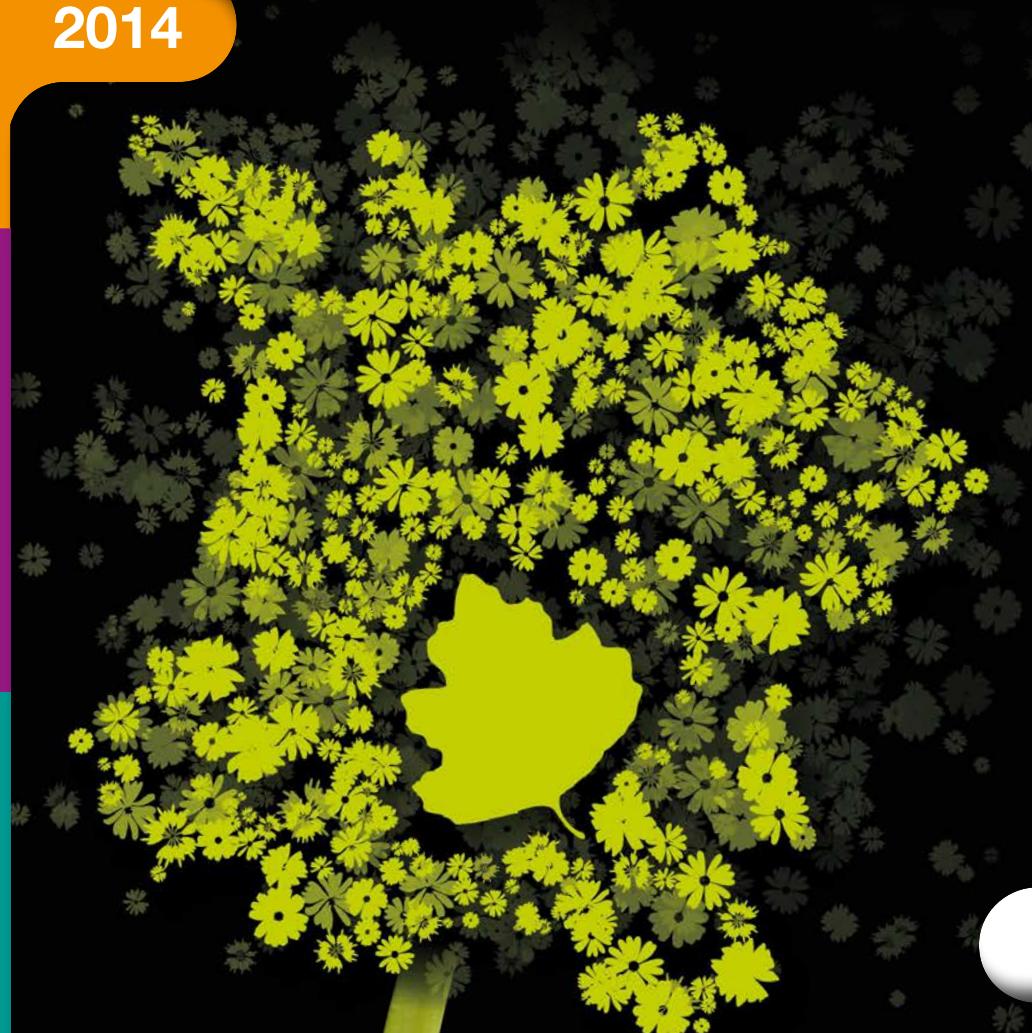


2014

les **actes**

# 2es rencontres végétales du Massif central

**flore, végétation et habitats du Massif central**  
actualités des connaissances et de la conservation

**10 / 14 octobre 2012 - Limoges (Haute-Vienne)**



**RÉFÉRENCE BIBLIOGRAPHIQUE À UTILISER :**

Conservatoire botanique national du Massif central, 2015  
*Actes des secondes rencontres végétales du Massif central.*  
Conservatoire botanique national du Massif central, 230 pages.

**PHOTOGRAVURE, MAQUETTE ET CONCEPTION GRAPHIQUE, SUIVI RÉDACTIONNEL :**  
Stéphane Perera / CBN Massif central

**COMITÉ DE LECTURE :** Philippe Antonetti, Laurent Chabrol, Guillaume Choisnet, Nicolas Guillerme, Vincent Hugonnot, Stéphane Perera, Benoît Renaux, Juliette Tilliard-Blondel.

**DÉPÔT LÉGAL :** mai 2015 - **ISBN :** 978-2-9524722-7-2

**CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DU MASSIF CENTRAL, mai 2015 © TOUS DROITS RÉSERVÉS POUR TOUS PAYS.**  
Toute reproduction ou représentation, intégrale ou partielle, de cet ouvrage, faite sans le consentement des auteurs ou de leurs ayants droit ou ayants cause, est illicite et constituerait une contrefaçon sanctionnée par l'article L.335-2 du Code de la Propriété Intellectuelle.



Conservatoire botanique national du Massif central  
Le Bourg - 43230 Chavaniac-Lafayette  
Tél. : 04 71 77 55 65 - Fax : 04 71 77 55 74  
Courriel : conservatoire.siege@cbnmc.fr  
Site Internet : [www.cbnmc.fr](http://www.cbnmc.fr)



les actes des  
**2<sup>es</sup> rencontres  
végétales**  
du Massif central

.....

**flore, végétation et habitats du Massif central**  
actualités des connaissances et de la conservation

**10 / 14 octobre 2012 - Limoges (Haute-Vienne)**

# les rencontres végétales du Massif central

**flore, végétation et habitats du Massif central**  
actualités des connaissances et de la conservation



**A**fin à la fois de permettre la rencontre et l'échange de connaissances et de compétences autour de la diversité végétale du Massif central et d'animer sa mission de coordination biogéographique, le Conservatoire botanique national du Massif central organise, tous les deux ans, les Rencontres végétales du Massif central.

Cet événement a pour objectif :

- de rassembler l'ensemble des botanistes du Massif central dans le cadre d'un échange convivial et fédérateur,
- d'offrir à la communauté scientifique un espace d'expression à l'échelle du Massif central permettant d'imaginer et de faire émerger de nouveaux projets partenariaux,
- de faire connaître au plus grand nombre les missions et les actions menées autour de la connaissance et de la préservation de la flore et des habitats naturels.

**Du 10 au 14 octobre 2012, fort du succès rencontré deux ans auparavant, le Conservatoire botanique national du Massif central a organisé les Secondes rencontres végétales du Massif central à Limoges (Haute-Vienne) avec les soutiens de la Région Limousin, la ville de Limoges, la DATAR Massif central, la DREAL Limousin, les Régions Auvergne et Rhône-Alpes, la Fédération des conservatoires botaniques nationaux, du Conservatoire d'espaces naturels du Limousin et de l'Université de Limoges.**

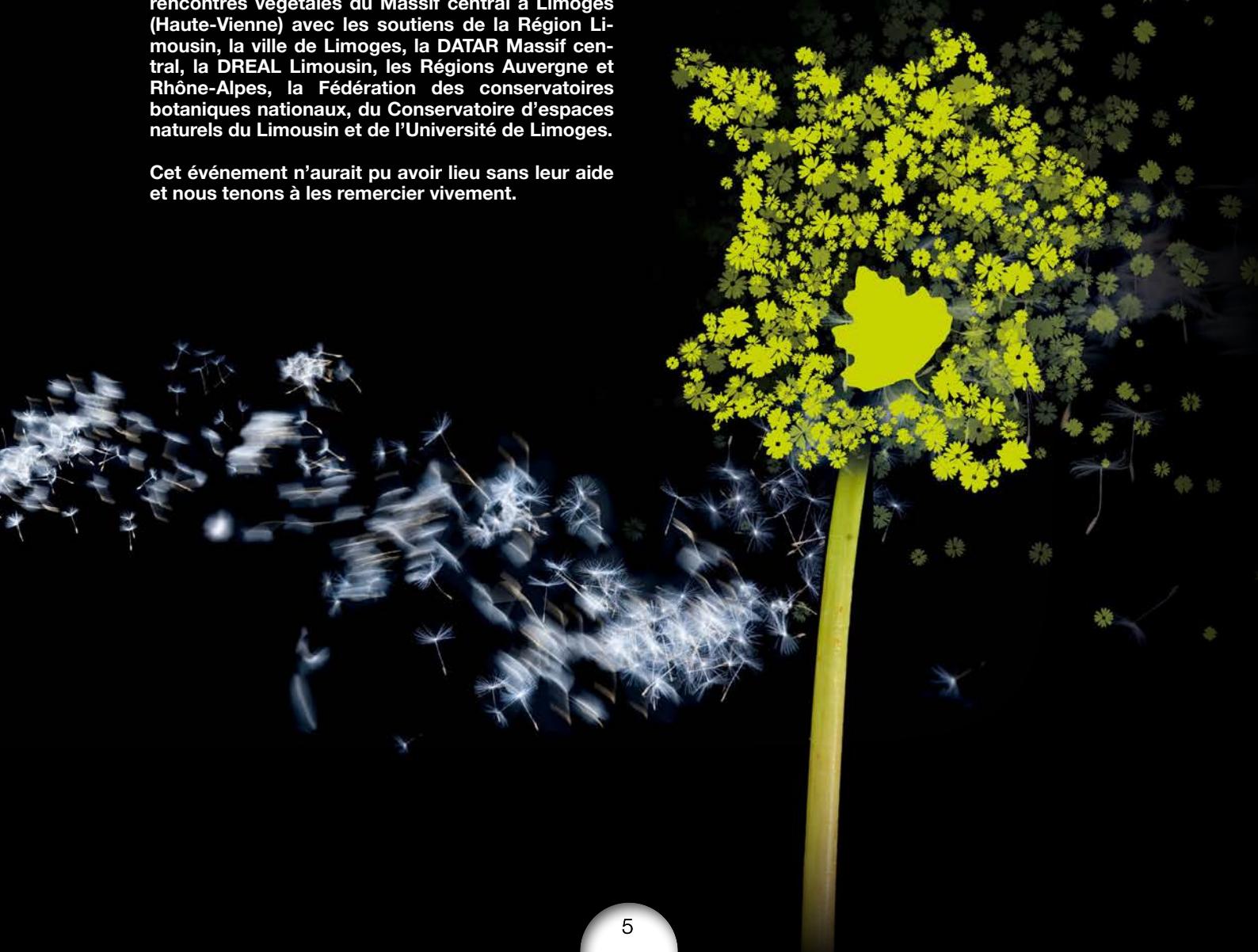
Cet événement n'aurait pu avoir lieu sans leur aide et nous tenons à les remercier vivement.

Ainsi pendant 5 jours, à travers conférences, expositions, débats, sorties botaniques, stands, projections de film, de nombreux professionnels et amateurs ont pu découvrir et échanger sur la flore, la végétation et les habitats naturels du Massif central. Les communications scientifiques qui ont été présentées, riches et passionnantes, sont publiées ici, à travers les *Actes des rencontres végétales du Massif central*. À leur lecture, vous pourrez mesurer la formidable énergie déployée par ces nombreux acteurs en faveur de la connaissance et de la préservation de la diversité végétale du Massif central.

Si ces Actes sont l'occasion de valoriser et faire connaître les efforts menés sur diverses régions du Massif central, les contributions de chacun témoignent aussi d'une certaine synergie et de la volonté de partager, chaque jour davantage, les acquis scientifiques, les expériences, les échecs et les réussites pour que cette biodiversité soit mieux connue, préservée et valorisée.

**Robert FLAURAUD**

*Président du Syndicat mixte pour la création et la gestion du Conservatoire botanique national du Massif central*



# Thème 1

## Connaissance de la flore et de la végétation du Massif central

---

1	<i>Caractérisation des cours d'eau à Isoète à spores épineuses du plateau de Millevaches.</i>	11
	par Mickaël MADY, Lucie MAHAUT et Laurent CHABROL avec la collaboration de Gilles BARTHÉLÉMY, Patrick DEPALLE, Benoît FEUGÈRE et Marion RABIET	
2	<i>Particularités botaniques du Causse de Montbel (Lozère).</i>	19
	par Colin HOSTEIN	
3	<i>Les tourbières boisées du Massif central.</i>	27
	par Benoît RENAUD	
4	<i>Le vallon de Comberude (massif de l'Aigoual, Gard, Parc national des Cévennes) : nouvelles données sur la flore et la végétation d'un site exceptionnel à l'échelle du Massif central.</i>	55
	par Mario KLESCZEWSKI et Giacomo LASMER	
5	<i>Les Polypodiacées du Massif central : écologie, reconnaissance et biodiversité.</i>	65
	par Didier FROISSARD, Françoise FONS, Laurent CHABROL et Sylvie RAPIOR	
6	<i>Caractérisation des prairies humides pâturées du Limousin.</i>	71
	par Laurent CHABROL, Mickael MADY, Céline BOYARD	
7	<i>Les prairies de fauche de l'Aubrac lozérien : variabilité des cortèges floristiques en fonction des stations et de l'état de conservation.</i>	79
	par Mario KLESCZEWSKI et Rémy PONCET	
8	<i>Le Massif du Sancy : un patrimoine bryologique exceptionnel.</i>	89
	par Vincent HUGONNOT, Eric VALLÉ et Thierry LEROY	
9	<i>Un nouvel inventaire pour la flore du Limousin.</i>	103
	par Olivier NAWROT	

---

*Nota bene :*

Pour des raisons indépendantes de notre volonté, les communications suivantes, présentées à l'occasion des secondes Rencontres végétales du Massif central, ne font pas l'objet d'articles dans cette publication :

*Un siècle de botanique en vallée de la Mare (Montagne Noire, 34) : analyse de l'évolution de la flore.* par Frédéric ANDRIEU

*Actions de conservation et de suivi dans le Massif central de Midi-Pyrénées Exemple de la Ligulaire de Sibérie.* Par Lionel GIRE et Ludovic OLICARD



## Thème 2

### Conservation et gestion de la flore et de la végétation du Massif central

---

10	<i>Le patrimoine naturel préservé par le Conservatoire d'espaces naturels du Limousin.</i> par Mathieu BONHOMME	115
11	<i>Le Pin sylvestre en Auvergne. Approche phytoécologique et historique.</i> par Laurent LATHUILLIERE, Mickaël LE-COQUEN et Benoît RENAUD	123
12	<i>Stratégies des hépatiques sphagnicoles et rôles des perturbations dans les tourbières du Massif central.</i> par Jaoua CELLE	135
13	<i>Menaces sur l'or bleu – étude de la diversité génétique et chimique des lavandes fines sauvages et cultivées.</i> par Cyrille CONORD, Yolande DESPINASSE, Sandrine MOJA, Delphine RIOUX, Irène TILL-BOTT RAUD, Frédéric JULLIEN, Florence NICOLÉ	147
14	<i>Évolution des boisements sur la tourbière de la Réserve naturelle nationale des Sagnes de La Godivelle (Puy-de-Dôme) : origine, dynamique et enjeux de conservation.</i> par Vinciane LEDUC, Marion COUILLARD, Lionel PONT	155
15	<i>Peuplements d'Orthoptères et gestion des landes et tourbières en Limousin.</i> par Emmanuel BOITIER et Daniel PETIT	163
16	<i>Conversion d'une plantation résineuse sur zone humide drainée en prairies – Site pilote du Haut-Lignon, Haute-Loire : enjeux – méthodes de suivi – premiers résultats synthétiques.</i> par Delphine BENARD et Sylvain POUVARET	171
17	<i>Contribution départementale à un Plan interrégional d'actions sur <i>Trifolium retusum</i> L. (Trèfle tronqué, Fabacées) - Département de la Loire - Synthèse des connaissances et des actions 2008 – 2012.</i> par Ariane MOREL	181
18	<i>Concilier activités sportives de pleine nature et préservation de la flore sauvage : vers un plan d'action thématique.</i> par Nadine SAUTER, Jocelyne CAMBECEDES et Gérard LARGIER	193
19	<i>Le projet « suivi temporel des habitats forestiers » de l'IGN.</i> par Fabienne BENEST	201
20	<i>Le patrimoine floristique de la réserve naturelle nationale de Chastreix-Sancy (Puy-de-Dôme) : état des connaissances, prospection et suivi 2011-2012.</i> par Camille THOMAS, Thierry LEROY, Philippe ANTONETTI, Éric VALLÉ	211
21	<i>Étude stratégique pour la préservation et la valorisation des sites naturels de la commune de Brive-la-Gaillarde.</i> par Dominique GAUDEFROY et Mathieu BONHOMME	221

---







# Connaissance de la flore et de la végétation du Massif central

1



# Acquisition des premières données stationnelles sur les cours d'eau à Isoète à spores épineuses (*Isoetes echinospora* Durieu) du plateau de Millevaches en Limousin

Initial data concerning Spiny-spored quillwort (*Isoetes echinospora* Durieu) living in streams in the “Plateau de Millevaches” area (Limousin, France)

par Mickaël MADY ①, Lucie MAHAUT ② et Laurent CHABROL ①  
avec la collaboration de Gilles BARTHÉLÉMY ③, Patrick DEPALLE ③,  
Benoît FEUGÈRE ③ et Marion RABIET ④

① Conservatoire botanique national du Massif central - Antenne Limousin  
SAFRAN  
2, avenue Georges Guingouin –  
CS 80912 – Panazol  
87 017 LIMOGES Cedex 1  
② 05 55 77 51 47  
✉ mickael.mady@cbnmc.fr;  
✉ laurent.chabrol@cbnmc.fr  
✉ www.cbnmc.fr

② Faculté des Sciences et Techniques - Université de Limoges  
123 Avenue Albert Thomas  
87060 LIMOGES  
③ 06 23 16 41 30  
✉ lucie.mahaut@laposte.net

③ Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques  
Service Départemental de la Creuse  
20, rue de la Grave  
23 000 GUÉRET  
④ 05 55 61 90 55  
✉ sd23@onema.fr  
✉ www.onema.fr

④ Laboratoire Groupement de Recherche Eau Sol Environnement - EA 4330  
Faculté des Sciences et Techniques - Université de Limoges  
123 Avenue Albert Thomas  
87060 LIMOGES  
⑤ 05 55 45 73 67  
✉ marion.rabiet@unilim.fr  
✉ www.unilim.fr/grese

## Photo 1 ▲

Tourbière d'Ars

© Cliché : S. PERERA



## Résumé

*Isoetes echinospora* Durieu est présent en Limousin dans quelques cours d'eau du plateau de Millevaches. Il s'agit des seules stations françaises connues pour cette espèce en eau courante. Les effectifs de chaque population sont dénombrés. Les premiers résultats de la caractérisation physico-chimique des stations ainsi que la sociologie de l'espèce en eau courante sont présentés. Le caractère patrimonial exceptionnel de ces cours d'eau et la responsabilité des acteurs locaux pour leur préservation durable sont mis en évidence.

Mots-clés : *Isoetes echinospora* Durieu ; Limousin ; cours d'eau ; plateau de Millevaches ; caractérisation.

## Abstract

*Isoetes echinospora* Durieu can be found in several streams in Limousin in the “Plateau de Millevaches” area. These are the only rivers where this species is known to be found in France. Individuals have been counted for each population. The initial results of the physico-chemical characterization of these locations as well the species' sociology in rivers are presented. The exceptional nature of these streams and the responsibility that local actors have for their sustainable conservation are highlighted.

Key-words : streams ; Limousin ; *Isoetes echinospora* Durieu ; “Plateau de Millevaches” area ; characterization.

# Introduction

## Contexte

Historiquement, une station d'*Isoetes echinospora* était signalée en eau courante en Limousin. Ce biotope, unique pour l'espèce en France, a été confirmé avec la redécouverte récente de plusieurs stations dans quelques cours d'eau de la région.

Cette originalité de niveau national avait motivé une première présentation des herbiers rhéophiles à *Isoetes echinospora* Durieu et *Littorella uniflora* (L.) Asch. du plateau de Millevaches aux 6<sup>èmes</sup> rencontres botaniques du Centre en novembre 2011 par CHABROL et MADY. Pendant la préparation de cette présentation, l'un d'entre nous découvrait une nouvelle station d'*Isoetes echinospora* sur la rivière Maulde, dans le site Natura 2000

« Landes et zones humides autour du lac de Vassivière ». Cette découverte a fait l'objet d'un premier porteur à connaissance de la présence d'*Isoetes echinospora* par le CBN Massif central auprès du comité de pilotage du site Natura 2000 en mars 2012. C'est également en 2012 qu'il a été décidé de décliner en Limousin un Plan régional d'action (PRA) *Isoetes*, projet porté par la DREAL Limousin et dont l'état des lieux a été confié au CBN Massif central.

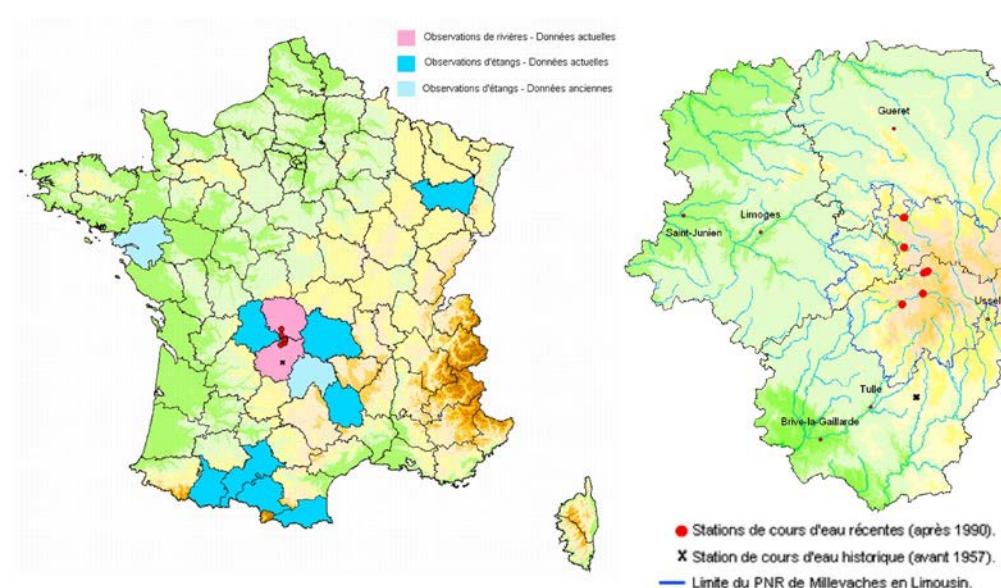
C'est dans ce contexte qu'un stage a été proposé à Lucie MAHAUT afin d'acquérir les premières données stationnelles sur les cours d'eau à *Isoetes echinospora* du plateau de Millevaches.

## Point sur la distribution d'*Isoetes echinospora* Durieu en France et en Limousin

*Isoetes echinospora* est une espèce circumboréale (TAYLOR *et al.* 1993). En France, elle est actuellement présente dans 10 départements, répartis dans le Massif central (Corrèze, Creuse, Haute-Vienne, Puy-de-Dôme, Lozère), des Pyrénées (Hautes-Pyrénées, Haute-Garonne, Ariège, Pyrénées-Orientales) et des Vosges. Elle est présumée disparue de Loire-Atlantique (PRELLI 2001) et elle n'a pas été revue récemment du Cantal (ANTONETTI *et al.* 2006). Toutes les stations

françaises connues sont situées dans des étangs ou des lacs d'altitude excepté en Limousin où l'espèce se développe dans certains cours d'eau de Creuse et Corrèze (Figure 1).

Les stations limousines actuelles d'eau courante sont toutes situées sur le plateau de Millevaches, dans le périmètre du Parc naturel régional (PNR) de Millevaches en Limousin (Figure 1).



◀ Figure 1

Distribution d'*Isoetes echinospora* en France (gauche) et localisation des stations d'eau courante en Limousin (droite)

© cartographie :  
T. VERGNE / CBN Massif central.

## Historique de la découverte des stations rhéophiles d'*Isoetes echinospora* Durieu en Limousin

La première mention limousine d'*Isoetes echinospora* en eau courante est signalée en 1897 par LACHENAUD «dans un petit ruisseau à fond très tourbeux» à Champagnac-la-Noaille (19) (BOUDRIE 1988).

Ensuite, il faut attendre presque un siècle la découverte de deux nouvelles stations en 1996 sur des affluents rive gauche du Taurion : les ruisseaux de Haute Faye et de Beauvais à Royère-de-Vassivière (23) (BRUGEL in BOUDRIE et al. 1997).

Les découvertes de nouvelles stations se sont ensuite succédées récemment avec :

- deux stations en 2010 sur la Vézère à Bugeat (19) et Saint-Merd-les-Oussines (19) (PRADINAS in BRUNERYE et al. 2010) ;

- une station en 2011 sur la Maulde à Faux-la-Montagne (23) (MADY in CHABROL et al. 2011) ;
- une station sur la Vienne et une autre sur son affluent rive droite, le ruisseau du Pont de Caux, à Peyrelevade (19), découvertes par MAHAUT en 2012 dans le cadre de son stage au CBN Massif central.

Les stations corréziennes et creusoises d'*Isoetes echinospora* d'eau courante sont les seules connues pour cette espèce en France. L'espèce est signalée dans ce système en Europe du Nord (SNOGERUP et SNOGERUP 2000) et en Amérique du Nord (TAYLOR et al. 1993).

## Présentation des cours d'eau à *Isoetes echinospora* Durieu du plateau de Millevaches

Les stations actuelles se situent à une altitude comprise entre 640 m (ruisseau de Beauvais) et 774 m (Vézère à Saint-Merd-les-Oussines). Il s'agit de petits ruisseaux de tête de bassin versant avec un lit mouillé large de 2 à 3 m (ruisseau de Haute Faye), comme de rivières plus importantes avec un lit mouillé large au maximum de 17 à 21 m (Maulde à Faux-la-Montagne, Vézère à Bugeat). Leur tracé est méandriforme lorsqu'ils

traversent les secteurs tourbeux/paratourbeux et plus rectiligne dans les secteurs moins organiques. L'environnement des stations est dominé par les landes tourbeuses (*Ericion tetralicis* Schwick. 1933), les prés paratourbeux atlantiques (*Caro verticillati-Juncenion acutiflori* B.Foucault et Géhu 1980) et les pelouses paratourbeuses (*Nardo strictae-Juncion squarroso* (Oberd. 1957) H.Passarge 1964).

## Matériel et méthode

### Confirmation de l'identité du taxon

1 Feuilles relativement petites supportées par des cordons conducteurs isolés chez les Lycophytes. Les lycophyllles peuvent provenir de la pénétration du tissu conducteur dans des protubérances foliacées des tiges (RAVEN et al. 2011). Le terme « microphylle » est également utilisé pour qualifier ces feuilles rudimentaires (PRELLI 2010).

Une lycophylle<sup>1</sup> externe d'un individu mature d'*Isoetes echinospora* a été prélevée dans chacune des stations d'eau courante connue. Elle a fait l'objet d'une section transversale sur le terrain

pour confirmer le genre *Isoetes* L. et les mégaspores ont été observées et mesurées au microscope optique en laboratoire pour authentifier l'espèce (grossissement x 50).

### Estimation des populations

Toutes les stations d'eau courante connues d'*Isoetes echinospora* ont été prospectées systématiquement de l'aval vers l'amont sur des tronçons homogènes définis préalablement. Les prospections ont été réalisées dans le lit du cours

d'eau à l'aide d'un aquascope en condition de débit moyen ou d'étiage. Pour chaque cours d'eau, les sous-populations sont délimitées au GPS ou sur orthophotographie au 1/2 000 et le nombre précis d'individus est comptabilisé.

## Caractérisation physico-chimique des eaux

Les ruisseaux à *Isoetes echinospora* du plateau de Millevaches étant généralement proches des sources et éloignés des zones urbanisées, il existe peu de données sur la qualité physico-chimique de leurs eaux. Une première campagne de mesures de paramètres physico-chimiques classiques a été menée avec le laboratoire GRESE de l'Université de Limoges pour chaque station. Certains paramètres ont été mesurés directement sur le terrain (pH, température de l'eau, conductivité électrique, oxygène dissous, turbidité) et d'autres

en laboratoire après analyse sur échantillons filtrés (nitrites, nitrates, ion ammonium, azote total, orthophosphates, phosphore total par méthodes Hach, carbone organique dissous par COT-mètre).

Les premiers résultats sont analysés sur la base de la grille d'évaluation du SEQ-Eau V2 (MEDD et Agences de l'eau 2003) à partir des classes d'aptitude à la biologie.

## Caractérisation physique de l'habitat d'*Isoetes echinospora* Durieu

Pour chaque station, une première campagne de mesures de vitesses du courant dans la zone d'influence des pieds d'*Isoetes echinospora* (du substrat jusqu'à + 0,15 m au dessus du substrat sur une même verticale) a été effectuée. Les mesures ont été réalisées à partir d'un courantomètre portable électromagnétique tous les 0,05 m dans la colonne d'eau.

Sur 5 cours d'eau abritant les populations principales d'*Isoetes echinospora*, 8 transects ont été réalisés pour lesquels ont été notés :

- la hauteur d'eau ;
- la nature du substrat en référence à l'échelle granulométrique de MALAVOI et SOUCHON (1989) ;
- l'épaisseur du substrat ;
- les effectifs d'*Isoetes echinospora*.

Les mesures ont été réalisées tous les 0,2 m sur les cours d'eau larges de moins de 10 m. Elles ont été effectuées tous les 0,5 m pour les cours d'eau larges de plus de 10 m, excepté pour les zones à *Isoetes echinospora* où les mesures ont toujours été réalisées tous les 0,2 m.

Chaque point de mesure a ensuite pu être traité indépendamment des autres points et une synthèse des conditions physiques de l'habitat d'*Isoetes echinospora* a été réalisée.

## Caractérisation phytosociologique de l'habitat d'*Isoetes echinospora* Durieu

L'analyse des herbiers d'eau courante d'*Isoetes echinospora* a été faite sur les bases de la méthode phytosociologique sigmatiste définie par BRAUN-BLANQUET (1932) au moyen de 5 relevés

phytosociologiques. Ils ont été réalisés sur 5 stations différentes sur 3 cours d'eau entre les mois d'août et octobre à l'optimum de structuration des herbiers.

## Résultats

### Confirmation de l'identité du taxon

Sur le terrain, la section transversale des feuilles permet de bien distinguer le genre *Isoetes* L. de *Littorella uniflora* (L.) Asch., espèce présente en abondance dans certains cours d'eau de Millevaches. La section présente 4 canaux aéifères distincts (lacunes très nombreuses et désorganisées chez *Littorella uniflora*).

Malgré une morphologie particulière due aux conditions de rhéophilie (port prostré dans le courant, lycophylles allongées), les individus d'eau courante sont conformes à la description d'*Isoetes echinospora* Durieu : les mégaspores sont distinctement échinulées et mesurent entre 400 et 550 µm de diamètre.

### Estimation des populations

Les 7 stations d'eau courante actuelles qui accueillent *Isoetes echinospora* sur le plateau de Millevaches comptent plus de 1273 pieds selon notre estimation.

La Vézère à Bugeat et Saint-Merd-les-Oussines abrite les plus importantes populations françaises d'eau courante d'*Isoetes echinospora* en termes d'effectifs et de densité d'individus recensés (Figure 2). Ces deux populations sont concentrées sur des linéaires très restreints (respectivement

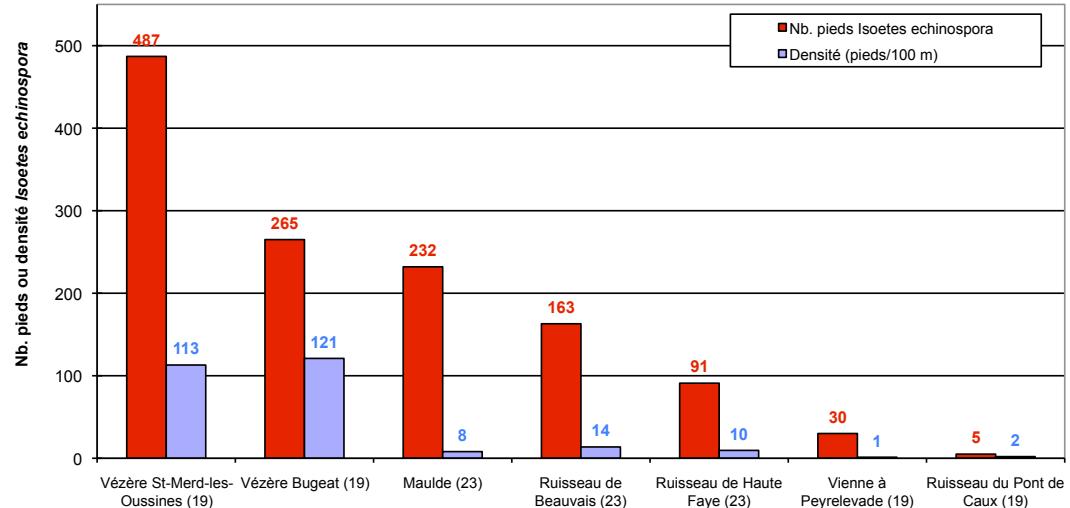
219 m et 431 m), ce qui nécessite une vigilance particulière vis-à-vis de leur préservation.

En situation inverse, la Vienne à Peyrelevade abrite une population à faibles effectifs et très faible densité d'individus (Figure 2) sur un linéaire de cours d'eau assez long (2,4 km).

En l'état des connaissances actuelles, nous ne sommes pas en mesure d'expliquer de telles disparités entre populations.

Figure 2 ►

Nombre de pieds recensés et densité (pieds/100 m) d'*Isoetes echinospora* dans les 6 cours d'eau du Limousin hébergeant l'espèce.



### Caractérisation physico-chimique des eaux

D'après nos premières mesures, les eaux des cours d'eau à *Isoetes echinospora* du plateau de Millevaches présentent une conductivité électrique très faible (22,6 à 30,5 µS/cm), indiquant une faible teneur en sels minéraux dissous dans l'eau. Le pH mesuré est compris entre 6,1 et 6,5, indiquant des eaux acides en lien avec le socle granitique de ce secteur du Limousin.

Les eaux sont fraîches (10,4 à 15,4 °C), bien oxygénées (9 à 10,7 mg/L d'O<sub>2</sub>) et peu turbides (1,3 à 3,4 NTU).

Les concentrations en nitrates (0,44 à 1,33 mg/L de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), nitrites (0,03 à 0,05 mg/L de NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), ammonium (< 0,02 à 0,02 mg/L de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), azote total (< 1 mg/L de N), orthophosphates (< 0,02 à 0,02 mg/L de PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) et phosphore total (< 0,05 à

◀ Tableau 1

Première campagne de mesures physico-chimiques réalisée sur les cours d'eau à *Isoetes echinospora* (en bleu : potentialité biologique très bonne ; en vert : potentialité biologique bonne ; en jaune : potentialité biologique moyenne ; en blanc : potentialité biologique non évaluée pour ce paramètre).

Stations	Vézère à Bugeat (19)	Vézère à St-Merd-les-Oussines (19)	Maulde à Faux-la-Montagne (23)	Ruisseau de Beauvais à Royère-de-Vassivière (23)	Vienne à Peyrelevade (19)
Date prélèvement :	15/05/12	15/05/12	15/05/12	06/06/12	12/07/12
Heure prélèvement :	11h00	12h08	14h23	10h30	11h45
Conductivité ( $\mu\text{S/cm}$ )	24,9	22,6	25,5	25,6	30,5
Oxygène dissous (mg/L $\text{O}_2$ )	10,7	10,5	9,9	9,0	/
pH	6,3	6,1	6,25	6,1	6,5
Turbidité (NTU)	1,3	1,5	1,6	3,4	2,1
Température ( $^{\circ}\text{C}$ )	10,5	10,4	14,6	15,4	14,6
Nitrate (mg/L $\text{NO}_3^-$ )	0,89	0,44	1,33	0,89	/
Nitrite (mg/L $\text{NO}_2^-$ )	0,03	0,03	0,05	0,02	/
Ammonium (mg/L $\text{NH}_4^+$ )	< 0,02	0,02	< 0,02	< 0,02	/
Azote total (mg/L N)	< 1	< 1	< 1	< 1	/
Orthophosphates (mg/L $\text{PO}_4^{3-}$ )	< 0,02	0,02	< 0,02	0,02	/
Phosphore total (mg/L P)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,10	/
Carbone organique dissous (mg/L C)	6,6	7,7	10,5	9,6	/

0,10 mg/L de P) sont généralement faibles à très faibles. La station de la Maulde à Faux-la-Montagne semble présenter des teneurs en nitrates et surtout en nitrites plus importantes que les autres stations (déclassement d'une classe de qualité, cf. Tableau 1). Le ruisseau de Beauvais à Royère-de-Vassivière enregistre la plus forte concentration en phosphore total (Tableau 1). L'origine de ce phosphore est peut-être due aux nombreux étangs présents en tête de bassin versant. Ces premières constatations restent à confirmer par des mesures plus régulières sur le long terme.

Les teneurs en carbone organique dissous sont élevées (6,6 à 10,5 mg/L de C) en raison de l'abondance des végétations tourbeuses et paratourbeuses en amont et en périphérie des stations.

Ces particularités physico-chimiques permettent le développement à proximité des pieds d'*Isoetes echinospora* de la Moule perlière (*Margaritifera margaritifera* L.), véritable sentinelle de la qualité des eaux courantes, dans 4 cours d'eau sur 6.

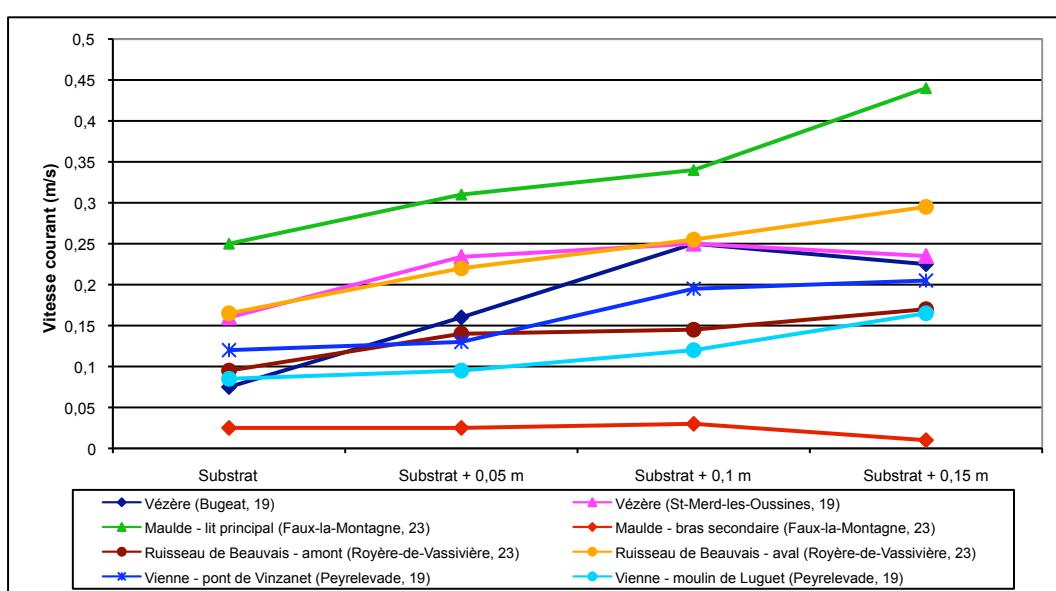
## Caractérisation physique de l'habitat d'*Isoetes echinospora* Durieu

Dans ses stations, à l'étiage, *Isoetes echinospora* se retrouve :

- en conditions lenticques avec des vitesses de courant inférieures à 0,05 m/s dans les 15 premiers cm au dessus du substrat (Figure 3) ;
- en conditions plus rhéophiles avec des vitesses de courant allant de 0,25 à 0,44 m/s dans les 15 premiers cm au dessus du substrat (Figure 3).

◀ Figure 3

Vitesses du courant dans la zone d'influence d'*Isoetes echinospora* (campagnes ponctuelles de mai à juillet 2012).



Ces premières mesures sont ponctuelles et correspondent à des valeurs minimales de vitesse de courant enregistrées au droit des stations en condition de débit moyen ou d'étiage. Sur des rivières puissantes comme la Maulde ou la Vézère, les vitesses de courant à proximité des pieds d'*Isoetes echinospora* doivent être très importantes lors des crues hivernales (présence de bancs de sable charriés en rives, laisses de crues en hauteur dans la ripisylve).

Contrairement à *Littorella uniflora* (L.) Asch., espèce également bien représentée dans les cours d'eau de Millevaches, *Isoetes echinospora* est très rarement exondé en cours d'eau. La majorité des individus observés se trouvent sous 0,2 à 0,6 m d'eau.

Le substrat est dominé par une matrice sableuse, limoneuse ou graveleuse, souvent hétérogène avec la présence d'éléments grossiers. L'épaisseur du substrat est généralement faible (0,01 à 0,07 m, proximité du socle du lit), indiquant que l'espèce se développe dans des zones stables, non remaniées régulièrement par les crues. Sur les ruisseaux de Beauvais et de Haute Faye, l'espèce a été observée sur des substrats épais (0,25 à 0,27 m) mais ces cours d'eau de tête de bassin souffrent d'un dysfonctionnement lié à la présence d'étangs en amont et les populations d'Isoète à spores épineuses semblent en déclin.

Figure 4 ►

*Isoetes echinospora* avec *Myriophyllum alterniflorum* et *Callitricha brutia* var. *hamulata*. La Moule perlière (*Margaritifera margaritifera* L.) se mêle au cortège végétal.

© Cliché : L. MAHAUT, 26/07/12.



### Caractérisation phytosociologique de l'habitat d'*Isoetes echinospora* Durieu

Dans ses stations d'eau courante, *Isoetes echinospora* se développe au sein d'herbiers aquatiques vivaces des eaux courantes à *Callitricha brutia* var. *hamulata* (Kütz ex W.D.J. Koch) Lansdown et *Myriophyllum alterniflorum* DC. (Figure 4) de l'association du *Callitricho hamulatae-Myriophylletum alterniflori* (Steusloff 1939) Weber-Oldecop 1967 (alliance du *Batrachion fluitantis* Neuhäusl 1959), comme l'avaient déjà fait remarquer CHABROL et REIMRINGER (2011).

