 et 2 550 mètres d'altitude, le plus souvent en situation parfaitement aquatique jusqu'à une profondeur d'environ 2 mètres. Elle peut parfois former un tapis très dense monospécifique et semble s'accommoder de substrats assez différents allant d'un sol vaseux très peu structuré (pulvérulent) à des fonds sableux, et peut parfois se satisfaire de quelques centimètres de matières organiques déposées sur une dalle rocheuse. Il n'est pas rare qu'elle côtoie des populations d'*Isoetes lacustris* ou *Isoetes echinospora*.

***Callitriche palustris* L. (Plantaginaceae)**

Espèce holarctique, elle est présente en France de façon dispersée, principalement dans les massifs montagneux. Elle est connue d'une dizaine de lacs dans les Pyrénées, du massif du Canigou dans les Pyrénées-Orientales à la vallée d'Aspe dans les Pyrénées-Atlantiques. C'est une espèce que l'on trouve entre 1 600 et 2 400 mètres, le plus souvent sur les zones de faible profondeur en bordure de lac. Exceptionnellement, elle peut pousser dans des zones plus profondes : nous l'avons par exemple observée jusqu'à 2,3 mètres de profondeur dans l'Estany de la Llosa au-dessus du lac des Bouillouses.

D'autres espèces de Callitriches ont été mentionnées dans les lacs pyrénéens mais seraient à confirmer, c'est le cas par exemple de *Callitriche platycarpa* Kutz mentionné au lac de Soum (Hautes-Pyrénées), *C. hamulata* Kutz ex WDJ Koch mentionné dans trois lacs d'Ariège et des Hautes-Pyrénées, et enfin, *C. obtusangula* Le Gall mentionné dans le massif du Néouvielle. Le genre *Callitriche* est particulièrement difficile, les connaissances dont nous disposons sur leur distribution dans les lacs pyrénéens sont encore fragiles. *Callitriche palustris* en est toutefois incontestablement l'espèce la plus représentée.

***Myriophyllum spicatum* L. (Haloragaceae)**

Cette espèce subcosmopolite occupe préférentiellement les zones aquatiques de la plaine. Nous ne l'avons observée que sur un seul lac : le lac d'Estaing dans les Hautes-Pyrénées situé à 1 160 mètres d'altitude. Elle y forme des colonies denses et fertiles, sous 1 à 2 mètres d'eau, en compagnie de *Groenlandia densa* et *Potamogeton berchtoldii*.



Figure 4. *Callitriche palustris* dans le lac de Llosa (66). Photo CBNPMP / F. Prud'homme



Figure 5. *Myriophyllum spicatum* dans le lac d'Estaing (65). Photo CBNPMP/B. Durand

***Myriophyllum alterniflorum* DC. (Haloragaceae)**

C'est une espèce atlantique que l'on trouve en France de façon très dispersée, principalement sur la façade océanique et dans le Massif Central. Dans les Pyrénées, nous ne la connaissons que du Capcir (Pyrénées-Orientales) où elle est présente dans au moins 7 lacs du secteur des Bouillouses entre 1 780 et 2 220 mètres d'altitude. Sur les Estany de la Basseta, elle forme d'immenses herbiers occupant la majeure partie de la surface jusqu'à 5 mètres de profondeur.

***Potamogeton praelongus* Wulfen (Potamogetonaceae)**

Cette espèce circumboréale n'est connue dans les Pyrénées que dans la partie centrale où elle est rare. Nous la connaissons de cinq lacs seulement sur le versant français, la plupart dans le massif du Néouvielle.

Elle est mentionnée pour la première fois dans les Pyrénées françaises par l'abbé Soulié (1916) qui l'a observée dans le lac de Consaterre (Hautes-Pyrénées) où elle est toujours

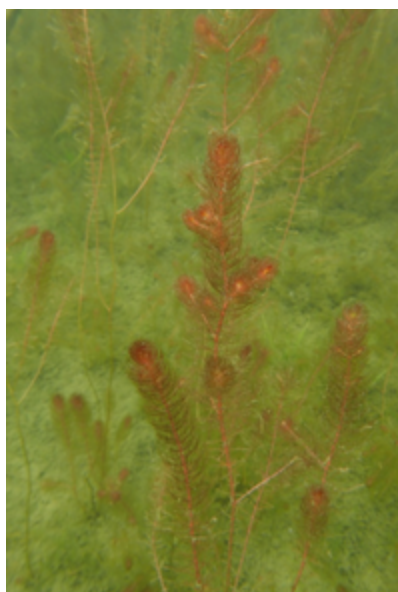


Figure 6. *Myriophyllum alterniflorum* dans l'estany de la Basseta (66). Photo CBNPMP/F. Prud'homme

bien présente. Les autres stations, toutes situées dans le massif du Néouvielle et connues de longue date, ne semblent pas être menacées bien que l'espèce soit notée en forte régression en France (Tison et De Foucault, 2014).

Ce potamot de grande taille, semble pouvoir pousser aussi bien à plus de 3 mètres de profondeur dans les eaux oligotrophes des lacs du vallon d'Estibère que dans les eaux peu profondes et plus eutrophes du lac de Consaterre. Il semble cantonné à l'étage subalpin où sa présence est attestée entre 2 100 et 2 345 mètres d'altitude.

***Potamogeton gramineus* L. (Potamogetonaceae)**

Ce potamot de répartition circumboréale est assez rare dans les Pyrénées. Nous le connaissons de moins d'une dizaine de lacs répartis sur l'ensemble de la chaîne, de l'Estany del Clot en vallée de Nohèdes (Pyrénées-Orientales) jusqu'aux lacs d'Ayous en vallée d'Ossau (Pyrénées-Atlantiques), entre le haut de l'étage montagnard et la partie basse de l'étage subalpin. Il n'a pas été retrouvé dans l'Estany de Vallsera malgré une prospection exhaustive. Il y était mentionné par Léon Conil en 1966. (Bouchard, 1991). Nous avons pu l'observer jusqu'à 4 mètres de profondeur, le plus souvent en peuplement dense, mais parfois aussi sous forme de pieds rares et isolés.

***Potamogeton perfoliatus* L. (Potamogetonaceae)**

Nous ne connaissons cette espèce circumboréale que de deux lacs des Pyrénées françaises : le lac du Milieu de Bastan dans les Pyrénées centrales et le lac Roumassot dans les Pyrénées occidentales. Pourtant elle est présente sur une bonne partie du territoire français et si elle

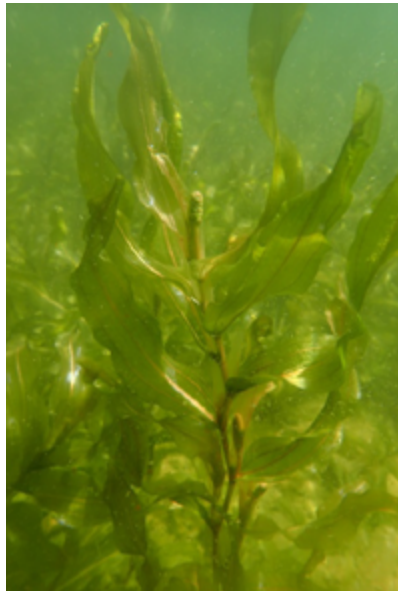


Figure 7. *Potamogeton praelongus* dans le lac inférieur de Consaterre (65). Photo CBNPMP/B. Durand



Figure 8. *Potamogeton gramineus* dans le lac de Bordères (65). Photo CBNPMP/F. Prud'homme

semble plutôt confinée aux secteurs de basse altitude, nous l'avons tout de même observée jusqu'à plus de 2 200 mètres d'altitude.