La présence de l'Isoète à spores épineuses dans ces herbiers en compagnie d'autres espèces habituelles des gazons amphibiens vivaces (*Littorella uniflora* (L.) Asch., *Ranunculus flammula* L., *Luronium natans* (L.) Raf., *Juncus bulbosus* L.) permet de distinguer une sous-association originale a priori endémique du plateau de Millevaches en Limousin (endémisme en cours de confirmation

avec des chercheurs d'Europe du Nord). L'originalité de ce syntaxon réside aussi dans sa composition floristique, mêlant les taxons classiques des ruisseaux acides de tête de bassin versant aux taxons des gazons amphibiens vivaces habituellement rencontrés sur les berges exondées des étangs. Ce syntaxon assurerait donc bien la charnière entre la classe des herbiers aquatiques vivaces enracinés des *Potametea pectinati* Klika in Klika et Novák 1941 et celle des végétations vivaces rases et amphibiens oligotrophiques des *Littorelletea uniflorae* Braun-Blanq. et Tüxen ex V.Westh., J.Dijk et Passchier 1946.

Cette sous-association à *Isoetes echinospora* au sein du *Callitricho hamulatae-Myriophylletum alterniflori* (Steusloff 1939) Weber-Oldecop 1967 fera l'objet d'une publication autonome (CHABROL et MADY à paraître).

## Conclusion et perspectives

Suite à cette étude, 6 cours d'eau du plateau de Millevaches hébergent actuellement *Isoetes echinospora* pour un total de 7 stations et plus de 1273 pieds comptabilisés. Ce sont les seuls pieds d'*Isoetes echinospora* connus en France en système rhéophile.

Il s'agit de cours d'eau acides oligotrophes de tête de bassin versant dont la qualité physico-chimique et le caractère naturel sont renforcés par la présence de la Moule perlière (*Margaritifera margaritifera* L.), espèce très polluo-sensible, dans 4 cours d'eau sur 6.

Dans les cours d'eau, *Isoetes echinospora* se développe en conditions lenticques et également en conditions plus rhéophiles, avec de fortes disparités spatio-temporelles des vitesses de courant entre période d'étiage et période de hautes eaux.

*Isoetes echinospora* se développe généralement sur des zones stables à granulométrie hétérogène. Une matrice sableuse ou limoneuse peu épaisse sert souvent d'ancrage à l'espèce, au mi-

lieu d'éléments minéraux plus grossiers (graviers, cailloux, pierres...).

Toutes ces conditions permettent le développement d'un syntaxon original, peut-être endémique du plateau de Millevaches.

Ces cours d'eau du plateau de Millevaches sont des écosystèmes de très haute valeur patrimoniale. Leur surveillance à court comme à long terme est primordiale, avec une forte responsabilité des acteurs locaux pour la préservation de ces stations uniques en France.

Dans les prochaines années, il est envisagé de poursuivre l'acquisition de données stationnelles dans le cadre du Plan régional d'action *Isoetes* en partenariat avec l'ONEMA et le laboratoire GRESE de l'Université de Limoges et d'étendre les investigations par exemple sur la génétique (populations d'eau stagnante / populations d'eau courante) ou sur le cycle de vie d'*Isoetes echinospora* en cours d'eau.

## Bibliographie

- ANTONETTI Ph., BRUGEL E., KESSLER F., BARBE J.P. et TORT M. 2006. - *Atlas de la flore d'Auvergne*. Conservatoire botanique national du Massif central, 984 p.
- BOUDRIE M. 1988. - Les ptéridophytes de l'Herbier Charles LE GENDRE : une mise au point de la ptéridoflore limousine. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*, N.S. 19 : 65-100.
- BOUDRIE M., BRUGEL E., DOM O. et VILKS A. 1997. Plantes intéressantes et rares pour le Limousin : nouvelles espèces, nouvelles stations. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*, N.S. 28 : 7-20.
- BRAUN-BLANQUET J. 1932. - *Plant sociology*. Mac. Graw-Hill Book Co. Inc., New York, 439 p.
- BRUNERYE L., CHABROL L., GOUDOURE A., KESSLER F. et MADY M. 2010. - Espèces nouvelles et remarquables observées en Limousin au cours de l'année 2010. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*, N.S. 41 : 43-58.
- CHABROL L., MADY M., NAWROT O et LEBRETON A. 2011 - Espèces nouvelles ou remarquables observées en Limousin au cours de l'année 2011. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*, N.S. 42 : 23-40.
- CHABROL L. et REIMRINGER K. 2011. - *Catalogue des végétations du Parc naturel régional de Millevaches en Limousin*. Conservatoire botanique national du Massif central / Parc naturel régional de Millevaches en Limousin, 240 p.
- MALAVOI J.R. et SOUCHON Y. 1989. Méthodologie de description et quantification des variables morphodynamiques d'un cours d'eau à fond caillouteux. Exemple d'une station sur la Filière (Haute Savoie). *Revue de Géographie de Lyon* 64 : 252-259.
- MEDD et Agences de l'eau 2003. *Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau. Grilles d'évaluation SEQ-Eau (version 2)*. 40 p.
- PRELLI R. 2010. - La classification phylogénétique des ptéridophytes actuelles. *Journal de Botanique de la Société Botanique de France* 49 : 37-47.
- PRELLI R. et BOUDRIE M. 2001. - *Les Fougères et plantes alliées de France et d'Europe occidentale*. Belin Ed., Paris, 431 p. (Collection Botanique).
- RAVEN P. H., JOHNSON G. B., MASON K. A., LOSOS J. B. et SUSAN S. S. 2011. - *Biologie*. De Boeck, Bruxelles, 1406 p.
- SNOGERUP S. et SNOGERUP B. 2000. - Isoëtes L., in JONSELL B. 2000 - *Flora Nordica Volume 1 Lycopodiaceae to Polygonaceae*. The Bergius Foundation, Stockholm : 14-16.
- TAYLOR W.C., LUEBKE N.T., BRITTON D.M., HICKEY R.J. et BRUNTON D.F. 1993. - Isoëtaceae Reichenbach - Quillwort Family, in MORIN N. R. 1993. - *Flora of North America Volume 2 Pteridophytes and Gymnosperms*. Oxford University Press, Oxford : 64-75.

# Particularités botaniques du Causse de Montbel (Lozère, France)

Results of botanical explorations on the Causse de Montbel (Lozère, France)

par Colin HOSTEIN ①

① Colin Hostein  
Le Villard  
43580 Saint-Privat-d'Allier  
✉ colin.hostein@gmail.com

Conservatoire d'espaces naturels  
de Lozère  
5 bis impasse Félix Remise  
48000 Mende  
① 04 66 49 28 78  
✉ conservatoire@cen-lozere.org  
www.cen-lozere.org

## Photo 1 ►

Mosaïque paysagère du  
Causse de Montbel

© Cliché : C. HOSTEIN



## Résumé

Les prospections botaniques sur le Causse de Montbel (Lozère, Languedoc-Roussillon, France) ont permis de révéler plusieurs espèces rares ou inédites pour le Massif central (*Astragalus danicus*, *Lathyrus bauhinii*, *Ranunculus nodiflorus*, *Carex diandra* et *Galium boreale*). Leur répartition et leur écologie locale sont décrites, tout comme l'enjeu de conservation qu'elles représentent. La connaissance de ce patrimoine floristique servira d'assise à des mesures de gestion proposées ultérieurement.

Mots-clés : Lozère, Montbel, causse, prospection botanique.

## Abstract

Botanical explorations on the Causse de Montbel (Lozère, Languedoc-Roussillon, France) revealed several rare or previously undocumented species for the Massif central region (*Astragalus danicus*, *Lathyrus bauhinii*, *Ranunculus nodiflorus*, *Carex diandra* and *Galium boreale*). In this paper, we describe the distribution and local ecology of these species as well as the conservation issues they represent. The knowledge of these species will serve as a foundation for future management measures.

Keywords : Lozère, Montbel, causse, botanical survey.

## Introduction

Cet article présente le résultat de six prospections botaniques étalées sur trois années (2010 à 2012) sur le Causse de Montbel.

Ce territoire peu parcouru par les botanistes héberge une flore vasculaire particulière avec la présence de plusieurs taxons non ou peu représentés sur le territoire du Massif central. Ces découvertes découlent d'une volonté personnelle d'explorer ce secteur. Elles sont complétées par une hiérar-

chisation du territoire initiée par le Conservatoire d'espaces naturels de Lozère (CEN Lozère), étape faisant écho aux modifications des pratiques agricoles qui menacent fortement la diversité naturelle des milieux prairiaux. L'objectif est dans un premier temps de cibler les secteurs particulièrement riches et sensibles pour lesquels une gestion adaptée serait bénéfique au maintien de ce patrimoine botanique.

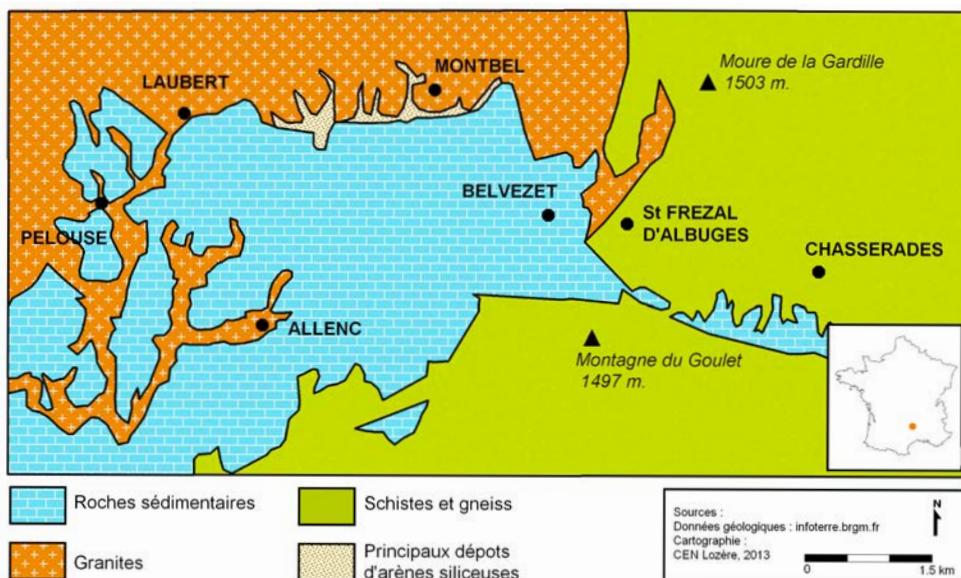
## Le contexte

Le Causse de Montbel est une unité géographique et paysagère distincte. Il se différencie en plusieurs points des différents plateaux sédimentaires de la partie sud-ouest du Massif central.

C'est l'ensemble calcaire le plus septentrional et le plus oriental, il est également plus élevé que ses voisins avec une altitude comprise entre 1200 et 1260 mètres. Enserré entre la Montagne du Goulet (1497 mètres), le Moure de la Gardille (1501 mètres) et le plateau de Charpal, il se singularise par une topographie régionale atypique comparée aux autres ensembles sédimentaires généralement ceinturés par de profondes vallées. Cette particularité permet un recouvrement ponctuel du substratum carbonaté par des dépôts siliceux sableux issus de l'arénisation des granites environnants (LAGRAVE, 1990). Cette caractéristique joue un rôle important sur la diversité floristique observée, avec de nombreuses zones de contact entre des groupements basiphiles et acidiphiles.

Le climat est marqué par des températures globalement basses déterminées par l'altitude et la situation confinée du causse entre plusieurs massifs plus élevés. Point de carrefour entre les bassins versants de la Garonne, de la Loire et du Rhône, le secteur est également soumis à plusieurs influences climatiques (continentale par le nord-est, atlantique par l'ouest et méditerranéenne par le sud est).

Avec des sols particulièrement fertiles, les activités humaines sont essentiellement agricoles et génèrent une mosaïque paysagère constituée de prairies fauchées, de terres arables et de pâturages. Certains secteurs ont tout de même été artificiellement boisés suite à la déprise agricole du siècle passé.



◀ Figure 1

Carte synthétique présentant l'entité géologique du Causse de Montbel et des principaux ensembles attenants.

© CEN Lozère 2013 d'après BRGM

## Méthode

La prospection a suivi un échantillonnage dirigé du territoire : seuls les secteurs les moins artificialisés ont été prospectés sur une surface d'environ 4000 hectares. L'unique contrainte se résumait à pointer au GPS les différentes espèces citées lors de la moder-

nisation de l'inventaire ZNIEFF du Languedoc-Roussillon (CBN-MED, 2005) l'objectif étant de faire apparaître ultérieurement d'éventuels enjeux territoriaux en termes de gestion.

## Résultats

Il y a eu en tout, six journées de terrain qui ont été consacrées aux prospections.

Le résultat s'est révélé satisfaisant avec :

- la découverte d'*Astragalus danicus* et de *Lathyrus bauhinii*, espèces nouvelles pour l'entité Massif central et la région Languedoc-Roussillon ;
- la découverte de *Ranunculus nodiflorus*, espèce nouvelle pour le département de la Lozère ;

• la découverte d'une seconde station départementale pour *Carex diandra* et *Galium boreale*. Ces deux espèces n'étaient connues, dans le département de la Lozère, jusqu'alors que de l'Aubrac. La nature plus ou moins basique du substrat rocheux et les similitudes des conditions climatiques ne sont sûrement pas étrangères à ces corrélations.

Finalement, dix espèces déterminantes ZNIEFF ont été rencontrées sur ce territoire avec, en plus des espèces déjà citées : *Anemone ranunculoides*, *Astragalus hypoglottis*, *Blysmus compressus*, *Carex davaliana*, *Eleocharis quinqueflora*, *Sedum amplexicaule* et *Taraxacum gr. palustre*.

### *Astragalus danicus* Retz., 1783

**Statut :** Aucun

**Répartition :** cette espèce à répartition circumboréale est représentée en Eurasie par sa sous-espèce *danicus*. Elle est uniquement connue sur la frange est du territoire métropolitain : en Alsace au niveau de terrasses alluviales rhénanes (ISSLER *et al.*, 1952) et dans les vallées intra-alpines, des Alpes-Maritimes à la Savoie (AESCHIMANN *et al.*, 2004) où elle caractérise certaines pelouses (*Festucetalia valesiacae* Braun-Blanq. et Tüxen ex Braun-Blanq. 1949). Cette station en Lozère marque la limite sud-ouest de son aire de répartition eurasiatique.

**Écologie :** c'est une espèce héliophile, de petite taille, qui croît dans les pâtures et pelouses mésophiles ou en bordure de zones marneuses érodées. Elle affectionne également les accotements de pistes agricoles, ce qui lui permet dans certains cas de s'affranchir du substratum calcaire selon la nature des remblais utilisés. En l'absence de gestion adaptée, ce milieu pourrait constituer son ultime habitat. Des observations similaires ont été faites au xix<sup>e</sup> siècle en Angleterre (BABINGTON, 1860) alors que le labour faisait disparaître les dernières pelouses naturelles des environs.



Photo 2 ►

*Astragalus danicus*

© Cliché : C. HOSTEIN

**Effectifs :** les effectifs sont conséquents avec certainement plus d'un millier d'individus dispersés sur plusieurs centaines d'hectares.

**Enjeu de conservation :** la population étant une localité satellite en limite d'aire de répartition, son maintien présente un fort intérêt, tant pour le patrimoine naturel local que pour la diversité intraspécifique de l'espèce.

Même si tous les habitats ne sont pas directement menacés, il semble important de conserver les pâtrages, habitats abritant la majorité des individus.

## *Lathyrus bauhinii* P.A. Genty, 1892

**Remarque :** *Lathyrus bauhinii* intègre un ensemble d'espèces d'apparence semblable (*Lathyrus* gr. *filiformis*). Sur le territoire métropolitain, deux espèces sont recensées : *Lathyrus bauhinii* et *Lathyrus filiformis*. L'espèce rencontrée sur le Causse de Montbel fut dans un premier temps déterminée comme *L. filiformis*. En 2013, une étude plus approfondie de son écologie et des caractères discriminants (style non élargi au sommet, port dressé de la plante et couleur violet-pourpré des fleurs) a révélé qu'il s'agissait en fait de *L. bauhinii*.

**Statut :** aucun

**Répartition :** cette gesse subméditerranéenne d'origine pontique se caractérise par une répartition très morcelée. Elle se retrouve dans quelques massifs montagneux européens : Alpes Dinariques (Bosnie-Herzégovine, Monténégro et Serbie), Jura (Allemagne, France et Suisse), Pyrénées (Espagne et France) (KÄSERMAN *et al.*, 1999). Cette présence dans le Massif central, bien qu'isolée, témoignerait de la jonction entre les populations du Jura et celles des Pyrénées. En Lozère, une seconde station encore mal délimitée est présente sur le plateau de l'Aubrac (SULMONT E. communication personnelle, 2013).

**Écologie :** il s'agit d'une espèce basiphile présente dans des contextes relativement frais en bordure de prairies de fauche ou au sein de pâturages extensifs. L'écologie des stations suisses (KÄSERMAN *et al.*, 1999) est dans les grandes lignes similaires à ce que l'on observe sur le Causse de Montbel.



◀ Photo 3

*Lathyrus bauhinii*

© Cliché : C. HOSTEIN

**Effectifs :** plusieurs centaines d'individus ont été dénombrés en 2012. La totalité de cette population se retrouve au sud du Causse essentiellement sur la commune de Belvezet.

**Enjeu de conservation :** au vu de sa répartition très morcelée, le maintien des populations lozériennes présente un intérêt fort, tant pour le patrimoine naturel local que pour la diversité intraspécifique de l'espèce. La totalité des milieux qu'elle occupe est potentiellement menacée par le labour.

## *Ranunculus nodiflorus* L., 1753

**Statut :** protection nationale (annexe I), déterminant ZNIEFF en région Languedoc-Roussillon, inscrit au livre rouge de la flore menacée de France (ROUX *et al.*, 1995) dans la catégorie des espèces en danger.

**Répartition :** cette espèce à répartition ibéro-atlantique (Espagne, France, Portugal) est présente dans 18 départements français. Elle est connue de plusieurs secteurs du Massif central (Ardèche, Cantal, Haute-Loire, Puy-de-Dôme) (ANTONETTI *et al.*, 2006, GONARD, 2010, BERNARD, 2012), mais n'avait pas encore été contactée en Lozère.

**Écologie :** cette renoncule annuelle héliophile et acidiphile recherche des conditions hydromorphiques particulières présentes au niveau des mares temporaires. Elle croît au niveau de dépôts sableux provenant des massifs siliceux environnants. La nappe est affleurante une bonne partie de l'année. Bien que le substrat carbonaté ne soit jamais loin, le caractère acidiphile du milieu est marqué avec la présence de *Juncus tenageia* et de *Sedum villosum*. Il est à noter que l'espèce profite de légères ornières de tracteurs pour s'étendre de part et d'autre de sa station.

**Effectifs :** plusieurs dizaines d'individus ont été dénombrés en 2012. Considérée comme une espèce à éclipse, il est probable que les effectifs de cette population fluctuent fortement selon les années.



◀ Photo 4

*Ranunculus nodiflorus*

© Cliché : C. HOSTEIN

**Enjeu de conservation :** avec une aire de répartition limitée, très peu de localités et des stations toujours vulnérables, la responsabilité concernant le maintien de cette espèce est forte. La population de Montbel occupe une surface restreinte et une perturbation de faible ampleur pourrait amener à faire définitivement disparaître l'espèce de ce site. Le maintien d'activités agricoles identiques à celles observées jusqu'alors est un impératif pour sa conservation.

Photo 5 ►

*Carex diandra*

© Cliché : C. HOSTEIN



***Carex diandra* Schrank, 1781**

**Statut** : déterminant ZNIEFF en Languedoc-Roussillon.

**Répartition** : cette laîche à distribution bipolaire se retrouve sur le continent eurasiatique ainsi qu'en Australie et en Nouvelle Zélande (DUHAMEL, 2004). Sur le territoire métropolitain, elle a disparu de nombreux départements suite à la destruction ou aux modifications de son milieu.

**Écologie** : c'est une espèce caractéristique des tourbières de transition (*Caricion lasiocarpae* Vanden Berghen in Lebrun, Noirfalise, Heinemann et Vanden Berghen 1949). Sur le Causse, la zone humide concernée est déterminée par deux apports distincts, une eau enrichie en carbonates provenant du Causse et une eau acide, ayant circulé dans les arènes siliceuses.

L'espèce se retrouve à l'aval de cette tourbière minérotrophe en bordure de petites gouilles au sein d'un couvert dominé par d'autres laîches.

**Effectifs** : seuls quelques individus ont été observés en 2011. Il est probable qu'en affinant les recherches, les effectifs soient un peu plus importants.

**Enjeu de conservation** : le faible effectif de cette population témoigne d'un équilibre précaire. Toute modification au niveau de l'alimentation en eau ou de la conduite du pâturage pourrait amener à la disparition de l'espèce.



Photo 6 ►

*Galium boreale*

© Cliché : C. HOSTEIN

***Galium boreale* L., 1753**

**Statut** : déterminant ZNIEFF en Languedoc-Roussillon.

**Répartition** : si cette espèce à répartition circumboreale est bien représentée sur l'essentiel du continent européen, sa répartition est plus lacunaire au niveau

de la frange atlantique et du pourtour méditerranéen. En Lozère, elle n'est connue que du Causse de Montbel et du plateau de l'Aubrac. Quelques stations sont recensées sur les causses aveyronnais (BERNARD, 1996).

**Écologie** : c'est une espèce basiphile recherchant l'humidité du sol et tolérant les fluctuations de nappe. Elle présente un optimum de développement dans certaines prairies (*Molinion caeruleae* Koch 1926). Sur le Causse de Montbel, elle se rencontre uniquement au niveau de prairies humides oligotrophes dans des contextes pâturés.

**Effectifs** : le caractère rhizomateux de la plante fait qu'elle croît souvent par taches. En tout, plusieurs dizaines d'individus ont été observés.

**Enjeu de conservation** : ce gaillet croît en Lozère proche de sa limite d'aire de répartition. Si sa conservation a un intérêt indéniable pour le patrimoine naturel local, il faut préciser que les prairies humides qu'il occupe font partie d'une zone humide plus large hébergeant plusieurs espèces particulièrement sensibles comme *Ranunculus nodiflorus* ou *Carex diandra*. La dégradation de son milieu pourrait avoir de nombreuses conséquences négatives s'ajoutant à l'altération de cette population.

## Vers une ébauche de gestion

La phase de terrain qui s'est étalée sur trois années, a montré que les pratiques agricoles avaient tendance, comme sur le reste du département, à évoluer avec un recours de plus en plus fréquent au labour pouvant être précédé d'un traitement phytocide (glyphosate). Ces pratiques récentes détruisent ou fragmentent fortement la surface des végétations abritant les espèces précitées.

Dans ce contexte, il semble important de mettre en place, avec les agriculteurs, une gestion adaptée au maintien de ce patrimoine floristique.

L'animation foncière ciblée sur ces secteurs devrait permettre de contacter ultérieurement les agriculteurs les plus concernés.

## Conclusion et perspectives

Le Causse de Montbel s'est révélé particulièrement riche au regard du cortège floristique spécifique à ce territoire. Si en l'état actuel des connaissances, il est difficile d'identifier l'ensemble des paramètres à l'origine de cette situation, il est probable que la fraîcheur du climat associée à la disponibilité des carbonates jouent un rôle notable dans la présence de ce patrimoine floristique.

Pour affiner ces connaissances, il est important de continuer les prospections sur le secteur et ses environs en ciblant également des groupes non étudiés jusqu'alors (bryophytes, champignons, insectes).

En parallèle, il paraît urgent d'informer les agriculteurs de l'existence de ce patrimoine naturel exceptionnel pour initier la mise en place d'une gestion conservatrice de l'ensemble de ces espèces et de leurs milieux.

## Remerciements

L'auteur tient à remercier F. ANDRIEU (Conservatoire botanique national Méditerranéen de Porquerolles), C. BERNARD, P. COULOT, A. DUBUIS (Université de Lausanne), P. PRUNIER (Haute

école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève) et E. SULMONT (Parc national des Cévennes) de leur disponibilité et de l'intérêt témoigné à ces prospections.

## Bibliographie

- AESCHIMANN D., BURDET H.M. 1989. - *Flore de la Suisse et des territoires limitrophes - Le nouveau Binz*. Edition du Griffon, Neuchâtel, 493 p.
- AESCHIMAN D., LAUBER K., MOSER D.M., THEURILLAT J-P. 2004. - *Flora alpina - Volume 1 Lycopodiaceae-Apiaceae*. Editions Belin, Paris, 1159 p.
- ANTONETTI Ph., BRUGEL E., KESSLER F., BARBE J.P. et TORT M. 2006. - *Atlas de la flore d'Auvergne*. Conservatoire botanique national du Massif central, Chavaniac-Lafayette, 984 p.
- BARDAT J., BIORET F., BOTINEAU M., BOULLET V., DELPECH R., GÉHU J.-M., HAURY J., LACOSTE J., RAMEAU J.-C., ROYER J.-M., ROUX G. et TOUFFET. J. 2004. - *Prodrome des végétations de France*. Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 171 p. (Patrimoines Naturels, 61).
- BERNARD C., FABRE G. 1996. - Flore des Causses - hautes terres, gorges, vallées et vallons (Aveyron, Lozère, Hérault et Gard). *Bulletin de la Société botanique du Centre-Ouest, Nouvelle série, Numéro spécial 14*, deuxième tirage, Saint-Sulpice-de-Royan, 705 p.
- BERNARD C. 2012. - la Petite Flore Portative de l'Aveyron. *Bulletin de la Société botanique du Centre-Ouest, Nouvelle série, Numéro spécial 37*, Jarnac, 545 p.
- BABINGTON C.C. 1860. - *Flora of Cambridge-shire*. van Voorst, London, 327 p.
- CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL MÉDITERRANÉEN DE PORQUEROLLES 2005. - *Modernisation des ZNIEFF du Languedoc-Roussillon - Espèces végétales déterminantes pour la constitution des ZNIEFF - Méthode et résultats*. Rapport CBNMP, DIREN L-R, Montpellier, 47 p.
- DEJEAN R., DESCOING B.M., MACCAGNO Y. 2001. Catalogue de l'herbier du département de la Lozère de T. PROST, in *Le Journal de Botanique*, Société Botanique de France, 16 :83-104
- DEJEAN R., DESCOING B.M., MACCAGNO Y. 2003. Catalogue de l'herbier du département de la Lozère de T. PROST (suite), in *Le Journal de Botanique*, Société Botanique de France, 23 :61-69
- DUHAMEL G. 2004. - *Flore et cartographie des Carex de France - Troisième édition*. Société nouvelle des Éditions Boubée, Paris, 296 p.
- GONARD A. 2010 - Renonculacées de France - Flore illustrée en couleurs. *Bulletin de la Société botanique du Centre-Ouest, Nouvelle série, Numéro spécial 35*, Lagarde 492 p.
- ISSLER E., LOYSON E., WALTER E. 1952. - *Flore d'Alsace - Plaine rhénane, Vosges et Sundgau* - 2° édition. Société de la Flore d'Alsace, Institut de Botanique, Strasbourg, 621 p.
- KÄSERMANN C., MOSER D.M. 1999. - *Fiches pratiques pour la conservation - Plantes à fleurs et fougères*. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage , Bern, 344 p.
- LAGRAVE R. 1990 - *Géologie Lozère*. Éditions Gévaudan-Cévennes, Florac, 76 p.
- LECOQ H., LAMOTTE M. 1847. - *Catalogue rai-sonné des Plantes vasculaires du Plateau Central de la France*. Victor Masson, Paris, 440 p.
- LORET H., 1862. L'herbier de la Lozère et M. PROST. in *Bulletin de la Société Agricole de Lozère*, 13 : 81-134
- ROUX J.P., OLIVIER L., GALLAND J.-P., MAURIN H., 1995. - *Livre rouge de la flore menacée de France -Tome 1 : Espèces prioritaires*. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 486 p.

## Sites Internet

- ANDERBERG A. , ANDERBERG A.L., 01/10/2012. - Den virtuella floran. <http://linnaeus.nrm.se/flora/welcome.html>
- CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DU MASSIF CENTRAL, 01/10/2012. - CHLORIS. <http://www.cbnmc.fr/chloris/>
- CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL MÉDITERRANÉEN DE PORQUEROLLES, CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL ALPIN, 01/10/2012. - SILENE V2 - Système d'Information et de Localisation des Espèces Natives et Envahissantes. <http://flore.silene.eu/index.php?cont=accueil>
- TELA BOTANICA, 01/10/2012. - eFlore.[http://www.tela-botanica.org/page:accueil\\_botanique](http://www.tela-botanica.org/page:accueil_botanique)



# Les tourbières boisées du Massif central

Bog woodlands of the Massif Central, France

par Benoît RENAUD ①

① Conservatoire botanique national du Massif central  
Le Bourg  
43230 CHAVANIAC-LAFAYETTE  
② 04 71 77 74 05  
✉ benoit.renaux@cbnmc.fr  
🌐 www.cbnmc.fr

## Photo 1 ►

Tourbière de la Pigne  
dans le Haut-Forez (Loire)

© Cliché : B. RENAUD



## Résumé

Cette étude propose une caractérisation phytosociologique et écologique de l'habitat d'intérêt prioritaire « tourbières boisées » dans le Massif central, sur la base d'une vaste synthèse bibliographique et de l'analyse de 198 relevés phytosociologiques, dont 67 originaux. Six associations phytosociologiques sont mises en évidence, dont deux nouvelles : le *Scutellario minoris-Betuletum albae* Renaux, Chabrol et Reimringer ass. nov. et le *Menyantho trifoliatae-Betuletum albae* ass. nov. La place de ces stades boisés dans la dynamique des tourbières est questionnée, ainsi que l'effet de la présence des arbres sur la tourbière, invitant à reconstruire leur place dans la conservation des tourbières.

Mots-clés : directive « Habitats » - histoire de la végétation – dynamique de la végétation - climax - turfigénèse.

## Abstract

This study offers a phytosociological and ecological characterization of the « Bog woodland » habitat. It is based on a vast bibliographical synthesis and the statistical analysis of 198 phytosociological relevés, including 67 original ones. Six phytosociological associations have been found, including two new ones: the *Scutellario minoris-Betuletum albae* Renaux, Chabrol and Reimringer ass. nov. and the *Menyantho trifoliatae-Betuletum albae* ass. nov. The role of wooded habitats in the ecology and dynamics of peatlands as well as the effect of trees on peatlands are questioned, leading to a reconsideration of their rôle in peatland conservation.

Keywords : « Habitats » directive - vegetation history - vegetation dynamics - climax - peatland creation and accumulation.

## Remerciements

Nous tenons à remercier les personnes qui ont contribué à la réalisation de cette étude, par les informations transmises et les échanges riches auxquels elle a donné lieu, notamment (par ordre alphabétique) : Richard BOEUF, Hervé CUBIZOLLE, Loïc DUCHAMP, José DURFORT, Pierre GOUBET, Adam HÖLZER, Laurent LATHUILLIÈRE, Élise

LAURENT, Mickaël LE COQUEN, Stéphane PERERA, Lionel PONT et Gilles THÉBAUD. La détermination des bryophytes a été effectuée avec l'aide précieuse de Jaoua CELLE et Vincent HUGONNOT, que nous remercions également vivement.

## Introduction

En France, le Massif central est avec le Massif juraïen la région naturelle la plus riche en tourbières. Ses montagnes, au climat froid et arrosé, réunissent en effet les conditions nécessaires à l'accumulation de tourbe. Les stades boisés des tourbières, à pins et/ou bouleaux, relèvent de l'habitat « tourbières boisées » (91D0\*), d'intérêt prioritaire au titre de la directive 92/43/CEE dite « Habitats ». Dans le cadre du réseau Natura 2000, il est donc important de les distinguer d'autres forêts tourbeuses ou paratourbeuses à Sphaignes, certaines d'intérêt communautaire, ce qui n'est pas toujours chose facile. D'une manière générale, de nombreuses facettes de cet habitat demeuraient méconnues dans le Massif central : caractéristiques floristiques et écologiques, position dans le synsystème phytosociologique, syntaxons présents, variabilité, déterminisme et dynamique, état de conservation à l'échelle de la région, répartition...

Les travaux phytosociologiques relatifs aux tourbières dans le Massif central ont le plus souvent porté sur les groupements végétaux non arborés (notamment : VANDEN BERGHEN 1951, SOUCHON 1965, DELPECH 1980, GHESTEM et VILKS 1980, JULVE 1983, FOUCault 1986, HUGONNOT et GRAVELAT 2002, THÉBAUD *et al.* 2009, THÉBAUD 2011). Parmi les forêts sur tourbe, seules les Sapinières tourbeuses à Sphaignes et Bouleau pubescent du ***Betulo pubescens-Abietetum albae*** Lemée ex Thébaud 2008 avaient pour le moment fait l'objet d'études écologiques et phytosociologiques approfondies (LEMÉE 1995, THÉBAUD et LEMÉE 1995, THÉBAUD 2008). Si certaines études sur les tourbières acides du Massif central ont parfois intégré des stades boisés (THÉBAUD *et al.* 2003 et 2012), ces derniers avaient le plus souvent été délaissés par les botanistes et phytosociologues, certains les considérant même comme purement artificiels (BILLY 1997), ou comme des variantes dégradées de végétations non arborées. Les plus sou-

vent, les groupements végétaux observés en France ont été rattachés, faute de mieux, à des syntaxons décrits en Europe centrale et orientale (RAMEAU *et al.* 2000 et 2001 ; GÉGOUT *et al.* 2008), où ils sont mieux connus. Il convient dès lors d'examiner la pertinence de ces rattachements.

La tourbière boisée peut succéder à d'autres habitats tourbeux ouverts d'intérêt communautaire, abritant fréquemment des espèces héliophiles et pionnières remarquables, qui peuvent être altérées par les arbres. La question de la place de l'arbre dans les tourbières et leur prise en compte dans la gestion se pose donc, à deux niveaux. D'une part, l'origine de la dynamique arborée est mise en question, puisqu'elle semble pouvoir avoir des causes naturelles (dynamique suite à abandon des pratiques agricoles) comme anthropiques (dérèglements suite à drainage, eutrophisation, changement climatique). D'autre part, et indépendamment de l'origine de cette dynamique, les gestionnaires s'interrogent sur les effets de la présence d'arbres sur une tourbière, notamment sur les espèces remarquables et les processus d'accumulation de tourbe.

L'intérêt des stades boisés des tourbières a longtemps été mal perçu, notamment en France, certains auteurs les considérant systématiquement comme des stades de dégradation ou de sénescence de la tourbière, entraînant une disparition de ses espèces typiques, l'abaissement de la nappe et l'arrêt de l'accumulation de tourbe (GAUDILLAT *et al.* 2002 ; MANNEVILLE *et al.* 2006). Les interactions entre l'arbre et la tourbière semblent être en réalité bien plus complexes, et de nombreux auteurs invitent aujourd'hui à reconstruire la place des stades boisés dans la vie et la gestion des écosystèmes tourbeux (CHOLET et MAGNON 2010 ; CUBIZOLLE et SACCA 2004 ; DUCHAMP 2008 ; RAGUÉ et GOUBET 2008 ; THÉBAUD *et al.* 2012 ; WAGNER 1994).

## Cadre de l'étude : contexte et définition « officielle » de l'habitat « tourbières boisées »

1. Des relevés de tourbières boisées du Morvan ou de la marge Lozérienne du Massif central n'ont pas été inclus dans l'analyse de données mais cet habitat y est présent. L'association décrite par ROBBE (1993) dans le Morvan a été comparée aux groupements mis en évidence sur la zone d'étude. Des échanges avec des gestionnaires d'espaces naturels indiquerait que des groupements proches de ceux trouvés sur le plateau ardéchois se trouveraient en Lozère.

2. On distingue plusieurs taxons. Le Pin des marais (*Pinus x uliginosa* Link, syn. *Pinus uncinata* Ramond ex DC var. *rotundata* (Link) Antoine ou *Pinus rotundata* Link.), typique des tourbières, serait un hybride fixé entre *Pinus sylvestris* L. et *Pinus mugo* Turra. Le Pin à crochets, *Pinus mugo* subsp. *uncinata* (DC.) Domin (syn. *Pinus uncinata* Ramond ex DC), est d'avantage considéré comme un taxon mésophile à xérophile largement répandu sur les pentes montagnardes à subalpines (Alpes, Pyrénées, plus rare dans le Jura).

3. C'est *Betula alba* L. subsp. *alba* qui a été identifié sur des relevés, sauf à la Barthe (63) où des individus de *Betula alba* L. subsp. *carpathica* (Waldst. et Kit. ex Willd.) Asch. et Graebn. ont été identifiés. Des études génétiques actuellement en cours en complément d'analyses morphologiques (THÉBAUD 2007) permettront de préciser les sous-espèces présentes dans la dition. Le bouleau doré (*B. x aurata*, hybride entre *B. pendula* et *B. alba*) est souvent présent.

4. *Picea abies* (L.) H. Karst se rencontre souvent sur tourbières (plantation, semis issus de plantations), mais il n'est pas autochtone en Auvergne.

C'est dans un souci d'éclairer les orientations stratégiques de la politique Natural 2000 en Auvergne et de fournir des réponses aux gestionnaires sur l'identification des tourbières boisées et la gestion des sites tourbeux que la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement du territoire et du logement (DREAL) d'Auvergne a confié au Conservatoire botanique national du Massif central l'étude les tourbières boisées de la région. La même démarche avait été entreprise depuis l'an 2000 pour la plupart des autres habitats forestiers d'intérêt communautaire présents dans la région. Dans un souci de cohérence biogéographique et d'exhaustivité, l'étude a été étendue au Massif central rhônalpin et limousin, afin d'avoir une vision d'ensemble des tourbières boisées sur la plus grande partie du Massif central<sup>1</sup>.

La définition « officielle » de l'habitat « tourbières boisées » (code 91D0<sup>1</sup>) est donnée par le Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne dont la version la plus récente (EUR 27 de juillet 2007) a connu quelques évolutions par rapport à la première version de 1995 (EUR 15). Elle est complétée par les Cahiers d'habitats (RAMEAU *et al.* 2001), qui en précisent l'interprétation française. Il s'agit de peuplements de Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*), Pin à crochets<sup>2</sup> et Bouleau pubescent (*Betula alba*)<sup>3</sup>, sur substrat paratourbeux à tourbeux, sur une couche de tourbe d'au moins 10 à 15 cm<sup>4</sup>. Il s'agit de peuplements clairs et rabougris qui ne dépassent généralement pas 15 m. Aucun recouvrement minimum n'est précisé, mais RAMEAU (1996) donne néanmoins un minimum de 25 %, ce qui semble crédible.

Sont concernés à la fois des groupements végétaux ombrrophiles et minérotrophiles, correspondant respectivement à des positions topographiques de type haut-marais d'une part, bas-marais, tourbière tremblante ou de transition d'autre part. D'un point de vue phytosociologique, les alliances du *Betulion pubescentis* W.Lohmeyer et Tüxen ex Scamoni et H.Passarge 1959 et du *Sphagno-Alnion glutinosae* (Doing-Kraft in Maas 1959) FM.Passarge et Hofmann 1968 (pour partie) sont mentionnées. Le manuel EUR27 précise que les accrus secondaires apparaissent suite à des dégradations anthropiques de la tourbière relèvent également de l'habitat 91D0, mais qu'ils revêtent généralement un intérêt patrimonial moindre que les végétations préexistantes aux dégradations. Les Cahiers d'habitats excluent en revanche plusieurs types de forêts sur tourbe : les sapinières-boulaies à sphaignes du *Betulo pubescentis-Abietetum albae*, situées pourtant sur une épaisseur parfois très importante de tourbe, ne relèvent pas de l'habitat 91D0. Elles correspondent sans ambiguïté à l'habitat élémentaire 9410-8 « Sapinières hyperacidiphiles à sphaignes ». Ce choix paraît discutable au vu de la définition donnée dans le manuel EUR 27, mais il convient de s'y conformer par souci de cohérence au niveau national, dans l'attente d'éventuels changements. Enfin, les saulaies ou aulnaies marécageuses à Sphaignes (*Sphagnum* sp.) (*Salicion cinereae* Th.Müll. et Görs 1958 et *Sphagno-Alnion glutinosae* pro parte) sont exclues, ce qui ne semble pas contestable même si certaines saulaies sont des stades pionniers de Boulaies tourbeuses minérotrophiles.

## Recherches bibliographiques

Cette étude a débuté par un tour d'horizon des travaux relatifs aux tourbières boisées, non seulement dans le Massif central où ces végétations ont peu été étudiées, mais aussi en France et en Europe. Outre les Cahiers d'habitats, diverses synthèses nationales traitent des tourbières boisées (RAMEAU 1996 et 1997 ; RAMEAU *et al.* 2000 et 2001 ; GÉGOUT *et al.* 2008), ainsi que des catalogues de végétation ou référentiels régionaux : dans le Pilat (CHOISNET 2007), sur le plateau de Millevaches en Limousin (CHABROL et REIMRINGER 2011), le Morvan (ROBBE 1993, ROYER *et al.* 2006), mais aussi en dehors du Massif central dans les Vosges (BOEUF 2014), le massif jurassien (RICHARD 1961, SCHMITT 1980, FERREZ *et al.* 2011), le Bassin parisien et les Ardennes (MÉRIAUX *et al.* 1980, ROYER *et al.* 2006), et enfin le Perche (PERERA 1997). Certaines de ces études régionales (notamment MÉRIAUX *et al.* 1980 et BOEUF 2014) ont compilé des tableaux synthétiques phytosociologiques sur les tourbières boisées d'Europe occidentale, centrale et

orientale, secteurs où ont été définies plusieurs associations auxquelles les synthèses nationales rattachent les groupements auvergnats. Ces tableaux de fréquence permettent de comparer les groupements identifiés sur le territoire à des syntaxons décrits en France et en Europe. La validité vis-à-vis du code international de nomenclature phytosociologique (WEBER *et al.* 2001) de ces syntaxons a été analysés de manière approfondie par BOEUF (2014).