Cette espèce ne semble pas dépasser 2 mètres de profondeur, nous n'avons observé aucun individu fertile.

***Potamogeton alpinus* Balb. (*Potamogetonaceae*)**

Comme plusieurs autres espèces de grands potamots présents sur la chaîne, (*P. praelongus*, *P. gramineus* et *P. perfoliatus*), ce potamot a une répartition circumboréale. Dans les Pyrénées, il est présent à partir du Capcir dans les Pyrénées-Orientales à l'est, jusqu'en vallée d'Aspe

dans les Pyrénées-Atlantiques à l'ouest. Nous le connaissons d'une vingtaine de lacs (19) entre 1 645 et 2 430 mètres d'altitude. Il pousse en peuplements plus ou moins denses entre 1 et 3 mètres de profondeur.



Figure 9. *Potamogeton perfoliatus* dans le lac Roumassot (64). Photo CBNPMP/B. Durand

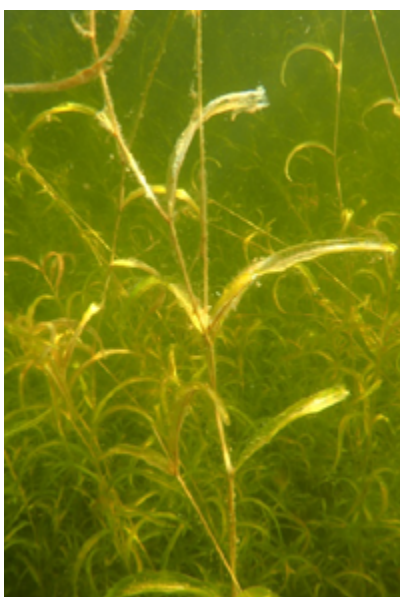


Figure 10. *Potamogeton alpinus* dans l'Etang des Llauses (09). Photo CBNPMP/B. Durand

***Potamogeton berchtoldii* Fieber (*Potamogetonaceae*)**

Ce potamot de répartition nord eurasiatique est présent sur une grande partie de la chaîne des Pyrénées, toutefois, en ce qui concerne le versant français, il ne semble pas dépasser la vallée d'Orlu à l'est, ni la vallée d'Aspe à l'ouest. Cette espèce discrète n'était connue que d'une seule station jusqu'en 2013. Nous la connaissons maintenant sur 25 lacs, ce qui en fait l'espèce de potamot la plus répandue. Nous avons pu l'observer jusqu'à une altitude de 2 250 mètres. On peut la trouver en bordure de lac dans 20 centimètres d'eau jusqu'à 4 mètres de profondeur, en pieds isolés ou en herbiers denses.



Figure 11. *Potamogeton berchtoldii* dans le lac Roumassot (64). Photo CBNPMP/F. Prud'homme

***Potamogeton lucens* L. (*Potamogetonaceae*)**

Nous ne connaissons ce potamot de répartition eurasiatique que d'une seule station, à la Laquette du Soum de la Piquette (1 716 mètres) dans les Hautes-Pyrénées. Cette station est à notre connaissance la plus haute mentionnée en France pour cette espèce que l'on trouve habituellement aux étages planitiaire et collinéen. Elle a été découverte en 1948 par Pierre Chouard (1949) et est actuellement menacée, au vu de l'assèchement estival du lac depuis plusieurs années.

***Potamogeton crispus* L. (*Potamogetonaceae*)**

Cette espèce cosmopolite est présente sur une grande partie du territoire français, surtout sur les étages planitiaire et collinéen. Dans les Pyrénées, nous l'avons observée uniquement sur un secteur, en Ariège, dans l'étang de Bethmale à 1 052 mètres et plus haut dans l'étang d'Eychelle (1 890 mètres). Elle a été observée jusqu'à 2,5 mètres de profondeur en herbiers denses.

***Potamogeton natans* L. (*Potamogetonaceae*)**

Cette espèce cosmopolite est présente sur l'ensemble du territoire français ; elle est toutefois nettement plus rare dans sa moitié sud. Plutôt connue de la plaine, elle n'est notée dans les

Pyrénées que du Capcir dans les Pyrénées-Orientales où elle y est mentionnée sur 7 lacs, tous situés dans le secteur des Bouillouses, entre 1 900 et 2 200 mètres d'altitude.

***Groenlândia densa* L. (*Potamogetonaceae*)**

Cette espèce, classée auparavant dans les *Potamogeton*, a une aire de distribution large (sud-eurasiatique et nord-africaine). Tout comme *Potamogeton crispus*, elle est dispersée partout en France continentale avec une préférence pour les secteurs de plaine. Dans les Pyrénées, nous la connaissons seulement de la partie centrale où nous l'avons observée dans deux lacs seulement : le lac d'Estaing et le lac d'Isaby, respectivement à 1 160 et 1 560 mètres d'altitude. Elle y forme dans les deux cas des herbiers denses entre 0,5 et 3 mètres de profondeur.



Figure 12. *Groenlândia densa* dans le lac d'Estaing (65). Photo CBNPMP/B. Durand

***Elodea canadensis* Michx. (*Hydrocharitaceae*)**

Cette espèce d'origine nord américaine est maintenant naturalisée sur toute la France métropolitaine. Dans les Pyrénées, sa présence est attestée sur 5 lacs entre la vallée du Louron à l'est (Lac de Bordères, Hautes-Pyrénées) et la vallée d'Ossau à l'ouest (lac de Roumassot, Pyrénées-Atlantiques).

On a pu l'observer jusqu'à une altitude de 2 250 mètres au lac d'Oncet sous le pic du Midi de Bigorre. Nous l'avons surtout observée sous forme de quelques pieds isolés comme par exemple dans le lac d'Oncet ou bien le lac d'Aumar (Hautes-Pyrénées), mais elle peut aussi former des herbiers de grande ampleur comme c'est le cas dans le lac d'Estaing (Hautes-Pyrénées) ou encore le lac de Roumassot. où on la trouve jusqu'à une profondeur de 7 mètres.

La découverte de cette espèce exotique bien plus haut que les autres stations connues, pose la question de son mode d'introduction et de sa dynamique dans des lacs que l'on croyait préservés.



Figure 13. *Elodea canadensis* dans le lac de Bordères-Louron (65). Photo CBNPMP/F. Prud'homme

***Sparganium angustifolium* Michx. (Typhaceae)**

Cette espèce circumboréale est présente sur toute la chaîne pyrénéenne, c'est de loin l'espèce aquatique la plus représentée dans les lacs pyrénéens. On la trouve entre 1 500 et 2 550 mètres d'altitude sur tout type de lac. Elle est inféodée aux secteurs les moins profonds, jusqu'à 1,5 mètres au maximum. Elle forme le plus souvent des herbiers denses, totalement aquatiques.

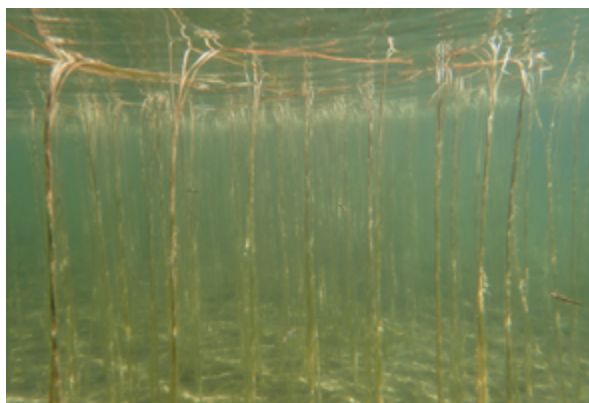


Figure 14. *Sparganium angustifolium* dans le lac du Miey (64). Photo CBNPMP / F. Prud'homme

Pteridophytes

***Isoetes echinospora* Durieu (Isoetaceae)**

Cette espèce, de répartition circumboréale, est présente dans les Pyrénées à partir du versant sud du massif du Madres dans le département des Pyrénées-Orientales à l'est et jusqu'au massif du Néouvielle dans les Hautes-Pyrénées à l'ouest, entre 1 600 et 2 550 mètres

d'altitude. Dans la majorité des cas, il est possible de différencier cette espèce de sa parente *Isoetes lacustris in situ*, l'observation des macrospores à la loupe binoculaire permettant de s'assurer de sa détermination. Nous ne l'avons observée que dans les lacs de massifs cristallins, entre 0,5 et 4 mètres de profondeur, la plupart du temps en colonie assez dense.