Certains auteurs considérant les tourbières boisées, notamment de pins, comme purement artificielles (anthropiques) en Auvergne (REILLE et PONS 1982 ; REILLE 1991a ; BILLY 1997), il est intéressant de chercher trace des ces végétations dans des systèmes non perturbés par l'Homme. L'analyse diachronique des photographies aériennes est fréquemment utilisée pour reconstituer la végétation passée d'un site, mais elle ne permet pas de connaître la situation avant le milieu du XX<sup>e</sup> siècle. L'étude de la toponymie et des cartes anciennes,

telle qu'elle est utilisée pour le Pin sylvestre dans ce même volume (LATHUILLIÈRE et al.) peut permettre d'identifier les tourbières boisées anciennes. Elle n'a malheureusement pu être abordée que pour certains cas particuliers dans cette étude. En Auvergne, les flores anciennes (GUSTAVE et HERIBAUD-JOSEPH 1888 ; LAMOTTE 1840 et 1881 ; CHASSAGNE 1956 et 1957 ; MIGOUT 1890 ; ARNAUD 1825 ; BOREAU 1857) signalent l'existence ancienne de peuplements de Bouleau pubescent ou de «Pin de montagne» (complexe d'espèces rassemblant *Pinus mugo* subsp. *mugo*, *P. mugo* subsp. *uncinata* et *P. xuliginosa*) sur des tourbières du Massif central. Cartes et flores anciennes permettent d'appréhender la végétation des tourbières avant les campagnes de reboisement du service de RTM (Restauration des terrains en montagne), mais aussi avant la déprise agricole et le changement climatique actuels. Les tourbières du Massif central étaient cependant déjà très largement anthropisées au XIX<sup>e</sup> siècle. Il est donc utile de remonter davantage dans le temps.

Les seules approches permettant d'aborder directement la végétation passée des tourbières, et donc d'indiquer quel en est le climax en s'affranchissant des influences anthropiques, consiste à interroger les couches de tourbe. La plupart de ces études se basent sur des analyses palynologiques (BRAUN-BLANQUET 1923 ; LEMÉE 1955 et 1995 ; DAGET 1979 ; REILLE et PONS 1982 ; PONS et REILLE 1988 ; PONS, REILLE et BEAULIEU 1989 ; REILLE 1991a et b ; ARGANT et CUBIZOLLE 2005, pour ne citer que quelques références). Comme le rappelle VERGNE (1989), une part très importante de la pluie pollinique provient de l'extérieur de la tourbière. Dès lors, ces analyses permettent de retracer dans les grandes lignes l'histoire de la végétation régionale, et les proportion relatives des différentes plantes, mais ne donnent pas d'informations fiables sur la végétation croissant directement sur la tourbière. Nous ne suivons donc pas les conclusions de REILLE et PONS (1982) et REILLE 1991, qui avaient conclu à l'absence de pins sur les tourbières du Massif central avant leur introduction au XIX<sup>e</sup> siècle. Ces auteurs considèrent même les pins à crochet et des marais comme exotiques en Auvergne, contrairement au Pin sylvestre dont la présence constante sur des stations primaires rupestres n'a jamais été remise en cause. Leurs conclusions avaient été les mêmes dans les Vosges, le Jura et les Pyrénées (REILLE 1991b). Or, l'indigénat du Pin des marais en tourbière y a depuis été prouvé (ANDRÉ et ANDRÉ 2008 ; BARTOLI 2007 ; EDELMANN 1985), ce qui jette le doute sur les conclusions émises pour le Massif central. Seules des analyses de macrorestes permettent d'identifier de manière fiable les végétations qui couvraient anciennement une tourbière. Ceux-ci sont parfois cités dans les analyses palynologiques, mais ont rarement été publiés de manière exhaustive. La mise en évidence de macrorestes isolés (notamment d'arbres), nécessite des protocoles spécifiques et une pression de sondage plus importante que pour les pollens, éléments microscopiques répartis largement dans la tourbe. Les études

abordant de manière détaillée les macrorestes demeurent encore assez rares dans le Massif central, en dehors des travaux de LEMÉE (1941 et 1995) et ceux plus récents de GOUBET (2010a et b).

En plus de rechercher la végétation qui couvrait originellement les tourbières du Massif central, il peut être intéressant de rechercher dans la littérature des tourbières boisées situées dans des contextes exempts de perturbations anthropiques importantes, conditions qu'on ne trouve plus en Auvergne depuis longtemps. De nombreux exemples de tourbières boisées naturelles sont par exemple documentés en Europe de l'est ou du nord (LAASIMER et MASING 1995, RYDIN et JEGGLUM 2006, PAAL 2005), y compris à des périodes antérieures aux changements globaux en cours (KATZ 1926 en Russie, OSVALD 1923 en Suède). Ces études indiquent l'existence de tourbières boisées ombrotrophes à ombrominérotrophes, à Pin sylvestre et Bouleau pubescent, tandis que les arbres semblent moins présents dans les secteurs plus humides (à *Menyanthes trifolia*lata). Même si le contexte bioclimatique est différent et que ces lointaines tourbières boréales couvrent des surfaces beaucoup plus importantes, la comparaison avec la France et le Massif central peut être intéressante car la composition floristique de ces groupements végétaux est proche, notamment pour les arbres et les plantes architectes constituant la tourbe.

Pour terminer ce tour d'horizon bibliographique, il a été indispensable de tirer partie des analyses écologiques et fonctionnelles disponibles sur de nombreux sites du Massif central (CUBIZOLLE 2005 et 2007 ; CUBIZOLLE et SACCA 2004 ; CUBIZOLLE et al. 2008 ; CUBIZOLLE et SACCA 2004 ; GOUBET 2007 ; GOUBET 2007 et 2010a et b...). L'origine du développement des arbres est parfois directement étudiée (CUBIZOLLE et al. 2010). L'effet de la présence des arbres ou de leur élimination a parfois été abordé, dans le Massif central (GRÉGOIRE et al. 2010), dans les Vosges (RAGUÉ et GOUBET 2008 ; RAGUÉ et GOUBET 2008 ; DUCHAMP 2008) ou en Allemagne (WAGNER 1994). Enfin, les observations réalisées dans le Massif central ont été confrontées aux différents modèles d'évolution des tourbières proposés dans la littérature, comme il sera abordé dans une partie spécifique à la dynamique des tourbières. Une synthèse récente du Pôle relais tourbière (CHOLET 2010) fait le point sur les connaissances actuelles, et confronte ces différents modèles aux observations de terrain et retours d'expérience des gestionnaires. De nombreux suivis de végétation ont été mis en place dans des tourbières du Massif central<sup>1</sup> à cette fin. Les données recueillies sont intéressantes, mais ces suivis datent du tournant des années 2000 et ne permettent au mieux qu'un recul d'une douzaine d'années. En outre, le faible nombre de placettes ne permet pas de traitement statistique robuste.

1. Parmi lesquelles on peut notamment citer le Domaine du Sauvage, le Marais de Limagne ou le Mont Bar en Haute-Loire, le complexe de Virenné, la Godivelle ou Ayguebonne, dans le Puy de Dôme, le complexe de Chalmazel ou les tourbières des Monts du Pilat dans la Loire

## Collecte et analyse de relevés phytosociologiques

La seconde phase du travail s'est basée sur l'analyse de relevées phytosociologiques, contenant pour certains des données écologiques. En premier lieu, l'exploitation du système d'information Chloris® a permis d'extraire 92 relevés phytosociologiques sur la zone d'étude, relevant a priori de l'habitat Tourbières boisée (91D0\*) selon leurs auteurs et provenant notamment d'études du Conservatoire botanique national du Massif central (CBN Massif central). Des relevés issus de groupements arborés à Sphaignes ne relevant pas a priori du 91D0 ont été ajoutés à titre de comparaison, notamment des sapinières tourbeuses ou de bord de ruisseau et des saulaies marécageuses. Il s'est rapidement avéré indispensable de réaliser un nombre important de relevés phytosociologiques et écologiques supplémentaires. Le plan d'échantillonnage a ciblé notamment le réseau Natura 2000, grâce aux cartes de végétations réalisées sur ces sites. Il a été complété hors réseau Natura 2000 par différents inventaires (VILLARET 1987 ; POUVARET 2007) ou des indications de personnels de l'Office national des forêts et du Parc naturel régional des volcans d'Auvergne.

1. GINKGO® est un logiciel d'analyse statistique libre développé par les départements de biologie végétale et de statistique de l'Université de Barcelone. Il fonctionne sous environnement Java® et est téléchargeable gratuitement à l'adresse suivante : <http://biodiver.bio.ub.es/ginkgo/Ginkgo.htm>

En plus du relevé phytosociologique et de la localisation (GPS, topographie, altitude), diverses données écologiques ont été notées sur le site (épaisseur et type de tourbe en surface par sondage à la tarière pédologique sur 130 cm, type de tourbière et d'alimentation en eau, position sur la tourbière, description de la structure du peuplement forestier en termes de diamètre ou de présence de bois mort).

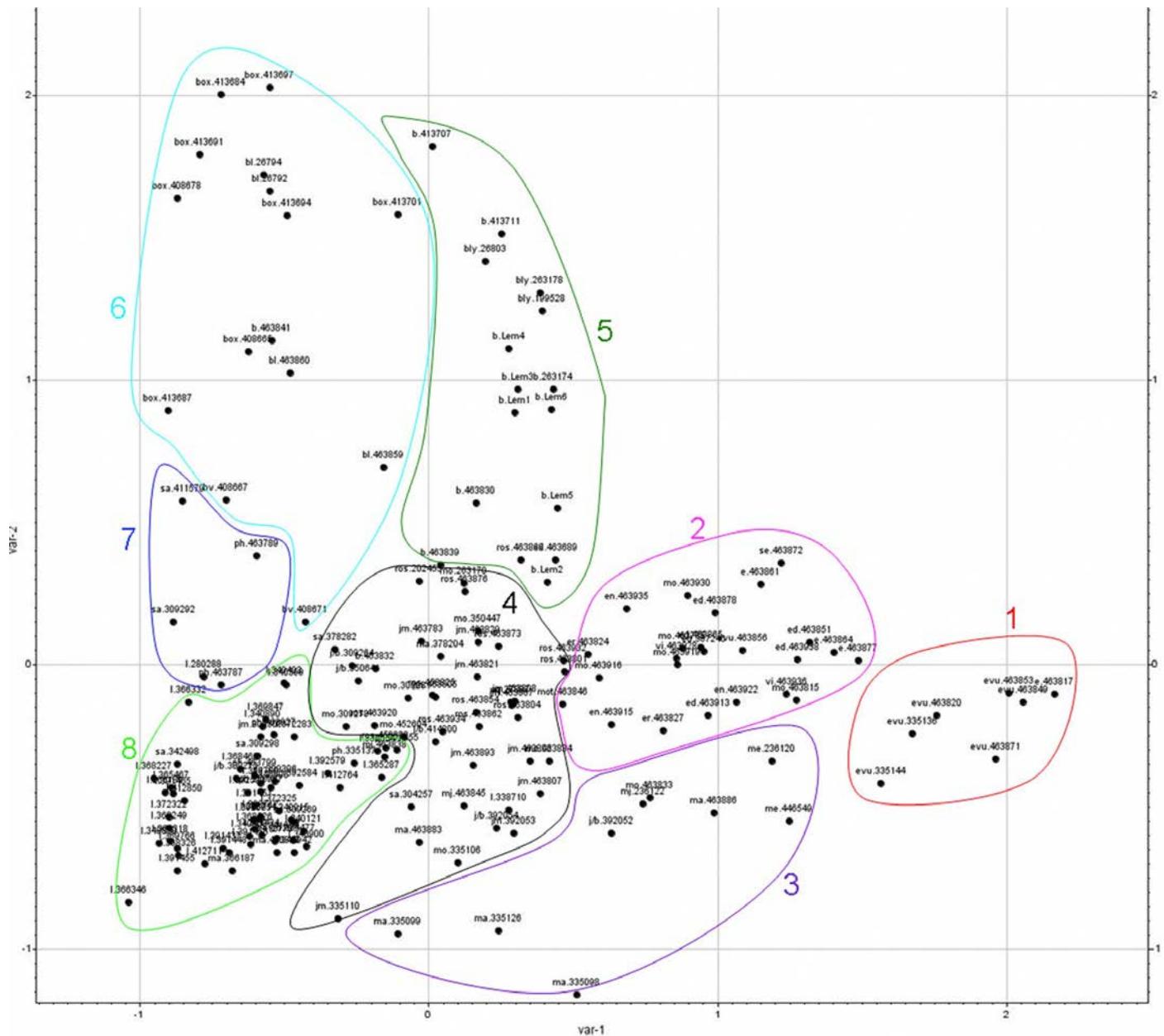
Ces descriptions se sont enrichies de données tirées d'études contenant l'histoire de la tourbière et son fonctionnement, incluant sondages de tourbe et profils topostationnels (THÉBAUD *et al.* 2009 ; REILLE 1991a ; CUBIZOLLE 2005 ; GOUBET 2010a et b...). Les bryophytes terricoles ont été prises en compte et identifiées avec l'aide de Jaoua CELLE et Vincent HUGONNOT (CBN Massif central). La nomenclature des mousses suit HILL *et al.* (2006), celle des hépatiques ROS *et al.* (2007). La nomenclature des trachéophytes suit l'Index de la flore vasculaire du Massif central, version 2011.1 mise à jour du 19 février 2011 [CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DU MASSIF CENTRAL (ANTONETTI p. coord.) 2011].

67 relevés ont ainsi été réalisés dans les quatre départements d'Auvergne ainsi que dans celui de la Loire, selon la méthode sigmatiste. L'homogénéité a été recherchée, afin de ne pas mélanger des végétations croissant dans des situations différentes, notamment du point de vue de l'alimentation hydrique. Le type de microtopographie a été noté (ensembles de buttes, présence de touradons, microtopographie plane). Après écartement des relevés incomplets, 198 relevés ont été analysés par Analyse factorielle des correspondances (AFC) sur le logiciel GINKGO®<sup>1</sup>, et ordonnées dans un tableau phytosociologique (tableau 1). Les relevés phytosociologiques sont détaillés dans le rapport complet (RENAUX 2012), ainsi que leur localisation et leurs caractéristiques.

## Résultats

Huit groupes de relevés ont pu être identifiés, répartis sur deux axes principaux (figure 1), correspondant globalement à 8 groupes écologiques d'espèces. Les résultats statistiques et projection des relevés sur les axes sont développés dans le rapport complet (RENAUX 2012). Le premier axe distingue les milieux oligotrophes (valeurs élevées) des milieux minérotrophes voire eutrophes, ainsi que les tourbières du montagnard supérieur (valeurs élevées) de celles plus collinéennes et atlantiques du plateau de Millevaches. Le second axe oppose aux fortes valeurs des sapinières fermées, riches en espèces sciaphiles et humicoles, à des tourbières boisées plus ouvertes et pionnières, riches en espèces héliophiles, qui colonisent les milieux les plus contraignants pour les arbres (haut-marais, tourbières tremblantes très hygrophiles). Plusieurs groupes de relevés ne relèvent pas de l'habitat « tourbières boisées » : le groupe 7 (20 relevés) correspond ainsi à des boulaias ou des saulaies marécageuses du *Salicion cinerea* (non concernées par la directive «Habitats»), qui colonisent notamment

des prairies humides. Le groupe 6 (13 relevés) correspond à des Sapinières hygrophiles que l'on peut rattacher au *Blechno spicantis-Abietetum albae* Billy 1997 nom. inval, vicariant altitudinal des Aulnaies-frênaies de l'*Alnion incanae* Pawł. in Pawł., Sokolowski et Wallisch 1928 (*Ranunculo aconitifoli-Alnetum glutinosae* Billy 1997 nom. inval). Des Sphaignes minérotrophes peuvent s'y rencontrer mais le sol n'est jamais tourbeux, et les espèces des mégaphorbiaies dominent. Leur rattachement à la directive «Habitats» serait à étudier. Le groupe 5 correspond à 17 relevés de sapinières à Sphaignes sur tourbe, du *Betulo pubescens-Abietetum albae*. Ces sapinières relèvent de l'habitat élémentaire 9410-8 (Sapinières hyperacidiphiles à sphaignes), d'intérêt communautaire. À la marge de ce groupe 5, 3 relevés se rattachent au *Lycopodio annotini-Abietetum albae* Thébaud 2008. Ces sapinières abritent des sphaignes mais ne sont pas installées sur tourbe : elles relèvent de l'habitat élémentaire 9410-7 (Sapinières hyperacidiphiles, mésophiles, froides à Lycopodes).



▲ **Figure 1.** Projection des relevés sur les axes 1 et 2 de l'AFC, et différents groupes de relevés.

L'Habitat tourbières boisées (91D0\*) correspond aux 5 autres groupes (1, 2, 3, 4 et 8). On observe tout d'abord une disjonction entre les tourbières boisées atlantiques collinéennes de Millevaches (groupe 8) et les autres, plus alticoles et subatlantiques, localisées dans les massifs montagneux auvergnats et rhônalpins. Parmi ces dernières, plusieurs groupes de relevés ressortent, en fonction principalement du type d'alimentation en eau. Le groupe 1 correspond à deux sites, la Barthe (63) et la Pigne (42). Il s'agit de tourbières bombées, avec *Pinus uncinata* ou *P. × uliginosa*. Le groupe 2 correspond également à des tourbières ombrotrophes à ombrominérotrophes, que le tableau phytosociologique permet de scinder en deux sous-groupes, l'un correspondant à des tourbières ombrotrophes actives (col. 2 du tab. 1) et l'autre sur des tourbières ombrominérotrophes peu actives, définies floristiquement comme un appauvrissement du premier (col. 3 du tab. 1). Le groupe 3 rassemble des formations limnogènes, pionnières et très hygrophiles, sur tremblant ou radeau. Le 4 correspond enfin à des groupements minérotrophiles hygrophiles sur des niveaux topographiques de type bas-marais, et fait transition vers les sapinières du groupe 5. Chaque groupe correspond à une association phytosociologique existante ou nouvellement décrite.

Avant de proposer des associations nouvelles, un rattachement à des syntaxons déjà décrits a été étudié. Pour les boulaias minérotrophiles collinéennes (groupe 8) RAMEAU *et al.* (2000 et 2001), GÉGOUT *et al.* (2008) ainsi que CHABROL et REIMRINGER (2011) font référence au *Sphagno-Betuletum albae* Mériaux *et al.* 1980. La sous-association correspondante serait l'*agrostido-caricetosum nigra*, les autres correspondant en fait à autant d'associations différentes. Ce syntaxon hétérogène et invalide est donc à redéfinir (BOEUF 2014). Les tourbières boisées montagnardes ombrotrophiles à Pin sylvestre du Massif central étaient, elles, rattachées à une association décrite en Europe centrale, le *Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris* Dziubaltowski 1928 *nom. inv. non* Kleist 1929 (RAMEAU 1996, RAMEAU *et al.* 2000 ; RAMEAU *et al.* 2001 ; BILLY 1997 ; GÉGOUT *et al.* 2008 ; THÉBAUD *et al.* 2012). On observe en réalité une disjonction nette entre les syntaxons atlantiques à médioeuropéens (selon l'acception française), et ceux boréocontinentaux décrits en Europe centrale et de l'est. Ces derniers, marqués par la présence de *Ledum palustre*, *Calla palustris*, *Chamaedaphne calyculata* ou *Lysimachia thyrsiflora*, sont absents de France et relèvent d'une autre alliance, le *Ledo palustre-Pinion sylvestris* Tüxen 1955. Un rattachement à l'*Eriophoro vaginati-Betuletum* Hueck (1925) 1931 avait initialement été envisagé (RENAUX 2012) mais ne peut pas non plus être suivi, pour les mêmes raisons. Les Pineraies tourbeuses à Pin à crochets et Pin des marais

étaient, elles, rattachées au *Vaccinio uliginosi-Pinetum rotundatae* Oberd. 1934. Malgré les doutes sur l'indigénat du Pin à crochet et du Pin des marais, ce rattachement nous semble possible du fait du caractère très alticole de ce groupement en Auvergne (présence d'*Empetrum nigrum*). La référence à retenir semble devoir être *Pinetum rotundatae* H.Kästner et Flössner 1933 corr. *Mucina* in Steiner 1993, BOEUF (2014) considérant le *Vaccinio uliginosi-Pinetum rotundatae* comme un synonyme superflu. Pour finir, RAMEAU (1996), RAMEAU *et al.* (2000 ; 2001) et GÉGOUT *et al.* (2008) font référence pour les Boulaias montagnardes minérotrophiles au *Vaccinio uliginosi-Betuletum albae* Libbert 1933, ce qui renvoie de nouveau à un syntaxon boréocontinental du *Ledo palustre-Pinion sylvestris*, qui ne peut donc pas être retenu.

Nos résultats et réflexions ont été mis en commun et confrontés à ceux obtenus lors de travaux récents sur les tourbières boisées, par Gilles Thébaud dans le cadre de la déclinaison du Prodrome des végétations de France (THÉBAUD et BERNARD à paraître) et d'une étude menée sur les tourbières boisées du Massif central oriental (THÉBAUD et SKRZYPZAK, soumis), et par Richard Boeuf suite à ses travaux sur les types forestiers d'Alsace (BOEUF 2014). La comparaison des résultats de ces trois études complémentaires a été l'occasion d'échanges qui ont débouché sur la proposition conjointe de plusieurs syntaxons nouveaux pour les tourbières boisées du Massif central, des Vosges mais aussi du reste de la France. Ces trois études apportent donc une contribution à l'édification d'un synsystème cohérent qui replace les tourbières du Massif central dans le contexte européen, et leur résultats seront intégrés prochainement dans la déclinaison du Prodrome des végétations de France pour l'ordre des *Sphagno-Betuletalia pubescens* W.Lohmeyer et Tüxen in Scamoni et H.Passarge 1959 (THÉBAUD et BERNARD à paraître). Il est donc possible d'individualiser clairement les syntaxons présents en Auvergne et leur rattachement au synsystème phytosociologique, leur déterminisme écologique et leur composition floristique, et de même de fournir des éléments relatifs à la structuration des forêts sur tourbe et aux séries de végétations dans ces milieux (lien dynamique entre les différents syntaxons). Deux associations nouvelles sont proposées *hoc loco*. Plusieurs syntaxons proposés dans BOEUF (2014), THÉBAUD *et al.* (2014) sont repris ici. Pour la structuration au rang supra-association (de la sous-alliance jusqu'à la classe), nous suivons ces auteurs. Elle s'éloigne de la première version du Prodrome des végétations de France (BARDAT *et al.* 2004) mais sera très certainement suivie pour la déclinaison du prodrome pour les classes concernées (THÉBAUD et BERNARD à paraître), et se fonde sur une analyse poussée de ces végétations en Europe.

# Proposition de sysystème des forêts tourbeuses du Massif central

## Pineraies, pineraies-boulaies et boulaies hémihéliophiles à hémisciaphiles, souvent pionnières

Classe des *Vaccinio uliginosi-Pinetea sylvestris* H.Passarge 1968,

Ordre des *Sphagno-Betuletalia pubescentis* W.Lohmeyer et Tüxen in Scamoni et H.Passarge 1959

Alliance de l'*Eriophoro vaginati-Piceion abietis* H.Passarge 1968

Végétations ombratrophiles dominées généralement par les pins, accompagnés du Bouleau pubescent.

2 Associations :

► ***Pinetum rotundatae*** M.Kästner, Flössner. 1933 corr. Mucina in Steiner 1993

« Tourbière boisée ombratrophile de Pin à crochets ou Pin sylvestre à Linaigrette vaginée et Airelle des marais » [col. 1]

- Cahiers d'habitats : 91D0-3\* Tourbières boisées à Pin à crochets.
- Synécologie : pineraie de Pin à crochets ou des marais, plus rarement de Pin sylvestre, des tourbières bombées du montagnard supérieur ou du subalpin, plus rarement du montagnard moyen, sous influence subatlantique. En limite de répartition en Auvergne (plus fréquent dans le Jura et les Alpes). L'origine du Pin à crochets (*Pinus uncinata*) et du Pin des marais (*P. × uliginosa*) en Auvergne demeure incertaine (indigène ou naturalisé depuis au moins au début du XIX<sup>e</sup> siècle).
- Combinaison caractéristique dans le Massif central : *Pinus sylvestris*, *p. mugo* subsp. *uncinata*, *P. × uliginosa*, *Vaccinium uliginosum*, *V. groupe oxyccocos*, *Eriophorum vaginatum*, *Andromeda polifolia*, *Empetrum nigrum*, *Polytrichum strictum*, *Sphagnum capillifolium*, *S. magellanicum*, *S. rubellum*, *S. russowii*... (Contrairement aux tableaux de l'auteur, *Betula nana* n'a pas été observée dans ce groupement dans le Massif central).
- Syndynamique : colonise de manière éparses les buttes du *Sphagnum magellanicum* M. Kästner et Flössner 1933 nom. mut. (*Vaccinio microcarpi-Sphagnetum fuscum* Thébaud et Péteil 2008 ?), de manière plus importante que le *Sphagno magellanici-Betuletum albae* qui reste souvent une formation beaucoup plus lacunaire, probablement du fait d'une adaptation plus grande des pins à crochets ou des marais à ces milieux. Les dépressions du *Rhynchosporion albae* W.Koch 1926 ne sont pas colonisées par les arbres. Climax sur ce type de tourbière, en mosaïque avec des végétations non arborées. Des dégradations anthropiques peuvent favoriser -au moins temporairement la dynamique ligneuse.
- Synchorologie : Groupement extrêmement rare dans le Massif central où seuls 2 sites sont connus : La Barthe (au pied du massif du Sancy) et dans l'écocomplexe de Chalmazel, dans le Haut-Forez (la Pigne et la Litte/Bois des Boules). Races du Jura, des Vosges, des Alpes, des Pyrénées (variabilité à préciser).
- Variabilité : sur la tourbière de la Litte, on observe le même groupement que sur la Pigne, mais avec le Pin Sylvestre au lieu du Pin à crochets. La flore est très proche. À la Barthe c'est le Pin des marais qui est observé.

► ***Sphagno magellanici-Betuletum albae*** (Noirlalise 1971) Boeuf, Renaux et Thébaud *in Boeuf 2014*

« Tourbière boisée ombrotrophe de Pin sylvestre et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée » [col. 2]

- Cahiers d'habitats : 91D0-1.2\* Boulaies pubescentes tourbeuses de montagne (variante 3).

• Synécologie : Pineraie-boulaie occupant diverses situations ombrotropes marquées : tourbières bombées et tourbières ombrotropes de pente. Également bombements importants au sein de tourbières plates, et bord des tourbières bombées (hors lagg). Montagnard inférieur à moyen, sous influence subatlantique.

• Combinaison caractéristique dans le Massif central : *Betula pubescens*, *Pinus sylvestris*, (*Pinus uncinata* plus rarement), *Eriophorum vaginatum*, *Vaccinium uliginosum* et *V. gr. oxyccoccos* dispersées. *Polytrichum strictum*, *Sphagnum capillifolium*, *S. magellanicum*...

Autres espèces, fréquentes et/ou recouvrantes : *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus*, *Molinia caerulea*, *Polytrichum commune*, *Aulacomnium palustre*, *Sphagnum flexuosum*, *S. palustre*...

• Syndynamique : colonise de manière diffuse les buttes du ***Sphagnion magellanici*** (notamment les communautés peu actives), mais parfois la tourbière ne se boise pas du tout (forte mortalité des arbres). Les dépressions du ***Rhynchosporion albae*** ne sont jamais colonisées. Des perturbations anthropiques peuvent favoriser la dynamique ligneuse, au moins temporairement (retour à la normal par des mécanismes de rétroaction impliquant les Sphaignes).

• Synchrorologie : Groupement assez rare dans le Massif central, où il couvre la plupart du temps de petites surfaces : Forez, Bois Noirs, monts de la Madeleine, monts Dore, Cézallier, monts du Cantal, Aubrac, Margeride. Présent également dans les Ardennes (où il s'agit de la sous-association *typicum*) et les Vosges, probablement aussi le Jura et les Alpes.

• Variabilité :

- variante plus mésophile avec *Deschampsia flexuosa*, *Galium saxatile*, *Potentilla erecta*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Leucobryum glaucum*, *Dicranum scoparium*, *Polytrichum formosum*, *Rhytidadelphus squarrosus* ;

- variante plus humide à *Juncus squarrosum*, *Nardus stricta*, *Carex echinata*.

- variante dégradée à *Rubus idaeus*, *R. section Rubus*, *Angelica sylvestris*, *Epilobium angustifolium*...

• Remarque : Vicariant de l'*Eriophoro vaginati-Betuletum albae* (Hueck 1925) H. Passarge et Hofmann 1968, association boréocontinentale à *Ledum palustre* et *Trientalis europaea*, rattachée au *Ledo-Pinion* Tüxen 1955. Le groupement présent dans le Massif central se rapproche de formations décrites en Allemagne de l'Ouest et dans les Vosges. Dans les Ardennes, on observe la sous-association *typicum*, sans Pin sylvestre (absent de la région) mais avec *Empetrum nigrum* et *Trientalis europaea*. Dans le Massif central, il s'agit d'une autre sous-association. Le *Sphagno capillifolii-Pinetum sylvestris* Issler ex Muller, Thébaud, Boeuf & Renaux *in Boeuf 2014* cité par THÉBAUD et al. 2014 n'est selon nous pas présent en Auvergne, les pineraies sylvestres et boulaies de haut marais observées correspondent au *Sphagno magellanici-Betuletum albae* (Noirlalise 1971) Boeuf, Renaux et Thébaud *in Boeuf 2014*. Le *Sphagno capillifolii-Pinetum sylvestris* est une association présente sur sable, en rebord de tourbière, et non sur tourbière haute.

Photo 2 ►

Végétations ombrotrophiles dominées généralement par les pins, accompagnées du Bouleau pubescent

Alliance de l'*Eriophoro vaginati-Piceion abietis*  
H. Passarge 1968

Photo : *Pinetum rotundatae*  
Tourbière de la Pigne  
dans le Haut-Forez (Loire)

© Cliché : B. RENAU



## Boulaies et pineraies-boulaies minérotrophiles à ombrominérotrophiles

Alliance du ***Betulion pubescens*** (Tüxen 1937, 1955) Scamoni et H. Passarge 1959

### Tourbières boisées montagnardes subatlantiques

3 associations :

► ***Sphagno palustre-Betuletum albae*** Mériaux, Schumacker, Tombal et de Zuttere 1980 ex Boeuf 2014

« Tourbière boisée de Pin sylvestre et de Bouleau pubescent à Molinie bleue » [col. 3 et 4]

[syn. ***Sphagno palustre-Betuletum albae typicum*** Mériaux et al. 1980 ; Groupement à *Molinia caerulea* et *Betula pubescens* RENAUD 2012]

- Cahiers d'habitats : 91D0-1.2\* Boulaies pubescentes tourbeuses de montagne.
- Synécologie : zones d'ombrotrophisation des tourbières plates (minérogènes), tourbières dégradées et/ou peu actives...
- Combinaison caractéristique dans le Massif central : *Pinus sylvestris*, *Betula pubescens*, *Molinia caerulea*, *Sphagnum capillifolium* (et différents *Sphagnum* ombrotrophiles : *S. magellanicum*, *S. rubellum*...), *Polytrichum strictum*.

Autres espèces, fréquentes et/ou recouvrantes : *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus*, *Deschampsia flexuosa*, *Galium saxatile*, *Melampyrum pratense*, *Anthoxanthum odoratum*, *Nardus stricta*, *Potentilla erecta*, *Juncus squarrosus*, *Carex nigra*, *C. echinata*, *Polytrichum commune*, *Aulacomnium palustre*, *Sphagnum palustre*, *S. flexuosum*... Floristiquement, il se définit par un appauvrissement des espèces du *Sphagno magellanicci-Betuletum albae*.

- Syndynamique : à préciser : colonisation de moliniaies ou de landes tourbeuse peu actives du *Sphagnenion magellanicci*. Évolue vers une sapinière du ***Betulo pubescens-Abietetum albae*** dans sa variante mésophile.
- Synchorologie : Groupement assez répandu dans les secteurs de tourbières mais couvrant généralement de petites surfaces, sauf pour la variante paratourbeuse (connue que sur 2 sites) : Aubrac, Livradois, l'Artense, le Cézallier, monts Dore, Forez, (probablement Bois Noirs et monts de la Madeleine), Pilat, plateau ardéchois. Présent également dans le Morvan (syn. *Lycopodio annotini-Betuletum albae* Robbe 1993). Vicariant subatlantique de l'*Holco mollis-Betuletum albae* (Tüxen 1937) Oberd. 1957, plus continental.

- Variante paratourbeuse (entre 10 et 30 cm de tourbe fibreuse) à *Pinus sylvestris*, *Vaccinium vitis-idaea* et *Sphagnum capillifolium* en tapis et non en buttes (Pineraie paratourbeuse de Pin sylvestre à Airelle rouge in RENAUD 2012).

► ***Potentillo erectae-Betuletum albae*** Thébaud, Roux, Bernard et Delcoigne 2014.

« Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et Pin sylvestre à Laîche à utricules rostrés et Junc acutiflore » [col. 8, 9 et 10]

[= groupement à *Carex rostrata* et *Betula pubescens* Renaux 2012]

- Cahiers d'habitats : 91D0-1.2\* Boulaies pubescentes tourbeuses de montagne (variantes 1 et 2).
- Synécologie : boulaie ou boulaie-pineraie des bas-marais (tourbières minérotrophes), dans différents contextes : topogène (vallon, cirque glaciaire, dépression...), soligène (suintements sur pente) ou d'origine limnogène ancienne (très atterrie). Occupe également la dépression périphérique des tourbières bombées (lagg).

- Combinaison caractéristique dans le Massif central : *Betula alba*, *Pinus sylvestris*, *Carex rostrata*, *Molinia caerulea*, *Juncus acutiflorus*, *Agrostis canina*, *Valeriana dioica*, *Succisa pratensis*, *Dactylorhiza maculata*, *Epipactis pyrenaica*, *Eriophorum polystachion*, *Sphagnum flexuosum*, *S. palustre*, plus rarement *Sphagnum girgensohni*, *S. inundatum*, *S. teres*...

Autres espèces, fréquentes et/ou recouvrantes : *Juncus effusus*, *Lotus pedunculatus*, *Cirsium palustre*, *Galium uliginosum*, *Equisetum sylvaticum*, *Dryopteris carthusiana*, *Polytrichum commune*.

- Syndynamique : dérive d'un **Juncion acutiflori** Braun.-Blanq. in Braun.-Blanq. et Tüxen 1952 ou d'un **Caricion fuscae** W.Koch 1926. Évolue vers une sapinière du **Betulo pubescens-Abietetum albae** (variante hygrophile) par maturation dendrologique. Évolution possible du bas-marais vers un haut-marais, avec régression des arbres (lente).

- Synchorologie : assez répandu mais couvre généralement de petites surfaces : Aubrac, Livradois, Artense, Cézallier, monts Dore, Forez, probablement Bois Noirs et monts de la Madeleine, Pilat, plateau ardéchois. Le **Scutellario minoris-Betuletum albae** correspond à une association vicariante, atlantique et collinéenne. Le **Carici rostratae-Betuletum albae polytrichetosum** (Steffen1931) H.Passarge et Hofmann ex H.Passarge 1978 est lui un vicariant boréocontinental.

► **Menyantho trifoliatae-Betuletum albae** ass. nov. *hoc loco.*

[= groupement à *Menyanthes trifoliata* et *Betula pubescens* Renaux 2012 ; *Potentillo erectae-Betuletum albae menyanthetosum trifoliatae* Thébaud, Roux, Bernard et Delcoigne 2014]

« Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau » [col. 5, 6 et 7 ; rel. 1]

- Holotypus nominis : rel. 1 tab. 1. Étang de Roussillon, Riom-ès-Montagnes (Cantal).

- Cahiers d'habitats : 91D0-1.2\* Boulaies pubescentes tourbeuses de montagne (variante non décrite).

- Synécologie : boussole ou boussole-pinerai des tourbières des transitions (tremblants, radeaux), généralement d'origine limnogène, plus ou moins atterries.

- Combinaison caractéristique dans le Massif central : *Betula alba*, *Pinus sylvestris*, *Menyanthes trifoliata*, *Potentilla palustris*, *Equisetum fluviatile*, *Carex rostrata*, *C. Lasiocarpa*, *Salix repens*, *S. laponicum*, *Ligularia sibirica*, *Drosera rotundifolia*, *Eriophorum angustifolium*...

*Sphagnum flexuosum*, *S. palustre*. Plus rarement *Sphagnum centrale*, *S. fallax* ou *S. teres*.

Autres espèces, fréquentes et/ou recouvrantes : *Calamagrostis canescens*, *Molinia caerulea*...

- Syndynamique : dérive d'un **Caricion lasiocarpae** Vanden Berghe in Lebrun, Noirfälise, Heinemann et Vanden Berghe 1949 mais l'évolution vers une sapinière est bloquée sauf atterrissage prononcé du substrat tourbeux. Dans ce cas, peut évoluer vers des formations de type bas-marais, **Potentillo erectae-Betuletum albae** puis sapinière du **Betulo pubescens-Abietetum albae**. L'ombrotrophisation (observée au Marais de Limagne) pourrait conduire au **Sphagno magellanici-Betuletum albae** ou à un climax non boisé, sans passage par un bas-marais boisé.

- Synchorologie : Cézallier, monts Dore et du Cantal, l'Artense, le Forez. Assez rare en Auvergne, encore plus rare dans le reste du Massif central : plateau de Millevaches, Pilat (les Chau-masses)... À rechercher dans les Vosges et le Jura. En Europe centrale, on observe un géovariant boréocontinental, avec *Lysimachia thyrsiflora* et *Ledum palustre* : le **Carici rostratae-Betuletum albae** (Steffen1931) H. Passarge et Hofmann ex H. Passarge 1978 *typicum*.

Photo 3 ►

Boulaies et pineraies-boulaies minérotrophiles à ombrominérotrophiles

Alliance du **Betulion pubescens** (Tüxen 1937, 1955) Scamoni et H.Passarge 1959

Photo : *Potentillo erectae-Betuletum albae* Thébaud, Roux, Bernard et Delcoigne 2014 à la tourbière de Virennès (Livradois, 63)

© Cliché : B. RENAU



## Tourbières boisées atlantiques, collinéennes à submontagnardes

Classe des ***Alnetea glutinosae*** Braun-Blanq. et Tüxen ex V.Westh., J.Dijk et Passchier 1946

Ordre des ***Alnetalia glutinosae*** Tüxen 1937

Alliance du ***Sphagno-Alnion glutinosae*** (Doing-Kraft in F.M.Maas 1959) H.Passarge et Hofmann 1968

1 association :

► ***Scutellario minoris-Betuletum albae*** Renaux, Chabrol et Reimringer ass. nov. hoc. loco.

[= Aulnaie-boulaie pubescente à Sphaignes in CHABROL et al. 2011 ; *Sphagno palustre-Betuletum albae* Mériaux, Schumacker, Tombal et de Zutte 1980 ex Boeuf 2014 *scutellarietosum minoris* Thébaud, Roux, Bernard et Delcogne 2014]

« Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent à Laîche lisse » [col. 14, rel. 2]

- *Holotypus nominis* : rel. 2 tab. 1. Forêt de Mirmande, Saint-Rémy (Corrèze).
- Cahiers d'habitats : 91D0-1.1\* Boulaies pubescentes tourbeuses de plaine.
- Synécologie : Boulaie à Aulne et Saule, minérotrophile, hygrophile à hydrocline, sur sols paratourbeux à tourbeux, atlantique, planitaire à submontagnarde.
- Combinaison caractéristique dans le Massif central : *Betula alba*, *Alnus glutinosa* (rare) dans la strate arborée. *Agrostis canina*, *A. stolonifera*, *Athyrium filix-femina*, *Blechnum spicant*, *Caltha palustris*, *Carex echinata*, *C. laevigata*, *C. rostrata*, *Cirsium palustre*, *Dryopteris carthusiana*, *D. dilatata*, *Erica tetralix* (rare), *Frangula dodonei*, *Holcus mollis*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Juncus effusus*, *Lonicera periclymenum*, *Molinia caerulea*, *Oxalis acetosella*, *Potentilla erecta*, *Pteridium aquilinum*, *Rubus fruticosus*, *S. acuminata*, *S. aurita*, *S. cinerea*, *Scutellaria minor*, *Sphagnum div. sp* (notamment *S. inundatum*, *S. palustre*, *S. flexuosum*), *Succisa pratensis*, *Viola palustris*, *Wahlenbergia hederacea*
- Synchorologie : Limousin (plateau de Mille-vaches), nord de l'Allier (tourbière du Mathé ; bord de certains étangs), bassin d'Aurillac ; à rechercher ailleurs. Présent également en Normandie (Perche) et basse Bretagne.
- Syndynamique : à préciser, plusieurs niveaux topographiques étant apparemment concernées. Peut dériver de végétations des ***Erico tetralicis-Sphagnetalia papillosi*** Schwick. 1940 [notamment ***Ericetum tetralicis*** (P.Allorge 1922) Jonas 1932], mais aussi du ***Juncion acutiflori***, avec probablement des variantes à décrire. Évolution théoriquement possible vers une chênaie pédonculée du ***Molinio caeruleae-Quercion roboris*** Scamoni et H.Passarge 1959 (non observé dans le Massif central).
- Remarque : Si le rattachement à l'habitat 91D0 ne fait pas de doute, il nous semble qu'il relève davantage de l'alliance du *Sphagno-Alnion glutinosae*.