Figure 15. *Isoetes echinospora* dans l'estany Baix (66). Photo CBNPMP/François Prud'homme.

Isoetes lacustris L.³ (*Isoetaceae*)

Tout comme *Isoetes echinospora*, *Isoetes lacustris* présente une répartition circumboréale. Il présente d'ailleurs dans les Pyrénées une distribution très similaire, du massif du Madres jusqu'au massif du Néouvielle. Entre ces deux extrémités, il est présent en Haute-Garonne sur les étangs d'Uls ainsi que sur de nombreux lacs du massif cristallin qui s'étend du cirque de Cagatelle en Ariège jusqu'au Capcir. Les deux espèces possèdent aussi une écologie semblable et sont d'ailleurs souvent présentes ensemble, en peuplements parfois séparés, parfois plus ou moins imbriqués.

³ ***Isoetes creussensis* Lazare & S.Riba.** Comme de nombreux botanistes avant nous, nous avons été confronté à de nombreux échantillons d'Isoètes qui se sont révélés avoir des macrospores à crêtes plus saillantes que ce que nous avons l'habitude d'observer sur *Isoetes lacustris*. Il ne semble pas que l'*Isoetes creussensis* proposé par Lazare et Riba en Andorre résolve le problème de l'*Isoetes* "intermédiaire" des Pyrénées et nous restons dans l'attente d'études supplémentaires pour nommer nos échantillons (dont nous avons conservé une collection de macrospores au Conservatoire). Cet intermédiaire a été observé dans de nombreux lacs, aussi bien dans les Pyrénées orientales que centrales.



Figure 16. *Isoetes lacustris* dans l'étang d'Escobes (09). Photo CBNPMP / B. Durand

Charophytes⁴

Nitella opaca Ag. (*Characeae*)

C'est une espèce cosmopolite, très probablement la plus commune des espèces de Characées des lacs pyrénéens, nous l'avons déterminée de près d'une vingtaine de localités, jusqu'à 2 430 mètres. d'altitude à l'Estany de la Bova en Andorre. Elle semble toutefois moins commune sur les parties est et ouest de la chaîne pour se concentrer sur la partie centrale. Elle peut pousser aussi bien en contexte de roches acides comme dans le massif du Néouvielle (Hautes-Pyrénées) que sur des substrats basiques comme dans les étangs d'Ayous (Pyrénées-Atlantiques).

Nous l'avons plusieurs fois observée en herbiers denses, parfois épais de près d'1 mètre, sur la quasi-totalité de la surface du lac. C'est le cas par exemple pour le lac d'Estaing dans les Hautes-Pyrénées. Dans le cas de lacs profonds, elle colonise la zone périphérique jusqu'à 8 mètres de fond, parfois un peu plus pour les lacs les plus limpides comme pour le cas de l'étang d'en Beys en Ariège.

Nitella capillaris (A.J. Krock.) J. Groves. & G.R. Bullock-Webster (*Characeae*)

C'est une espèce de répartition eurasiatique et nord-africaine qui n'a pas été observée depuis Corillion en 1949 dans les Laquettes d'Orédon, dans le massif du Néouvielle (Hautes-Pyrénées).

Nitella flexilis (L.) C.Agardh (*Characeae*)

Bien que cette espèce cosmopolite soit connue pour être parmi les plus rhéophiles, elle est aussi présente dans les étendues d'eaux stagnantes ; Nous la connaissons de 6 lacs, Du Capcir dans les Pyrénées-Orientales jusqu'au massif du Néouvielle dans les Hautes-Pyrénées, entre

⁴ A noter que pour les Charophytes, une synthèse plus précise de nos travaux a été publiée dans Isatis (Prud'homme & Durand, 2019). Nous en reprenons ici les informations les plus essentielles.

1 769 et 2 275 mètres d'altitude. Ces trois localités seraient toutefois à vérifier, un doute subsistant quant à la détermination des échantillons récoltés en contradiction possible avec les données de *Nitella capillaris* de Corillion (1949).

***Nitella gracilis* (Sm.) C.Agardh (Characeae)**

Cette espèce a une répartition cosmopolite mais, elle est mentionnée comme rare partout en Europe. Elle semble peu commune aussi dans les Pyrénées où nous l'avons observée dans moins d'une dizaine de lacs, de l'Andorre aux Hautes-Pyrénées, le plus souvent dans des lacs de faible profondeur (inférieur à 3 mètres) en relation directe avec des tourbières, sur des substrats de vase pulvérulente. Au Pla de la Font (Ariège), sous le refuge de Bassiès, ce sont de véritables herbiers denses de cette *Nitella* qui tapissent l'essentiel du fond de l'étang.

***Chara vulgaris* L. (Characeae)**

Cette espèce cosmopolite est sans doute la Characée la plus répandue en France. Sur le piémont nord pyrénéen, elle est assez commune dans les sources, suintements et ruisselets jusqu'à 1 200 mètres d'altitude ; en revanche elle semble se faire nettement plus rare dans les lacs de montagne. Nous la connaissons de trois lacs seulement, tous trois situés dans la partie centrale des Pyrénées, sur substrat calcaire.

***Chara contraria* A. Braun ex Kütz (Characeae)**

Taxon cosmopolite, commun en France dans les milieux calcaires, il semble en revanche nettement plus rare dans les Pyrénées. Nous le connaissons d'un seul lac, dans l'étang de Bethmale (1 050 mètres) en Ariège où il occupe une grande partie de la surface en eau.



Figure 17. *Nitella gracilis* à l'étang des Llauses (09). Photo CBNPMP / B. Durand

***Chara globularis* J.L.Thuiller (*Characeae*)**

Cette espèce est bien répandue dans l'hémisphère nord, jusque dans les régions arctiques. Sur la zone nord pyrénéenne, elle semble cantonnée à la zone centrale et occidentale. Nous l'avons observée dans 5 lacs du massif du Néouvielle dans les Hautes-Pyrénées jusqu'à la vallée d'Ossau en Pyrénées-Atlantiques, à partir de 1 850 mètres jusqu'à 2 200 mètres. On la trouve préférentiellement sur des secteurs à sous-sols basiques, constitués de calcaires ou d'andésites.

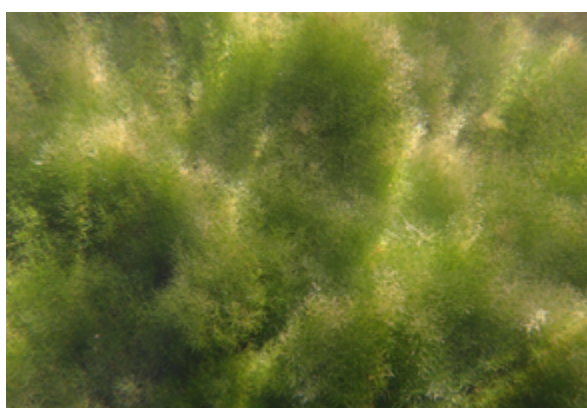


Figure 18. Peuplement dense de *Chara globularis* dans le lac Gentau (64). Photo CBNPMP / F. Prud'homme

***Chara virgata* Kütz. (*Characeae*)**

C'est une espèce cosmopolite signalée jusqu'au Groenland. Dans les Pyrénées, nous ne la connaissons que d'un seul lac : le lac d'Isaby dans les Hautes-Pyrénées à 1 554 mètres d'altitude, où elle occupe plusieurs hectares d'herbier dense.