◀ Photo 4

Sapinières matures sciaphiles sur tourbe, climax des basmarais, tourbières plates ombratrophisées, voire du talus bordant les tourbières bombées.

Classe des ***Vaccinio myrtilli-Piceetea abietis*** Braun-Blanq. in Braun-Blanq., G.Sissingh et Vlieger 1939, Alliance des ***Piceion excelsae*** Pawł. in Pawł., Sokolowski et Wallisch 1928

Photo : *Betulo pubescentis-Abietetum albae* en forêt sectionale de Trémouille (Artense, 15)

© Cliché : B. RENAUD

## Sapinières matures sciaphiles sur tourbe, climax des bas-marais, tourbières plates ombrotrophisées, voire du talus bordant les tourbières bombées.

Outre la présence de Sapins adultes, les sapinières-boulaies à sphaignes sur tourbe se distinguent des tourbières boisées des *Vaccinio uliginosi-Pinetea sylvestris* par l'abondance d'espèces forestières sciaphiles et humicoles.

Classe des *Vaccinio myrtilli-Piceetea abietis* Braun-Blanq. in Braun-Blanq., G.Sissingh et Vlieger 1939

Ordre des *Piceetalia excelsae* Pawł. in Pawł., Sokołowski et Wallisch 1928

Alliance des *Piceion excelsae* Pawł. in Pawł., Sokołowski et Wallisch 1928

Sous-alliance des *Vaccinio vitis-idaeae-Abietenion albae* Oberd. 1962

1 association :

### ► *Betulo pubescentis-Abietetum albae* Lemée ex Thébaud 2008

« Sapinière tourbeuse à Sphaignes et Bouleau pubescent » [col 12 ]

- Cahiers d'habitats : 9410-8 « Sapinières à sphaignes »
- Synécologie : sapinière-boulaie pubescente sur tourbe parfois très épaisse (de 40 cm à 4 m). Climax des systèmes minérotropes à ombro-minérotropes, dans différentes situations de tourbières topogènes (vallons, dépressions...), soligènes (de pente), voire en périphérie des tourbières bombées (lagg et talus du bombe-ment).
- Combinaison caractéristique dans le Massif central :
  - Différentielles : *Abies alba*, *Betula pubescens* ; *Listera cordata*, *Rubus* sous-section. *Glandulosi*, *Blechnum spicant*, *Polytrichum commune*, *Ptilium crista-castrensis*, *Rhytidadelphus loreus*, *Sphagnum palustre*, *S. capillifolium*, *S. flexuosum*, *S. girgensohnii*, *S. quinquefarium*
  - Espèces fréquentes : *Melampyrum pratense*, *Dryopteris carthusiana*, *D. dilatata*, *Vaccinium myrtillus*, *Luzula sylvatica*, *Dicranum scoparium*, *Polytrichum formosum*, *Thuidium tamariscinum*, *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*...
- Synchronologie : Décrit dans le Forez, les Bois Noirs et les monts de la Madeleine où cette association est assez abondante. Présent également dans le Cantal, l'Artense (forêt de Trémouille...) et les gorges de la Rhue (forêt d'Algérie). À rechercher dans le Pilat, sur le plateau ardéchois et le plateau de Millevaches. Présent également dans les Vosges.
- Variabilité : var. mésohygrophile. var mésophile (ombrotrophisation de tourbière plate, talus bordant les tourbières bombées).

Il convient d'éviter la confusion avec deux groupements non tourbeux mais pouvant abriter des Sphaignes :

- les Saulaies et aulnaies marécageuses à Sphaignes des *Alnetalia glutinosae* Tüxen 1937, dominées par les Saules (*Salix* sp. *cinerea* et *S. aurita*) et/ou l'Aulne glutineux (*Alnus glutinosa*). Les espèces communes avec les *Agrostietea stoloniferae* Th.Müll. et Görs 1969 sont nombreuses (*Agrostis stolonifera*, *Cardamine pratensis*, *Cirsium palustre*, *Eupatorium cannabinum*, *Filipendula ulmaria*, *Juncus effusus*, *Lotus corniculatus*, *Lycopus europaeus*, *Lysimachia vulgaris*, *Ranunculus repens*, *Solanum dulcamara* ...), les oligotrophes limitées aux plus ubiquistes (*Carex laevigata*, *Molinia caerulea*...). Certaines saulaies évolueraient vers des tourbières boisées à Bouleau, mais la turfogénèse ne semble pas active sous un couvert dense de Saules (raréfaction des Sphaignes).
- les sapinières hygrophiles du *Blechno spicantis-Abietetum albae* Billy ex Thébaud et al 2014, bordant les petits ruisseaux montagnards, dont la flore est dominée par les espèces des mégaphorbiaies des *Filipendulo ulmariae-Convolvuletea sepium* Géhu et Géhu-Franck 1987, ou les sapinières hyperacidiphiles mésophiles du *Lycopodio annotini-Abietetum albae* Thébaud 2008.

## Discussions

### Place de l'arbre dans la dynamique des milieux tourbeux

Plusieurs modèles d'évolution de la végétation des tourbières et de l'édifice tourbeux sont proposés en Europe. Ils ont été bâtis hors d'Auvergne et sont donc à utiliser prudemment. Le modèle de régénération cyclique des buttes et dépressions (VON POST et SERNANDER 1910, OSVALD 1923, MOORE et BELLAMY 1974) postule que des stades boisés alternent naturellement avec des stades non boisés, plus pionniers. OHLSON *et al.* (2001) considèrent quant à eux que le climax du haut-marais est asylvatique, l'installation des arbres traduisant alors une perturbation anthropique ou climatique, puisque le milieu est naturellement hostile aux arbres. Outre la production de substances toxiques du fait de l'engorgement, l'accumulation des Sphagnes entraîne une forte mortalité chez les arbres. Celle-ci est due à l'enfoncissement progressif du système racinaire par croissance continue des sphagnes et enfoncement des arbres adultes sous leur propre poids. Dans le modèle de paludification développé en Amérique du nord (KLINGER 1990 ; KLINGER *et al.* 1990), les Sphagnes ont également un rôle fondamental, les arbres déperissant progressivement du fait de la présence des sphagnes et de phénomènes d'engorgement locaux. La tourbière évolue alors vers un climax peu boisé. Ce mécanisme de paludification n'est pas documenté en Europe occidentale (GOUDET *et al.* 2004). Le troisième modèle est plus linéaire, et implique un climax boisé stable et turfogène. Il est repris dans le Massif central par LEMÉE et THÉBAUD (THÉBAUD et LEMÉE 1995 ; THÉBAUD 2008) qui considèrent que le climax de nombreuses tourbières du Massif central est une sapinière-boulaie du *Betulo pubescens-Abietetum albae*, à l'exception du centre de certaines tourbières bombées. S'ils semblent de prime abord s'opposer et s'exclure, ces trois modèles sont en réalité complémentaires, et s'appliquent chacun à des types de tourbières différents sur le plan de l'alimentation en eau et du type de tourbe.

Le modèle d'OHLSON *et al.* (2001) est repris sur les haut-marais du Massif central par GOUDET *et al.* (2004) sur la base de nombreux profils de tourbe. Malgré les nombreux sondages en haut-marais, il n'a en effet pas été possible à ce jour de trouver dans les tourbières ombrotropes du Massif central des niveaux à bois qui correspondent à d'anciens haut-marais densément boisés. Les résultats de HÖLZER *et al.* (2005) dans le nord-ouest de l'Allemagne semblent aller dans le même sens. Si CUBIZOLLE *et al.* (2010) indiquent qu'il est possible que des boisements lacunaires anciens n'aient pas laissé de traces dans la tourbe (périodes moins turfogènes avec décomposition du bois en surface), des peuplements denses auraient très probablement laissé des traces (bois, fruits, aiguilles ou feuilles...). De tels macrorestes sont en revanche très fréquents, non

seulement à la base de l'édifice tourbeux (ancienne forêt marécageuse) mais aussi dans des tourbes à laîches et sphagnes, dans le Massif central (LEMÉE 1995 ; GOUDET 2010a et b), les Préalpes du Nord (notamment GOUDET 2010c) ou le Nord-ouest de l'Allemagne (BEHRE *et al.* 2005 : HÖLZER *et al.* 1994 et 1998) : la plupart des bas-marais étaient donc anciennement boisés, et nombre de tourbières sont nées et ont crû sous couvert des arbres. Certains sont demeurés boisés, mais nombre d'entre eux ont été défrichés (THÉBAUD et LEMÉE 1995). Parfois, les arbres ont pu y régresser du fait de l'ombrotrophisation progressive du milieu. En condition minérotrophe, c'est davantage l'engorgement et l'instabilité du substrat que la turfogénèse qui peuvent réellement éliminer les arbres. Des restes de boulaires tourbeuse à *Phragmites australis*, probablement très hygrophiles, ont été mises en évidence notamment à la Godivelle (GOUDET 2010 b et c), mais il semble que les marais de transition ou tremblants les plus hygrophiles et instables ne se boisent que très lentement, voire pas du tout. Leur arrivée s'exerce surtout à la faveur d'un atterrissage du plan d'eau (transition vers un bas-marais), sachant que l'ombrotrophisation progressive peut aussi contrarier l'arrivée des arbres.

Les climax des haut-marais, bas-marais et marais de transition sont donc complètement différents. Même en haut-marais, le caractère asylvatique semble devoir être modéré. Tout d'abord, le qualificatif de « haut-marais » utilisé dans les typologies d'habitats Natura 2000 (code 7110, «tourbière haute active») renvoie en réalité à des milieux très différents. Il peut s'agir de zones de turfogénèse ombrotrophe active au sein de tourbières bombées (complexe de croissance du haut-marais), avec plusieurs mètres d'épaisseur de tourbe fibrique dans lesquelles les mécanismes d'exclusion des arbres sont très efficaces. Le même type d'habitat (7110) peut aussi correspondre à des zones de turfogénèse moins actives, voire à des tourbières plates dans lesquelles le processus d'ombrotrophisation est peu actif ou précoce (fonctionnement ombrominérotrophe). L'épaisseur de tourbe y est bien moins importante, et, parfois, n'excède pas quelques décimètres. Pour des raisons qui peuvent être tout à fait naturelles, l'accumulation de tourbe n'est pas très intense, et les mécanismes d'exclusion des arbres sont peu contraignants. Le fonctionnement de l'édifice tourbeux est donc variable, avec des conséquences sur les arbres très différentes. Les caractéristiques du milieu au sein d'une tourbière et l'intensité des mécanismes d'exclusion des arbres qui en découlent sont donc à considérer comme des gradients, avec pour conséquence un climax qui varie de partiellement ou éparsement boisé à complètement asylvatique. Au sein d'une tourbière, ce sont plutôt les commu-

nautés les moins turfigènes qui se boiseraient (*Eriophoro vaginati-Vaccinietum uliginosi* B.Foucault 1999, *Dicrano bergeri-Callunetum vulgaris* Thébaud et Pétel 2008, *Eriophoro vaginati- Trichophoretum cespitosi* Osvald 1923) tandis que les plus turfigènes (*Sphagno tenelli-Trichophoretum cespitosi* Osvald 1925, *Sphagnetum magellanicum* M.Kästner et Flössner 1933 et *Vaccinio microcarpi-Sphagnetum fuscum* Thébaud et Pétel 2008) pourraient rester asylvatiques. Certains types de tourbières sont également plus hostiles aux arbres que d'autres. Ainsi, l'observation des tourbières hautes à buttes de sphaignes et dépressions (« schlenken ») indique qu'elles se boisent très peu voire pas du tout. D'une manière générale, même lorsque les arbres s'installent, un haut-marais fonctionnel a la capacité de limiter la colonisation ligneuse (forte mortalité des arbres), et les peuplements restent souvent clairs. Ces nuances apportées au modèle « asylvatique », avec une turfigénèse plus ou moins intense et des contraintes plus ou moins fortes pour les arbres, expliqueraient l'observation à la fois de haut-marais naturellement dépourvus d'arbres, mais aussi de haut-marais qui se boisent éparsement en dehors de toute perturbation anthropique manifeste (CUBIZOLLE et al. 2010). On peut d'ailleurs observer des exemples de haut-marais boisés ailleurs en Europe (LAASIMER et MASING 1995, RYDIN et JEGLUM 2006), et BIRKS 1975 considère même qu'il s'agit d'un des habitats primaires du Pin sylvestre en Europe.

Le haut-marais est également un milieu de préférence pour le Pin à crochets et surtout le Pin des marais, qui parviennent bien mieux que le Pin sylvestre ou le Bouleau à coloniser le cœur de certaines tourbières bombées. Le climax d'un haut-marais est donc différent en fonction de la présence ou non de ces « pins de montagne », dont l'indigénat dans le Massif central n'est pas encore définitivement tranchée (ANTONETTI et al. 2006). En éliminant les cas d'introduction récente, ils pourraient être indigènes sur au moins deux sites. À la Barthe (au pied du massif du Sancy), le Gay signale en 1861 (in LUQUET 1926) un peuplement de Pin des marais de 1,5 m à 2 m de haut. À la Pigne (Haut-Forez), on observe une mosaïque de bosquets et de zones ouvertes qui n'a pas varié en 50 ans selon les photographies aériennes, et était déjà cartographié avec les mêmes limites sur la carte de l'état major au 1/40.000, réalisée entre 1825 et 1866. Ces deux peuplements remontent donc au moins au début du XIX<sup>e</sup>, soit bien avant l'utilisation de ces pins par le RTM<sup>1</sup>. La question ne pourra être tranchée que par des études historiques, dendrologiques, biochimiques et de macrorestes, telles que celles qui ont conduit à invalider l'hypothèse d'une introduction dans le Jura, les Pyrénées et les Vosges (REILLE 1991 b)<sup>2</sup>.

Les deux grands modèles de fonctionnement des tourbières (climax non ou peu boisé en haut-marais, boisé en bas-marais) ont, en plus d'être complémentaires, le point commun de remettre en cause la théorie d'une évolution spontanée assez rapide

de la tourbière vers un climax boisé non turfigène et mésophile, après abandon des pratiques pastorales. Cette théorie assez systématiquement avancée est en réalité loin d'être la règle, notamment en montagne, et est rarement documentée. Des tourbières « fossiles » couvertes par des sapinières mésophiles non turfigènes sont parfois observées, mais de très nombreux exemples de stades boisés encore parfaitement turfigènes sont documentés. THÉBAUD et al. (2003) mentionnent notamment des sapinières climatiques couvrant parfois 2 m d'épaisseur de tourbe, et encore turfigènes. Les nombreuses observations de peuplements passés (macrorestes) et actuels indiquent ainsi que le climax des tourbières plates, minérotropes à ombrominérotropes, serait une sapinière turfigène assez stable. Si ce phénomène n'a pas encore été mis en évidence dans la dition, l'alternance naturelle de cycles boisés et non boisés a été montrée par plusieurs auteurs (AABY 1976 ; BARBER 1981). Les stades non boisés seraient plus humides et pionniers. On observe d'ailleurs que les stades les plus hygrophiles et instables (tremblants à *Menyanthes trifolia*) ne sont colonisés que progressivement, avec l'atterrissement du tremblant, et ne peuvent évoluer vers la sapinière tant que le substrat n'est pas stabilisé par l'atterrissement progressif (transition vers un bas-marais). Il est également possible que de tels radeaux s'enfoncent progressivement sous le poids des arbres, entraînant la mort de ceux-ci et le retour d'une végétation plus pionnière. Dans ce cas, deux phénomènes conjoints entraîneraient la fin de ces cycles : l'ombrotrophisation, faisant évoluer un marais de transition vers le haut-marais (observé au marais de Limagne notamment), et l'atterrissement entraînant le passage vers un bas-marais. Les trajectoires sont ensuite celles décrites pour ces deux grands types de tourbières, avec un milieu d'autant plus défavorable aux arbres que l'ombrotrophisation est marquée.

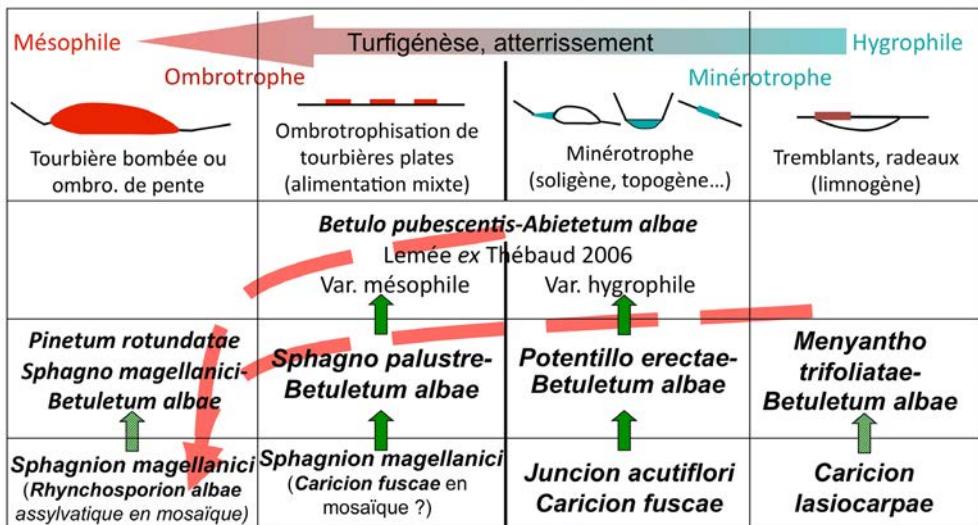
La théorie selon laquelle la tourbière évoluerait inéluctablement vers une forêt mésophile non turfigène semble davantage plausible pour des systèmes peu actifs de plaine, colonisés moins par le Bouleau puissant que par les Saules (*Salix* div. sp.), l'Aulne glutineux (*Alnus glutinosa*) voire le Chêne pédonculé (*Quercus robur*). Mais, même en plaine, des boulaires-aulnaires à Spahigne sont fréquemment décrites (LEMÉE 1937 ; PÉRÉRA S. 1997 ; MÉRIAUX et al. 1980). Ce schéma linéaire, qui a orienté fortement la gestion des milieux tourbeux, présente en outre le gros problème d'assimiler l'accumulation progressive de tourbe à l'atterrissement d'une zone humide classique, comme on peut l'observer notamment dans une pièce d'eau. Dans le cas d'une zone humide non turfigène, l'accumulation de sédiments et de vase entraîne certes l'évolution vers des végétations mésophiles plus favorables à l'installation des arbres, mais dans le cas des tourbières il s'agit d'un mécanisme aux effets différents : le niveau topographique augmente bien avec l'accumulation de tourbe, et on assiste bien à la création de buttes ombrotropes moins humides, colonisées au moins dans un premier temps par les arbres. Mais les mé-

1. Le peuplement le plus naturel (taille des arbres, stabilité dans le temps...) semble être celui de la Pigne, mais il est constitué de Pin à crochet, alors que c'est le Pin des marais qui est généralement indigène dans les tourbières (RAMEAU et al. 1993)

2. Dans le Jura, l'espèce était en effet déjà présente, mais s'est considérablement développée suite à l'exploitation de la tourbière

canismes d'ombrotrophisation observés à de multiples reprises dans le Massif central (GOUBET et al. 2004) indiquent que le haut-marais n'est pas pour autant plus favorable aux arbres que le bas-marais initial, bien au contraire. Les auteurs décrivent ainsi par quels mécanismes cette accumulation de tourbe finit souvent par leur être fatal. Malgré l'élévation du niveau topographique, un haut-marais demeure d'ailleurs assez humide, comme le décrit INGRAM (1982). Certaines abritent même des dépressions (schlenken) en leur sein, dépressions qui ne sont pas colonisées par les arbres. C'est le cas de certaines

tourbières bombées, qui sont moins colonisées par les arbres que leur périphérie (lagg), pourtant plus humide. Outre l'assimilation de l'ombrotrophisation à un simple atterrissage, la présence des arbres est vue souvent comme la cause de l'assèchement d'une tourbière, alors qu'il peut ne s'agir que d'une conséquence, sans effet aggravant voire avec effet positif sur le bilan hydrique. D'un point de vue pratique, il en ressort que la conservation d'une tourbière turfugène ne passe pas nécessairement par une coupe des arbres et le contrôle de la végétation (pâturage, coupe...), bien au contraire.



◀ Figure 2

Dynamique de la végétation dans les tourbières de montagne du Massif central

## Effet des perturbations anthropiques sur la dynamique

La dynamique de la végétation sur une tourbière est, comme nous l'avons vu, complexe, et dépend du type de tourbière et du contexte. Il n'est pas possible de tirer un modèle unique valable pour l'ensemble des tourbières. En outre, chaque cas est unique, et il existe de nombreux intermédiaires possibles. La synthèse des observations réalisées dans le Massif central et ailleurs permettent néanmoins de proposer différentes trajectoires dynamiques (figure 2) pour les tourbières de montagne du Massif central ; ces trajectoires restent à préciser pour les tourbières collinéennes. Si certaines interventions anthropiques comme les créations de retenues d'eau (CUBIZOLLE et al. 2004) ont pu favoriser la création de tourbières, des atteintes anthropiques à la fonctionnalité du milieu peuvent perturber ces trajectoires dynamiques,

favorisant souvent le développement des arbres. Or, de nombreux systèmes tourbeux étudiés dans le Massif central sont impactés à des degrés divers par les activités humaines (CUBIZOLLE et SACCA 2004). Une augmentation des conditions trophiques (pollution) ou un abaissement de la nappe (drainage) ont, par exemple, pour effet d'accélérer la dynamique ligneuse (CHOLET 2010). CUBIZOLLE et al. (2010) se sont penchés sur l'origine de la dynamique ligneuse sur plusieurs sites du Massif central. Là encore, les cas diffèrent selon les sites. L'origine anthropique (dégradation) est parfois aisée à établir, pour certains cas flagrants de drainage important, d'exploitation de la tourbe, ou de plantation. Dans certains cas comme sur le marais de Limagne, la dynamique semble hâtée par des facteurs anthro-

piques encore mal identifiés, mais parmi lesquels le changement climatique et l'eutrophisation d'origine agricole sont fortement suspectés. Les effets à long terme du pâturage, visibles sur la structure de la tourbe (création d'un horizon KTH imperméable), sont parfois avancés pour expliquer le développement spontané des arbres sur certains haut-marais, a priori non drainés et autrefois exempts de boisements denses (GOUBET 2004). L'exploitation de la tourbe, avérée sur certains sites, peut favoriser le développement des arbres. Dans certaines tourbières du Jura, l'effet d'exploitations anciennes se répercute plusieurs siècles après (ANDRÉ et ANDRÉ 2008). Dans l'ouest de l'Allemagne, HÖLZER *et al.* (1998) ont montré que le brûlis favorisait également momentanément le développement des arbres, notamment des pins, dans des haut-marais qui étaient demeurés peu ou pas boisés (HÖLZER *et al.* 2003). Les causes de dérèglement sont donc nombreuses, et pas toujours clairement identifiées. Parfois, la dynamique semble plus naturelle, et cohérente avec les modèles mis en évidence par l'étude des végétations passées. On observe par exemple une dy-

namique liée à la déprise agricole sur les tourbières plates, minérotrophes à ombrominérotrophes. Certaines tourbières bombées peu perturbées sont exemptes de toute colonisation arborée malgré l'absence de gestion pastorale (la Morte ou la Sagne bourrue dans le Haut-Forez), où un boisement lacunaire très stable coexiste avec des zones ouvertes (la Pigne, la Litte) ce qui correspond à des nuances du modèle asylvatique (OHLSÖN *et al.* 2001). Même si l'un peut parfois expliquer l'autre, l'étude des causes du développement des arbres (évoquée précédemment) doit être distinguée de l'analyse des effets de la présence des arbres sur une tourbière. On ne peut en effet ni exclure de prime abord des effets positifs sur le fonctionnement de la tourbière d'une colonisation secondaire, anthropique, ni présupposer qu'une dynamique naturelle ne pourrait avoir que des effets positifs. Il faut d'ailleurs rappeler que les accrus secondaires sont également concernés par la directive « Habitats » : des coupes dans ces accrus secondaires sont possibles, mais toute intervention devrait être effectuée à la lueur d'un objectif clair, et après examen de l'effet réel des arbres sur le milieu.

## Effet des arbres sur la tourbière

L'effet de la présence des arbres sur une tourbière (régime hydrique, compétition avec les strates inférieures, turfogénèse...) est mieux connu que l'origine de leur présence. Ces effets peuvent être observés directement, et suivis par des dispositifs impliquant des relevés de végétation, des niveaux piézométriques, ou plus rarement des mesures de température et d'humidité atmosphérique (dispositif mis en œuvre dans les Vosges du Nord). Il est enfin possible de croiser les observations de terrain avec les différents modèles théoriques d'évolution dynamique, afin de mieux les comprendre.

L'évapotranspiration par les arbres et l'interception du feuillage ont un effet négatif connu sur le bilan hydrique. Son intensité est en revanche très variable en fonction du type de tourbière, du climat et de l'essence (CHOLET 2010) : les peuplements clairs de bouleau et de pin rabougris fréquemment observés ont ainsi un impact assez faible. Si seuls ces effets négatifs ont été longtemps avancés, ce couvert arboré a en outre des effets positifs. Il permet en effet le maintien d'une ambiance humide en sous étage, en limitant la dessiccation des sphagnes par l'action du soleil ou le vent, et même en interceptant l'humidité contenue dans les brouillards (PORTERET 2008). Des abaissements de nappe sont parfois constatés dans des secteurs boisés, mais c'est surtout le cas sous des plantations d'Épicéa commun (*Picea abies*). L'effet d'un couvert de pin ou de bouleaux peut au final se révéler négligeable voire positif, comme cela a été observé dans le Massif central (THÉBAUD *et al.* 2012), les Vosges du Nord (DUCHAMP 2008) ou au Canada (MUNRO 1984). Sur le plateau de Montselgue (Ardèche),

le rôle positif des arbres a été mis en évidence a posteriori, après coupe de ceux-ci, et des dessèchements de buttes et gouilles ont été rapportés (GRÉGOIRE *et al.* 2010).

La présence des arbres à nécessairement un effet sur la lumière en sous étage, et entraîne des modifications plus ou moins importantes du cortège herbacé et muscinal. Celui-ci est assez important sur les bas-marais, car le peuplement de bouleaux et de sapins peut être relativement dense. On y observe alors généralement la régression des héliophiles et l'arrivée d'espèces liées à l'ombre et à l'humification. En haut-marais et sur les marais de transition, le couvert arboré demeure au contraire faible (25 % et 50%, rarement jusqu'à 70 % d'après les relevés). Le cortège floristique est par conséquent très proche des groupements non arborés observés dans les mêmes conditions, avec le maintien de certains taxons héliophiles à hémihéliophiles patrimoniaux comme les Canneberges commune et à petit fruit (*Vaccinium* gr. *oxycoccus*), l'Andromède à feuilles de polium (*Andromeda polifolia*), la Laîche filiforme (*Carex lasiocarpa*), les rarissimes Bouleau nain (*Betula nana*) en Margeride et Camarine noire (*Empetrum nigrum* subsp. *nigrum*) dans le Forez, ou encore la Ligulaire de Sibérie (*Ligularia sibirica*). Certains taxons comme *Drosera rotundifolia* ou *Carex limosa* tolèrent mal l'ombre, mais on observe ces deux espèces en abondance sous le couvert diffus des pins au marais de Limagne (SEYTURE et HUGONNOT 2010). La présence d'espèces et de végétations héliophiles est en outre à envisager à l'échelle de la tourbière ; or, la forte mortalité observée parmi les arbres est à

l'origine des peuplements souvent très ouverts et clairiérés, les dépressions du ***Rhynchosporion albae*** W.Koch 1926 demeurant par exemple non boisés. Des chablis peuvent être à l'origine de la formation de gouilles, colonisées par des végétations du ***Caricion lasiocarpae***. Sur la tourbière de la Pigne, les pins à crochets sont localisés sur les buttes, et on observe une mosaïque de bosquets de zones ouvertes, remarquablement stables dans le temps. Le même phénomène a été observé aux Narses, sur le plateau de la Verrerie (Monts de la Madeleine), sur une tourbière pourtant plantée en pins des marais : les buttes sont boisées, mais les arbres ne s'installent pas dans les dépressions (RENAUX 2012). C'est dans ces dépressions que se rencontrent Drosera à feuilles rondes (*Drosera rotundifolia*) et Rhynchospore blanc (*Rhynchospora alba*).

La plupart des espèces de Sphagnes tolèrent assez bien l'ombrage des arbres, et des arbres rabougris produisent en outre peu de feuilles ou d'aiguilles susceptibles de les recouvrir. Seuls les fourrés denses de Saules semblent réellement leur porter préjudice, mais il ne s'agit pas là de l'habitat « Tourbière boisée ». Les Sphagnes bénéficient en outre du maintien d'une hygrométrie favorable sous les arbres. Ceci explique pourquoi de très nombreuses tourbières actuelles sont nées et se sont développées en contexte boisé (macrorestes). Selon CHOLET (2010) et MÄLILÄ et SAARNISTO (2008), on observe fréquemment des tapis de Sphagnes mieux développées sous couvert léger qu'en pleine lumière. Les nombreuses observations réalisées sur le territoire lors de cette étude ou de suivis le confirme. Sur les 67 relevés effectués lors de cette étude dans des peuplements de Pin, de Bouleau ou de Sapin blanc, seuls deux montraient un arrêt de la turfogénèse, avec disparition des Sphagnes. Trois cas de démarrage ou de redémarrage de turfogénèse sous couvert des pins sont même à rapporter. Le premier, le plus spectaculaire, était déjà mentionné par CUBIZOLLE et SACCA (2004) sur la tourbière des Roussis. Après drainage et plantation de Pin sylvestre il y a une cinquantaine d'années, le turfogénèse a repris très fortement sous les pins, avec 30 cm de tourbe blonde accumulée depuis. Les deux autres correspondent à des démarrages de turfogénèse, sur les sites anciennement pâturés et non turfogénèses (col de Baracuchet dans le département du Puy-de-Dôme et Lacham en Haute-Loire). On observe aujourd'hui un tapis de *Sphagnum capilliflum* sous le couvert de pins, arrivés suite à l'abandon du pastoralisme. DUCHAMP (comm. pers) fait la même observation dans les Vosges du Nord. De forts dépréisements sont observés au Roussi, et la tourbière sera probablement de moins en moins boisée. La connaissance des processus mis en évidence sur des sites non dégradés et les modèles théoriques du développement des tourbières expliquent bien certains processus de cicatrisation observés sur des sites perturbés. Du point de vue de la seule turfogénèse, la présence d'une Tourbière boisée n'est donc pas un

problème dans la majorité des cas. La présence d'arbres, même secondaire, peut même être un précieux allié dans la restauration d'une tourbière.

Comme l'ont montré des suivis de plantes remarquables menées par le CBN Massif central, le couvert des arbres peut parfois nuire aux espèces les plus héliophiles. La conservation de certains taxons rares peut alors être remise en question. C'est le cas sur les tourbières plates, même s'il ne s'agit pas du type de tourbière le plus pourvu en plantes remarquables. La réflexion est alors comparable à celle menée hors des tourbières : le rétablissement des usages agricoles peut alors être indiqué, dans un souci d'équilibre entre conservation de la biodiversité liée aux usages agricoles et conservation de la biodiversité forestière. Suite à une perte de fonctionnalité du milieu, une tourbière naturellement éparsement ou non boisée (haut-marais, tremblants) peut être colonisée par des accrus secondaires denses. Si la fonctionnalité du milieu est restaurée, des mécanismes de cicatrisation aboutissent souvent au recul progressif des arbres, mais des coupes peuvent se justifier afin d'éviter la disparition des taxons remarquables les plus sensibles avant ce retour à l'équilibre.

L'arrivée des arbres peut donc nuire à la présence des taxons héliophiles. Elle favorise au contraire d'autres espèces, parfois tout aussi rares et menacées. Cette biodiversité forestière est souvent mise à mal du fait de l'artificialisation des forêts françaises, notamment de la raréfaction du bois mort et de la simplification de la structure des peuplements (SCHNITZLER-LENOBLE 2002, VALLAURI et al. 2002 et 2006, VALLAURI 2007, PAILLET et al. 2010). Les tourbières boisées abritent de nombreux groupes taxonomiques, liés en particulier à la présence de troncs, vifs et morts. Il s'agit par exemple d'oiseaux utilisant les arbres (loges, perchoir pour la chasse ou poste de chant selon CHOLET 2010), d'insectes colonisant le bois et les écorces notamment des saules et de bouleaux (LARIEUX et GONIN 2011), de champignons (MOREAU 2002), mais aussi des bryophytes. Ces mousses peuvent pousser sur le bois mort des tourbières comme *Dicranum flagellare*, ou sur l'écorce des bouleaux (*Ptilidium pulcherrimum*) et des saules (*Orthotrichum div. sp.*, *Ulota div. sp.*, *Zygodon div. sp.*). Certaines espèces atteignent un degré de spécialisation très poussée, comme *Cryptothallus mirabilis*, minuscule hépatique colonisant les champignons du genre *Tulasnella*, qui eux même mycorhizent les racines des bouleaux (HUGONNOT et al. 2012, BOUDIER et al. 1999). Les tourbières constituant des stations primaires pour les bouleaux et les Saules, pionniers et éphémères dans les autres milieux, on comprend bien l'importance de la conservation de stades boisés au sein des tourbières. La richesse des tourbières boisées est en outre due à la présence de nombreux microhabitats, notamment des gouilles et zones pionnières créés par la chute et le déraci-

nement des arbres. La présence d'arbres sur une tourbière peut donc être source de perturbations, de rajeunissement et de diversification du milieu,

comme on l'observe par exemple sur les tourbières de Virennès (Livradois) ou de Baracuchet (Forez).

## Conclusion et implications en termes de conservation

Cette étude met en évidence la diversité et l'originalité des « tourbières boisées » du Massif central, avec six associations phytosociologiques différentes, dont deux nouvelles. Elle a bénéficié des apports d'une multitude de travaux menés sur le sujet, et de la synergie et des échanges intenses nés autour de travaux récents tels que le référentiel des types forestiers d'Alsace, les avancées en termes d'étude de macrorestes, le rapportage de l'état de conservation des Habitats au titre de la directive du même nom, ou encore le Prodrome des végétations de France pour les végétations tourbeuses. En retour, cette étude vise à contribuer à la déclinaison du Prodrome des végétations de France pour les *Sphagno-Betuletalia pubescentis* (THÉBAUD et BERNARD à paraître). Si les Cahiers d'habitats se sont montrés très pertinents, elle peut en outre y motiver quelques ajouts et modifications : ajout d'une variante des tremblets (*Menyantho trifoliatae-Betuletum albae*) parmi les « Boulaies pubescentes tourbeuses de montagne » (91D0-1.2), et rattache-ment des « Sapinières à sphaignes » du *Betulo pubescentis-Abietetum albae* à l'habitat « tourbières boisées » plutôt qu'aux « Forêts acidiphiles à *Picea* des étages montagnard à alpin (*Vaccinio-Piceetea*) » (9410). Ce choix, adopté pour les « Pessières de contact des tourbières bombées » (91D0-4), a d'ailleurs été proposé par l'auteur de l'association.

La place des stades boisés dans les séries de végétations des tourbières est précisée, même si des zones d'ombres demeurent, et que chaque tourbière demeure unique. Il ressort que le climax des tourbières hautes peut être constitué d'une mosaïque de peuplements clairs de pins et de bouleaux et de milieux ouverts, voire demeurer non boisé. Des équilibres subtils sont en jeu entre les Sphaignes et les arbres, la turfigénèse entraînant chez eux une mortalité plus ou moins importante. Sur les tourbières plates, minérotrophes à ombrominérotrophes, le climax est une sapinière à Sphaignes assez stable. Enfin, les tremblets peuvent être progressivement colonisés par une boulaie, souvent assez claire. Des atteintes anthropiques à la fonctionnalité du milieu (drainage, exploitation de la tourbe, eutrophisation, tassement par le pâturage, feu, changements climatiques) peuvent hâter le développement des arbres, mais il est souvent difficile de différencier les origines naturelles (déprise agricole) et anthropique.

Qu'elles soient entièrement ou partiellement « naturelles », les tourbières boisées sont un milieu vivant, turfigène, et qui abrite une biodiversité particulière parmi les trachéophytes, les bryophytes, la faune et la fonge. Elles ne constituent que rarement des stades de sénescence. Si les plus exigeantes ne se maintiennent pas sous les arbres, on retrouve en haut-marais de nombreuses espèces de la tourbière ouverte, sous le couvert léger ou en mosaïque. L'arrivée des arbres permet en outre une diversification du milieu, la création de microhabitats et l'arrivée d'espèces inféodées aux forêts. La tourbière arborée offre donc un autre visage, complémentaire des milieux tourbeux ouverts. Si des accrus secondaires peuvent accélérer l'arrêt de la turfigénèse, ils peuvent aussi être un allié précieux pour le gestionnaire dans la restauration de sites dégradés, surtout si la fonctionnalité hydrologique est restaurée. Il convient surtout d'agir sur les causes plutôt que sur les symptômes, et de considérer chaque cas individuellement.

L'intérêt des stades boisés et la capacité de nombreuses tourbières à demeurer actives et riches en biodiversité en l'absence de toute intervention sur la végétation invite à une réflexion sur la gestion des tourbières. De nombreux auteurs vont aujourd'hui dans ce sens (CUBIZOLLE et SACCA 2004 ; DUCHAMP 2008 ; RAGUÉ et GOUBET 2008 ; RAGUÉ et GOUBET 2008 ; THÉBAUD et al. 2012 ; WAGNER 1994...). De plus, CHOLET et MAGNON (2010) rappellent que l'absence d'intervention est parfaitement indiquée dans de nombreux cas. Il convient de reconsidérer alors la place de l'arbre dans la gestion des tourbières, encore aujourd'hui très restreinte. Au sein du réseau Natura 2000 auvergnat, seule 10 % de la surface des milieux tourbeux est représentée par des forêts (habitats 91D0 « Tourbières boisées » et 9410-8 « Sapinières à Sphaignes », source DREAL Auvergne). Les mécanismes naturels (milieu hostile pour les arbres) expliquent en partie cette rareté, mais elle est liée, pour une part importante, à la gestion pratiquée (pastoralisme), tant dans le passé qu'à l'heure actuelle. Le bilan des actions entreprises sur le réseau Natura 2000 en Auvergne à l'occasion du rapportage de l'état de conservation de l'habitat 91D0 pour l'Union européenne indique en effet que la gestion des sites tourbeux est majoritairement orientée vers la conservation ou la restauration des milieux ouverts (habitats 6410, 7110, 7120, 7140 et 7150 dans la typologie Natura 2000). Ceux-ci abritent effectivement une riche biodiversité, en partie absente des

stades boisés, notamment sur les tourbières plates. Comme nous l'avons vu précédemment, ces milieux tourbeux ouverts peuvent perdurer sur certains types de tourbières, même en l'absence complète de gestion. C'est notamment le cas sur les tourbières bombées ou sur les tourbières tremblantes et de transition. Dans d'autres cas, ils peuvent disparaître du fait d'une perte de fonctionnalité du milieu (tourbières hautes ou tremblantes fortement perturbées) ou de l'arrêt de la gestion pastorale (tourbières plates) : il peut dès lors être intéressant de limiter la dynamique ligneuse sur certains sites, en particulier sur ceux présentant un fort enjeu pour des espèces héliophiles remarquables. Dans tous les cas, et comme le rappellent les cahiers d'habitats (RAMEAU *et al.* 2001), il convient de laisser une place de choix aux stades boisés, sur des surfaces suffisantes pour garantir la fonctionnalité du milieu (notion d'aire minimale, exigences écologiques des espèces en lien avec leur biologie...). Il est même indiqué de ne pas chercher forcément à maximiser la diversité des végétations sur chaque site, notamment sur ceux de faible surface, mais d'envisager cette diversité à l'échelle du paysage et de la région « éco-géographique » (CUBIZOLLE et SACCA 2004). La recherche d'une fonctionnalité maximale peut alors prendre le pas sur celle d'une diversité maximale de milieux.

Comme pour les autres types de forêts (VALLAURI *et al.* 2002 et 2006, VALLAURI 2007, PAILLET *et al.* 2010), c'est la garantie d'une libre évolution

pérenne qui est la plus indiquée pour conserver et améliorer l'état de conservation des tourbières boisées, notamment par l'accumulation de vieux bois et de bois mort, mais aussi par l'irrégularisation progressive de la structure du fait de la mortalité chez les arbres. Ceci est d'autant plus aisé à mettre en œuvre que les peuplements ne présentent qu'un enjeu économique négligeable en termes de valorisation sylvicole. Actuellement, l'état de conservation de l'habitat « Tourbières boisées » est loin d'être optimal sur le territoire puisque la plupart des peuplements sont peu matures et fragmentaires. Le pâturage est fréquemment pratiqué afin de maintenir un pré-bois, avec des peuplements ouverts. Or, il nuit au renouvellement du peuplement, entraîne souvent des dégâts sur la strate muscinale (déstructuration des buttes...) et peut entraîner la formation d'un horizon imperméable en surface par le tassement. Il est donc préférable de pratiquer une gestion dissociée, excluant le pâturage des zones boisées. Comme vu précédemment, la forte mortalité des arbres sur certaines tourbières (tremblants, haut-marais...) permet le maintien d'espèce héliophiles au sein des peuplements, et de milieux ouverts en mosaïque, sans qu'un pâturage soit nécessaire. L'amélioration des connaissances sur les tourbières ouvre le champ des possibles en termes de gestion de ces milieux remarquables : le contrôle de la végétation (coupes, pâturage...) n'apparaît plus comme le seul moyen de maintenir un milieu riche et fonctionnel, y compris sur les sites perturbés.