Bryophytes

***Blindia acuta* (Hedw.) Bruch & Schimp. (*Seligeriaceae*)**

Cette espèce cosmopolite, qui pousse fréquemment sur les talus et les roches acides suintantes, a été observée dans le lac Llosa dans les Pyrénées-Orientales immergée jusqu'à 5 mètres de profondeur où elle forme des tapis réguliers sur le fond.

***Drepanocladus aduncus* (Hedw.) Warnst. (*Amblystegiaceae*)**

Cette espèce à distribution large (circumpolaire présente aussi en Afrique, Amérique du Sud et Australie) est une composante assez habituelle des ceintures semi-aquatiques eutrophes, se retrouvant même dans des habitats artificiels et pouvant tolérer de longues périodes d'émersion. Elle a été retrouvée en Ariège, à l'étang de Siscar, à 2 mètres de profondeur.

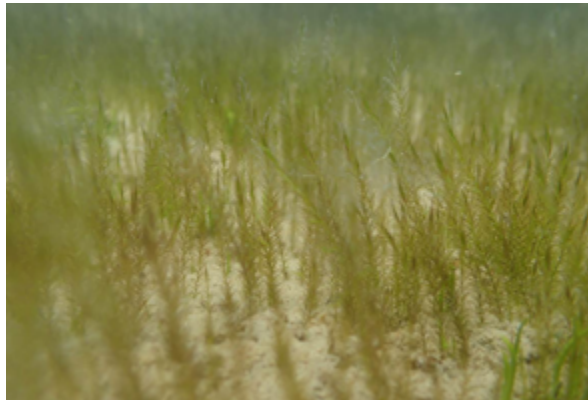


Figure 19. *Blindia acuta* dans le lac de Llosa (66). Photo CBNPMP / F. Prud'homme

***Hygrohypnum ochraceum* (Turner ex Wilson) Loeske (*Amblystegiaceae*)**

Cette mousse, de distribution circumpolaire n'a été trouvée qu'une fois en contexte lacustre, dans le lac Llosa dans les Pyrénées-Orientales, à 5 mètres de profondeur et en mélange avec *Sarmentypnum exannulatum*. Elle pousse normalement sur des rochers acides suintants et des bords de cours d'eau, notamment près des cascades; elle est assez fréquente dans les milieux de haute montagne dans les Pyrénées centrales et orientales.



Figure 20. *Hygrohypnum ochraceum* en mélange avec *Sarmentypnum exannulatum*, Lac de Llosa (66). Photo CBNPMP/F. Prud'homme.

***Hygrohypnum smithii* (Sw.) Broth. (*Amblystegiaceae*)**

Cette espèce circumpolaire de haute montagne n'est pas très fréquente dans les Pyrénées où elle pousse normalement semi immergée dans les cours d'eau très froide et acide, souvent à l'étage subalpin. Elle n'a été détectée que dans le lac de Consaterre à Saint-Lary-Soulan (Hautes-Pyrénées) à 1,60 mètre de profondeur, accompagnée de *Sarmentypnum exannulatum*.

***Palustriella falcata* (Brid.) Hedenäs (*Amblystegiaceae*)**

Il s'agit d'une mousse de distribution eurasiatique, pérenne, compétitive, très fréquente dans les Pyrénées à toutes altitudes, mais particulièrement à l'étage subalpin, sur des eaux basiques dans les bas-marais, ruisseaux et sources. Elle n'a été observée dans des lacs qu'à Anglas et Gréziolles (Hautes-Pyrénées).

***Sarmentypnum exannulatum* (Schimp.) Hedenäs (*Calliergonaceae*)**

Cette espèce cosmopolite acidophile est très fréquente dans les Pyrénées, spécialement à l'étage subalpin, dans les prairies marécageuses, bas-marais et en bordure des lacs. Il s'agit d'une espèce euryèce supportant parfois l'eutrophisation des eaux.

Avec *Sphagnum auriculatum*, c'est la mousse qui est retrouvée le plus fréquemment dans les lacs, jusqu'à 5 mètres de profondeur et peut former des colonies importantes comme c'est le cas dans l'Etang Bleu (Ariège) où elle s'étend sur plus de 100 m² entre 0,5 et 1 mètre de profondeur. (Etangs Bleu et d'en Bey en Ariège, lac de Consaterre dans les Hautes-Pyrénées et Llosa dans les Pyrénées-Orientales).

***Sphagnum auriculatum* Schimp. (*S. denticulatum* Brid.) (*Sphagnaceae*)**

Cette sphaigne à large distribution (circumpolaire présente en plus en Amérique du Sud et Afrique du Nord) est la plus commune des Pyrénées, où elle se retrouve depuis l'étage collinéen jusqu'à l'étage alpin, dans les dépressions et ruisselets des tourbières, dans les sources d'eaux acides et en bordures des lacs. Dans cette étude, elle a été retrouvée jusqu'à 2,50 mètres de profondeur, dans plusieurs lacs d'Ariège. Elle y présente des différences par rapport aux spécimens poussant dans des conditions plus normales : taille de la plante et des feuilles nettement plus grandes, port beaucoup plus lâche et perte du capitulum à branches courbes caractéristique.

***Warnstorfia fluitans* (Hedw.) Loeske (*Calliergonaceae*)**

Cette espèce cosmopolite n'a été trouvée que dans le lac d'Échempy (Hautes-Pyrénées), où elle couvre environ la moitié du fond du lac. Hors contexte lacustre, dans les Pyrénées, elle n'est pas très fréquente excepté dans les Pyrénées-Orientales.

Les communautés végétales: des observations inédites difficiles à déterminer

Grâce à la méthode de plongée et l'exhaustivité des inventaires qui en découle, nous disposons d'un lot inédit pour notre territoire de relevés permettant un travail sur les communautés végétales aquatiques. Nous n'allons pas statuer sur ces communautés dans le présent travail, il s'agit plutôt ici d'un état des lieux méthodologique et syntaxonomique auquel se confrontent la bibliographie et nos relevés et qui illustre l'importance du travail à réaliser.

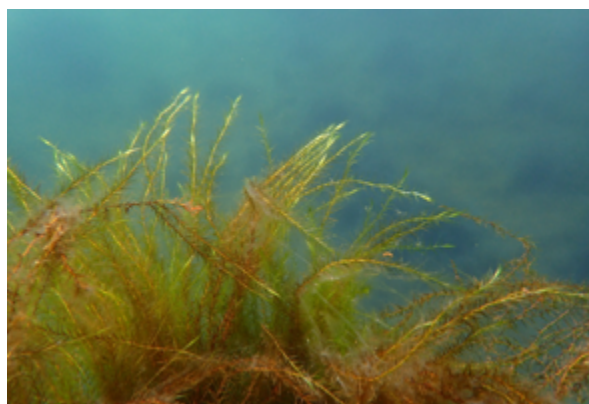


Figure 21. *Warnstorfia fluitans* dans le lac d'Échempy (65). Photo CBNPMP/B. Durand

Quatre niveaux sociologiques doivent être distingués : les communautés de Charophytes, les communautés de Bryophytes, les communautés de gazons amphibies, les communautés de phanérogames aquatiques enracinés.

D'un point de vue sociologique, les communautés de Charophytes observées semblent bien individualisées des communautés de phanérogames. Elles occupent en effet des niches écologiques distinctes en particulier en termes de profondeur, trouvant leur optimum d'expression à des profondeurs où les communautés phanérogamiques trouvent leur limite. De plus, les communautés phanérogamiques et charophytiques peuvent se structurer et exister de façon indépendante. D'un point de vue écologique, les Charophytes sont plus ancrés dans le substrat que réellement enracinés (pas ou peu d'échanges par la voie souterraine). Ces disjonctions spatiale et écologique plaident pour une indépendance sociologique que nous devons préciser dans des études ultérieures. A noter toutefois que les herbiers charophytiques observés sont souvent monospécifiques, limitant l'intérêt d'une analyse sociologique. L'approche des communautés bryophytiques est assez équivalente.

Pour les communautés de Trachéophytes, nous distinguons une première ceinture de végétation aquatique parmi les gazons amphibies des *Littorelletea uniflorae*. La synthèse phytosociologique proposée dans le Prodrome des végétations de France pour cette classe (Foucault, 2010) retient trois associations pour nos végétations : l'*Isoeto lacustris-Sparganietum borderei* des Pyrénées centrales, l'*Isoeto creussensis-Sparganietum angustifolii* et l'*Isoetetum creussensis* des Pyrénées orientales. Outre la place donnée à *Isoetes creussensis* qui reste discutée, les données phytosociologiques recueillies dans nos travaux ne montrent pas une bonne corrélation avec les relevés synthétiques de ces associations. Une reprise des relevés publiés et une confrontation avec nos relevés de terrain restent à faire pour évaluer la pertinence de nouvelles propositions syntaxonomiques.

Pour les Phanérogames aquatiques enracinées (parfois jusqu'à six espèces dans le même lac), nous nous sommes confrontés lors de cette analyse phytosociologique à la difficulté particulière dans les milieux aquatiques d'appréhension des concepts fondamentaux

d'homogénéité stationnelle et d'homogénéité structurale mais aussi à la description même des conditions stationnelles. L'accès à la lumière s'appréhende par la profondeur et par la turbidité mais aussi par la période de l'année où le lac est recouvert par la glace et la neige. La température de l'eau est bien différente de celle de l'air, elle est aussi différente en surface et en profondeur. Les nutriments sont prélevés à la fois dans le substrat et dans l'eau... l'intuition du naturaliste et l'expérience du phytosociologue « terrestre » sont déstabilisées dans ce milieu particulier pour appréhender correctement l'homogénéité stationnelle. Cette homogénéité est pourtant essentielle à la bonne description des communautés et à la bonne compréhension de leur déterminisme et de leur fonctionnalité écologique.

La synthèse phytosociologique des végétations de France pour les associations phanérogamiques enracinées (Felzines, 2013) illustre cette difficulté avec des descriptions de communautés et la présentation de relevés pour lesquelles l'homogénéité ne paraît pas évidente. Cette même synthèse illustre aussi le manque de communautés décrites pour les lacs de montagne. L'essentiel de ce que nous avons observé dans les lacs des Pyrénées nous paraît en effet souvent orphelin de descriptions auxquelles se rattacher.

Nous partons donc d'un terrain presque vierge : pas ou très peu de relevés dans les Pyrénées françaises avant notre étude, des questions méthodologiques non réglées par les documents phytosociologiques de référence, des communautés mal décrites pour les lacs de montagne.

Dans cette situation, l'homogénéité structurale des végétations aquatiques paraît un bon angle d'approche pour envisager l'homogénéité écologique. Pour cela, les travaux de Den Hartog & Segal (1964) permettent de nommer des types morphologiques, intégrateur de la façon dont la plante explore le milieu aquatique et donc de son écologie. Ces types morphologiques permettent d'approcher une homogénéité structurale et écologique des communautés aquatiques.

Ainsi dans les lacs des Pyrénées, on peut faire la synthèse suivante présentant les types de structure existants (avec les espèces associées), les communautés décrites les plus proches correspondantes en précisant les réserves quant aux rattachements de nos observations à ces communautés, parfois assez différentes :

- Plantes à feuilles entièrement submergées capillaires : Myriophyllids

[*Myriophyllum alterniflorum*, *Ranunculus trichophyllus*]

= ***Myriophylletum alterniflori*** Corill. 1948 [*Potamion polygonifolii*]

L'association décrite pourrait correspondre à nos observations, sa synchorologie précise cependant : « une ass. peu répandue en France, de l'étage planitiaire à l'étage collinéen ; semble manquer dans les régions méridionales » justifiant une analyse plus précise des relevés originaux.

- Plantes à feuilles entièrement submergées larges : Magnopotamids et Elodeids

[*Potamogeton alpinus*, *P. perfoliatus*, *P. praelongus*, *P. lucens*, *G. densa*]

[*Elodea canadensis*]

= ***Potametum praelongi*** Hild 1959 [*Potamion pectinati*]

Le Prodrome parle d'une association à rechercher sur le versant nord des Pyrénées. Nos observations semblent s'y rattacher.

= ***Groenlandietum densae*** Segal *ex* P. Schipper, B. Lanj. & Schaminée *in* Schaminée, Weeda & V. Westh. 1995 [*Potamion pectinati*]

Nos observations (Prud'homme & al., 2008) y sont rattachées par l'auteur du Prodrome.

= ***Potametum perfoliati*** Miljan 1933 [*Potamion pectinati*]

La combinaison caractéristique (avec *Ranunculus circinatus* Sibth, improbable dans les lacs pyrénéens) et les conditions stationnelles (collinéen à submontagnard et méso-eutrophe) ne semblent pas correspondre parfaitement aux végétations que nous avons observées.

= ***Potametum lucentis*** Hueck 1931 [*Potamion pectinati*]

La combinaison caractéristique (avec *Potamogeton perfoliatus*, *Ranunculus circinatus* et *Ceratophyllum demersum*) et les conditions stationnelles (planitiaire à collinéen, méso-eutrophe) ne semblent pas correspondre parfaitement aux végétations que nous avons observées.

= ***Elodeo canadensis*** — ***Potametum alpini*** Krausch *ex* H. Passarge 1994 [*Potamion pectinati*]

Outre le questionnement sur la place de l'*Elodea canadensis* dans la définition de ce groupement, la diversité des formes structurales dans l'association nous pose question. On notera que l'association du *Ranunculo eradicali*-*Potametum alpini* Ballesteros & Garcia 1991 décrite des lacs des Pyrénées espagnoles et correspondant mieux à certaines de nos observations est incluse dans cette association dans le Prodrome.

- Plantes à feuilles entièrement submergées rubanées : Parvopotamids

[*Potamogeton berchtoldii*]

= ***Potametum berchtoldii*** Wijsman *ex* P. Schipper, B. Lanj. & Schaminée *in* Schaminée, Weeda & V. Westh. 1995 [*Potamion pectinati*]

Le prodrome l'évoque comme une association « à chercher dans les lacs pyrénéens car des gr. à *Potamogeton berchtoldii* sont présents sur le versant espagnol (Benito Alonso et al., 2008 : 45, 46) » bien que les caractéristiques floristiques et stationnelles de cette association ne semblent pas si proches de ce que l'on observe dans les lacs pyrénéens.