Tableau 1 : tableau de fréquence des syntaxons mis en évidence et relevés types.																			
Code EUR 27		91D0 "Tourbières boisées"																	
Nom du syntaxon		Phrénium rotundifolia	Sphagno magellanicum-Betulatum pubescens	Sphagno palustre-Betulatum albae	Sphagno palustre-Betulatum albae variante à toussaints à Airelle rouge	Menyanthes trifoliata-Betulatum albae (variante pionnière(s))	Menyanthes trifoliata-Betulatum albae (variante d'altérimant à Carex lasiocarpa)	Menyanthes trifoliata-Betulatum albae (TOU)	Menyanthes trifoliata-Betulatum albae [TYPUS]	Potentillo ericetos-Betulatum albae, variante à l'anc. aculeifère	Potentillo ericetos-Betulatum albae, variante à l'anc. trifoliae rosifoliae	Potentillo ericetos-Betulatum albae, variante à l'anc. trifoliae rosifoliae	Betulo pubescens-Abricotierum albae	9410	-	91D0			
Numéro colonne ou relevé		1	2	3	4	5	6	7	rel. 1	8	9	10	11	12	13	14	91D0		
Numéro groupe AFC (figure 1)		1	2	3			4			5			6			7	-		
nombre de relevés		7	16	14	2	3	8	13		14	15	7	17	3	13	48	12	8	
nombre sites en Auvergne		2	8	7	2	3	4	7		9	9	2	4	0	1	0	3	5	
nombre sites hors Auvergne		2	6	3	0	0	2	2		4	1	3	6	2	5	37	2	2	
<b>Strate supérieure : strate</b> (arboree ou arbustive haute) et strate arbustive base (les coefficient des strates supérieure et arbustive base sont séparées par ",")																			
<i>Abies alba</i> Mill.		I/I	I/I			(I)/	(I)/			I/	III/III	III/(I)	V/III	3/1	V/II	r/	II/		
<i>Betula pendula</i> Roth		II/	III/II			1/1	(I)/	I/		III/II	III/II	III/	+/-			II/I	(I)/II	III/(I)	
<i>Betula x aurata</i> Borkh.		(I)/	I/			(I)/(I)	(I)/(I)			I/	II/		+/-						
<i>Betula alba</i> L.		IV/III	IV/II	II/I		1/	V/II	IV/II	5.5	III/I	IV/II	III/	V/I	3/	II/	V/II	5.5	III/	III/
<i>Pinus sylvestris</i> L.		II/(I)	IV/I	IV/(I)	2/1	2/	(I)/	II/(I)		III/	III/(I)	III/				II/	(I)/(I)	(I)/	
<i>Pinus uncinata</i> Ramond ex DC. [1805], et non Miller		IV/II	I/I	(I)/						(I)/								(I)/	
<i>Picea abies</i> (L.) Karsten																			
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.																			
<i>Salix aurita</i> L.																			
<i>Frangula dodonei</i> Ard.																			
<i>Salix acuminata</i> Miller																			
<i>Salix cinerea</i> L.																			
<i>Salix pentandra</i> L.																			
<i>Salix lapponum</i> L.																			
<i>Sorbus aucuparia</i> L.																			
<i>Juniperus communis</i> L.																			
<i>Fagus sylvatica</i> L.																			
<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz																			
<i>Populus tremula</i> L.																			
<i>Salix caprea</i> L.																			
<i>Corvus avellana</i> L.																			
<i>Ilex aquifolium</i> L.																			
<i>Quercus petraea</i> (Mattuschka) Liebl.																			
<i>Quercus robur</i> L.																			
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.																			
<i>Rubus idaeus</i> L.																			
<i>Sambucus racemosa</i> L.																			
<i>Lonicera nigra</i> L.																			
<i>Sambucus ebulus</i> L.																			
<b>Strate herbacée et arbustes nains</b>																			
<b>Espèces des tourbières ombrotrophes des <i>Oxycocco pallustris-Sphagnetea magellanicii</i> Braun-Blanq. &amp; Tüxen ex V.Westh., Dijk &amp; Passchier 1946</b>																			
<i>Eriophorum vaginatum</i> L.		V	V	II	1		II	II		I	II		+						
<i>Vaccinium uliginosum</i> L.		V	I	(I)			III	II		(I)			+						
<i>Vaccinium oxycoccos</i> L. qr.		III	I	I			II	II											
<i>Andromeda polifolia</i> L.		IV					II	I											
<i>Empetrum nigrum</i> L.		(I)																	
<b>Espèces des landes acidiphiles montagnardes</b>																			
<i>Lycopodium annotinum</i> L.																3			
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.		I	2																
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull		V	V	IV	2		II	I		II	II		+						
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.		V	V	IV	2		(I)	(I)		IV	IV	II	V	3	V	I	0	III/	IV
<b>Espèces des dépressions tourbeuses et des gouilles</b>																			
<i>Drosera rotundifolia</i> L.							1	(I)	II										
<i>Trichophorum cespitosum</i> (L.) Hartm.							(I)												
<i>Juncus bulbosus</i> L.																			
<b>Espèces des marais de transition (espèces des <i>Maonocaricetalia elatae</i> Pignatti 1954 et des <i>Scheuchzerietalia palustris</i> Nordh. 1936)</b>																			
<i>Carex elata</i> All.																			
<i>Carex vesicaria</i> L.																			
<i>Carex paniculata</i> L.							(I)	(I)											
<i>Dactylorhiza fuchsii</i> (Moench) Baumann & Künkele							(I)	(I)	II										
<i>Carex limosa</i> L.							1	(I)	II										
<i>Potentilla palustris</i> (L.) Scop.							2	IV	IV	r	II	I	(I)						
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.							3	V	IV	4.4									
<i>Carex lasiocarpa</i> Ehrh.							1	III	II										
<i>Equisetum fluviatile</i> L.							1	1	III	II									
<i>Parnassia palustris</i> L.									II	II									
<i>Carex rostrata</i> Stokes		I	(I)				1	IV	IV	3.3	II	V	(I)	III		(I)	II		II
<b>Espèces des ourlets acidiphiles à acidiphiles</b>																			
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn																			
<i>Holcus mollis</i> L.								1	1										
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.		(I)	III	III	2						II	II	(I)	III	1		I		(I)
<i>Melampyrum pratense</i> L.		II	I	II							(I)	(I)		II	1	I	I		
<i>Galium saxatile</i> L.		+	II	2							II	I							
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.																			

Numéro colonne ou relevé	1	2	3	4	5	6	7	réf.	8	9	10	12	11	13	14	réf. -	15	16
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.	+	(I)			II	I		(I)						I				
<i>Aerostis capillaris</i> L.		(I)													+			
<i>Festuca rubra</i> qr.		(I)													+			
<b>Espèces des <i>Nardetea strictae</i> (<i>Nardo strictae-Juncion squarroso</i>) (Oberd. 1957) H.Passarge 1964)</b>																		
<i>Juncus squarrosum</i> L.	I								II	(I)								
<i>Nardus stricta</i> L.	+	2							II								I	
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räuschel	I	III	1		III	II			IV	III	II	I	I	III	+.1	III	IV	
<b>Espèces des bas marais des <i>Caricetalia fuscae</i> Koch 1926</b>																		
<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard	I				II	II			II	I	II				II	0	I	(I)
<i>Carex echinata</i> Murray	I	I	1		II	I			III	II	II	I	II	III	+.1	II	III	
<i>Viola palustris</i> L.	(I)				III	II			III	II	II	I	(I)	IV		II	II	
<i>Carex curta</i> Gooden.									I	(I)		+		r	(I)	I		
<b>Espèces des bas marais des <i>Molinietalia caeruleae</i> W.Koch 1926</b>																		
<i>Calamagrostis canescens</i> (Weber) Roth					(I)	(I)												
<i>Festuca rivularis</i> Boiss.					II	I			(I)			+	(I)	I	I	I	I	
<i>Eriophorum polystachion</i> L.	II				(I)	II			II	(I)	(I)					(I)		
<i>Juncus acutiflorus</i> Enhr. ex Hoffm.	I	(I)			(I)	(I)			III	III	(I)			I	II	I		
<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench	IV	V	V	2	2	IV	IV		V	V	(I)	III	3	II	V	3.3	III	(I)
<i>Agrostis canina</i> L.	I				II	I			III	III	(I)	I			IV	2.3	II	I
<i>Succisa pratensis</i> Moench	I				III	II			II	III					III	2.2	III	
<i>Valeriana dioica</i> L.					II	II			II	II	(I)			(I)	I	0	III	III
<i>Dactylorhiza maculata</i> (L.) Soó	I				III	II			II	II	(I)				r	(I)	III	
<i>Epipactis purpurea</i> (L.) Raf.	(I)				II	I			I	II							(I)	
<i>Ligularia sibirica</i> (L.) Cass.	(I)				III	II												
<i>Gentiana pneumonanthe</i> L.					II	II			(I)									
<i>Epilobium tetragonum</i> L.					(I)	(I)									+	(I)		
<i>Carum verticillatum</i> (L.) W.D.J.Koch									I	(I)	(I)						(I)	
<i>Epilobium obscurum</i> Schreb.									(I)					I	r		(I)	
<i>Carex viridula</i> Michx. subsp. <i>cedocarpa</i> (Andersson) B.Schmid														(I)	I	r		
<i>Mentha arvensis</i> L.															I			
<i>Silene flos-cuculi</i> (L.) Clairv.															r	(I)		
<i>Scutellaria galericulata</i> L.									(I)						+			
<i>Pedicularis palustris</i> L.									(I)									
<i>Festuca filiformis</i> Pourr.									(I)									
<b>Espèces des bas marais et prairies humides</b>																		
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.					1	(I)								I		II		
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	(I)						1.1		(I)					II	II		(I)	
<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P.Beauv.	(I)								(I)					+	II	r	II	IV
<i>Caltha palustris</i> L.					(I)	(I)			(I)	I				II	II	II	III	
<i>Juncus effusus</i> L.	I	II	1		II	I			IV	V	V	II		IV	IV	0	IV	V
<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.					III	II			II	II				+	II	III	II	(I)
<i>Galium uliginosum</i> L.	(I)				III	II			II		(I)			I		I	(I)	
<i>Angelica sylvestris</i> L.	(I)				II	I								(I)	I	III		
<i>Lotus pedunculatus</i> Cav.					II	I			I	II				(I)	II	0	I	I
<i>Galium palustre</i> L.	I				II	I			I	I				+	(I)	II	III	
<i>Polygonum bistorta</i> L.	I				II	I			(I)	I	II	I		II		+	II	II
<i>Myosotis scorpioides</i> L. ar.									(I)	(I)	(I)			III	r	I	III	
<i>Cardamine amara</i> L.																(I)		
<i>Filioendula ulmaria</i> (L.) Maxim.					(I)	(I)			(I)							II	(I)	
<i>Myosotis lamottiana</i> (Br.-Bl.) Grau																	II	
<i>Cardamine pratensis</i> L.																I	1	1
<i>Ranunculus flammula</i> L.																I	1	1
<i>Ranunculus repens</i> L.															II	I		(I)
<i>Holcus lanatus</i> L.									(I)	(I)		II			I			
<i>Potentilla reptans</i> L.												(I)	II					(I)
<i>Iris pseudacorus</i> L.															r			
<i>Veratrum album</i> L.									II	I							I	
<i>Poa nemoralis</i> L.									(I)	(I)								
<i>Sanicula officinalis</i> L.																	(I)	
<i>Poa trivialis</i> L.															I		(I)	
<b>Espèces des forêts humides</b>																		
<i>Equisetum sylvaticum</i> L.									(I)								I	(I)
<i>Luzula sylvatica</i> (Hudson) Gaudin	I								(I)			I	(I)	r		I		
<i>Lonicera periclymenum</i> L.	(I)		1						(I)	(I)		+			II	+.1	I	
<i>Rubus fruticosus</i> L. ar.	II	1										II	III	1	III	+.1	I	
<i>Carex remota</i> L.									(I)			+		II				
<i>Aiuga rotundifolia</i>									(I)					II	I	i	II	
<i>Chrysosplenium oppositifolium</i> L.												+		II			(I)	
<i>Glyceria fuitans</i> (L.) R.Br.	(I)													II	I	0		
<i>Impatiens noli-tangere</i> L.												+		II				
<i>Stellaria nemorum</i> L.														II				
<i>Stellaria alsine</i> Grimm														II				
<i>Chærocephalum hirsutum</i> L.									(I)					II			(I)	(I)
<i>Lysimachia nemorum</i> L.															r		I	
<i>Rubus Glandulosi</i> P.J.Müll. sous-section														II			(I)	
<i>Oxalis acetosella</i> L.	(I)								(I)	(I)				IV	I		(I)	
<i>Blechnum spicant</i> (L.) Roth									(I)	I	(I)			V	II	+.1		
<i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H.P.Fuchs	I	I	1		(I)	(I)			II	III	(I)	II		III	IV	0	I	I
<i>Dryopteris dilatata</i> (Hoffm.) A.Gray	I	(I)			(I)	(I)			(I)	II	II	III	3	IV	II			
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth	I								(I)	I	III	+		II	III		II	I
<i>Pyrola minor</i> L.									(I)	(I)				(I)				
<i>Listera cordata</i> (L.) R.Br.														I	II			
<i>Crepis paludosa</i> (L.) Moench									II	I	I	+		II	+		III	I
<i>Ranunculus aconitifolius</i> L.														II	+		II	I
<i>Geum rivale</i> L.														II			II	I
<i>Geranium sylvaticum</i> L.																	II	

Numéro colonne ou relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	11	13	14	15	16		
<b>Autres espèces forestières</b>																		
<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.W. Schmidt								(I)	(I)	+				+				
<i>Prenanthes purpurea</i> L.										+			I					
<i>Senecio ovatus</i> (P.Gaertn., B.Mey. & Scherb.) Willd.								(I)					I		(I)			
<i>Stellaria holostea</i> L.								(I)					I					
<i>Galeopsis tetrahit</i> L.								I					I		(I)			
<i>Polygonatum verticillatum</i> (L.) All.								(I)	(I)							(I)		
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott										(I)				r				
<i>Solidago virgaurea</i> L.								(I)						r				
<i>Fragaria vesca</i> L.															(I)			
<i>Lamium galeobdolon</i> (L.) L.													(I)					
<i>Anemone nemorosa</i> L.									I				(I)					
<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.	+										I		(I)					
<b>Espèces atlantiques</b>																		
<i>Erica tetralix</i> L.			(I)															
<i>Scutellaria minor</i> Hudson													III	+.1				
<i>Carex laevigata</i> Sm.													II	+.1	(I)			
<i>Wahlenbergia hederacea</i> (L.) Reichenb.								(I)	(I)				I					
<i>Hydrocotyle vulgaris</i> L.													+					
<i>Ceratocaonos clavulata</i> (L.) Lidén													I					
<i>Ulex minor</i> Roth													+					
<b>Strate muscinale</b>																		
<i>Leucobryum glaucum</i> (Hedw.) Angstr.	I																	
<i>Rhizidiadelphus squarrosus</i> (Hedw.) Warnst.	+							(I)	(I)							I		
<i>Pleurozium schreberi</i> (Willd. ex Brid.) Mitt.	III	IV	II	1				(I)	(I)							(I)		
<i>Holcocrateum splendens</i> (Hedw.) Schimp.	II	II	(I)	1				(I)	(I)				III	2	II	X +.1		
<i>Rhizidiadelphus loresus</i> (Hedw.) Warnst.		I						(I)	I				III	3	II	(I)		
<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.	(I)	III		1				(I)					II	3	(I)	(I)		
<i>Rhizidiadelphus triquetrus</i> (Hedw.) Warnst.								(I)	(I)				II	3	(I)	(I)		
<i>Ptilium crista-castrensis</i> (Hedw.) De Not.													I	2	(I)			
<i>Polytrichum formosum</i> Hedw.	+												I	1	II			
<i>Thuidium tamariscinum</i> (Hedw.) Schimp.													II	1	III			
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.													(I)	+				
<i>Pseudoscleropodium purum</i> (Hedw.) M.Fleisch.															X +.1			
<i>Sphagnum</i> sp.	III	I	II					IV	II				II	(I)	V	I	IV	III III
<i>Polytrichum commune</i> Hedw.	II	III	III	2	1	(I)	I						IV	V	II	2	I +.1	(I) (I)
<i>Aulacomnium palustre</i> (Hedw.) Schwägr.	II	III	II	2	1	II	II						II	II			(I) I	
<i>Polytrichum strictum</i> Menzies ex Brid.	II	IV	I	1	1	(I)	II						(I)					
<i>Sphagnum capillifolium</i> (Ehrh.) Hedw.	III	V	II	2				I					II	1				
<i>Sphagnum magellanicum</i> Brid.	III	I	I		1	(I)	I						(I)	II	+	(I)		
<i>Sphagnum rubellum</i> Wilson	(I)		(I)															
<i>Sphagnum russowii</i> Warnst.	(I)												(I)					
<i>Sphagnum fimbriatum</i> Wilson																		
<i>Sphagnum subnitens</i> Russow & Warnst.																		
<i>Sphagnum fuscum</i> (Schimp.) H.Klinqar.													(I)					
<i>Sphagnum flexuosum</i> Dozy & Molk.	(I)	III	II		1	II	II	2.2	III	V	(I)		I	1	III			
<i>Sphagnum palustre</i> L.	(I)	II	III		2	II	III	5.5	III	IV	(I)		IV	1	V	X 2.2	II	I
<i>Sphagnum squarrosum</i> Crome													I	1	II			(I)
<i>Sphagnum aigaenohnii</i> Russow													II	2	(I)			
<i>Sphagnum inundatum</i> Russow													(I)			I X 2.2		
<i>Sphagnum teres</i> (Schimp.) Anstr.																		II
<i>Sphagnum angustifolium</i> (C.E.O.Jensen ex Russow) C.E.O.Jensen	(I)												(I)			r		
<i>Sphagnum centrale</i> C.E.O.Jensen													(I)					
<i>Sphagnum fallax</i> (H.Klinqar.) H.Klinqar.					1											r	(I)	
<i>Sphagnum gr. subsecundum</i> Nees					1									I				
<i>Sphagnum recurvum</i> P.Beauv.	I																	
<i>Sphagnum denticulatum</i> Brid.																r		
<i>Sphagnum papillosum</i> Lindb.	(I)																	
<i>Sphagnum aquinaceum</i> (Braithw.) Warnst.															+			
<i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.) Loeske		1	(I)	I													II (I)	
<i>Calliergon stramineum</i> (Dicks. ex Brid.) Kindb.								(I)	(I)									
<i>Calypogeia fissa</i> (L.) Raddi	(I)							(I)	(I)									
<i>Lophocolea bidentata</i> (L.) Dumort.								(I)	(I)				(I)	I				
<i>Mnium hornum</i> Hedw.													(I)	(I)				
<i>Rhizomnium punctatum</i> (Hedw.) T.J.Kop.													(I)			1		
<i>Plagiothecium undulatum</i> (Hedw.) Schimp.																		
<i>Pellia epiphylla</i> (L.) Corda																		
<i>Calypogeia muelleriana</i> (Schiffn.) Müll.Frib.																		
<i>Plagiochila porellaoides</i> (Torrev ex Nees) Lindb.																		
<i>Pohlia nutans</i> (Hedw.) Lindb.																		
<i>Chiloscyphus pallescens</i> (Ehrh. ex Hoffm.) Dumort.																		(I)
<i>Chiloscyphus polyanthos</i> (L.) Corda														I				(I)
<i>Brachythecium rivulare</i> Schimp.																		(I)
<i>Plagiomnium undulatum</i> (Hedw.) T.J.Kop.																		
<i>Leptozia reptans</i> (L.) Dumort.															1	(I)		
<i>Lophocolea heterophylla</i> (Schrad.) Dumort.															+	(I)		
<i>Plagiomnium affine</i> (Blandow ex Funck) T.J.Kop.																		(I)

Les espèces non caractéristiques présentes sur 1 ou 2 relevés dans tout le jeu de donnée (198 relevés) ne sont pas représentées. Codage de la fréquence de l'espèce (F) dans les relevés : r si  $F \leq 2,5\%$ , + si  $2,5\% < F < 6\%$ , si  $6\% < F < 20\%$  (I) si  $6\% < F < 20\%$  mais un seul relevé, II si  $20\% \leq F < 40\%$ , III si  $40\% \leq F < 60\%$ , IV si  $60\% \leq F < 80\%$ , V si  $F \geq 80\%$  (X est précisé lorsque la fréquence n'est pas connue, notamment pour le *Scutellaria minoris-Betuleum albae* dont les relevés n'ont pas fait l'objet d'une identification systématique des Bryophytes. Le nombre de relevé est mentionné en chiffres arabes pour les groupements avec moins de 7 relevés. Les strates ont été concaténées en conservant le coefficient le plus grand par strate. Les semis d'espèces arborescentes ne sont pas cités. Les taxons suivants, présents dans un seul relevé, ne figurent pas dans le tableau : *Trachéophytes* : Col. 3 : *Carex ovalis*, *Doronicum austriacum*, *Equisetum arvense*, *Festuca ovina*, *Juncus conglomeratus*, *Knautia sylvatica*, *Phragmites australis*, *Poa pratensis*, *Prunella vulgaris*, *Valeriana officinalis*. Col. 9 : *Genista anglica*. Col 10 : *Carex spicata*, *Hedera helix*, *Luzula campestris*, *Scorzonera humilis*. Col 12 : *Cardamine flexuosa*, *Alchemilla xanthochlora*, *Huperzia selago*, *Luzula nivea*, *Milium effusum*, *Ranunculus tuberosus*. Col 14 : *Carex panicea*, *Digitalis purpurea*, *Dryopteris affinis*, *Festuca nigrescens*, *Galium aparine*, *Narcissus pseudonarcissus*. Col 15 : *Eplibium palustre*, *Solanum dulcamara*, *Lycopus europaeus*, *Mycosma nemorosa*, *Typha latifolia*, *Sparganium erectum*. Col 16 : *Euphorbia villosa*, *Urtica dioica*. *Bryophytes* : Col. 2 *Dicranum bonjeanii*, *Hypnum jutlandicum*. Col. 3 : *Plagiothecium denticulatum*. Col. 5 : *Cephalozia convivens*. Col 6 (et 7) : *Climacium dendroides*, *Dicranum spurium*. Col. 8 : *Loeskeobryum brevirostre*. Col. 10 : *Tetraphis pellucida*, *Cephalozia bicuspidata*, *Euryhynchium stokesii*, *Herzogia seligeri*. Col. 13 *Aneura pinguis*, *Plagiomnium ellipticum*, *Scapania undulata*.

## Bibliographie

- AABY B. 1976. - Cyclic climatic variations in climate over the past 5,500 yr. Reflected in raised bogs. *Nature* 263 : 281-284.
- ANDRÉ G. et ANDRÉ M. 2008. - Le Pin à crochets (*Pinus uncinata* Ramond ex DC. var. *rotunda* [Link] Antoine) des tourbières : preuves historiques de son indigénat dans le massif jurassien et dynamique des peuplements suite aux actions anthropogènes. *Les Nouvelles Archives de la Flore jurassienne* 6 : 57-101.
- ANTONETTI Ph., BRUGEL É., KESSLER F., BARBE J.P. et TORT M. 2006. - *Atlas de la flore d'Auvergne*. Conservatoire botanique national du Massif central, 984 p.
- ARGANT J. et CUBIZOLLE H. 2005. - L'évolution holocène de la végétation des monts de la Madeleine, du Forez, du Livradois et du Pilat (Massif central oriental, France): l'apport d'une nouvelle série d'analyses palynologiques. *Quaternaire* 16 (2) : 119-142.
- ARNAUD J.A.M. 1825. - *Flore du département de la Haute-Loire*. Le Puy : Société d'agriculture, sciences, arts et commerce du Puy 1825, 108 p.
- BARBER K.E. 1981. - *Peat stratigraphy and climatic change*. A.A. Balkema, Rotterdam. 219 p.
- BARDAT J., BIODAT F., BOTINEAU M., BOULLET V., DELPECH R., GÉHU J.-M., HAURY J., LACOSTE A., RAMEAU J.-Cl., ROYER J.-M., ROUX G. et TOUFFET J. 2004. - *Prodrome des végétations de France*. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 171 p. (Patrimoine Naturel, 91).
- BARTOLI M. 2007. - *Taxonomie des pins de la tourbière du Pinet*. Communication au 4<sup>ème</sup> séminaire des tourbières pyrénéennes, 20 - 21 juin 2007.
- BEAULIEU J.-L. de, PONS A. et REILLE M. 1984. - Recherches pollenanalytiques sur l'histoire de la végétation des monts du Velay, Massif central, France. *Dissertationes Botanicae* 72 : 45-70.
- BEAULIEU J.-L. de, REILLE M. et PONS A. 1988. - Histoire de la végétation, du climat et de l'action de l'homme dans le Massif central français depuis 15000 ans. *Inst. fr. Pondichéry, trav. sec. sci. tech.* XXV : 27-32.
- BEHRE K.E., HÖLZER A. et LEMDAHL G. 2005. - Botanical macro-remains and insects from the Eemian and Weichselian site of Oerel (northwest Germany) and their evidence for the history of climate. *Veget Hist Archaeobot* 14 : 31-53.
- BILLY Fr. 1997. - Les forêts et leurs lisières en Basse-Auvergne. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, N.S. N°spécial* 15, 329 p.
- BIRKS H.H. 1975. - Studies in the vegetational history of Scotland. IV. Pine stumps in Scottish blanket peats. *Philosophical Transactions of The Royal Society of London* 270 : 181-226.
- BOEUF R., 2011.- Le référentiel des types forestiers d'Alsace : apports phytosociologiques.- *Rev. For. Fr.*, vol. LXII (3-4) (2010) : 331-364.
- BOEUF R. 2014. - *Les végétations forestières d'Alsace : Référentiel des types forestiers du type générique au type élémentaire. Relations entre les stations forestières, les communautés forestières, les habitats et les espèces patrimoniales*, Vol. I (textes) ; Vol. II (tableaux phytosociologiques). Office National des Forêts (Direction Territoriale Alsace et Direction de l'Environnement et du Développement Durable / Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche, Service Régional de la Forêt et du Bois Alsace. Imprimerie Scheuer, 371 p. + annexes.
- BOUDIER p., BARDAT J. et PERERA S. 1999. - *Cryptothallus mirabilis* v. Maimborg (Aneuraceae, Hepaticopsida) dans le Perche d'Eure-et-Loir (France). *Cryptogamie, Bryologie* 20 (3) : 189-196.
- BOREAU A. 1857. - *Flore du Centre de la France et du bassin de la Loire, ou description des plantes qui croissent spontanément ou qui sont cultivées en grand dans les départements arrosés par la Loire et ses affluents*. Paris : Libr. Encycl. de Roret 1857, 2 vol., 772 p. [<http://bibdigital.rjb.csic.es/spa/Volumenes.php?Libro=2658>].
- 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*. Imprimerie A. Rey, Lyon ; Léon Lhomme, Paris ; Beer et Cie, éditeurs, Schlüsselgasse, Zürich, 282 p.
- CHABROL L. et REIMRINGER K. 2011. - *Catalogue des végétations du Parc naturel régional de Millevaches en Limousin*. Conservatoire botanique national du Massif central \ Parc naturel régional de Millevaches en limousin, 240 p.
- CHASSAGNE H. 1956. - *Inventaire analytique de la flore d'Auvergne et contrées limitrophes des départements voisins*. Paul Lechevalier Ed., Paris, I, 458 p.
- CHASSAGNE H. 1957. - *Inventaire analytique de la flore d'Auvergne et contrées limitrophes des départements voisins*. Paul Lechevalier Ed., Paris, II, 542 p.
- CHOLET J. et MAGNON G. 2010. - *Tourbières des montagnes françaises - Nouveaux éléments de connaissance, de réflexion et de gestion*. Pôle-relais Tourbières, Fédération des Conservatoires d'Espaces Naturels, 188 p.
- CUBIZOLLE H. 2005. - *Paléoenvironnements et tourfigénèse. L'apport de l'étude des tourbières à la connaissance de l'évolution holocène des milieux montagnards du Massif central oriental granitique*. Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Limoges. 750 p.

- CUBIZOLLE H. 2007. - *Origines, fonctionnement et conservation des tourbières*. Actes du colloque de Goutelas, Publications de l'Université Jean Monnet, St-Etienne, 5-7 octobre 2005, 365-381.
- CUBIZOLLE H., GEORGES V., LATOUR C., ARGANT J. et SERIEYSSOL K. 2004 - La turfogenèse à la fin du Subboréal et au Subatlantique dans les tourbières basses du Massif central oriental granitique (France) : une manifestation de l'action humaine ? *Quaternaire* 15 (4) : 343-359.
- CUBIZOLLE H. et SACCA C. 2004. - Quel mode de gestion conservatoire pour les tourbières ? L'approche interventionniste en question. *Géocarrefour* Vol. 79/4, [en ligne]. URL : <http://geocarrefour.revues.org/index4162.html>.
- CUBIZOLLE H., THEBAUD G., SEYTRE L., PORTE-RET J. et TOURMAN A. 2010. - Les causes du développement de l'arbre sur les tourbières du Massif central oriental (France) au cours du XXème siècle. *Annales scientifiques de la réserve de Biosphère transfrontalière Vosges du Nord* 15 : 140-170.
- DAGET Ph. 1979. - Études sur la végétation du Massif central : place du Pin sylvestre dans le climax du Hêtre en Margeride. *Bulletin d'Écologie* 10(4) : 315-325.
- DELPECH R. 1980. - Les prairies tourbeuses du Haut-Vivarais (Ardèche, France). In *La végétation des sols tourbeux*, Lille 1978. *Colloques Phytosociologiques*, N.S. VII : 265-275.
- DUCHAMP L. 2008. - *Le Pin sylvestre en contexte tourbeux : un allié du gestionnaire en ces périodes climatiques incertaines ? Écologie et protection des tourbières*. Colloque franco-allemand de Bitche (Moselle), 19-21 juin 2008. URL : <http://www.pole-tourbières.org/Bitche.htm>
- DUPIEUX N. 1998. - *La gestion conservatoire des tourbières de France : premiers éléments scientifiques et techniques*. Programme Life-Nature « Tourbières de France », Espaces naturels de France. 244 p.
- EDELMANN H.-J. 1985. - *Late glacial and Holocene vegetation development of la Goutte Loiselot (Vosges, France)*. Thèse, Université d'Utrecht, 196 p.
- FERREZ Y., BAILLY G., BEAUFILS Th., COLLAUD R., CAILLET M., FERNEZ T., GILLET F., GUYONNEAU J., HENNEQUIN Ch., ROYER J.-M., SCHIMMITT A., VERGON-TRIVAUDEY M.-J., VADAM J.-Cl. et VUILLEMENOT M. 2011. - Synopsis commenté des groupements végétaux de Franche-Comté. *Les Nouvelles Archives de la Flore jurassienne* n°spécial 1, 281 p.
- FOUCAULT B. de 1986. - Contribution à une étude systématique des prairies de l'Aubrac (Massif central français). *Documents Phytosociologiques, Nouvelle série X(I)* : 255-305.
- GAUDILLAT V., HAURY J., BARBIER B. et PESCHADOUR F. 2002. - *Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire : Habitats humides*. La Documentation française, Paris, tome 3 : 449 p.
- GÉGOUT J.-Cl., RAMEAU J.-Cl., RENAUX B., JABBIOL B., BAR M. et MARAGE D. 2008. - *Les habitats forestiers de la France tempérée : typologie et caractérisation phytocéologique*. AgroParis Tech-ENGREF, Nancy / Office national des forêts, Agence de l'environnement et la maîtrise de l'énergie, 720 p.
- GHESTEM A. et VILKS A. 1980. - Contribution à l'étude phytosociologique des tourbières acides du Limousin. In : *La végétation des sols tourbeux*, Lille 1978. *Colloques Phytosociologiques*, N.S., VII : 165-182.
- GOUBET p. 2007. - *Végétations et fonctionnement des tourbières de montagne Bourbonnaise*. Thèse Université de Clermont-Ferrand. 116 p. + annexes.
- GOUBET p. 2010a. - *Compte-rendu d'expertise commandée par le Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne. Diagnostic fonctionnel du complexe tourbeux de la Godivelle (Puy-de-Dôme) : campagne 2009*. Cabinet Pierre Goubet, Jenzat. Volume 1 (Texte) 24 p. Volume 2 (Figures) 21 p.
- GOUBET p. 2010b. - *Compte rendu d'expertise commandée par le Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne. Étude de l'état fonctionnel de 11 tourbières du territoire du Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne (Puy-de-Dôme et Cantal)*. Cabinet Pierre Goubet, Jenzat. Volume 1 (texte), 46 p. Volume 2 (Figures), 42 p. Volume 3 (Fiches), 30 p.
- GOUBET p. 2010c. - *Compte rendu d'expertise commandée par le Conservatoire des Espaces Naturels Rhône-Alpes. Diagnostic fonctionnel du complexe de la Béroude (Les Neyrolles, Ain, France)*. Cabinet Pierre Goubet, Jenzat. Volume 1 (texte), 17 p. Volume 2 (Figure), 24 p.
- GOUBET p. et RAGUÉ J.-C. 2008. - *L'impact des arbres sur les communautés turfogènes serait-il toujours négatif ? Quelques observations dans les Vosges et le Massif central in Écologie et protection des tourbières*. Colloque franco-allemand de Bitche (Moselle), 19-21 juin 2008. URL : <http://www.pole-tourbières.org/Bitche.htm>
- GOUBET p., THEBAUT G. et PETEL G. 2004. - Les modèles théoriques de développement des hauts-marais : un outil pour la gestion conservatoire des tourbières. *Géocarrefour* Vol. 79/4, [en ligne]. URL : <http://geocarrefour.revues.org/index827.html>.

- GRÉGOIRE F., PARMENTIER H. et PASCAULT B. 2010. - La tourbière, le plateau et l'arbre : exemple du réseau de tourbières de Montselgues (Ardèche). *Annales scientifiques de la réserve de Biosphère transfrontalière Vosges du Nord* 15 : 179-191. URL : <http://www.pole-tourbières.org/Bitche.htm>
- GUSTAVE (Frère) et HERIBAUD-JOSEPH (Frère) 1888. - *Flore d'Auvergne contenant la description des familles, genres, espèces et variétés de toutes les plantes vasculaires qui croissent spontanément dans les départements du Puy-de-Dôme et du Cantal, l'indication de leurs propriétés usuelles, des clefs analytiques conduisant rapidement aux noms spécifiques et un vocabulaire des termes techniques employés dans cet ouvrage*. Michel Bellet et fils Ed., Clermont-Ferrand, 576 p.
- HÖLZER A. et HÖLZER A. 1994. - Studies on the Vegetation history of the Lautermoor in the Upper Rhine Valley (SW-Germany) by means of pollen, macrofossils, and geochemistry. In Festschrift Gerhard Lang. A.F. Lotter et B. Ammann (eds.). *Dissertationes Botanicae* 234 : 309-336.
- HÖLZER A. et HÖLZER A. 1998. - Silicon and titanium in peat profiles as indicators of human impact. - *The Holocene* 8: 685-696
- HÖLZER A. et HÖLZER A. 2003. - Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Großen- und kleinen Muhr an der Hornisgrinde (Nordschwarzwald). - *Mitt. Ver. Forstl. Standortkunde u. Forstpflanzenzüchtung* 42 : 31-44.
- HUGONNOT. et GRAVELAT. 2002. - Intérêt bryologique des tourbières du domaine du Sauvage. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne* 66 : 33-38.
- HUGONNOT V., STALLEGGER p. et HAUGUEL J.-C. 2012. - Découverte de *Cryptothallus mirabilis* Malm. dans la tourbière des Petites Riaux (Orne, Basse-Normandie). Plaidoyer pour une non-intervention dans les boisements sur tourbe. *Nouvelles naturalistes, revue de l'Association Faune et Flore de l'Orne* : 36-43.
- INGRAM H.A.P. 1982. - Size and shape in raised mire ecosystems : a geographical model. *Nature* 297 : 300-303.
- JULVE p. 1983. - *Les groupements de prairie humide et de bas-marais : étude régionale et essai de synthèse à l'échelle de l'Europe occidentale*. Thèse de troisième cycle Université Paris sud, 224 p.
- KATZ N.S. 1926. - Sphagnum bogs of central Russia: phytosociology, ecology, and succession. *Journal of Ecology* 14 : 177-202.
- KLINGER L.F. 1990 - Bryophytes and forest decline. *Memoirs of the Torrey Botanical Club* 24 : 1-50.
- KLINGER L.F., ELIAS S.A., BEHAN-PELLETIER V.M. et WILLIAMS N.E. 1990. - The bog climax hypothesis : Fossils arthropod and stratigraphic evidence in peat sections from south-east Alaska, USA. *Echography* 13(1) : 72-80.
- LAASIMER L. et MASING V. 1995. - *Taimestik ja taimkate [Flora and plant cover]*. In Estonia. Nature (Raukas, A., ed.), : 364.396. Valgus, Tallinn [in Estonian, with English summary].
- LAMOTTE M. 1840. - Catalogue des plantes phanérogames qui croissent spontanément en France, avec indication spéciale de celles qui se trouvent en Auvergne. *Annales Sciences, littéraire, Industriel d'Auvergne* 13 : 16-92.
- LARIEUX L. et GONIN p. 2011. - *La biodiversité en Forêt et son évaluation avec l'indice de biodiversité potentielle*. Diaporama de présentation. <http://www.foretpriavefrancaise.com/ibp/>.
- LEMÉE G. 1941. - Recherches sur l'évolution forestière postglaciaire en Auvergne. II, Analyse pollinique d'une tourbière des Bois Noirs. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne* 1-2 : 41-49.
- LEMÉE G. 1955. - L'évolution de la forêt française au cours de Quaternaire d'après les analyses polliniques. *Revue Forestière Française* 7(6) : 442-460.
- LEMÉE G. 1995. - Les sapinières disparues et actuelles sur tourbe du Massif central Français. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne* 59 : 21-36.
- LUQUET A. 1926a. - Études sur la géographie botanique de l'Auvergne : esquisse phytogéographique du Massif des monts Dore. *Rev. Géogr. Alpine* 14(2) : 63 p.
- LUQUET A. 1926b. - *Essai sur la géographie botanique de l'Auvergne. Les associations végétales du Massif des monts Dore*. Brulliard, St-Dizier, 266 p.
- MÄKILÄ M. et SAARNISTO M. 2008. - *Carbon accumulation in boreal peatlands during the Holocene - impacts of climate variations*. In STRACK M. 2008. Peatlands and climate change. International Peat society, Finland, 24-43.
- MANNEVILLE O., VERGNE V. et VILLEPOUX O. 2006. - *Le monde des tourbières et des marais - France, Suisse, Belgique, Luxembourg*. Ed. Delachaux et Niestlé, 302 p.
- MÉRIAUX J.L., SCHUMACKER R., TOMBAL p. et DE ZUTTERE Ph. 1980. - Contribution à l'étude des boulaires à sphagnes dans le Nord de la France, l'Île-de-France et les Ardennes. In *La végétation des sols tourbeux*, Lille 1978. *Colloques Phytosociologiques VII* : 477-494.
- MIGOUT A. 1890. - *Flore du département de l'Allier et des cantons voisins*. Fudez Frères Impr., Moulins, 543 p.
- MOORE p.D. et BELLAMY D.J. 1974. - *Peatlands*. Elek Science, Londres. 221 p.
- MOREAU p.-A. 2002. - *Analyse écologique et patrimoniale des champignons supérieurs dans les tourbières des Alpes du Nord*. Mémoire de thèse, Université de Savoie, 240 p.