- Plantes à feuilles submergées et feuilles flottantes larges : Nymphaeids

[*Potamogeton graminei*]

= *Potametum graminei* H. Passarge *ex* Lang 1967 [*Potamion pectinati*]

Sans que la combinaison caractéristique (avec *Potamogeton x zizii* et *Potamogeton pectinatus*) et les conditions stationnelles (situations peu profondes avec parfois périodes d'émersion) ne semblent correspondre parfaitement aux végétations que nous avons observées, la proximité est toutefois marquée.

- Plantes à feuilles submergées capillaires et feuilles flottantes larges : Batrachids
[*Ranunculus aquatilis*]

= *Ranunculetum aquatilis* Sauer *ex* Felzines 2016 [*Ranunculion aquatilis*]

La combinaison caractéristique (avec *Callitriche platycarpa*) et les conditions stationnelles (association pionnière de petites pièces d'eau) ne semblent pas correspondre parfaitement aux végétations que nous avons observées.

On voit donc que les différents compartiments structuraux des végétations aquatiques des lacs des Pyrénées françaises semblent occupés par de potentielles associations végétales décrites dans la littérature. Les rattachements que l'on pourrait proposer en l'état actuel des associations décrites ne sont cependant parfois pas satisfaisants en raison des différences de cortèges et des différences écologiques associées.

Ce premier regard sur les communautés aquatiques des lacs pyrénéens montre l'importance du travail qu'il reste à faire pour bien caractériser les végétations des lacs des Pyrénées françaises. La comparaison systématique et statistique de nos relevés avec les relevés bruts de la bibliographie est en cours et constituera une étape indispensable de détermination plus approfondie.

Discussion — Conclusion

Les lacs des Pyrénées françaises se révèlent riches d'une flore et de végétations variées très spécifiques. Nos travaux permettent d'en avoir une première évaluation et montrent l'importance de la méthode de prospection par plongée indispensable à des inventaires satisfaisants pour observer la flore et étudier les communautés. Ce premier bilan ne s'établit cependant que sur un nombre limité de lacs par rapport à l'existant et un effort de prospections complémentaires est nécessaire pour consolider un niveau de représentativité pour l'instant fragile.

Les problèmes méthodologiques posés dans le milieu aquatique ne facilitent pas le travail sur les communautés végétales et la longue étape de comparaisons de nos relevés originaux avec les relevés de la bibliographie ne fait que commencer.

Les différentes analyses et inventaires qu'il reste donc à réaliser devraient permettre de consolider les travaux de hiérarchisation des enjeux nécessaire à la bonne prise en compte

de ces écosystèmes dans les politiques de protection de la nature. L'enjeu de conservation n'est en effet pas neutre et nous avons recensé de nombreuses menaces sur ces écosystèmes. Particulièrement soumis aux bouleversements climatiques comme tous les habitats d'altitude, les lacs de montagne sont aussi sous la pression de diverses activités humaines aux impacts directs sur leur équilibre.

Ainsi les empoissonnements (Salmonidés, mais aussi indirectement vairons et goujons) constituent une menace directe sur ces écosystèmes (Ventura & al., 2017), naturellement apiscicoles, et en particulier sur la flore (Gacia & al., 2018). La construction de barrage avait déjà détruit des lacs naturels et leurs végétations associées (Gacia & Ballesteros, 1996). La pollution des eaux par les reposoirs à bétail, les effluents de refuges et infrastructures de tourisme est aussi parfois observée. Certains lacs sont aussi très fréquentés et sont le lieu de baignades massives pouvant engendrer des pollutions (crèmes solaires par exemple). Ces lacs les plus fréquentés sont aussi souvent ceux sur lesquels nous avons noté la présence d'une



Figure 22. La densité de vairons (*Phoxinus phoxinus*) est parfois impressionnante.
Lac de Gentau (65). Photo CBNPMP / F. Prud'homme

espèce exotique envahissante (*Elodea canadensis*) dont il faudra suivre le développement, l'éventuelle propagation et les effets sur les herbiers autochtones.

Malgré la présence d'espèces et de végétations patrimoniales et le constat de ces réels enjeux de conservation, les lacs de montagne sont souvent ignorés des plans de gestion d'espaces naturels remarquables. Considérés par trop immuables, stables et uniformes, les lacs sont souvent perçus comme des joyaux de nos paysages pyrénéens qui ne subissent pas de pressions. L'exemple de leur intégration dans la politique Natura 2000 en France en est une bonne illustration. La majorité des couvertures des Documents d'Objectifs sont illustrés par un lac. Pourtant les états des lieux s'avèrent souvent lacunaires sur ces enjeux (types d'habitats présents mais souvent oubliés : 3130, 3140, 3150) et les fiches actions spécifiques aux lacs sont totalement inexistantes (analyse sur les Documents d'objectifs des

Pyrénées françaises hors Pyrénées-Orientales et Aude). Nous travaillons actuellement à une meilleure intégration de cet enjeu dans l'application de Natura 2000 en France.

Parmi les perspectives de travail, une synthèse biogéographique à l'échelle des Pyrénées est envisagée puisque ces écosystèmes ont beaucoup de points communs sur les deux versants de la chaîne. Nous avons déjà constaté la nécessité de rapprocher nos interprétations de la Directive Habitats pour assurer une cohérence biogéographique à l'application de Natura 2000 (Prud'homme & Ninot, 2017).

Nous espérons aussi pouvoir nous rapprocher des autres massifs de montagne en France (Alpes, Jura, Vosges, Massif central...) où les végétations et les enjeux de conservation sont proches. Le développement de programmes trans-frontaliers et intermassifs seraient en effet l'occasion de mutualiser les expériences, synthétiser les résultats et coordonner les actions de conservation nécessaires.

Remerciements

Nous tenons à adresser nos remerciements à l'équipe du Conservatoire botanique qui nous entoure : à Christophe Bergès pour ses informations, sa participation à nos déterminations et sa relecture du manuscrit, à Anouar Hamdi et Élodie Hamdi pour leur aide à la gestion des données, à Cécile Vignau et Anne Gaultier pour leur aide dans nos recherches bibliographiques, à Gilles Corriol et Gérard Largier pour leur soutien au développement de nos travaux aquatiques.

Merci à Frédéric Andrieu (Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles) pour sa relecture du manuscrit.

Nous remercions également Frédéric Blanc et Nicolas Goux (Conservatoire d'espaces naturels de Midi-Pyrénées), Olivier Jupille et Sylvain Rollet (Parc National des Pyrénées) et Marc Ventura (Consejo superior de investigación científica de Blanes) pour leur participation à nos prospections et leur partage d'enthousiasme pour le développement des études écologiques sur les lacs pyrénéens.

Nous remercions aussi les gestionnaires d'espaces naturels qui nous ont toujours accueillis avec bienveillance et enthousiasme lors de nos plongées : Parc National des Pyrénées, Mairies de Bourg-d'Oueil et de Bordères-Louron, Nature Midi-Pyrénées, Parc naturel régional des Pyrénées ariégeoises, Association des naturalistes de l'Ariège, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Office National des Forêts, Parc Naturel Régional des Pyrénées catalanes, Réserve Naturelle de Nohèdes, Réserve Naturelle du Massif de Saint-Barthélemy, Fédération des réserves naturelles catalanes, le Govern d'Andorra, la Comu d'Ordino (Andorre).