- MUNRO D.-S. 1984. - Summer soil moisture content and the water table in a forested wetland peat. *Canadian Journal of Forest Resources* 14 : 331-335.
- OHILSON M., ØKLAND R.-H., NORDBAKKEN J.-F. et DAHLBERG B. 2001. - Fatal interactions between Scots pine and Sphagnum mosses in bogs ecosystems. *Oikos* 94 : 425-432.
- OSVALD H. 1923. - Die vegetation des Hochmoores Komosse. *Swedish Botanical Society* 1 : 1-146.
- PAAL J., 2005 – Estonian mires. *Stapfia 85, zugleich Kataloge der OÖ. Landesmuseen Neue Serie* 35, 117-146
- PAILLET Y., BERGÈS L. et al. 2010. - Biodiversity differences between managed and unmanaged forests: meta-analysis of species richness in Europe. *Conservation Biology* 24(1) : 101-112.
- PÉRÉRA S. 1997. - *Contribution à l'étude des Forêts humides oligotrophes à sphagnes dans le Perche et l'Eure-et-Loir et dans les limites du future Parc naturel régional*. Association d'étude pour un Parc naturel régional Perche, 97 p.
- PONS A., REILLE M. et BEAULIEU J.-L. de. 1989a. - La végétation du Massif central depuis la fin du dernier glaciaire. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne* 55 : 87-95.
- PONS A., REILLE M. et BEAULIEU J.-L. de. 1989b. - Histoire de la flore et de la végétation du Massif central (France) depuis la fin de la dernière glaciation. *Cahiers de Micropaléontologie* 3(4) : 5-36.
- PORTERET J. 2008. - *Fonctionnement hydrologique des têtes de bassin versant tourbeuses du Nord-Est du Massif central*. Thèse de doctorat, Sciences Humaines et Sociales, Université Jean Monnet. Saint-Étienne. 414 p.
- POUVARET S. 2007. - *Diagnostic phytosociologique et cartographie de tourbières méconnues du sud des Monts du Forez en vue de leur gestion et de leur protection*. Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand II, 21 p.
- RAGUÉ J.-C. et GOUBET p. 2008. - *L'impact des arbres sur les communautés turfigènes serait-il toujours négatif ? Quelques observations dans les Vosges et le Massif central in Écologie et protection des tourbières*. Colloque franco-allemand de Bitche (Moselle), 19-21 juin 2008.
- RAMEAU J.-C. 1996. - *Réflexions syntaxonomiques et synsystématiques au sein des complexes sylvatiques français*. Colloque Int. de Phytosociologie, Orsay, 25 p.
- RAMEAU J.-C., MANSION D. et DUME G. 1993. - *Flore forestière française, guide écologique illustré*. Tome 2 : montagnes. Institut pour le développement forestier, vol. 2 : 2421 p.
- RAMEAU J.-C., GAUBERVILLE C. et DRAPIER N. 2000. - *Gestion forestière et diversité biologique. Identification et gestion intégrée des habitats et espèces d'intérêt communautaire*. France domaine continental ; ENGREF, ONF, IDF, 119 p.
- RAMEAU J.-C., CHEVALLIER H., BARTOLI M., GOURC J. et BENSETITI F. 2001. - *Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 1 - Habitats forestiers*. Éd. La Documentation française, Paris, vol. 1 : 339 p., vol. 2 : 423 p.
- REILLE M. et PONS A. 1982. - L'histoire récente de *Pinus sylvestris* L. en Margeride (Massif central, France) et la signification de cette essence dans la végétation actuelle. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences* 294 : 471-474.
- REILLE M. 1991a. - L'origine du Pin à crochets dans le Massif central français. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne* 56 : 71-78.
- REILLE M. 1991b. - L'origine de la station de pin à crochets de la tourbière de Pinet (Aude) et de quelques stations isolées de cet arbre dans les Vosges et le Jura. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne* 55 : 65-85.
- RENAUX B. 2012. - *Caractérisation des tourbières boisées (91D0\*) en Auvergne*. Conservatoire botanique national du Massif central \ Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Auvergne, 89 p.
- RICHARD J.-L. 1961. - Les forêts acidiphiles du Jura. *Matériaux pour le levé géobot.* de la Suisse 38 : 164 p.
- ROBBE G. 1993. - *Les groupements végétaux du Morvan*. Société d'Histoire Naturelle et des Amis du muséum d'Autun, Autun, 159 p.
- ROYER J.M., FELZINES J.-C., MISSET Cl. et THEVENIN S. 2006. - Synopsis commenté des groupements végétaux de Bourgogne et de Champagne-Ardenne. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*, N.S. N°spécial 25, 393 p.
- RYDIN H. et JEGLUM J.-K. 2006. - *The biology of peatlands*. Oxford University Press, Oxford, 392 p., 106 illus.
- SCHMITT A. 1980. - Observations phytosociologiques sur les forêts sur tourbe dans le Jura. *In Sols Tourbeux*, Lille, 1978 , *Colloques Phytosociologiques* VII : 345-357.
- SCHNITZLER-LENOBLE A. 2002. - *Écologie des forêts naturelles d'Europe. Biodiversité, sylvigénèse, valeur patrimoniale des forêts primaires*. Éditions Tec et Doc, Londres, Paris, New York, 271 p.
- SEYTRÉ L. et HUGONNOT V. 2010. - *Expérimentation-test relative à l'exportation des pins dans le site Natura 2000 «Marais de Limagne» (Haute-Loire)*. Conservatoire botanique national du Massif central \ Département de la Haute-Loire, 21 p.
- SOUCHON C. 1965. - Étude de la localisation stationnelle de *Betula nana* L. en Margeride. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne* 31 : 59-71.
- THÉBAUD G. & BERNARD C.-É. à paraître. Contribution au prodrome des végétations de France : les Picteaa abietis Klika 1948, *J. Bot. Soc. Bot. France*.

- THÉBAUD G. & BERNARD C.-É. à paraître. Contribution au prodrome des végétations de France : les Betulo-Pinetea sylvestris Preising et Knapp in Knapp ex Scamoni & H. Passarge 1959, *J. Bot. Soc. Bot. France*.
- THÉBAUD G., CUBIZOLLE H. et PETEL G. 2003. - Étude préliminaire des haut-marais ombrotrophes du Forez septentrional et des Bois Noirs (Massif central, France): végétation, évolution et dynamique actuelle. *Acta Botanica Gallica* 150(1) : 35-57.
- THÉBAUD G., GOUBET P., SKRZYPczAK R. et SOURP E. 2009. - Communautés végétales des tourbières ombrotrophes du Massif central oriental (France). *Acta Botanica Gallica* 156(3) : 341-377.
- THÉBAUD G. et LEMÉE G. 1995. - Groupements forestiers murs à *Abies alba* dans les Monts du Forez. *Acta Botanica Gallica* 142(3) : 253-266.
- THÉBAUD G. & SKRZYPczAK R. soumis. Caractérisation et dynamique des communautés forestières turficoles dans le Massif central oriental. *J. bot. Soc. Bot. France*.
- THÉBAUD G. 2008. - Associations végétales récemment décrites dans le Massif central oriental français : typification et validation nomenclaturale. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne* 70 : 75-95.
- THÉBAUD G. 2007. - *Étude de la variabilité des Bouleaux en Auvergne : analyse des caractères morphologiques*. Herbiers universitaires de Clermont-Ferrand, 12 p.
- THÉBAUD G., ROUX C., BERNARD C.-E. & DELCOIGNE A. 2014 - *Guide d'identification des végétations du nord du Massif central : Associations végétales et habitats naturels*. Presses universitaires Blaise Pascal, 294 p.
- THÉBAUD G., SKRZYPczAK R., ARDOIN É., FA-FOURNOUX L. et COMBES C. 2009. - *Diagnostic phytosociologique préalable au document d'objectifs et au suivi du complexe tourbeux de Virennnes (FR8302002)*. Herbiers Universitaires de Clermont-Ferrand ; Pôle de Recherche et d'Enseignement supérieur Clermont-Université / Parc naturel régional du Livradois-Forez, 19 p.
- THÉBAUD G., SKRZYPczAK R., ROUX C. et DELCOIGNE A. 2012. - *Une analyse intégrée des végétations des tourbières acides du Massif central*. Actes des Rencontres végétales du Massif central / 28-30 avril 2010. Conservatoire botanique national du Massif central : 23 - 32.
- THÉBAUD G. 2011. - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Oxycocco palustris - Sphagnetea magellanici* Braun-Blanq. et Tüxen ex V. Westh., Dijk, Passchier et Sissingh 1946 (tourbières acides eurosibériennes). *Journal de Botanique de la Société botanique de France* 56 : 69-97.
- THÉBAUD G., SKRZYPczAK R. et THOMAS M. 2012. - *Suivi d'habitats d'intérêt européen de l'écosystème tourbeux de Virennnes*. (Le Monestier, 63). Site Natura 2000 (FR8302002). Étude comparative 2009-2012. Clermont-Université / Institut de botanique-Herbiers universitaires de Clermont-Ferrand, 21 p.
- VALLAURI D. 2007. - *Biodiversité, naturalité, humainité. Application à l'évaluation des forêts et de la qualité de la gestion*. Rapport WWF, Marseille, 86 pages.
- VALLAURI D., ANDRÉ J. et BLONDEL J. 2002. - *Le bois mort, un attribut vital de la biodiversité de la forêt naturelle, une lacune des forêts gérées*. Rapport scientifique. WWF, 34 p.
- VALLAURI D. et al. 2006. - *Bois mort et à cavités. Une clé pour des forêts vivantes*. Lavoisier, Tec et Doc, 405 p.
- VANDEN BERGHEN C. 1951. - Note sur la végétation de quelques tourbières de la Margeride méridionale. *Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique* 83 : 365-372.
- VILLARET J.Ch. 1987. - *Inventaire des tourbières d'Auvergne*. CARENE. Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, 127 p.
- VON POST L. et SERNANDER R. 1910. - *Pflanzenphysiognomische Studies auf einigen Torfmooren in Närke*. Livret-guide Exc. Suède, 11è Congrès de Géologie, 14: 1-48.
- WAGNER C. 1994. - Zur Ökologie der Moorbirke *Betula pubescens* EHRH. In : Hochmooren Schleswig-Holsteins unter besonderer Berücksichtigung von Regenerationsprozessen in Torfstichen. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg*, Heft 47, 182 p.
- WEBER H.E., THEURILLAT J.-P. et MORAvec J. 2000. - International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd edition. *Journal of vegetation science* 2000 : 739-768.

# 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

The Comberude valley (Aigoual mountain region, dep. Gard, Cévennes National Parc) :  
new data on the flora of an exceptional site in the French Massif Central.

● Conservatoire d'espaces naturels  
du Languedoc-Roussillon  
Parc-Club du Millénaire, bât. 31  
1025, av. Henri Becquerel  
34000 MONTPELLIER  
✉ conservation@cenlr.org  
☎ 04 67 02 21 28  
█ www.cenlr.org

par Giacomo LASMER et Mario KLESCZEWSKI 1



Photo 1 ▶

Vallon de Comberude  
(massif de l'Aigoual,  
Gard, Parc national des  
Cévennes)

© Cliché : M. KLESCZEWSKI

## Résumé

Notre travail synthétise les résultats de plusieurs années de prospections floristiques ciblées dans le vallon de Comberude, une zone de 427 ha peu accessible car très accidentée dans le massif du Mont Aigoual (Cévennes méridionales : département du Gard). Les 33 espèces floristiques remarquables recensées dans ce vallon sont présentées, ainsi que leur situation à l'échelle du Massif central. La répartition actuelle, par tranche d'altitude, des espèces patrimoniales est comparée aux données du catalogue de la flore du massif de l'Aigoual BRAUN-BLANQUET (1933).

Mots-clé : Flore – plantes vasculaires – Comberude – Mont Aigoual – Cévennes.

## Abstract

This article presents the results of several years of researching plant species in the « Comberude Valley », a nearly inaccessible site because of its steep slopes that covers 427 ha in the Aigoual mountain region (Southern France, Cévennes). The 33 noteworthy species recently found at the site are presented, as well as their status in regards to the French Massif Central. The distribution at different altitudes of these endangered, threatened, rare or symbolic species in the Comberude Valley is compared to the data in the catalogue of the vascular flora of the Aigoual mountain region BRAUN-BLANQUET (1933).

Keywords : Flora – vascular plants - Aigoual mountain – Cévennes.

## Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier l'Office national des forêts, et plus particulièrement M. Gilles GUARDIA et M. Guy MONZO, pour l'accueil proposé aux stagiaires et chercheurs au chalet-laboratoire de l'Hort-de-Dieu, Elodie Maison du GIP ATEN pour sa relecture. Un grand merci à l'équipe

de Météo France à l'observatoire du Mont Aigoual pour leur accueil chaleureux et le soutien logistique. Merci beaucoup aussi aux amis qui nous ont accompagnés et assurés lors de certaines journées de prospections floristiques : †Denis DAINAT, Remy PONCET, Violette TREIL.

## Nomenclature utilisée : TAXREF v.7.0

## Introduction

Massif montagneux mythique et visible depuis Montpellier, le Mont Aigoual a passionné les botanistes héraultais depuis le 16<sup>ème</sup> siècle. Leurs explorations ont débouché sur un certain nombre d'articles au sujet de la flore de ce massif. Grâce aux travaux de ces dizaines de botanistes-exploreurs, le premier catalogue floristique du massif, déjà très complet, a pu être publié par J. BRAUN-BLANQUET en 1933. Ce catalogue est très détaillé, il mentionne notamment les altitudes précises des stations connues à l'époque.

Au vu des stations mentionnées dans le catalogue, le vallon de Comberude est de toute évidence un des secteurs les plus intéressants du massif. Il n'a toutefois pas fait l'objet de prospections ciblées depuis longtemps, ni même depuis la création du Parc national en 1970.

C'est pourquoi un stage de BTS a été proposé par le Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon, avec pour objectif de rechercher les stations de flore remarquable dans ce fameux vallon, et d'en analyser les changements, le cas échéant.

Charles FLAHAULT a eu la généreuse idée d'aménager la bergerie de l'Hort-de-Dieu en chalet-laboratoire, avec pour objectif d'accueillir les chercheurs biologistes et forestiers au cœur du massif. Tout comme J. BRAUN-BLANQUET pour sa thèse mondialement connue (BRAUN-BLANQUET 1915) et la réalisation du catalogue de la flore du massif, et conformément à cette tradition désormais historique, les stagiaires et autres chercheurs liés à la présente étude ont été hébergés par l'Office national des forêts au chalet de l'Hort-de-Dieu.

### ▼ Carte I

Situation du vallon de Comberude

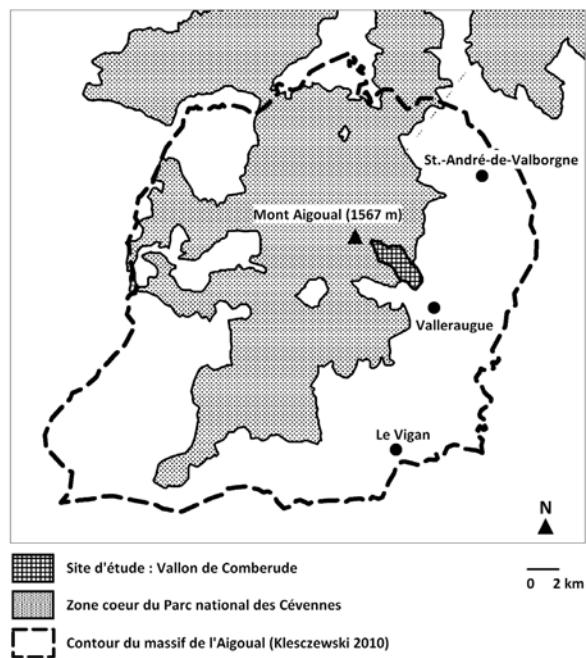
© CEN Languedoc-Roussillon

## Le vallon de Comberude

### Situation

Entièrement compris dans la commune gardoise de Valleraugue (30570), le « vallon de Comberude », domine le versant sud-ouest du massif de l'Aigoual sur une superficie de 427 ha. Le vallon s'étend du hameau des Salles, au Nord de Valleraugue vers 450 m d'altitude, jusqu'au sommet voisin du Grand Aigoual, dit « Pic de la Fageole », à 1536 m. Environ trois quarts du vallon, à partir d'environ 700 m d'altitude, se trouvent en « zone cœur » du Parc national des Cévennes.

La zone d'étude correspond au bassin versant du cours d'eau temporaire appelé « valat de Comberude ». D'imposantes crêtes rocheuses délimitent le site, notamment celle du Sud, très connue des randonneurs, où sillonne le fameux « sentier des 4 000 marches » qui mène du village de Valleraugue au sommet du Mont Aigoual. Le dénivelé de ce sentier mythique, de plus de 1 250 m sur 8 km de montée, est tout à fait représentatif de la topographie du « vallon de Comberude », qui porte bien son nom.

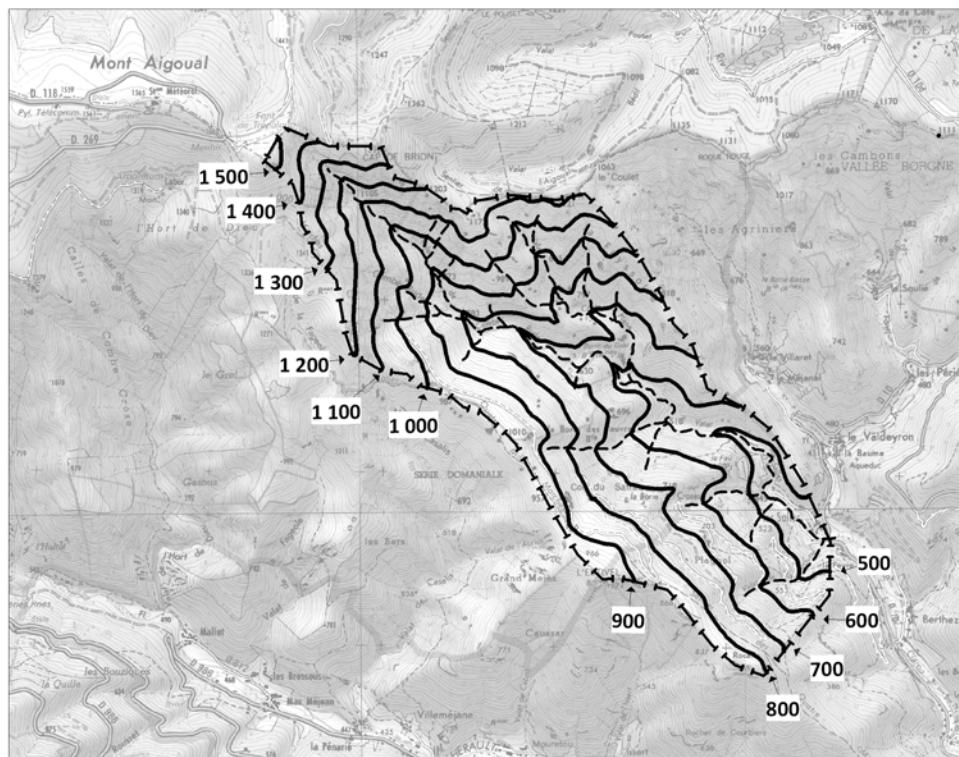


## Topographie et géologie

Sur la carte II, les courbes de niveau relativement rapprochées illustrent bien la topographie très escarpée du vallon. Les pentes sont souvent très fortes et de nombreuses barres rocheuses et zones d'éboulis y sont apparentes. Ces roches sont très majoritairement constituées de schistes métamorphiques d'âge primaire renfermant quelques niveaux de quartzite. Sur le versant Sud de l'Aigoual, les couches de ce matériau feuilleté sont orientées perpendiculairement à la pente, ce qui explique pour grande partie l'escarpement extrême de ce secteur de la haute vallée du fleuve Hérault. Du point de vue géologique, ce versant Sud de l'Aigoual comporte une spécificité très limitée en superficie, mais à l'origine de particulari-

tés botaniques uniques à l'échelle des Cévennes voire du Massif central : des bancs de calcaires primaires dits cipolins affleurent par endroits, notamment entre 1250 m et les sommets, et portent une végétation typiquement calcicole, très différente de celle du massif siliceux alentour (voir p. ex. DUMAS 1876 : 19, DREAL-LR 2009).

Il est évident qu'un site d'une telle variabilité en termes de conditions stationnelles, aussi bien géologiques (schistes, calcaires) que topographiques (altitude, expositions) et hydrologiques (rochers secs, cours d'eau et suintements temporaires), abrite des cortèges aussi bien floristiques que faunistiques d'une diversité exceptionnelle.



Carte II ►

Topographie du vallon de Comberude

© CEN Languedoc-Roussillon

- Contour du site "vallon de Comberude"
- Courbes de niveau (en m d'altitude)
- Cours d'eau (souvent temporaires)

0 300 m

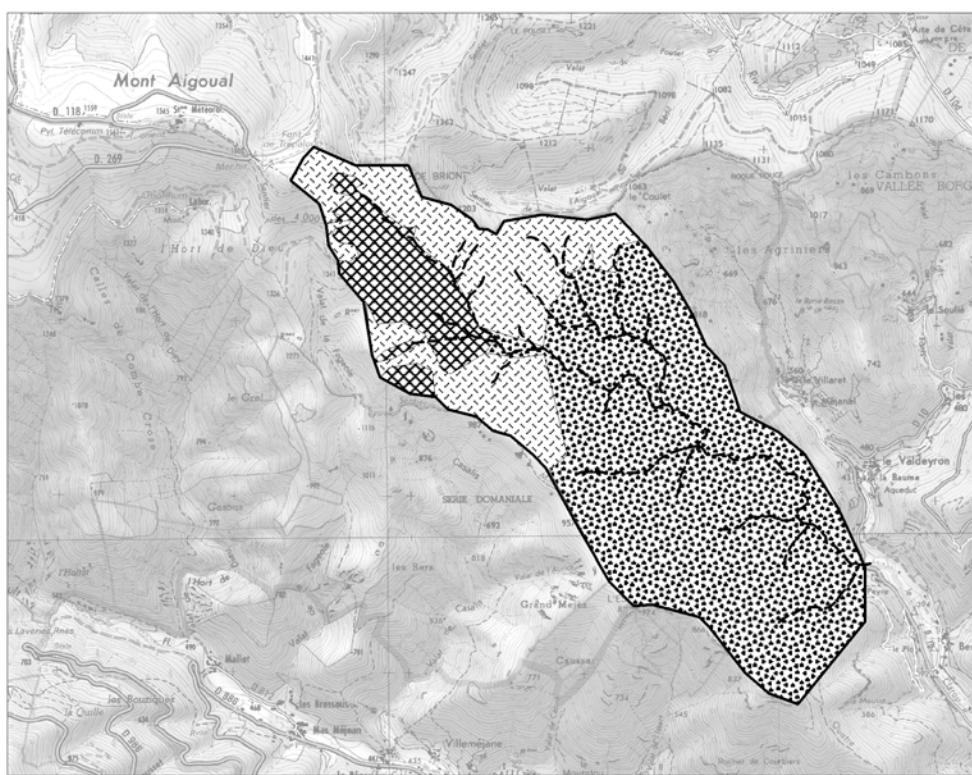
N

Sources :  
IGN Paris (Scan25, BD Topo, BD Carthage)  
Cartographie : M. Kleszczewski, CEN L-R

## Végétation actuelle

De façon assez classique, les versants en-dessous de 1000 mètres sont dominés par le Chêne vert sur les expositions Sud, et par les forêts de Châtaigniers sur les ubacs. La végétation du site est beaucoup plus ouverte sur les adrets de l'étage montagnard, où dominent des pelouses xérophiles à Féture d'Auvergne, partiellement pâturées par des troupeaux de brebis localisés

dans la vallée. Les falaises ensoleillées abritent notamment de très belles populations des Joubarbes toile d'araignée et des toits (*Sempervivum arachnoideum*, *S. tectorum*). Les ubacs montagnards, malgré leurs pentes parfois très raides, sont occupés par d'imposantes futaies de hêtres, qui donnent l'impression de ne pas avoir été exploitées par l'homme depuis des siècles.



## Contour du site "vallon de Comberude"

0 300 m

N

## Forêts de Chênesverts - Châtaigniers

Sources :  
IGN Paris, Scan25, BD Carthage)

 Pentes rocheuses - pelouses

## Hâtraies sur pentes

Cartographie : M. Kleszczewski, CEN L-R

### Cours d'eau (souvent temporaires)

## Objectifs de l'étude

Malgré sa renommée de site exceptionnel, le vallon de Comberude n'a pas fait l'objet de recherches floristiques approfondies depuis la publication du catalogue de la flore du massif en 1933. Suite à ce constat, un stage de BTS a été proposé par le Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon, avec un objectif double :

- rechercher les stations de flore remarquable dans le vallon, sur la base des données mentionnées dans le catalogue de BRAUN-BLANQUET (1933) ;
- comparer les résultats et mettre en évidence les éventuels changements.

Le présent article synthétise les résultats de ce stage BTS (LASMER 2012) et les observations effectuées dans le site par l'Office national des forêts, le Conservatoire d'espaces naturels (KLESC-ZEWSKI, données non publiées) et le Parc national des Cévennes (J. SEON comm. pers.) depuis environ 15 ans.

## Démarche

La première étape du travail a consisté à « éplucher » le catalogue de BRAUN-BLANQUET (1933) afin d'établir la liste des taxons remarquables à rechercher dans le site. Nous avons retenu comme « remarquables » les espèces remplissant au moins un des critères suivants :

- protection réglementaire (listes nationale ou régionale) ;
- statut ZNIEFF-LR (DREAL-LR 2010) ;
- endémique des Cévennes ou du Massif central ;
- rareté à l'échelle du Parc national des Cévennes.

Sur cette base, plus de vingt journées de prospection ont été réalisées au cours des saisons 2011 et 2012. L'ensemble des données récoltées a été saisi en base de données (SICEN : Système d'informations du CEN L-R, <http://sig.cenlr.org/>). Elles sont par conséquent accessibles via le Système d'Information sur la Nature et les Paysages (SINP, <http://www.naturefrance.fr/sinp/presentation-du-sinp>).

En seconde partie, nous avons tenté une comparaison des données anciennes et actuelles.

## Résultats

### La flore remarquable du vallon de Comberude (figures I et II)

Au total, nous avons recensé 33 taxons remarquables selon les critères énumérés ci-dessus, dont 9 nouveaux pour le site, par comparaison au catalogue de BRAUN-BLANQUET (1933). Nous avons reporté nos résultats sous forme de tableau, par tranches de 50 mètres d'altitude (figure I). Les taxons y sont classés selon leur apparition dans les différentes classes altitudinales. Ainsi, on peut facilement recenser les espèces présentes dans chaque tranche d'altitude. À noter aussi l'augmentation du nombre de taxons remarquables à partir de 1.200 mètres d'altitude. En figure I, les trames des cases indiquent s'il s'agit de données anciennes (issues du catalogue de 1933) et/ou récentes. De cette façon, les éventuelles tendances

notamment de régression deviennent apparentes. Ces tendances sont commentées en détail dans la partie « présentation des taxons remarquables » ci-dessous.

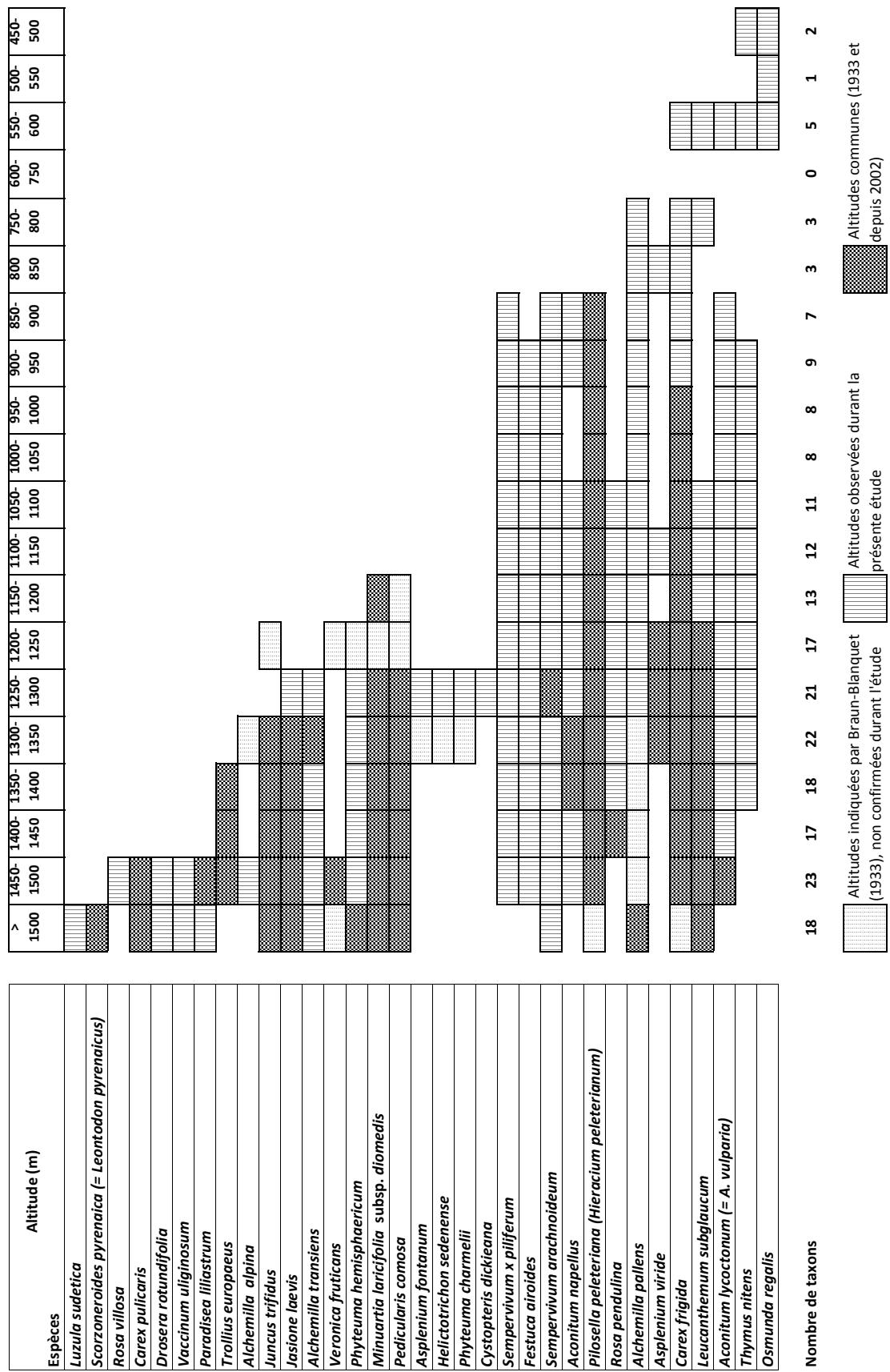
La figure II présente la comparaison des données historiques et récentes. Depuis le début des prospections floristiques du vallon en 2000, 74 des 90 stations signalées par BRAUN-BLANQUET (1933) ont été retrouvées. Les 128 stations découvertes récemment illustrent avant tout la diversité exceptionnelle de ce site, mais montrent aussi que le vallon n'était pas encore bien exploré en basse et moyenne altitude (entre 500 et 1.200 mètres).

Figure II ▶

Synthèse des données de flore remarquable, anciennes (BRAUN-BLANQUET 1933) et récentes (depuis 2002).

© CEN Languedoc-Roussillon

Stations de flore remarquables du vallon de Comberude		N	%
Stations indiquées par Braun-Blanquet (1933)	retrouvées depuis 2002	74	33,9
	non retrouvées	16	7,3
	<b>Sous-total</b>	90	41,2
<b>Stations nouvelles</b>		128	58,8
<b>Total</b>		218	100



◀ Figure I

## Présentation des taxons remarquables du vallon de Comberude :

### ***Aconitum lycoctonum***

À l'image de sa fréquence notable dans les mégaphorbiaies montagnardes du massif de l'Aigoual, l'Aconit tue-loup montre une amplitude particulièrement large dans Comberude, et accompagne le cours d'eau jusqu'à des stations abyssales en-dessous de 600 mètres.

### ***Aconitum napellus***

Avec des stations allant du sommet jusqu'à 850 mètres, l'Aconit napel ou Casque de Jupiter est également bien plus répandu que supposé par BRAUN-BLANQUET (1933), mais reste plus exigeant que son congénère à fleurs jaunes.

### ***Alchemilla alpina***

L'Alchémille des Alpes au sens strict est la plus petite et la plus rare des alchémilles à feuilles découpées. Sur l'Aigoual, elle n'est connue qu'en quelques points et toujours en populations très restreintes. Dans Comberude, elle se trouve dans un petit vallon encaissé et ombragé tout en haut du site, dans un groupement évoquant les pelouses en gradins des hautes montagnes.

### ***Alchemilla pallens***

L'Alchémille pâle fait partie du même groupe que l'espèce précédente, mais possède une écologie très différente : elle colonise les fentes de rochers très proches des ruisseaux voire dans les suintements, et forme en compagnie de la Laîche des régions froides (*Carex frigida*) un des groupements les plus remarquables du massif.

### ***Alchemilla transiens***

Troisième espèce remarquable et la plus robuste du groupe, l'Alchémille intermédiaire n'est pas rare sur les sommets cévenols. Sa répartition dans le site étudié (> 1250 m) est tout à fait représentative de l'ensemble de ses stations sur les Monts Aigoual et Lozère.

### ***Asplenium fontanum***

La Doradille des sources ne porte pas vraiment bien son nom, cette espèce est plutôt caractéristique des rochers calcaires plus ou moins ombragés. Pareil à Comberude, l'espèce y est confinée aux affleurements de calcaires cipolins, dont les plus importants se situent vers 1300 mètres.

### ***Asplenium viride***

La Doradille verte est une espèce particulièrement rare et localisée sur le massif. BRAUN-BLANQUET (1933) la donne dans les « fentes de rochers calcaires ou riches en  $Ca_3$  ». Nos observations ne confirment pas cette préférence, la plupart de nos données proviennent de rochers schisteux ombragés. C'est également le cas de la population la plus abyssale, découverte en 2011 vers 850 mètres sous rochers schisteux suintants.

### ***Carex frigida***

Comme l'indique son nom, la Laîche des régions froides est répandue dans les grands massifs montagneux (Alpes, Pyrénées, etc.). De façon très étonnante, cette espèce des suintements et bords de ruisselets est aussi bien absente d'Auvergne (ANTONETTI et al. 2006) que du Mont Lozère (@ : SILENE), mais se trouve en relative abondance sur le versant méridional du Mont Aigoual. Dans Comberude, nous l'avons fréquemment observée aux altitudes indiquées par les auteurs (> 950 m), mais également plus bas en vallée, jusqu'à 550 mètres seulement !

### ***Carex pulicaris***

Contrairement à l'espèce précédente, la Laîche puce ne semble pas pouvoir descendre à plus basse altitude à la faveur d'un microclimat atténué par la présence d'un petit cours d'eau permanent. Tout comme le Rossolis à feuilles rondes (*Drosera rotundifolia*), qu'elle accompagne souvent dans les groupements des tourbières montagnardes, cette laîche très discrète n'est connue dans le site que sur les suintements les plus élevés (> 1450 m).

### ***Cystopteris dickieana***

Le Cystoptéris de Dickie, une petite fougère probablement rare, mais certainement méconnue a été découverte dans le massif de l'Aigoual par Y. Maccagno du Parc national des Cévennes sur des rochers suintants à l'Hort-de-Dieu. Dans Comberude, nous ne l'avons trouvée que sur une seule paroi schisteuse ombragée vers 1300 mètres, mais il nous paraît probable qu'elle soit présente à d'autres endroits.

### ***Drosera rotundifolia***

Seule espèce protégée de la dition, le Rossolis à feuilles rondes a été découvert dans Comberude par J. SEON du Parc national des Cévennes. L'espèce s'y développe dans des stations inhabituelles, non tourbeuses, sur des rochers suintants où le substrat terreux est mince voire absent. Voir *Carex pulicaris* pour le commentaire au sujet des tranches d'altitude.

### ***Festuca airoides***

Absente du catalogue de BRAUN-BLANQUET (1933), la petite Fétuque fausse-canche est pourtant bien typée. Dans le massif de l'Aigoual, tout comme sur le Mont Lozère, l'espèce est répandue à l'étage montagnard. Sa répartition dans Comberude, où elle est fréquente au-dessus de 900 mètres, en est bien représentative.

#### ***Helictotrichon sedenense***

C'est sur la bande calcaire de Comberude que se trouvent les seules stations de l'Avoine des montagnes connues dans le Parc national des Cévennes. Les populations les plus proches se trouvent dans les monts du Cantal, les Alpes, et les Pyrénées. Cette situation en enclave confère aux stations de l'Aigoual un intérêt biogéographique majeur. Les stations se trouvent en état de conservation moyen à défavorable, puisque des pins noirs ont été plantés à proximité immédiate, probablement pour la stabilisation des pentes. Des actions de restauration du milieu par l'enlèvement de ces plantations nous paraissent souhaitables.

#### ***Jasione laevis***

La splendide Jasione pérenne est l'espèce « relict glaciaire » la plus répandue du massif de l'Aigoual : elle est présente sur la plupart des crêtes, à partir de 1 300 mètres d'altitude environ. Dans le vallon étudié, nous l'avons trouvée même un peu plus bas encore, vers 1 250 mètres.

#### ***Juncus trifidus***

Présent dans le même type de stations que l'espèce précédente, le Jonc trifide est moins répandu sur le massif : on ne le trouve que vers le sommet, et plus particulièrement sur les rochers de Comberude. L'abondance de cette espèce des hautes montagnes dans le site n'est pas sans évoquer l'éventuelle présence d'un étage plus ou moins asylvatique sur ce massif, qu'on pourrait qualifier de « subalpin », en concordance avec GEHU et al. (1984 : 41).

#### ***Leucanthemum subglaucum***

Endémique du Massif central méridional, la Marguerite vert-glaucque est assez commune dans le site, à tous les étages. Reste à comprendre pourquoi cette espèce aussi fréquente dans des situations relativement variées n'a pas réussi à se répandre dans les territoires voisins, qui paraissent écologiquement proches, tels que l'Auvergne.

#### ***Luzula sudetica***

Découverte par BRAUN-BLANQUET (1933) dans certaines tourbières de l'Aigoual, la discrète Luzule des Sudètes est une des plantes les plus rares du massif. Nous l'avons trouvé lors d'un relevé floristique exhaustif dans le même micro-vallon que l'Alchémille des Alpes (voir plus haut). Cette station est très différente de celles que l'espèce utilise habituellement dans les Cévennes, à savoir les complexes de hauts-marais à sphaignes rouges (cf. KLESCZEWSKI 2014 : 119). La présence d'un taxon rare dans une station aussi inhabituelle ne fait que souligner le statut biogéographique et écologique exceptionnel du vallon de Comberude.

#### ***Minuartia laricifolia* subsp. *diomedis***

La Minuartie de Diomède a été décrite par BRAUN-BLANQUET (1922) comme taxon nouveau des Cévennes méridionales et Pyrénées-Orientales. Rappelons ici que l'auteur a choisi ce nom en hommage à Diomède TUESKIEWICZ, « explorateur infatigable des Cévennes de l'Aigoual » (loc.

cit.). D'après BRAUN-BLANQUET (1933 : 27), l'herbier de TUESKIEWICZ serait « le plus complet de la flore des Cévennes du Gard », mais ce botaniste « modeste mais conscientieux [...] n'a jamais rien publié » (loc. cit.). Cette belle Caryophyllacée dédiée à Diomède complète le cortège des rochers schisteux à Jasione pérenne et Jonc trifide, confiné aux étages supérieurs entre 1 150 m et le sommet.

#### ***Osmunda regalis***

La pourtant peu discrète Osmonde royale est plus répandue dans le massif que signalée dans le catalogue qui ne donne qu'une station près de Valleraugue. Nous avons recensé de belles populations dans la partie basse du site, sur les rochers humides en bordure du valat des Salles, entre 450 et 600 mètres d'altitude.

#### ***Paradisea liliastrum***

Le splendide Lis de Saint-Bruno est la plus emblématique des espèces « relict glaciaires » de Comberude. Ces espèces relictées sont répandues dans les Alpes et les Pyrénées, mais rarissimes dans le Massif central où elles témoignent d'une aire de répartition historiquement bien plus étendue. Ce chapitre est l'occasion de rendre hommage à Georges FABRE, illustre reboiseur des Cévennes, car c'est lui qui a découvert l'espèce dans le massif de l'Aigoual, dans des pelouses d'altitude mises en défens pour le reboisement (FABRE 1899). La présence de cette belle Liliacée dans Comberude, quant à elle, est une découverte de J. SEON du Parc national des Cévennes. Nous l'avons repointée en deux endroits, dans la partie la plus élevée du site, où elle accompagne des formations proches des mégaphorbiaies qui restent à décrire. Au vu de sa rareté et attractivité, le Lis de Saint-Bruno mériterait d'être protégé en Languedoc-Roussillon tout comme en région Auvergne.

#### ***Pedicularis comosa***

Assez rare sur l'ensemble du massif de l'Aigoual, la belle Pédiculaire chevelue est assez fréquente dans les groupements herbeux mésophiles des pentes ensoleillées de Comberude. L'espèce était donnée dans tout l'étage montagnard, seules les plus basses stations, entre 1 150 et 1 250 mètres, n'ont pas encore été retrouvées.

#### ***Phyteuma charmelii***

Tout comme la Doradille des sources et l'Avoine des montagnes, la délicate Raiponce de Charmeil est strictement inféodée aux fentes des rochers calcaires localisées autour de 1 300 mètres. Contrairement aux deux autres espèces calcicoles citées, elle possède d'autres stations dans la combe voisine de l'Hort-de-Dieu où les affleurements de calcaires cipolins sont assez importants par endroits (BRAUN-BLANQUET 1933, DARDÉ 2001).

#### ***Phyteuma hemisphaericum***

Appartenant au même genre que l'espèce précédente, mais montrant des exigences stationnelles très différentes, la petite Raiponce à têtes hémisphériques affectionne les fissures de rochers schisteux et les pelouses acidiphiles. Dans ces milieux, elle se trouve souvent en compagnie de l'Alchémille intermédiaire, de la Jasione pérenne et de la Minuartie de Diomède, à partir de 1250 mètres jusqu'au sommet du Pic de la Fageolle.

#### ***Pilosella peleteriana* (= *Hieracium peleterianum*)**

L'Épervière de Lepeletier est une espèce phare du vallon de Comberude, dans la mesure où il semble s'agir de l'unique site connu en Languedoc-Roussillon (@ : INPN, SILENE). Cette petite épervière à stolons très courts et bractées du capitule longuement velues, est relativement fréquente dans les pelouses rocallieuses du site, de 850 mètres au sommet. Sur l'Aigoual, deux autres stations sont actuellement connues, avec peu d'individus, dans la combe voisine de l'Hort-de-Dieu (BRAUN-BLANQUET 1933, DARDÉ 2001).

#### ***Rosa pendulina***

Pourtant bien typée par ses fruits asymétriques et donc facile à reconnaître, la Rose des Alpes n'avait été donnée que vers la partie haute du site. Actuellement, l'espèce est présente dans tout l'étage montagnard, de 1050 à 1450 mètres.

#### ***Rosa villosa***

Également bien caractérisée grâce à ses feuilles velues et fruits très glanduleux, la Rose velue est une espèce calcicole qui n'était connue dans le massif que des alentours du petit Causse de Camprieu. Nous avons découvert quelques individus dans la partie supérieure du vallon, sur un éboulis composé aussi bien de blocs schisteux que de calcaires cipolins.

#### ***Scorzoneroidea pyrenaica* (= *Leontodon pyrenaicus*)**

Le Liendent des Pyrénées est une des espèces relictées glaciaires les plus exigeantes du site. Comme la Luzule des Sudètes, nous ne l'avons trouvé qu'au-delà de 1500 mètres, autour du Pic de la Fageole. Ce Liendent est par ailleurs assez répandu sur la crête sommitale de l'Aigoual, dans les pelouses à Nard d'altitude, avec Jasione pérenne, Raiponce à têtes hémisphériques et Alchémille intermédiaire.