Certaines des prospections valorisées dans cet article ont été menées dans le cadre des programmes financés suivants :

- Programme Natura 2000 Occitanie, financé par l'État / Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) Occitanie ;
- Programme Natura 2000 Nouvelle-Aquitaine, financé par l'État / DREAL Nouvelle Aquitaine;
- Programme « Amélioration de la connaissance de la flore, la fonge et les habitats naturels et évaluation des grands corridors alluviaux de la sous trame milieux humides et les grandes aires urbaines de Midi-Pyrénées », cofinancé par le Fonds européen de développement régional (FEDER POCTEFA) Midi-Pyrénées Garonne, appel à projet pour l'amélioration et la valorisation des connaissances), la Région Occitanie Pyrénées/Méditerranée, l'État / DREAL Occitanie et l'Agence de l'Eau Adour-Garonne ;

Ces 3 programmes sous maîtrise d'ouvrage du Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées

- Programme GREEN, maîtrise d'ouvrage du GEIE Forespir, cofinancé par le Fonds européen de développement régional (FEDER POCTEFA), l'État Français (DREAL/CGET), la Région Occitanie Pyrénées/Méditerranée et la Région Nouvelle-Aquitaine (<https://www.green-biodiv.eu/>);
- Programme Subularia, maîtrise d'ouvrage du Parc national des Pyrénées et financé par EDF.

Nous adressons nos remerciements à l'ensemble de ces financeurs.

Nous remercions enfin les organisateurs du XIIème colloque international de botanique pyrénéo-cantabrique pour leur excellent accueil et pour nous avoir permis de présenter nos travaux durant ce prestigieux événement.

Bibliographie

- BAILLY G. & SCHAEFER O., 2010. Guide illustré des Characées du nord-est de la France. Ed. CBN Franche-Comté, 96 p.
- BENITO ALONSO J.L., GACIA E., BALLESTEROS E., CHAPPUIS E. & CARRILLO E., 2008. Recatalogación de *Potamogeton praelongus* Wulfen (Potamogetonaceae), según las categorías UICN-2001. Flora Montiberica 39 : 37-46.
- BOUCHARD J., 1991. Plantes des Pyrénées-Orientales non citées dans le catalogue de Gautier. Monde des plantes, 441 : 29-32.
- CHOUARD P., 1949. Démonstrations tirées des excursions (Gavarnie, Pic du Midi de Bigorre, Néouvielle) : les éléments géobotaniques constituant la flore du Massif du Néouvielle et des vallées qui l'encadrent. Session extraordinaire, Bull. Soc. Bot. Fr., 96 (10) : 29-52 et 84-121.
- CITOLEUX J., 2003. Localisation et suivi des herbiers amphibies des lacs d'altitude de la Réserve naturelle du Néouvielle, Parc national des Pyrénées : laquette d'Orédon, lac d'Aumar. Ed. Parc national des Pyrénées, Tarbes, 34p.

- CORILLION R., 1949. Sur la présence du *Nitella capillaris* (Krock) Growes & Bullock-Webster dans le Massif de Néouvielle (Hautes-pyrénées). Bull. Soc. Bot. Fr., 96 : 240-241.
- CORILLION R., 1950. *Subularia aquatica* L. dans les Hautes-Pyrénées. Monde des plantes, 267-268 : 27.
- DEN HARTOG C. & SEGAL S., 1964. A new classification of the water plant communities. Acta Bot. Neerl. 13 (3): 367-393.
- FELZINES J.-C., 2016. Contribution au prodrome des végétations de France: *les Potametea* Klika in Klika & V. Novák 1941. Doc. Phytosoc..Série 3, 3: 216-435.
- FOUCAULT B. (de), 2010. Contribution au prodrome des végétations de France: *les Littorelletea uniflorae* Braun-Bl. & Tuxen ex Westhoff, Dijk, Passchier & Sissingh 1946. J. Bot. Soc. Bot. France 52: 43-78.
- GACIA E. & BALLESTEROS E., 1996. The effect of increased water level on *Isoetes lacustris* L. in lake Baciver, Spain. J. Aquat. Plant. Manage 34: 57-59.
- GACIA E, BUCHACA T, BERNAL-MENDOZA N, SABÁS I, BALLESTEROS E AND VENTURA M., 2018. Non-native Minnows Threaten Quillwort Populations in High Mountain Shallow Lakes. Front. Plant Sci. 9:329.
- LAZARE J.-J. & RIBA S., 2010. Les *Isoetes* de l'Estany de Creussans (Andorre). J. Bot. Soc. Bot. France 50: 19-26.
- MARCAILHOU-D'AYMÉRIC H., MARCAILHOU-D'AYMÉRIC A. (abbé), 1906. Catalogue raisonné des plantes phanérogames et cryptogames indigènes du bassin de la Haute-Ariège (suite). Recueil des articles parus de 1906 à 1909, Bull. Acad. Int. Géogr. Bot., 309-499.
- MOTELAY L., 1895. Questions de priorité. Bull. Soc. Bot. Fr., 42 : 327-et suivantes.
- MOURONVAL J.-B., BAUDOUIN S., BOREL N., SOULIÉ-MÄRSCHÉ I., GRILLAS P., 2015. Guide des Characées de France méditerranéenne. Ed. Office national de la chasse et de la faune sauvage, , 214 p.
- PEÑUELAS, J., 1987. La brioflora lacustre. Algunos datos de los lagos pirenaicos. Anales del Real Jardín Botánico Madrid 44(1): 31-39.
- PRUD'HOMME F., BERNABEN J. & FANTIN P., 2008. A la découverte des végétations en Luchonnais : lac de la Montagnette, pic de Sauvegarde, vallée de la Freche. Isatis 8 : 120-127.
- PRUD'HOMME F. & DURAND B., 2019. Première synthèse sur les Characées des lacs des Pyrénées françaises. Isatis 18 : 249-268.
- PRUD'HOMME F. & NINOT J., 2017. Interprétation de la Directive habitats sur des écosystèmes pyrénéens emblématiques : les lacs de montagne. Note interne CBNPMP et Universitat de Barcelona: 8 pages.
- SOULIÉ J.A., 1916. *Potamogeton praelongus* dans les Pyrénées. Monde des plantes, 103 : 29.
- TISON J.-M., FOUCAULT DE B., 2014. Flora Gallica : Flore de France. Ed. Biotope, Société botanique de France, 1195 p.
- VENTURA, M., TIBERTI, R., BUCHACA, T., BUÑAY, D., SABÁS, I., & MIRÓ, A., 2017. "Why should we preserve fishless high mountain lakes?" in High Mountain Conservation in a Changing World, eds J. Catalan, J. M. Ninot, and M. Añiz (Cham: Springer-Verlag), p.181—205.

Guia de la sortida del XII Col·loqui Internacional de Botànica Pirenaica-Cantàbrica als Pirineus orientals (4 de juliol de 2019)

L. Vilar, G. Mercadal, J. Bou & J. Gesti

LAGP — Flora i vegetació. Institut de Medi Ambient. Universitat de Girona. C/Ma. Capmany 69, 17003, Girona, lluis.vilar@udg.edu

Abstract

The excursion took place at the headwaters of La Muga, located in the Alt Empordà and Alt Vallespir counties (Eastern Pyrenees). The area visited is in the north-eastern part of the Pyrenean range, where the axial Pyrenees are only a few kilometres from the coast; precisely within the transition between the Mediterranean landscape and the mountains. The excursion allowed us to observe cork oak forests, downy oak forests, chestnut plantations, riparian forests, beech forests with boxwood, as well as an interesting historical meadowland where there are hay, mesophile and lowland meadows.

The last stop was at the Hostal de la Muga (Alt Empordà), a former farmhouse where people can eat and sleep, once a crossroads for smugglers and travellers crossing the border, as well as a doorway to Catalonia for the “maquis” after the civil war. The hostel has even been mentioned in Marià Vayreda’s novel, *La Punyalada*, written at the start of the 20th century, where it deals with the banditry that followed the Carlist wars.