#### ***Sempervivum arachnoideum***

Assez commune dans les Alpes et les Pyrénées, la Joubarbe toile d'araignée est plutôt rare dans le Massif central méridional. Elle forme de belles populations sur les parois schisteuses ensoleillées de Comberude, à partir de 850 mètres et jusqu'au sommet.

#### ***Sempervivum x-piliferum***

Au vu de la fréquence, dans les mêmes stations, de deux joubarbes (espèce précédente et *Sempervivum tectorum*), il n'est pas étonnant d'y trouver également leur hybride, la Joubarbe à poils. Cet hybride naturellement fréquent n'était toutefois pas encore signalé dans Comberude, où il est présent aux mêmes altitudes que la Joubarbe toile d'araignée.

#### ***Thymus nitens***

Pourtant bien caractérisé par son port en petit buisson stolonifère et sa floraison relativement tardive, le Thym des Cévennes est une espèce endémique assez méconnue. Ainsi, elle n'était pas non plus signalée dans Comberude où elle très répandue sur les rochers schisteux. Les altitudes notées reflètent bien ses exigences écologiques : on trouve ce Thym des basses vallées jusqu'à l'étage montagnard moyen, mais il évite les zones sommitales.

#### ***Trollius europaeus***

Le Trolle d'Europe, espèce caractéristique des mégaphorbaies montagnardes et médio-européennes, atteint sur l'Aigoual la limite méridionale de son aire de répartition, il y est d'ailleurs très rare. Le fait que ses plus belles populations soient développées dans Comberude, donc sur un versant exposé Sud-Est, dénote une fois de plus du microclimat très particulier de ce vallon. Dans le site, le Trolle est connu dans la partie supérieure uniquement, à partir de 1350 mètres.

#### ***Vaccinium uliginosum***

La petite Myrtille noire est également appelée Airelle des marais. Ces deux noms vernaculaires reflètent son écologie « à deux volets bien distincts », équivalente à celle de la Luzule des Sudètes : on trouve ces deux espèces dans les stations les plus froides du massif, soit des landes basses sur stations très sèches en expositions froides, soit des groupements de ligneux bas sur buttes de sphagnum rouge, en complexes tourbeux de hauts marais.

#### ***Veronica fruticans***

La discrète Véronique des rochers est certainement une des espèces les plus rares et menacées du massif. Signalée par BRAUN-BLANQUET 1933 à plusieurs endroits, et même « abondante autour du Pic de la Fageole », l'espèce s'est probablement fortement raréfiée. Nous ne l'avons retrouvée qu'à un seul endroit sur un rocher en partie haute de Comberude, en 2002, et elle n'a pas été revue depuis. Des recherches plus systématiques devront être menées pour déterminer plus précisément l'état de conservation de cette espèce dans le site, et dans le Parc national, puisqu'il s'agit des seules stations connues à cette échelle également.

## Conclusions et perspectives

Le cortège floristique du vallon de Comberude regorge de taxons exceptionnels, à l'échelle du massif de l'Aigoual, et même à celle du Massif central. Nos prospections du site, sans être exhaustives, semblent montrer que les populations sont généralement en bon état de conservation, à l'exception de la Véronique des rochers qui pourrait avoir régressé. Des recherches complémentaires pourraient être menées pour préciser

la répartition des espèces d'intérêt patrimonial majeur, et quelques actions de restauration des milieux comme la coupe de résineux introduits, paraissent souhaitables. À moyen terme, le suivi scientifique des espèces les plus sensibles du site pourrait être envisagé, notamment dans un contexte d'observation des évolutions du milieu naturel suite aux changements climatiques en cours.

## Bibliographie

- ANTONETTI P., BRUGEL E., KESSLER F., BARBE J.P. ET TORT M. 2006. – *Atlas de la flore d'Auvergne*. Conservatoire botanique national du Massif central, 984 p.
- BRAUN J. 1915. – Les Cévennes méridionales (Massif de l'Aigoual). Étude phytogéographique. *Thèse doct. Univ. Montpellier*, Soc. Génér. Impr., Genève, 207 p.
- BRAUN-BLANQUET J. 1919-22. – Etudes sur la végétation méditerranéenne – II. Herborisations dans le midi de la France et dans les Pyrénées méditerranéennes. *Annuaire Conservatoire Jard. bot. Genève* 21 : 25-47.
- BRAUN-BLANQUET J. 1933. – Catalogue de la Flore du Massif de l'Aigoual et des contrées limitrophes. *Comm. S.I.G.M.A.* 20, *Mém. Soc. Ét. Sc. Nat. Nîmes* 4 : 1-352.
- BRAUN-BLANQUET J. 1953. – Essai sur la végétation du Mont Lozère comparée à celle de l'Aigoual. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 100, *Comm. S.I.G.M.A.* 127 : 1-14.
- DARDÉ E. 2001. – Essai d'inventaire des plantes rares et endémiques de la combe de l'Hort de Dieu à l'Aigoual. Diversité, répartition et écologie. Commune de Valleraugue, Gard. – *Mémoire Maîtrise BOP, Univ. Montpellier* 2, réalisé sous la direction de B. Garrone et M. Kleszczewski, ONF Le Vigan, 13 p. + annexes.
- DREAL-LR 2009. Préinventaire des géosites remarquables Languedoc-Roussillon. Fiche « Aigoual, carrière de calcaire ». @ : <http://irlr-app.dreal-languedoc-roussillon.fr/~addsd/preinvegeologie/30/LRO3146.pdf>
- DREAL-LR 2010. – Modernisation de l'inventaire ZNIEFF. Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique. Région Languedoc-Roussillon. Edition 2009-2010. Listes des espèces et habitats naturels déterminants et remarquables. – Rapport DREAL L-R, CEN L-R, CBNMP, Montpellier, 41 p. @ : [http://www.languedoc-roussillon.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ZNIEFF\\_SpHabDet\\_cle2e247d-1.pdf](http://www.languedoc-roussillon.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ZNIEFF_SpHabDet_cle2e247d-1.pdf)
- DUMAS E. 1876. – Statistique géologique, minéralogique, métallurgique et paléontologique du Département du Gard. Deuxième partie. Constitution géologique, Paris, Nîmes, Alès, 68 p.
- FABRE G. 1899. – Une plante nouvelle pour la flore du Gard « *Paradisea liliastrum* » (Bertol). *Bull. Soc. Et. Sc. Nat. Nîmes* 27 : 22-23.
- FLAHAULT C. (sans année). – *Flore phanéroga-mique du Massif de l'Aigoual*. Notes manuscrites, annotées par J. BRAUN-BLANQUET : 69 p.
- GÉHU J.-M., GÉHU-FRANCK J. ET BOURNIQUE C. 1984. – Sur les étages bioclimatiques de la région euro-sibérienne française. *Doc. Phyto-soc.*, N.S., 8 : 31-43.
- KLESCZEWSKI M. 2014. – Description des milieux par massif. In : CROSNIER C. (coord.). – Guide du naturaliste Causses-Cévennes. A la découverte des milieux naturels du Parc national des Cévennes. Nouvelle édition revue et corrigée – Ed. Glénat, *Parc national des Cévennes* : 66-313.
- KLESCZEWSKI M. 2011. – 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. 2012. – Caractérisation et proposition de gestion en faveur d'espèces végétales patrimoniales dans la vallée de Comberude (30), Versant Sud du Mont Aigoual. □ Rapport de stage BTS Gestion et Protection de la Nature, option Gestion des Espaces Naturels, 44 p. + annexes, Montpellier.
- TISON J.-M., JAUZEIN P. ET MICHAUD H. 2014. – *Flore de la France méditerranéenne continentale*. Ed. Naturalia Publications, Turriers, 2078 p.

## Sites internet

E-FLORE. - <http://www.tela-botanica.org/>  
site:botanique

SILENE V2. - *Système d'Information et de Localisation des Espèces Natives et Envahissantes*. Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles, Conservatoire botanique national alpin. @ : <http://flore.silene.eu/index.php?cont=accueil>

Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN).  
- <http://inpn.mnhn.fr/accueil/index>

# Les Polypodiacées du Massif central : hypothèses de comportement face au réchauffement climatique

*Polypodiaceae of the Massif central: hypothesis of behavior in reagrds to global warming*

par Didier FROISSARD ①, Françoise FONS ②, Laurent CHABROL ③ et Sylvie RAPIOR ②

① Laboratoire de Botanique,  
Faculté de Pharmacie de  
Limoges,  
2 rue du Dr Marcland,  
F-87025 Limoges cedex  
② 05 55 43 58 40  
✉ didier.froissard@unilim.fr

② Laboratoire de Botanique,  
Phytochimie et Mycologie,  
UFR des Sciences  
Pharmaceutiques et Biologiques  
(Université Montpellier 1),  
UMR 5175 CEFÉ,  
15 avenue Charles Flahault, BP  
14491,  
F-34093 Montpellier cedex 5

③ Conservatoire botanique national  
du Massif central,  
Antenne du Limousin,  
SAFRAN, 2 avenue Guingouin,  
CS 80912 Panazol,  
F-87017 Limoges cedex  
④ 05 55 77 51 47  
✉ laurent.chabrol@cbnmc.fr  
www.cbnmc.fr



Photo 1 ►

Polypodes

© Cliché : S. PERERA

## Résumé

Le genre *Polypodium* est représenté dans le Massif central par trois espèces et trois hybrides porteurs d'un fort potentiel de biodiversité génétique et écologique. Le réchauffement climatique va impacter leurs aires de répartitions mais à quelle vitesse et avec quelle efficacité vont-ils réagir et en fonction de quels paramètres ? Le devenir des espèces et des hybrides sera fonction de leur «thermophilie», de leur vitalité, de leur pouvoir colonisateur, du taux de ploïdie et de leur capacité à pratiquer l'autofécondation intragamétophytique.

Mots clés : *Polypodium* – hybridation – réchauffement climatique – Massif central

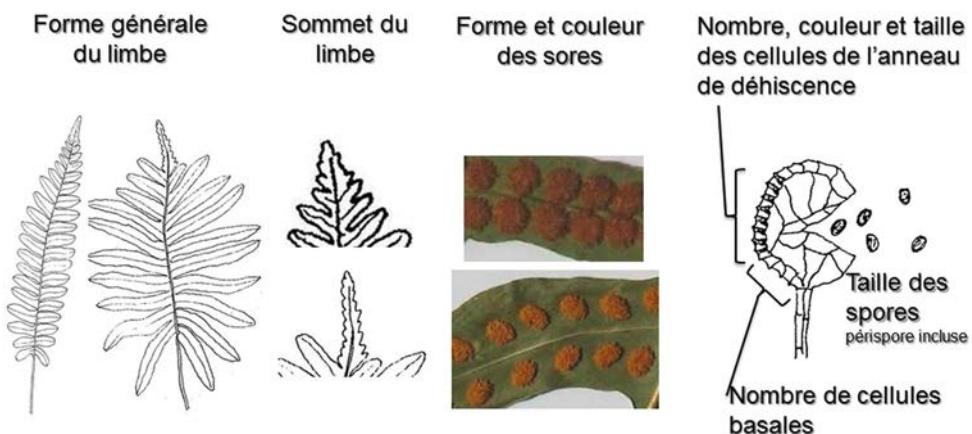
## Abstract

The genus *Polypodium* is represented in the Massif Central by three species and three hybrids with a high potential for genetic and ecological biodiversity. Global warming will have an impact on the distribution of *Polypodium* species which raises the questions of how soon and with what efficacy plants will react and which parameters will be involved. The future of these species and related hybrids will depend on many factors such as heat tolerance, vitality, colonization capabilities, level of ploidy and capacity for intragametophytic self-fertilization.

Keywords : *Polypodium* – hybridation - global warming – Massif Central

Les Polypodiacées constituent une famille tropicale et subtropicale assez homogène. Le rhizome allongé porte des écailles et les feuilles, entières ou une fois divisées, portent à leur face inférieure de gros sores arrondis, sans indusie, très caractéristiques. On dénombre environ 50 genres et 600 à 1000 espèces terricoles, saxicoles et épiphytes en particulier dans les régions tropicales (BADRÉ et DESCHÂTRES 1979).

**Polypodium** est le seul genre indigène en Europe, en France et dans le Massif central. Il compte 3 espèces toutes présentes dans des biotopes différents du Massif central et toutes trois assez polymorphes. La détermination est basée sur quelques caractères morphologiques présentés dans la figure 1.



◀ Figure 1

Caractéristiques morphologiques des Polypodes

## Identification

• **Polypodium cambricum L.** ( $2n=74$ , formule génomique : CC). Le limbe est large, presque triangulaire, brusquement réduit au sommet. On trouve des paraphyses ramifiées dans les sores, l'anneau de déhiscence des sporanges compte 5 à 10 grandes cellules et les spores mesurent  $\pm 60 \mu\text{m}$ . Essentiellement méditerranéo-atlantique, il est le plus héliophile et est uniquement présent dans les vallées exposées au Sud et sur les vieux murs ensoleillés.

• **Polypodium vulgare L.** ( $2n=4X=148$ ) est un allotétraploïde issu du croisement de deux espèces américaines, *P. glycyrrhiza* et *P. sibiricum*. Sa formule génomique est donc GGSS. Le limbe est étroit, réduit brusquement au sommet, les sores sont ronds, marron foncé, les sporanges petits, l'anneau de déhiscence compte 10 à 14 petites cellules brun-rouge et les spores mesurent  $\pm 60 \mu\text{m}$ . C'est le plus sciaphile. Il est très commun sur tout le massif et se rencontre en particulier sous forme épiphyte dans les sous-bois et sur les vieux murs ombragés.

• **Polypodium interjectum Shivas** ( $2n=6X=222$ ) est allohexaploïde. Il est issu de *P. × font-queri* par doublement du nombre chromosomal (méiose irrégulière), sa formule génomique est CCGGSS. Le limbe est large, très progressivement réduit au sommet, les sores sont brun-orangé à maturité et plus ou moins elliptiques. Les sporanges sont gros avec un anneau de déhiscence constitué de 7 à 10 grandes cellules claires et les spores mesurent  $\pm 75 \mu\text{m}$ . Il a la plus vaste amplitude écologique, se rencontre dans les sous-bois ou à découvert et est épiphyte sur tous les vieux murs.

Ces trois espèces engendrent trois hybrides :

• **Polypodium × font-queri Rothm.** ( $3X=111$ , formule génomique : CGS) est l'hybride le plus rare du fait de la cohabitation peu fréquente de ses deux parents *P. vulgare* et *P. cambricum*. Le limbe est très progressivement réduit, les spores et sporanges sont en très grande majorité abortés et l'anneau de déhiscence des sporanges compte 11 à 14 cellules.

• **Polypodium × mantoniae Shivas** ( $5X=185$ , formule génomique CGGSS). Issu du croisement de *P. vulgare* et *P. interjectum*, c'est l'hybride le plus fréquent. Il forme parfois de vastes populations colonisatrices qui peuvent éliminer leurs parents. Il est caractérisé par un grand limbe très long, une majorité de sporanges abortés mais quelques spores viables (méiose irrégulière), un anneau de déhiscence formé de 9 à 10 cellules et 1 à 2 cellules basales.

• **Polypodium × shivasiae Rothm.** ( $4X=148$ , formule génomique CCGS) est l'hybride de *P. cambricum* et *P. interjectum*. Il est rare et très localisé en particulier à la périphérie du Massif central. Il est caractérisé par un grand limbe large, des sores elliptiques, quelques paraphyses courtes non ramifiées dans les sores, une majorité de sporanges abortés mais quelques spores viables, un anneau de déhiscence formé de 7 à 8 cellules et 2 à 3 cellules basales.

L'identification de ces 6 taxons est rendue difficile par leurs ressemblances, leur polymorphisme et aussi par le fait que, étant tous vivaces par un rhizome, ils forment souvent de grandes populations mélangées.

## Des hybrides non encore identifiés ?

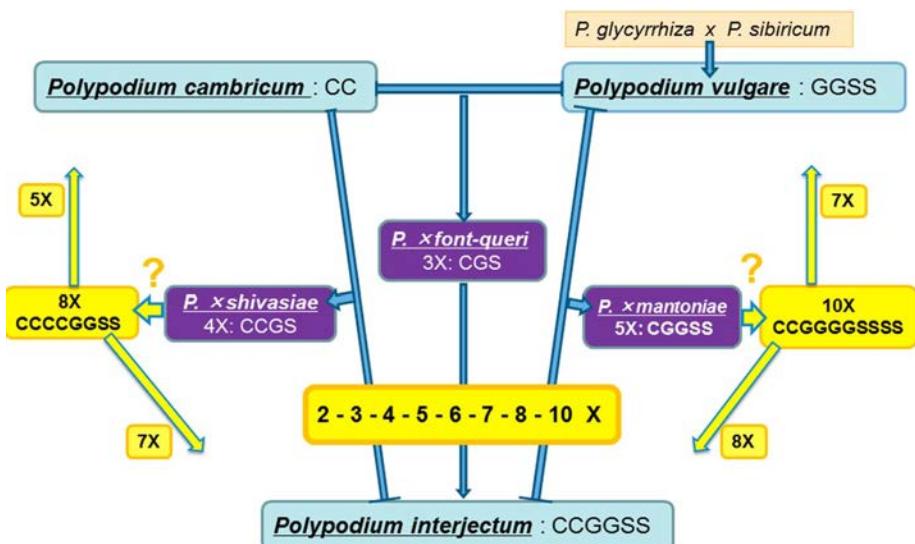
La position de carrefour écologique occupée par le Massif central avec des influences continentale, atlantique et méditerranéenne ainsi que les différences de substrats et d'altitudes permettent d'offrir aux Polypodes des biotopes très variés mais géographiquement proches ce qui favorise les rencontres et donc les hybridations.

D'autre part, les stratagèmes originaux utilisés par les fougères pour contourner la stérilité des hybrides (auto- et allopolyplioïdie ou apogamie) et la présence de Polypodes de types 2, 3, 4, 5 et 6X au minimum montrent l'intérêt de ce genre et son formidable potentiel de biodiversité génétique et écologique.

Enfin, le doublement du nombre de chromosomes par un hybride n'est pas un événement exceptionnel chez les Polypodiacées puisque ce processus a déjà donné naissance à *P. vulgare* et *P. interjectum*.

Il est donc permis d'imaginer que la production de quelques spores fertiles par *P. xshivasiae* et *P. xmantoniae* a sans doute déjà donné naissance ça et là à une descendance polyplioïde (8X et 10X) ou à des hybrides de rang supérieur par croisement en retour avec un des parents (5X, 7X, et 8X) comme cela s'est déjà produit avec *P. interjectum* (figure 2).

Figure 2 ►  
Relations génomiques entre les Polypodes



## Polyplioïdie, fécondation et pouvoir colonisateur chez les fougères

Le pouvoir colonisateur dépend, entre autre, chez les fougères du taux de ploïdie et donc souvent de la capacité du taxon à pratiquer la fécondation inter- ou intragamétophytique (PRELLI et BOUDRIE 2002).

Par exemple, après la dernière glaciation, la forme tétraploïde d'*Asplenium obovatum* (*Asplenium obovatum* subsp. *bilotii*) qui pratique l'autofécondation intragamétophytique a été un « recolonisateur » de milieu très efficace.

La forme diploïde (*Asplenium obovatum* subsp. *obovatum*), en raison du fardeau génétique, ne pratique que la fécondation intergamétophytique et son implantation dépend donc de la présence

minimum de deux spores. Elle est donc restée confinée dans quelques zones refuges bretonnes et surtout méditerranéennes.

On ignore le type de fécondation pratiqué par les Polypodes européens mais les Polypodes tropicaux se multiplient selon le même schéma que nos *Asplenium obovatum* : fécondation intergamétophytique pour les espèces diploïdes et fécondation intragamétophytique pour les polyplioïdes (CHIOU et al. 2002).

Par extrapolation, on peut donc imaginer que *Polypodium cambricum* (diploïde) est un colonisateur moins efficace que *Polypodium vulgare* (tétraploïde) et *Polypodium interjectum* (hexaploïde).

## Hypothèses de comportement face aux changements climatiques

Face au réchauffement climatique qui va inmanquablement avoir un impact sur les aires de répartitions des Polypodes, quel pourrait être le comportement des taxons connus et d'éventuels nouveaux hybrides fertiles généralement associés à un fort pouvoir colonisateur (YANG et RUDOLF 2010) ?

À quelle vitesse et avec quelle efficacité vont-ils réagir et en fonction de quels paramètres ?

Le devenir de chaque espèce sera fonction de sa « thermophilie » et de l'étendue actuelle de son territoire. Il variera aussi en fonction de la vitalité des colonies et de leur pouvoir colonisateur. Quant aux hybrides, leur maintien sera fonction de leur dynamisme tandis que leur extension dépendra uniquement de la présence, du maintien ou de l'extension des parents.

*P. cambricum* est l'espèce la plus thermophile. Il est très présent en régions méditerranéenne et atlantique et se retrouve en périphérie du Massif central. Son aire de répartition va inmanquablement s'étendre. Cependant, dans la mesure où il est diploïde, sa vitesse de colonisation est très probablement limitée par la nécessité d'une fécondation intergamétophytique.

*P. vulgare* est le plus sciaphile. Son aire de répartition devrait donc se restreindre très largement en plaine mais probablement s'étendre en altitude. Il devrait ainsi quitter les basses vallées et coloniser les hauteurs du Massif central.

*P. interjectum* est l'espèce ayant la plus vaste amplitude écologique et il est donc sans doute le plus adaptable. Sa polyploidie ( $2n=6X=222$ ) devrait en outre en faire un colonisateur très efficace.

Le devenir de l'hybride *P. ×font-queri* va dépendre de sa capacité à se maintenir dans une niche écologique qui se réchauffe. Il sera aussi fonction de la vitesse d'extension de *P. cambricum* et de la vitesse de régression de *P. vulgare* et donc de la capacité de ses deux parent à être présents simultanément dans de nouveaux biotopes. La rareté actuelle de ce taxon et le développement limité de ses colonies indiquent en outre qu'il n'est pas un compétiteur très performant.

*P. ×mantoniae* est actuellement l'hybride le plus fréquent mais il va devoir composer avec la régression de *P. vulgare*. Son aire de répartition ne devrait donc pas s'étendre. Le dynamisme actuel de ses colonies indique en revanche qu'il va très probablement se maintenir dans les sites où il est déjà présent.

Les aires de répartition des deux parents de *P. ×shivasiae* vont très certainement s'étendre, en particulier celle de *P. cambricum* qui était probablement le facteur limitant l'apparition de cet hybride. Il est donc très probable que *P. ×shivasiae* se maintienne dans ses positions actuelles mais aussi qu'il apparaisse dans de nouveaux sites, suivant ainsi la colonisation de nouveaux milieux par *P. cambricum*.

## Conclusion

Les Polypodes sont non invasifs mais terricoles, saxicoles et épiphytes et donc très adaptables. Aucune des trois espèces n'est vulnérable, il n'y a donc pas de risque d'extinction. Seul l'hybride *P. ×font-queri*, qui peut être considéré comme le moins dynamique, pourrait nécessiter une surveillance.

L'extension des différents taxons (*P. cambricum* et certainement *P. ×shivasiae*) ou leur régression

(*P. vulgare*) vont pouvoir être suivies particulièrement dans le Massif central qui, par sa position de carrefour écologique présente des caractéristiques idéales.

On suivra spécifiquement les migrations des espèces dans les vallées qui sont naturellement des corridors biologiques et qui par la présence d'eau nécessaire à la fécondation favorisent le développement des fougères.

## Bibliographie

- BADRÉ F. et DESCHÂTRES R. (1979) - Les Ptéridophytes de France, liste commentée des espèces (taxinomie, cytologie, écologie et répartition générale). *Candollea*, 34 (2) : 379-457.
- CHIOU W-L., FARRAR D. R., et RANKER T.A. (2002) - The mating systems of some epiphytic Polypodiaceae. *American Fern Journal*, 92 (2) : 65-79.
- PRELLI R. (2001) - *Les fougères et plantes alliées de France et d'Europe occidentale*, Ed. Belin, Paris, 432 p
- YANG L.H. et RUDOLF V.H.W. (2010) - Phenology, ontogeny and the effects of climate change on the timing of species interactions. *Ecology Letters*, 13 : 1-10.



# Caractérisation des prairies humides pâturées du Limousin

Ecological characterization of the wet meadows in Limousin

par Laurent CHABROL et Mickaël MADY ①, et Céline BOYARD ②

① Conservatoire botanique national du Massif central - Antenne Limousin  
SAFRAN  
2, avenue Georges Guingouin -  
CS 80912 - Panazol  
87 017 LIMOGES Cedex 1  
② 05 55 77 51 47  
✉ laurent.chabrol@cbnmc.fr  
✉ www.cbnmc.fr

② Chambre d'agriculture de la Haute-Vienne  
SAFRAN,  
2 avenue Guingouin  
CS80912 Panazol  
87017 LIMOGES Cedex 1



© Cliché : S. PERERA

## Résumé

Un programme pluridisciplinaire a été mis en oeuvre de 2009 à 2011 en Limousin, par la Chambre d'agriculture de la Haute-Vienne. Il vise à mieux connaître les prairies humides pâturées, leur fonctionnement et utilisation. Le CBN Massif central a recensé, cartographié et caractérisé 1434 ha de prairies humides agricoles dans 12 bassins versants. La caractérisation agro-écologique des prairies humides a porté sur l'étude de 377 relevés phytosociologiques et de paramètres écologiques. 14 grands types de végétations ont été identifiés et caractérisés.

Mots clés : prairie humide – caractérisation écologique - pâturage - Limousin

## Abstract

A multidisciplinary program (pedology, hydrology, phytosociology, agronomy) was conducted from 2009 until 2011 in Limousin and the North Dordogne, by the Chambre d'Agriculture of the Haute-Vienne. It aimed at better understanding the grazed wet meadows, how they function and their use. CBN Massif Central surveyed, mapped and characterized 1434 ha of wet agricultural meadows. The agro-ecological characterization of wet meadows focused on 377 phytosociological relevés and ecological parameters. 14 broad types of vegetation were identified and characterized.

Keywords : wet meadows - ecological characterization - grazing - Limousin

## Introduction

Depuis quelques années, les zones humides sont au cœur d'un débat sociétal allant au-delà des seuls enjeux agricoles. Consciente de l'enjeu, la Chambre d'agriculture de la Haute-Vienne a porté en 2009 un programme ambitieux dans un partenariat inédit. Cette action a été financée par le Compte d'affectation spécial développement agricole rural (CASDAR) du Ministère de l'agriculture, les Agences de l'eau Adour-Garonne et Loire-Bretagne, le Conseil régional du Limousin. Le programme présente trois objectifs principaux :

- construire un partenariat avec les acteurs de l'agriculture, de l'eau et de l'environnement, afin de partager et utiliser les résultats obtenus ;
- élaborer des références locales sur la caractérisation des milieux humides agricoles (MHA), pour éviter d'extrapoler les expériences venues d'autres régions ou d'autres types de végétations ;
- apporter un conseil adapté aux agriculteurs, dans un objectif de gestion durable.

Le projet a consisté à caractériser les milieux humides agricoles de 12 bassins versants d'environ 3 000 ha chacun, à partir de données phytosociologiques, botaniques, pédologiques, hydrologiques et agronomiques. Le territoire d'étude couvre le Limousin granitique (le bassin sédimen-

taire de Brive a été écarté de l'étude en raison de ses caractéristiques pédologiques) et le nord de la Dordogne, région de Nontron, territoire aux conditions écologiques et agricoles très proches du Limousin. Ce territoire a été appelé « Grand Limousin ».

Les hypothèses principales des partenaires étaient que l'agriculture représente un acteur économique indispensable pour la gestion des milieux et que les conseils prodigués aux exploitants ne peuvent pas être identiques dans toutes les situations. L'équipe « projet » a admis, comme principe initial, la réalisation d'inventaires indépendants pour caractériser les milieux humides selon les différentes approches, le croisement des données issues de ces inventaires étant réalisé dans un second temps, pour constituer la base de données milieux agricoles humides (MHA).

Les partenaires se sont donc attachés, chacun dans sa discipline, à caractériser les milieux humides agricoles dans les 12 bassins versants retenus. Ensuite, cette caractérisation a été confrontée aux pratiques agricoles recensées dans les exploitations des bassins. Ce programme a débouché sur l'élaboration d'une typologie simplifiée des milieux humides, d'une clé de détermination utilisable par tous les gestionnaires (agriculteurs, acteurs de l'eau,...) et la rédaction collégiale d'un guide de gestion durable des milieux humides agricoles. Cet article présente les principaux résultats provenant des études botaniques, phytosociologiques et agronomiques.

## Matériel et méthode

### Caractérisation des pratiques agricoles

Une enquête agricole a été réalisée par les techniciens des Chambres d'agriculture sur la totalité des exploitations des 12 bassins versants. L'objectif de l'enquête est de bien comprendre la gestion des milieux humides et les pratiques qui s'y déroulent, comparée à la gestion des autres parcelles de l'ensemble de l'exploitation.

Tous les agriculteurs de la zone d'étude ont été enquêtés sur leurs pratiques au cours de l'année 2009 à l'aide d'un questionnaire agro-environnemental. Le but de cette enquête est d'obtenir des références sur le contexte agronomique de la région et sur les modalités de mise en valeur des milieux humides.

Les résultats des enquêtes sont consignés dans le logiciel *Planfum*®. Un module de ce logiciel, habituellement utilisé par les Chambres d'agriculture

pour le suivi agronomique des exploitations d'élevage, a été spécialement adapté pour recueillir les données de l'enquête.

L'enquête repose sur un questionnaire large comprenant une centaine de questions portant sur de nombreux domaines : l'occupation du sol, le type d'élevage, la fertilisation, les produits phytosanitaires, les amendements, les rendements et perception subjective des milieux humides par les exploitants.

Une typologie de pâturage a été réalisée à partir du chargement instantané des parcelles, de la durée de séjour des animaux dans les parcelles et du nombre de passages du troupeau dans la parcelle. Cette typologie permettra de situer les pratiques pastorales selon un gradient d'intensité.

## Cartographie des végétations

La cartographie des végétations a été réalisée par le CBN Massif central. La méthode utilisée est conforme à celle développée par le Muséum national d'histoire naturelle et la fédération des CBN (CLAIR *et al.* 2005) pour dresser les cartes de végétations du réseau Natura 2000.

Sur les 35 636 ha des 12 bassins versants étudiés, l'opérateur de terrain parcourt l'ensemble du bassin versant en localisant les végétations humides de la surface agricole utile (SAU) ou non, sur un fond de carte la BD ORTHO® IGN 2004

en vraie couleur (orthophotoplans) au 1/5 000 où les zones humides ont été préalablement repérées (données cartographiques). Les végétations contenues dans les polygones repérés sont nommées après avoir réalisé des relevés phytosociologiques.

Lors des passages *in situ*, l'opérateur réalise des relevés phytosociologiques dans les végétations humides et collecte diverses données écologiques qui permettront de caractériser les végétations.

## Caractérisation des végétations

La caractérisation des végétations des bassins versants a été effectuée selon la méthode phytosociologique sigmatiste (BRAUN-BLANQUET 1921 et 1928). Elle repose sur une analyse floristique et statistique couplée à la prise en compte des données écologiques, stationnelles et chorologiques des stations.

La première étape du travail concerne la réalisation de relevés phytosociologiques. L'ensemble des relevés analysés a été enregistré dans le système d'information flore et végétation du Conservatoire botanique appelé CHLORIS®. Les relevés ont été extraits de cette base sous la forme de tableaux phytosociologiques qui ont été traités selon leur taille soit manuellement pour les végétations comportant peu de relevés, soit en procédant à des analyses factorielles des correspondances (AFC) et des classifications hiérarchiques (CAH) pour les végétations abondamment relevées à l'aide de XLSTAT® version 4.0 Addinsoft®.

La deuxième étape consiste à comparer les taxons relevés avec les associations connues déjà publiées. Des référentiels nationaux (BARDAT *et al.* 2004 ; FOUCAULT 2011 ; FOUCAULT et CATTEAU 2012 ; FOUCAULT 2012) ou régionaux (ROYER *et al.* 2006 ; CHABROL et REIMRINGER 2011) ont été consultés dans le but de nommer les végétations rencontrées.

Le niveau de caractérisation des végétations est, le plus souvent, celui de l'association. Quelques groupements n'ont pu être rattachés à des unités existantes, ils sont rattachés à des unités supérieures (alliances ou ordres).

L'état de conservation des végétations est noté. Cette notion est délicate à appréhender, le débat est loin d'être tranché à l'heure actuelle et les approches sont nombreuses. Dans notre travail, elle est estimée à partir d'un état optimal des groupements végétaux tels que décrits dans les publications phytosociologiques caractérisant le groupement. Cette note d'état de conservation est attribuée à dire d'expert lors du passage sur le terrain après observation des cortèges floristiques. On distingue trois classes d'état de conservation :

- un *bon état de conservation* (note 1) qualifiant des végétations abritant des cortèges floristiques conformes aux descriptions de la bibliographie, dominées par des hémicryptophytes pour les prairies et présentant un recouvrement végétal homogène.
- un *état de conservation moyen* (note 2) pour les végétations présentant des apports d'espèces autres que ceux des cortèges typiques, des hémicryptophytes accompagnés d'autres types biologiques (chaméphytes, thérophytes...) et une faible altération du couvert végétal.
- un *mauvais état de conservation* (note 3) quand les cortèges floristiques diffèrent du cortège typique (ex. : apparition d'espèces eutrophiles dans les végétations oligo à méso-trophiles), le couvert végétal est fortement altéré (présence de zones de sol dénudé par surpatûrage), le développement d'espèces colonisatrices (ex. : *Juncus*, *Molinia*, *Cirsium*, *Urtica*, *Rumex*...) est important et les chaméphytes et phanérophytes, témoins de la dynamique de fermeture du milieu, occupent une place qui n'est plus négligeable dans les cortèges.

Pour compléter la caractérisation écologique des végétations, plusieurs paramètres ont été collectés *in situ* ou calculés à partir des relevés phytosociologiques.

• les indices écologiques (ELLENBERG *et al.* 1992) sont calculés pour chaque grand type de végétations recensées à partir des relevés phytosociologiques (VAN DER MAAREL 1979). Pour ces calculs, une note médiane a été attribuée aux espèces occupant un large gradient écologique, pour éviter l'utilisation du « 0 » qui sous-estime les indices globaux. Leur utilisation permet de caractériser chaque végétation en lui attribuant une note, calculée à partir des coefficients d'abondance-dominance de BRAUN-BLANQUET consignés dans les relevés phytosociologiques. Ces paramètres permettent de situer chaque végétation dans les gradients écologiques classiquement utilisés : niveau d'humidité du substrat (F), niveau d'acidité du substrat (R) et niveau trophique du substrat (N).

- la richesse spécifique, calculée à partir du nombre moyen d'espèces recensées par relevé phytosociologique, ce qui permet de qualifier une valeur écologique des prairies.

- la composition floristique des végétations observées selon les catégories classiquement utilisées en agronomie (HULIN *et al.* 2011) : Poacées (bonne et moyenne fourragères ; faiblement fourragères ; sans intérêt fourrager), Fabacées, Espèces diverses. Pour ces dernières, nous avons distingué les Renonculacées, les Joncacées et les Cypéracées dont les espèces sont particulièrement nombreuses dans les végétations étudiées. Pour chaque type de végétation étudiée, nous établissons ainsi un profil ou spectre botanique permettant de comparer les différentes végétations recensées et d'obtenir une indication sur la qualité fourragère de la végétation.

## Résultats

### Les pratiques agricoles

L'enquête agricole a permis de recueillir des données provenant de 325 exploitations, soit 14 873 ha de SAU enquêtée. Nous donnons quelques résultats généraux qui permettent de dresser un aperçu des pratiques agricoles en milieux humides dans le Grand Limousin.

La répartition typologique des pratiques de pâturage recensées dans les 14 873 ha de SAU enquêtée est présentée dans la figure 1.

Changement instantané (UGB/ha)	Durée de séjour (jours)	Nombre de passages	Type de pâturage	Fréquence dans l'échantillon (%)
≤ 8	≤ 10	≤ 3	8	4
	≤ 10	> 3	7	0
	> 10	≤ 3	6	44
> 8	> 10	> 3	5	18
	≤ 10	≤ 3	4	24
	≤ 10	> 3	3	0
> 8	> 10	≤ 3	2	0
	> 10	> 3	1	3

Les types 5 et 6 sont les plus fréquemment observés, ils correspondent à un pâturage utilisant peu de bêtes, qui restent longtemps dans la parcelle (plus de 10 jours). Ce pâturage peut être qualifié de léger.

Les types 3 et 4 correspondent à un pâturage utilisant un nombre plus important de bêtes, qui restent globalement peu de temps dans la parcelle ou qui n'y reviennent pas souvent. Ce type de pâturage est le plus "soutenu" des types rencontrés dans l'échantillonnage.

La région étudiée est un territoire d'élevage bovin dans près de 67 % des parcelles. Les prairies occupent environ 84 % de la SAU (47,1 % de prairies permanentes et 37,0 % de prairies temporaires). Le chargement moyen des parcelles est inférieur à 1 UGB/ha dans plus de 80 % des exploitations. Les parcelles enquêtées ne reçoivent aucun apport (fertilisation et biocides) dans plus de 46 % des cas. Le nombre moyen de traitement annuel est de 0,15 pour les produits phytosanitaires et de 0,07 pour la fertilisation. Dans les milieux humides enquêtés, les parcelles accueillent, dans 44 % des cas, un pâturage bovin qualifié comme suit : moins de 8 UGB/ha en chargement instantané, moins de trois passages d'animaux de moins de 10 jours chacun. Cet élevage peut être qualifié globalement d'extensif.

◀ Figure 1

Fréquence des types de pâturage dans les 14 873 ha de SAU enquêtée.

## Les végétations des milieux humides agricoles

Il ressort des travaux de cartographie que les végétations humides occupent 4,02 % (1 434 ha) des 35 636 ha des bassins versants et seulement 2,70 % (987 ha) de la SAU. À titre de comparaison, les surfaces de végétations humides recensées, avec la même méthodologie, dans le PNR Millevaches en Limousin avoisine 5,10 % et dans le PNR Périgord-Limousin, ce chiffre atteint 3,75 % (CHABROL 2006).

L'identification des types élémentaires de végétations s'est appuyée sur des analyses factorielles des correspondances, permettant de déterminer

74 types élémentaires de végétations (association ou groupement). Ces végétations ne seront pas toutes commentées ici, certaines feront l'objet de publication prochainement car peu signalées jusqu'à présent en Limousin. Pour permettre une analyse croisée avec les autres disciplines du programme (agronomie, pédologie, hydrologie), il a été nécessaire de simplifier la typologie des végétations humides. Ainsi, nous regroupons les 74 végétations élémentaires dans 14 grandes familles de végétations, qui se situent de l'ordre à la sous-alliance dans la nomenclature phytosociologique.

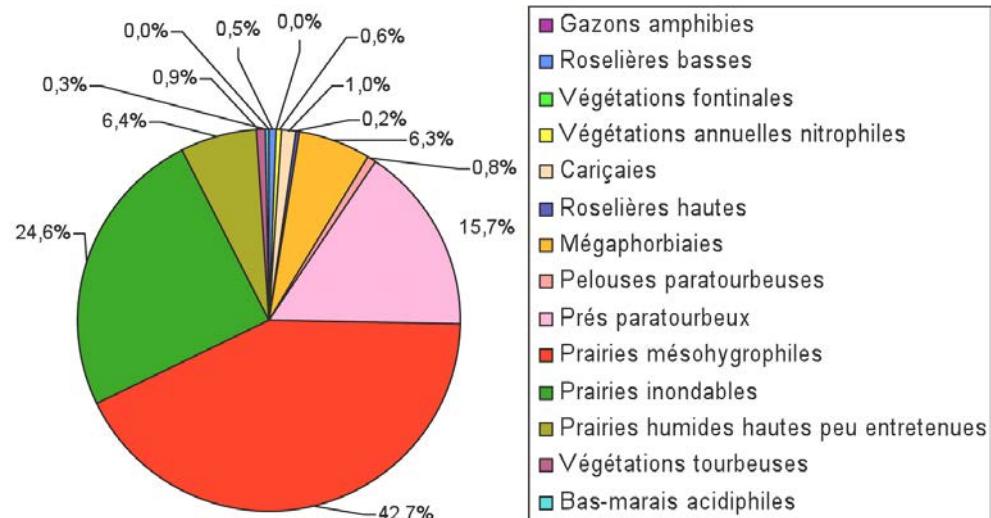


Figure 2 ►

Répartition des 1 434,7 ha de végétations humides inventorierées dans les 12 bassins versants étudiés.

### • La fréquence des végétations

Parmi les végétations les plus abondamment observées dans les bassins versants, trois dominent largement les milieux humides agricoles recensées (Figure 2). Ces trois formations occupent plus de 83 % des milieux humides agricoles :

- les prairies mésohygrophiles (*Cardamino pratinis-Cynosurenion cristati* H. Passarge 1969) ;
- les prairies inondables (*Potentillo anserinae-Polygonetalia avicularis* Tüxen 1947) ;
- les prés paratourbeux atlantiques (*Caro verticillata-Juncenion acutiflori* B. Foucault et Géhu 1980).

Chaque grand type de végétation est caractérisé par un ensemble de paramètres écologiques collectés *in situ* ou calculés à partir des relevés phytosociologiques.