Finally, the excursion was complemented by a tourist and cultural visit to the Santa Maria Abbey in the village of Arles (Vallespir), along with a chance to walk around and explore the old town.

Resum

La sortida es va fer a la capçalera del riu La Muga, a les comarques de l’Alt Empordà i l’Alt Vallespir (Pirineus orientals). La zona visitada se situa a la part més nord-oriental de la serralada pirinenca, on els Pirineus axials es troben a pocs quilòmetres de la costa, just

a l'àrea de transició entre els paisatges mediterranis i els montans. La sortida va permetre observar suredes, rouredes de roure martinenc, castanyedes, boscos de ribera, fagedes amb boix, així com una interessant àrea pradenca històrica on hi trobem prats de dall, prats mesòfils i feners de terra baixa.

La darrera parada fou el llogaret anomenat Hostal de la Muga (Alt Empordà), antiga masia on s'hi podia menjar i dormir, punt de pas de traginers, contrabandistes i viatgers que travessaven la frontera, així com punt d'entrada a Catalunya dels maquis després de la guerra civil. L'hostal ja és esmentat a l'obra *La Punyalada* de Marià Vayreda, novel·la de principis del s. XX, on tracta del bandolerisme que va seguir a les guerres carlines.

Finalment, l'excursió es complementà amb una visita turística i cultural al poble d'Arles (Vallespir), on es visità el casc antic i l'abadia de Santa Maria.

Resumen

La excursión del congreso se realizó en la cabecera del río La Muga, en las comarcas del Alt Empordà y el Alt Vallespir (Pirineos orientales). La zona visitada se sitúa en la parte más nororiental de la cordillera pirenaica, donde los Pirineos axiales se encuentran a pocos kilómetros de la costa, área de transición entre los paisajes mediterráneos y los montanos. El recorrido permitió observar alcornocales, robledales de roble pubescente, castañares, bosques de ribera, hayedos con boj, así como una interesante área prático-histórica donde se observan prados de siega, prados mesófilos y herbazales de zonas de baja altitud.

La última parada fue en el Hostal de la Muga (Alt Empordà), masia en donde antiguamente se podía comer y dormir, lugar de paso de arrieros, contrabandistas y viajeros que atravesaban la frontera, así como punto de entrada a Catalunya de los maquis después de la guerra civil. El hostal ya se menciona en la obra *La Punyalada* de Marià Vayreda, novela de principios del s. XX, que versa sobre el bandolerismo que siguió a les guerres carlinas.

Finalmente, la excursión se complementó con una visita turístico-cultural al pueblo de Arles (Vallespir), donde se pudo visitar el casco antiguo y la Abadía de Santa Maria.

Introducció

La sortida del XII CIBPC transcorre pel nord-est de Catalunya, en una extensa regió que comprèn dues grans unitats morfològiques: la plana al·luvial de l'Empordà, i el sistema de massissos i serres on se separen clarament les subunitats de relleu propis dels Pirineus. Com que aquesta àrea muntanyosa és propera a la costa, en poca distància de recorregut s'augmenta ràpidament en altitud, fet que comporta que hi hagi gran diversitat de paisatges.

L'itinerari comença a Girona ciutat, al nord-est de la plana selvatana, travessa la depressió de l'Empordà, s'enfila direcció als Pirineus pel terraprim empordanès i pel peu de mont

anomenat els Aspres fins el massís de les Salines, ja al Pirineu axial, i acaba a l'Hostal de la Muga, al Subpirineu, aquí també anomenat Garrotxes d'Empordà (Figura 1).

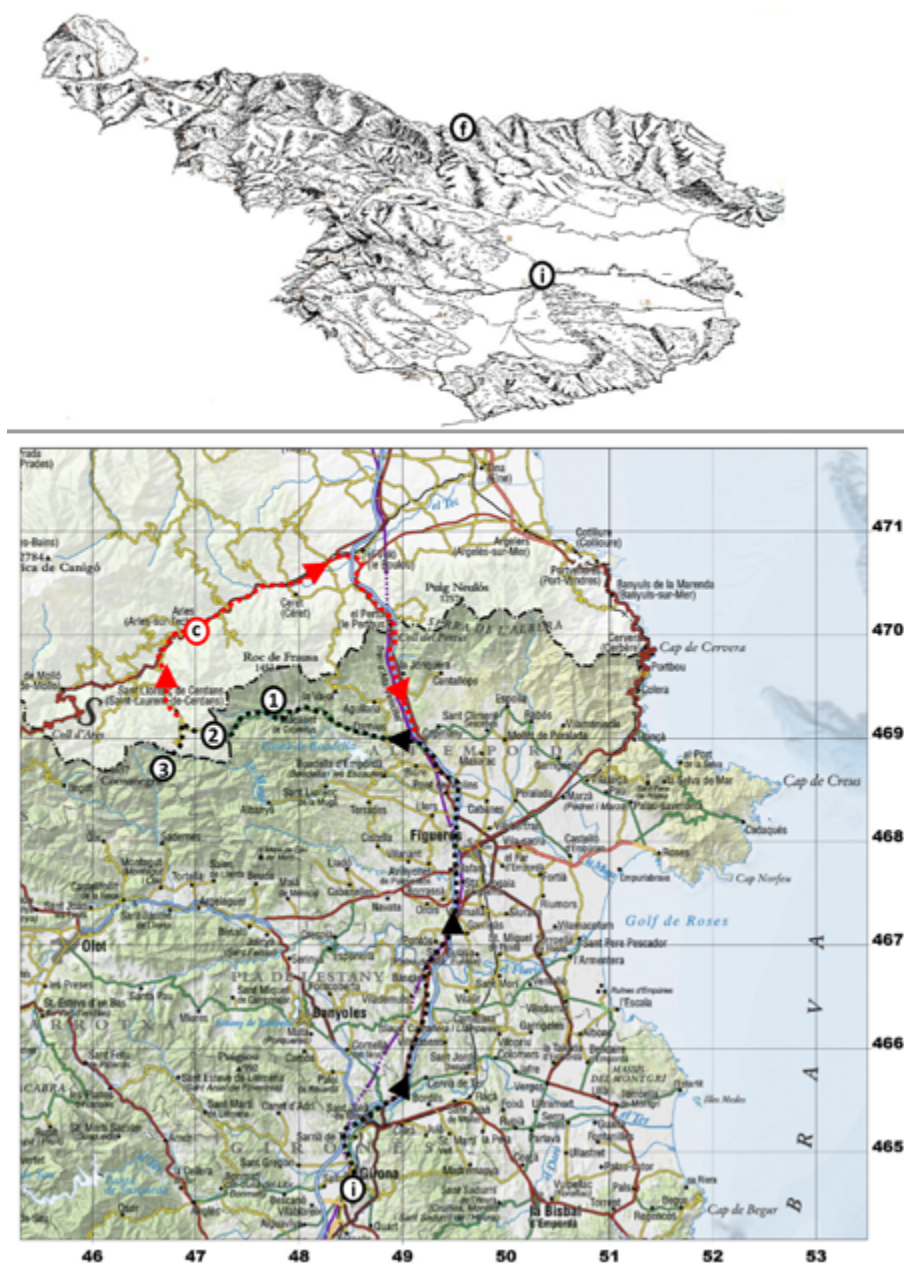


Figura 1. A dalt: esquema del relleu de les comarques de Girona, on s'emmarca el punt d'inici (i) i el final (f) del recorregut científic. Font: Pallí & Brusi (1992). A baix, localització del recorregut de la sortida. c, parada cultural; i, punt d'inici i final; 1-3, parades científiques; línia negra, recorregut científic; línia vermella, recorregut tursiticocultural. Base cartogràfica: ICGC (2019).