### • la richesse spécifique

Les trois végétations prairiales les plus diversifiées sont, respectivement et dans l'ordre décroissant :

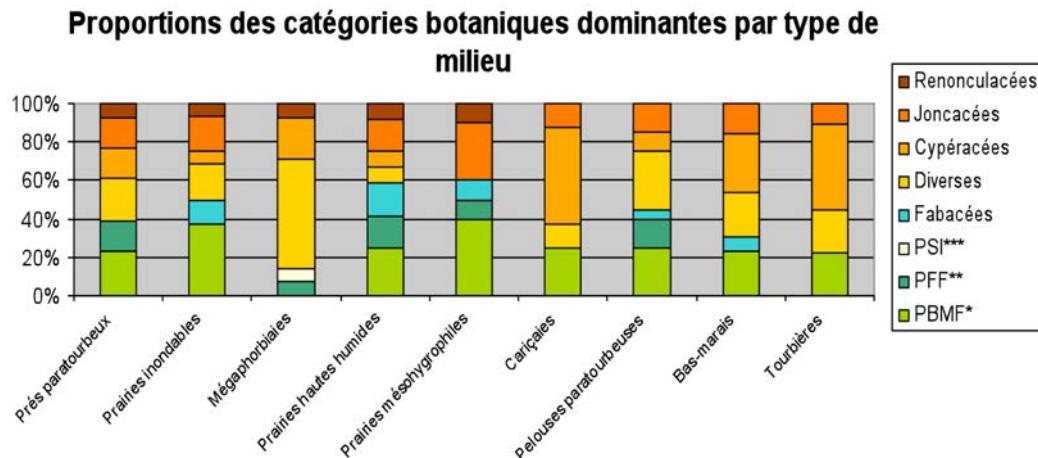
- les prés paratourbeux atlantiques (*Caro verticillata-Juncenion acutiflori* B. Foucault et Géhu 1980) sont des végétations plutôt diversifiées composées majoritairement d'espèces prairiales et de bas marais en système mésotrophe. Ces prés abritent 20,3 espèces en moyenne par relevé (n=136 relevés phytosociologiques).
- les prairies inondables (*Potentillo anserinae-Polygonetalia avicularis* Tüxen 1947) ont une moyenne de 17,1 espèces par relevé (n=45 relevés phytosociologiques)
- les prairies humides hautes peu entretenues (*Calthion palustris* Tüxen 1937) sont des végétations assurant la transition entre les mégaphorbiaies et les prairies mésohygrophiles. Elles ont 16,8 espèces en moyenne par relevé (n=212 relevés phytosociologiques).

## • la composition floristique des végétations

Les grandes familles de végétations étudiées ont été analysées selon leur composition floristique pour en dégager les potentialités fourragères (Figure 3).

Il ressort de ces analyses que les prairies les plus riches en espèces qualifiées de bonnes fourragères (60 % des cortèges floristiques) sont les prairies mésohygrophiles (*Cardamino pratensis-Cynosureion cristati* H.Passarge 1969), ce sont également les prairies les plus fréquentes, en

termes de surface. Les prés paratourbeux (*Caro verticillati-Juncenion acutiflori* B.Foucault et Géhu 1980), plutôt assez fréquents dans la région, et très souvent pâturés sont moins riches en bonnes espèces fourragères (à peine 40 %). Un lot d'espèces de moindre intérêt fourragère est bien représenté, il s'agit des Joncs et des Laîches. Ces prés ont un grand intérêt écologique, ils abritent des espèces végétales rares et une grande richesse spécifique.



◀ Figure 3

Répartition des catégories botaniques dans les différentes végétations recensées dans les 12 bassins versants étudiés.

\*PBMF : Poacées bonnes et moyennes fourragères ; \*\*PFF : Poacées faiblement fourragères ; \*\*\*PSI : Poacées sans intérêt fourragé

## Végétation et pâturage

Un grand nombre de résultats a été accumulé lors de cette étude, et toutes les données n'ont pu être encore exploitées. Une grande partie de ces résultats sera utile à l'élaboration de mesures agroenvironnementales, élaborées jusqu'à présent essentiellement sur des systèmes tourbeux, qui ne reflètent pas toujours la diversité, la structure et le fonctionnement des végétations humides des systèmes prairiaux pâturés. Nous extrayons de nos résultats quelques informations intéressantes.

D'une manière générale, le croisement des données numériques « état de conservation des végétations » et « intensité du pâturage » renseigne sur les modes de chargement ayant des effets positifs ou négatifs sur l'état de la végétation.

Dans l'ensemble des végétations recensées au cours de l'étude, les prés paratourbeux (*Caro verticillati-Juncenion acutiflori* B.Foucault et Géhu 1980) figurent parmi les plus remarquables (forte diversité floristique, nombreuses espèces rares, raréfaction à l'échelle nationale...). Ces végétations sont encore bien présentes dans les pâtures humides de la région (280 parcelles enquêtées abritent cette végétation). Les niveaux élevés de

pâturage (types 5 et 6) donnent majoritairement des états de conservation mauvais (46 % des parcelles) à moyens (31 %). Ces forts niveaux de pâturage engendrent une déstructuration du couvert végétal et des apports d'espèces végétales nitrophiles et rudérales. De même, les intensités de pâturage trop faibles (type 8 : moins de 8 UGB en moins de 3 passages de moins de 10 jours) donnent une minorité (21 %) de parcelles en mauvais état de conservation, ce qui se traduit par l'apparition d'une strate arbustive et une prolifération de la Molinie bleue, espèce végétale sociale de faible intérêt alimentaire pour le bétail.

Le type de pâturage 7 (moins de 8 UGB ; de 3 passages de moins de 10 jours) donne une majorité de bon état de conservation (38 %) contre 29 % d'état moyen et 32 % de mauvais état. Ce type de pâturage serait à conseiller pour concilier maintien du pâturage et préservation de l'habitat et donc de la ressource en herbe.

Il est intéressant de remarquer également que sur les 15 parcelles de tourbières pâturées recensées, toutes présentent un bon état de conservation. Les niveaux de pâturage sont bien adaptés à la fragilité de ce milieu, ce qui a été bien perçu par

les éleveurs. Les animaux y sont globalement peu nombreux (moins de 8 UGB) et restent aux prés sur de courtes périodes (moins de 10 jours). Ce type de gestion du pâturage intègre bien l'instabilité quasi permanente du sol et la valeur écologique de la flore qui s'y développe.

La composition botanique des végétations, nous apporte d'autres informations intéressantes. En cas de sécheresse grave, comme ce fut le cas ces dernières années, il est souvent admis que les animaux peuvent trouver une partie de leur ration quotidienne dans les prairies humides, qui peuvent être assimilées à des zones de «compensation». Si effectivement cela peut s'avérer vrai pour les prairies mésohygrophiles (42 % des surfaces inventoriées), il en est tout autrement pour les prés paratourbeux (plus de 15 % de surfaces humides recensées). La composition botanique des prés paratourbeux, dominés par des espèces de faible qualité fourragère (Cyperacées, Joncées, espèces diverses dont Renonculacées) ne peut être comparée, à surface égale, aux prairies mésohygrophiles largement dominées par des Poacées de bonne qualité fourragère. Une surface de prairie humide ne peut pas être compensée à l'identique par une surface de prés paratourbeux en période de stress hydrique. D'autre part, la fragilité des sols des prés paratourbeux, ne peut accueillir

soudainement un nombre important d'animaux au risque d'en dégrader notamment la structure (du sol et du couvert végétal) et la diversité, et ainsi compromettre son état de conservation.

Une piste de recherche s'ouvre alors pour essayer de quantifier ces surfaces de compensation.

Dans de nombreuses végétations étudiées, le Jonc diffus (*Juncus effusus*) forme très souvent des faciès parfois denses. Le rattachement phytosociologique des végétations dominées par le Jonc diffus n'est pas toujours aisément tant la variabilité des substrats et des cortèges floristiques est grande. Le Jonc diffus forme des faciès dans les prés paratourbeux, dans les prairies mésohygrophiles ou encore dans les prés inondables, pour ne reprendre que les formations les plus fréquemment observées lors de l'étude. Les formations végétales dominées par le Jonc diffus ont été considérées comme des états de dégradation de l'état de conservation de l'habitat toujours directement liés à une augmentation de la charge pastorale. Une autre piste de recherche est envisagée, elle s'attachera à approfondir les connaissances de l'écologie de cette espèce et mieux comprendre son mode de développement en lien avec l'intensité du pâturage.

## Remerciements

Ces travaux ont bénéficié du soutien financier du compte d'affectation spécial développement agricole et rural (CASDAR, convention 08 AAP 8079 "Les milieux humides agricoles, perspectives et recherche de gestion durable"), du Conseil régional du Limousin, des agences de l'eau Loire-Bretagne et Adour Garonne. Ont participé également

à ce programme le laboratoire GRESE de l'Université de Limoges (Hydrologie), la Chambre régionale d'agriculture du Limousin, les Chambres départementales de Haute-Vienne, Corrèze, Creuse et Dordogne (Agronomie et pédologie), l'Office international de l'eau (Vulgarisation) et l'INRA de Rennes (Économie agricole).

## Bibliographie

- BARDAT J., BIORET F., BOTINEAU M., BOULLET V., DELPECH R., GEHU J.-M., HAURY J., LACOSTE A., RAMEAU J.-Cl., ROYER J.M., ROUX G. et TOUFFET J. 2004. - *Prodrome des végétations de France*. Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 61, 171 p.
- BRAUN-BLANQUET J. 1921. - Prinzipien einer Systematik des Pflanzengesellsschaften auf floristischer Grundlage. *Jahrbuch der St.Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft*. 57(2) : 305-351.
- BRAUN-BLANQUET J. 1928. - *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. J. Springer Ed. Berlin, 7, 330 p.
- CHABROL L. 2006 - Inventaire et cartographie des zones humides du Limousin (Bilan des prospections 2002 à 2005). DIREN Limousin/ CBN Massif central, 27 p., + Cédérom.
- CHABROL L. et REIMRINGER K. 2011. - Catalogue des végétations du Parc naturel régional de Millevaches en Limousin. Conservatoire botanique national du Massif central / Parc naturel régional de Millevaches en Limousin, 240 p.
- Chambre d'agriculture de la Haute-Vienne 2012. - Les milieux humides agricoles, perspectives et recherche de gestion durable, Guide de bonnes pratiques. 65 p.
- CLAIR M., GAUDILLAT V., et HERARD-LOGEREAU K. 2005. - Cartographie des habitats naturels et des espèces végétales appliquée aux sites terrestres du Réseau Natura 2000 - Guide méthodologique, Fédération des Conservatoires botaniques nationaux, Muséum national d'histoire naturelle / Ministère de l'Ecologie et du Développement durable, 66 p.
- ELLENBERG H., WEBER H.E., DÜLL R., WIRTH V., WERNER W. et PAULIBEN D. 1992. - Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobot.*, 18 : 67-174
- FOUCAULT B. de 2011. - Contribution au prodrome des végétations de France : les Filipendulo ulmariae - Convolvuletea sepium Géhu & Géhu-Franck 1987. *Journal de Botanique de la Société Botanique de France* 53 : 73-137.
- FOUCAULT B. et CATTEAU E. 2012. Contribution au prodrome des végétations de France : les Agrostietea stoloniferae Oberd. 1983. *J. Bot. Soc. Bot. France*, 59 : 5-131.
- FOUCAULT B. 2012. Contribution au prodrome des végétations de France : les Nardetea strcitiae Rivas Goday in Rivas Goday & Rivas-Mart. 1963. *J. Bot. Soc. Bot. France*, 59 : 241-344.
- HULIN S. (coord.) 2011 - *Typologie multifonctionnelle des prairies, Diagnostic prairial en zones fromagères AOP du Massif central*. Pôle fromager AOP Massif central, 447 p.
- ROYER J.-M., FELZINES J.-C., MISSET C. et THÉVENIN S. 2006. - Synopsis commenté des groupements végétaux de la Bourgogne et de la Champagne-Ardenne. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série*, Numéro spécial 25, 394 p.
- Van der MAAREL E. 1979. - Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio*, 39(2): 97-114.

# Les prairies de fauche de l'Aubrac lozérien (France, Massif central) : variabilité des cortèges et indicateurs d'état de conservation.

The hay meadows of the Aubrac plateau (dep. Lozère, French Massif Central) : variability of the composition of vegetation and indicators of conservation status.

1 Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon  
Parc-Club du Millénaire, bât. 31  
1025, av. Henri Becquerel  
34000 MONTPELLIER  
① 04 67 02 21 28  
✉ conservation@cenlr.org  
✉ www.cenlr.org

2 Conservatoire botanique national du Massif central  
Le Bourg  
43230 CHAVANIAC-LAFAYETTE  
① 04 71 77 55 65  
✉ remy.poncet@cbnmc.fr  
✉ www.cbnmc.fr

par Mario KLESCZEWSKI 1 et Rémy PONCET 2



Photo 1 ►

Prospections en Aubrac

© Cliché : M. Klesczewski

## Résumé

À partir de 124 relevés originaux, la présente étude propose une typologie phytosociologique des prairies de fauche montagnardes du plateau de l'Aubrac lozérien. En première partie est décrite la variabilité naturelle des groupements en fonction du gradient dominant qu'est l'humidité stationnelle. Ensuite, une méthode simple d'évaluation de l'état de conservation de cet habitat, basée sur des indicateurs facilement observables, est testée. Cette méthode fournit des résultats pertinents : la diversité spécifique des prairies évaluées comme dégradées est réduite de façon significative. La méthode d'évaluation simplifiée peut donc être préconisée à la place de relevés phytosociologiques exhaustifs, qui demandent plus de temps et de moyens tout en étant réservés aux spécialistes

Mots-clé : Prairies de fauche – indicateur – état de conservation – évaluation – Aubrac

## Abstract

Based on 124 original relevés, a phytosociological description of the mountain hay meadows of the Aubrac plateau (dép. Lozère, France) is given. First, we describe the natural variability of these vegetation types which depends mainly on soil moisture. In the second part, we test a method using simple indicators to assess the conservation status of these mountain meadows. The method supplies pertinent results: meadows assessed as degraded show significantly lower levels of diversity. Thus, this method, using simple indicators may be recommended to replace exhaustive phytosociological relevés which take more time, are more expensive and demand higher scientific skills.

Keywords : Hay meadows – indicators – conservation status – assessment – Aubrac plateau

**Remerciements** : Les auteurs tiennent à remercier Christine Lacoste et Colin Hostein du Conservatoire d'espaces naturels de Lozère, partenaire du programme, pour la réalisation et mise à disposition de plusieurs dizaines de relevés de végétation. Merci beaucoup aussi à Olivier Scher du CEN Languedoc-Roussillon pour son appui lors des analyses statistiques.

**Nomenclature utilisée** : TAXREF v.7.0

## Contexte

### Le programme « milieux ouverts herbacés » piloté par l'IPAMAC

Dans le Massif central, les milieux ouverts herbacés représentent une composante majeure en termes de biodiversité. La richesse des prairies du Massif central mêle étroitement diversités naturelle et culturelle héritées d'une pratique agropastorale séculaire voire millénaire. Cependant, les dernières décennies sont marquées par une évolution rapide des pratiques agricoles de montagne se traduisant par une perte massive de diversité végétale.

En 2011, ce constat a amené les Parcs naturels, les Conservatoires d'espaces naturels et le Conservatoire botanique national du Massif central à s'engager dans un programme commun coordonné par l'association Inter-Parcs Massif central (IPAMAC) en faveur de la préservation de la qualité des milieux ouverts herbacés de ce territoire (@1).

Dans le cadre de ce programme, l'immense entité pastorale du plateau de l'Aubrac a été retenue pour la diversité de ses milieux herbacés. De façon vraiment exceptionnelle, le programme a permis d'allier l'acquisition de données scientifiques variées, à savoir botaniques, entomologiques et arachnologiques, à des enquêtes détaillées sur les pratiques agricoles et des actions très concrètes de restauration écologique.

Cette première publication issue du programme intitulé « les milieux ouverts herbacés : la trame agropastorale » piloté par l'IPAMAC porte sur la variabilité de l'habitat d'intérêt communautaire « prairies de fauche de montagne » (code Natura 2000 : 6520) du plateau de l'Aubrac lozérien, et cherche à identifier des indicateurs simples, applicables aussi bien par les agriculteurs que les techniciens et gestionnaires d'espaces naturels, pour l'évaluation de leur état de conservation.

### Objectif : savoir évaluer l'état écologique d'une prairie

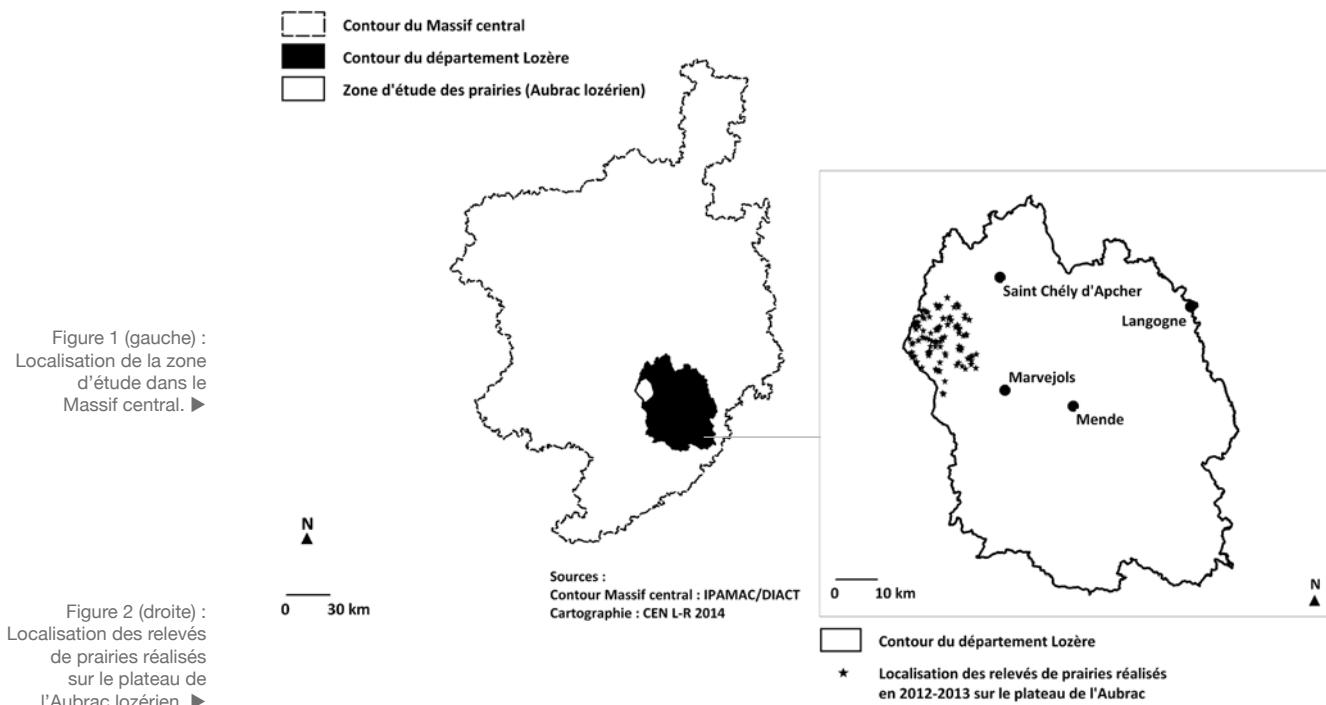
Depuis maintenant plus d'un siècle, l'approche phytosociologique, initiée notamment par BRAUN (-BLANQUET) (1915), a permis de décrire les groupements d'espèces végétales en lien avec les conditions écologiques de leur milieu, et de construire des typologies à l'échelle continentale voire mondiale. De façon très étonnante, ces travaux pourtant très approfondis et reconnus comme ceux d'ELLENBERG (1996) n'évoquent pas la notion d'« état de conservation » de la végétation. En effet, ce terme n'est apparu que récemment en écologie des groupements végétaux, plus précisément en 1992 : c'est l'article 2 de la Directive « Habitats » du Conseil des Communautés européennes qui vise dans son alinéa 2 « à assurer le maintien ou le rétablissement, dans un état de conservation favorable, des habitats naturels et des espèces de faune et de flore sauvages d'intérêt communautaire ».

Depuis, différentes méthodes d'évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire ont été proposées (DOERPINGHAUS *et al.* 2003, ELLMAUER 2005, CEN L-R 2007, KLESCZEWSKI *et al.* 2010, CEN L-R 2011, BERNARD (coord.) 2013,

MACIEJEWSKI *et al.* 2013). Ces méthodes ont en commun d'être basées sur des grilles d'indicateurs synthétiques et faciles à observer. Ces indicateurs sont censés résumer l'information écologique complexe tout en restant basés sur des connaissances scientifiques les plus objectives possibles. Toutefois, les indicateurs sont souvent définis à dire d'expert. De ce fait, comme évoqué par MACIEJEWSKI *et al.* (2013 : 24), la *pertinence* des indicateurs ainsi proposés *a priori*, donc leur lien réel avec une variable écologique, doit être étudiée *a posteriori*.

Or, il s'avère qu'un tel *test d'indicateurs* n'a été que très rarement réalisé. Suite à ce constat, il nous a paru particulièrement intéressant de proposer un tel *test d'indicateurs* dans le cadre du programme « milieux herbacés du Massif central ». L'étude est basée sur une connaissance très détaillée de la variabilité naturelle des prairies de fauche du plateau de l'Aubrac lozérien, dont nous décrivons les grandes lignes en première partie. La seconde partie de l'étude est consacrée à l'analyse du lien entre les indicateurs simplifiés et la seule variable écologique facile à recenser sur le terrain, la diversité spécifique des groupements.

## Le plateau de l'Aubrac lozérien



### Situation (figures 1et2)

L'Aubrac est un haut plateau localisé au centre-sud du Massif central, situé à cheval sur les départements de la Lozère, du Cantal et de l'Aveyron. Il est bordé au nord-ouest par les Monts du Cantal, à l'est par la Margeride et au sud par les plateaux calcaires des Grands Causses (@2). La présente étude se limite à l'étage montagnard de la partie lozérienne du plateau, qui comprend une superficie d'environ 330 km<sup>2</sup>.

### Géologie

De façon schématique, la zone d'étude se compose de trois ensembles géologiques :

- le pourtour Nord-Est est issu des substrats les plus anciens que sont les granites de la Margeride ;
- le Sud-Ouest du plateau est dominé par les roches basaltiques formées à l'ère tertiaire.
- la vaste zone centrale repose sur des alluvions relativement récentes remaniées et déposées par les glaciations du Quaternaire.

Les sols formés sur ces substrats sont tous acides et correspondent au-dessus de 1 000 m à des sols de montagne, majoritairement des sols bruns acides et rankers, où l'activité microbienne réduite entraîne une certaine accumulation de matière organique en surface (DOCHE 1976 : 61).

### Climat

Le climat typiquement montagnard du plateau est caractérisé par des précipitations de l'ordre de 900 à 1 000 mm/an et des températures relativement froides : citons à titre d'exemple la ville de Nasbinals située au centre de la zone d'étude, où la température moyenne du mois de juillet est inférieure à 16°C, avec une moyenne de 7,4°C (Paris : 11,3°C, @3).

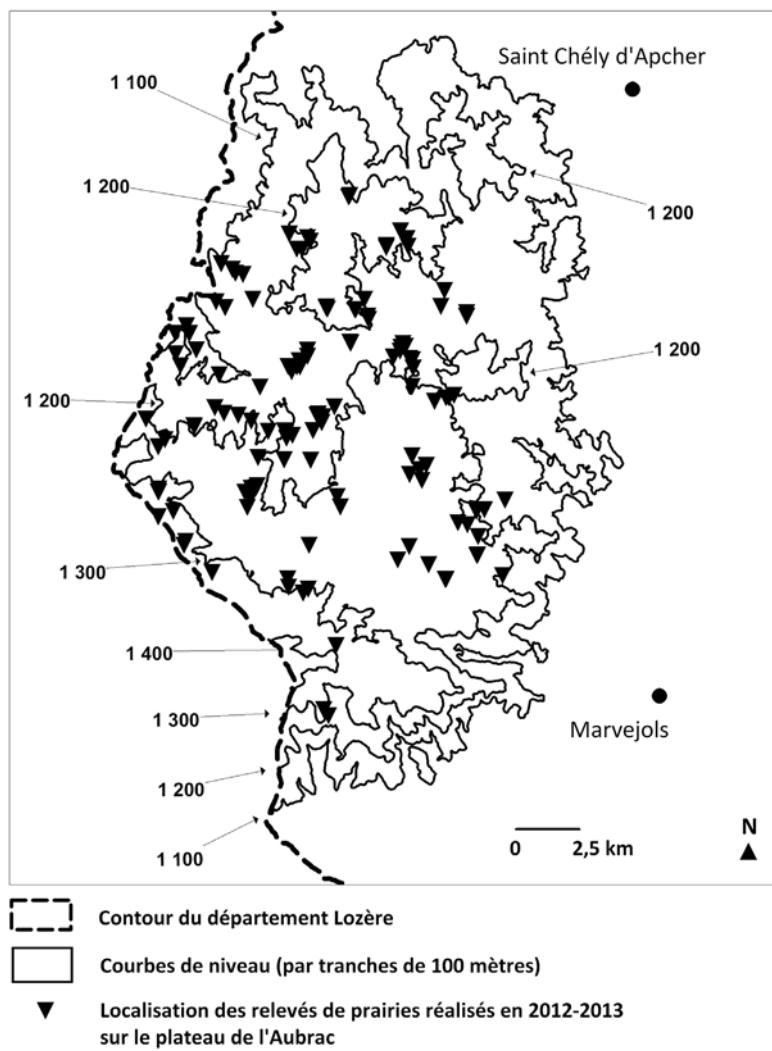
## Méthodes

### Relevés phytosociologiques

Dans un contexte d'évaluation, il est primordial de disposer d'une description détaillée de la variabilité naturelle d'un groupement en fonction des différents gradients écologiques des milieux qui sont favorables pour son développement. C'est pourquoi la présente étude est basée sur un nombre conséquent de relevés de végétation exhaustifs (pour la flore vasculaire) : sur l'ensemble du territoire d'étude, zone à végétation d'ailleurs très peu étudiée, nous avons réalisé 124 relevés durant les saisons 2012 et 2013, en appliquant le protocole de relevé commun à tous les partenaires du programme à l'échelle du massif (superficie standard : 25 m<sup>2</sup>).

### Échantillonnage (figures 3 et 4)

L'échantillonnage a été réalisé par le Conservatoire d'espaces naturels de Lozère à partir des données issues de la cartographie pour le site Natura 2000 FR9101352 « Plateau de l'Aubrac » (@4). Ce travail avait identifié 2811 ha pour 628 polygones en habitat naturel d'intérêt communautaire « 6 520 prairies de fauche de montagne ». La totalité des polygones ainsi classés a fait l'objet d'une analyse sur orthophotos et d'une vérification sur le terrain. L'échantillonnage final a été effectué sur la base d'un maillage (quadrats de 2,5\*2,5 km<sup>2</sup>). Les relevés se répartissent à des altitudes entre 1000 et 1400 m, mais la majorité provient de la tranche entre 1150 et 1250 m (figures 3 et 4).



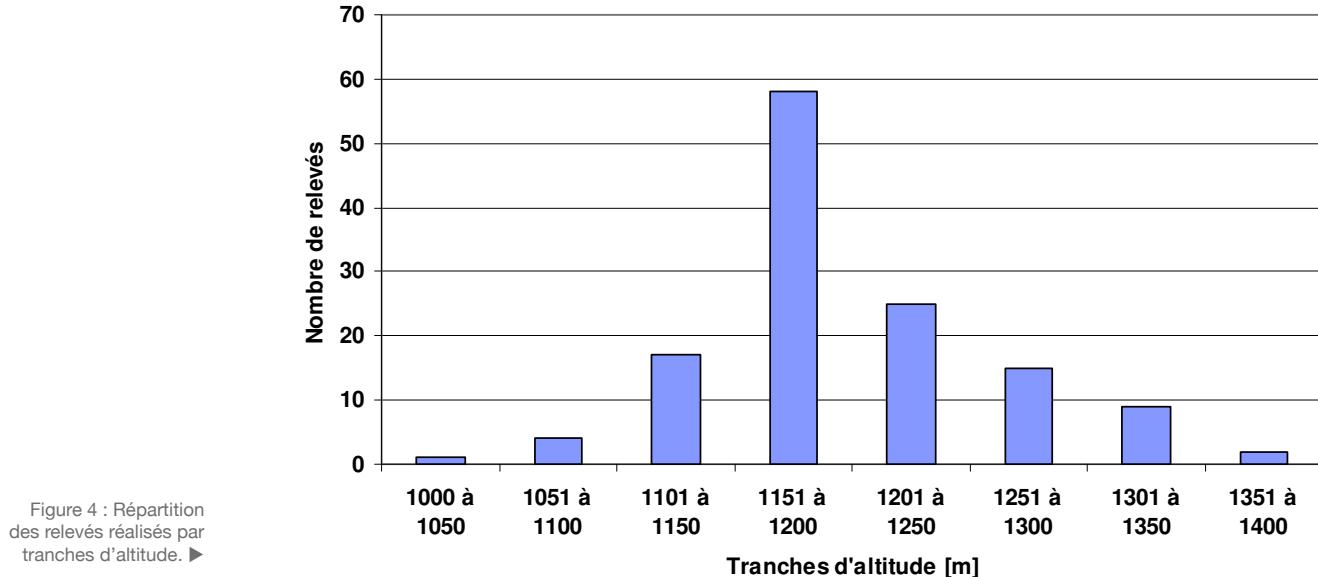


Figure 4 : Répartition des relevés réalisés par tranches d'altitude. ►

## Typologie phytosociologique

La variabilité des groupements est résumée sous forme d'un tableau synthétique. Dans ce tableau, les chiffres romains représentent des classes de fréquences :

I	:	Espèce présente dans > 0 à ≤ 20 % des relevés
II	:	Espèce présente dans > 20 à ≤ 40 % des relevés
III	:	Espèce présente dans > 40 à ≤ 60 % des relevés
IV	:	Espèce présente dans > 60 à ≤ 80 % des relevés
V	:	Espèce présente dans > 80 % des relevés

Les critères pour les espèces différentielles des groupements sont définis en détail par KLESCZEWSKI et BARRET (2010 : 15).

## Évaluation de l'état de conservation sur le terrain

Il est important de signaler que notre démarche d'évaluation est strictement *qualitative*, nous ne prenons pas en compte d'indicateur *quantitatif*, de type « évolution des surfaces ». Il s'agit de démarches indépendantes, les aspects quantitatifs sont à étudier à l'échelle d'un territoire ou d'un pays, alors que nous nous intéressons ici aux indicateurs observés à l'échelle du groupement qui correspond souvent à la parcelle agricole.

Après chaque relevé phytosociologique, l'ensemble des indicateurs proposés sous forme de grilles ont été évalués à l'échelle de la placette et leur valeur brute a été notée. Les seuils entre les états « bon », « moyen » et « défavorable » peuvent différer selon les indicateurs (CEN L-R 2011). Les indicateurs peuvent être regroupés en trois catégories :

### Structure

**Recouvrement de substrat nu (hors pierres)** : ce paramètre mesure l'intensité des perturbations physiques qui impactent le couvert herbacé : piétinement et surpâturage notamment.

**Recouvrement de litière** (matière végétale morte, recouvrant la strate bryophytique ou herbacée) : l'accumulation de litière est indicatrice d'un sous-prélèvement de la matière végétale produite (absence de fauche, manque de pâturage). Cet indicateur va généralement de pair avec un cortège floristique plus eutrophile ou glissant vers une composition proche des ourlets.

**Recouvrement de jeunes arbres et buissons** (< 30 cm) : il s'agit d'un indicateur d'alerte : l'apparition d'un grand nombre de jeunes ligneux signifie l'absence récente de fauchage, et peut causer la dégradation très rapide de la prairie.

**Recouvrement d'arbres et d'arbustes** (> 30 cm) : indicateur lié à la dynamique naturelle de colonisation par des espèces ligneuses. Les seuils de tolérance sont relativement élevés, mais un ombrage trop important impacte fortement les cortèges prairiaux plutôt héliophiles.

**Nombre de strates** : sont comptées les différentes strates qui composent la végétation prairiale : cryptogames (mousses et lichens), herbacée basse (< 10 cm), herbacée moyenne (10 à 50 cm), herbacée haute (> 50 cm). La disparition d'une des strates indique une gestion défavorable à la structure prairiale typique. Par exemple, une pression pastorale trop importante fait régresser les herbacées hautes, et une surfertilisation augmente la densité des espèces vigoureuses et dominantes ce qui entraîne la disparition des strates basses.

### Composition (= texture)

**Recouvrement d'espèces rudérales** : le terme « rudéral » désigne les cortèges typiques des endroits transformés par l'homme et ses troupeaux de façon non ordonnée : abords des zones fréquentées, reposoirs, dépôts de gravats, etc. L'apparition de ces cortèges en contexte prairial dénote d'un sur-enrichissement ou de perturbations intenses et/ou fréquentes.

**Recouvrement d'espèces allochtones (= exotiques)** : la présence d'espèces exotiques est considérée comme une dégradation en soi, puisque les espèces autochtones sont concurrencées.

**Recouvrement d'Ombellifères vivaces eutrophiles** : ces plantes hautes aux inflorescences donnant à la prairie un aspect enneigé (BILLY 2000 : 33), constituent un indicateur très visuel, lié à un niveau trophique très élevé, généralement dû à un apport excessif d'azote.

**Recouvrement de Pissenlits (*Taraxacum* sp.)** : cet indicateur (nouvellement défini lors du premier passage sur le terrain) se situe dans la même logique que le précédent, mais sur des parcelles exploitées de façon plus intensive en termes de fréquences de coupes notamment.

### Dégradations

Cette dernière partie de la grille synthétise toutes les dégradations d'ordre physique clairement visibles mais trop ponctuels donc non cartographiables et trop récentes pour être reflétées par les cortèges (dépôts divers, plantations, retournements, etc.).

### Synthèse

C'est l'indicateur le moins bien noté qui est retenu pour la note globale de la prairie, ce qui signifie que seules les prairies sans dégradation observée sont considérées en état « bon ».

## Résultats

### Les prairies de l'Aubrac lozérien : toutes les mêmes ?

Les prairies de fauche de l'Aubrac lozérien présentent une importante variabilité des cortèges qui reflète principalement les gradients d'humidité et de richesse en nutriments (trophie). Le tableau n°1 synthétise les groupements identifiés, dont la plupart ne peut être rattachée à des associations connues et décrites.

#### Ensembles 1 et 2 : prairies humides

L'*Ensemble 1* rassemble les prairies des plus bas niveaux topographiques caractérisées notamment par la présence des grandes touffes de Canche cespituse et de Jonc épars, en mélange avec des plantes plus discrètes qui aiment avoir « les pieds dans l'eau » telles que le Carvi verticillé (*Carum verticillatum*) et le Myosotis des marais (*Myosotis scorpioides*).

Très proche du précédent, l'*Ensemble 2* s'en distingue avant tout par l'absence des espèces précitées, et constitue la transition vers les prairies sur substrats moins humides.

#### Ensembles 3 et 4 : prairies sur substrats frais (« mésophiles »)

L'*Ensemble 3* est constitué de relevés placés un niveau au dessus de l'*ensemble 2* sur le gradient hydrique. Ce cortège présente un niveau trophique relativement plus élevé que les autres, sans pour autant entrer dans les niveaux eutrophes.

L'*Ensemble 4* rassemble 70 relevés qui constituent le niveau mésophile le plus représentatif des prairies de fauche de l'Aubrac lozérien. On peut rattacher ce groupement à l'association prairiale décrite dès 1926 par LUQUET dans son ouvrage de référence sur la végétation des Monts Dore [*Viola lutea-Trisetetum flavescentis* (Luquet 1926) Foucault 1986].

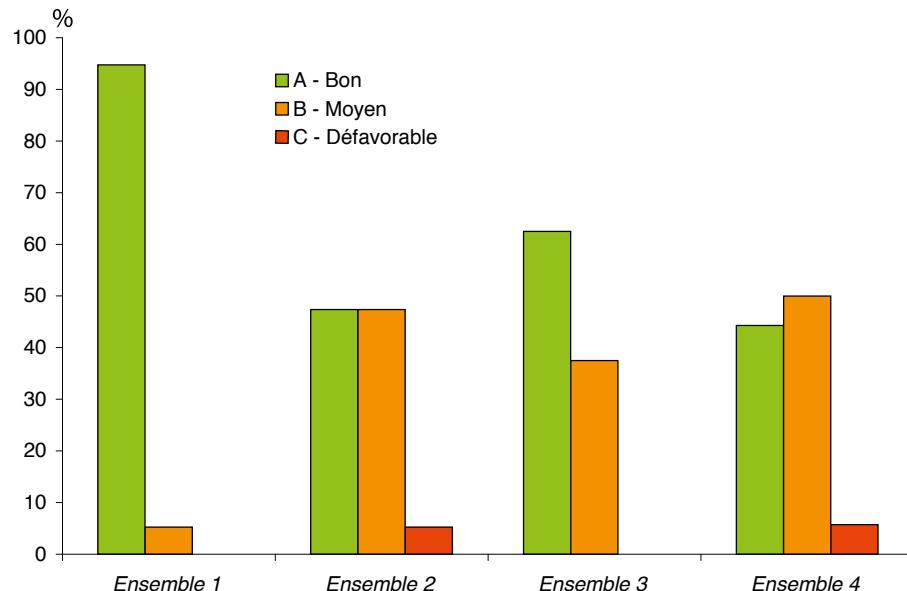
Tableau 1 : Tableau synthétique des fréquences dans les ensembles phytosociologiques distingués. ▼

Taxons	Ensemble				Nombre de relevés	Nombre d'espèces (moyenne)	Nombre de relevés	Nombre d'espèces (moyenne)	Ensemble
	1	2	3	4					
<b>Définitifs de l'ensemble 1</b>									
<i>Carum verticillatum</i> (L.) W.D.J.Koch	V	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Juncus effusus</i> L.	III	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Epilobium pyrenaicum</i> (L.) Raf.	V	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Myosotis scorpioides</i> L.	IV	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P.Beauv.	IV	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Calitha palustris</i> L.	IV	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Définitifs des ensembles 2, 3 &amp; 4</b>									
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P.Beauv.	IV	V	V	V	—	—	—	—	—
<i>Conopodium majus</i> (Gouan) Loret	IV	III	IV	IV	—	—	—	—	—
<i>Chaerophyllum aureum</i> L.	IV	III	IV	IV	—	—	—	—	—
<i>Carum carvi</i> L.	IV	III	IV	IV	—	—	—	—	—
<i>Armenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Prest & C	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—
<i>Centaura jacea</i> L. subsp. <i>nigra</i> (L.) Bonnier & Lay	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—
<i>Bromus hordeaceus</i> L.	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—
<i>Scorzoneroides humilis</i> L.	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—
<i>Holcus lanatus</i> L.	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—
<i>Cardamine pratensis</i> L.	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—
<i>Achillea ptarmica</i> L.	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—
<i>Trifolium spadiceum</i> L.	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—
<i>Oenanthe silicaria</i> M.Bieb.	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—
<b>Définitifs de l'ensemble 1 &amp; 2</b>									
<i>Trollius europaeus</i> L.	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—
<i>Veratrum album</i> L.	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—
<b>Définitifs des ensembles 3 &amp; 4</b>									
<i>Gallium verum</i> L.	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—
<i>Dactylis glomerata</i> L.	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—
<i>Ceratium arvense</i> L.	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Gaertn	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—
<i>Tragopogon pratensis</i> L.	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—
<i>Viola lutea</i> Huds.	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—
<i>Krautia arvernensis</i> (Briq.) Szabó	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—
<i>Gentiana lutea</i> L.	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—
<i>Krautia arvensis</i> (L.) Coul.	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—
<i>Holcus mollis</i> L.	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—
<b>Définitifs de l'ensemble 4</b>									
<i>Ranunculus bulbosus</i> L.	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—
<i>Achillea millefolium</i> L.	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—
<i>Plantago lanceolata</i> L.	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—
<b>Caractéristiques d'unités supérieures</b>									
<b>Polygono-Trisetion</b>									
<i>Crepis mollis</i> (Jacq.) Asch.	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—
<i>Narcissus poeticus</i> L. ssp. <i>radiflorus</i>	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—
<i>Phyteuma gallicum</i> R.Schulz	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—
<i>Ranunculus acris</i> L.	IV	IV	IV	IV	—	—	—	—	—

## Les prairies de l'Aubrac lozérien sont-elles dégradées ?

Au sein de l'échantillon étudié, plus de la moitié des prairies (55 %) sont identifiées en état de conservation « bon » (A), 41 % en état « moyen » (B) et 4 % en état « défavorable ». À noter que ce constat est purement *qualitatif*, il ne prend pas en compte l'évolution *quantitative* des superficies recouvertes par des prairies dites naturelles (données non disponibles).

Les individus échantillonnés dans l'*Ensemble 1* sont très majoritairement (94,7%) évalués en état « bon ». Les états plus ou moins dégradés s'observent donc plutôt dans les prairies appartenant au volet moins humide et donc plus productif (fig. 5). On pourrait en déduire que les activités agricoles de type fertilisation et autres intensifications s'exercent de préférence sur les parcelles plus productives.



◀ Figure 5 : État de conservation des Ensembles phytosociologiques échantillonnés

## Quelles dégradations observe-t-on ?

	N relevés	
	état «moyen»	état «défavorable»
Substrat nu [%]	0	0
Litière [%]	0	0
Ligneux < 30cm [%]	0	0
Ligneux > 30cm [%]	0	0
Nb strates	30	0
Espèces allochtones [%]	0	0
Espèces rudérales [%]	6	0
Ombellifères eutrophiles [%]	11	6
Pissenlits [%]	29	4
Autres dégradations	0	0

◀ Tableau 2 : Fréquence des indicateurs notés comme dégradants de l'état de conservation (nombre de relevés)

Dans le cadre du présent travail, on constate que seulement 4 des 10 indicateurs proposés ont franchi des seuils considérés comme une dégradation. Il n'est pas exclu que certains des indicateurs ne soient pas très pertinents en contexte prairial, par exemple le « recouvrement des jeunes ligneux » qui a initialement été conçu pour des systèmes pâturés. D'autres indicateurs de dégradation n'ont pas été observés, mais leur pertinence n'est pas en cause pour autant.

Sans grande surprise, les dégradations observées sur l'Aubrac lozérien sont *a priori* liées à l'apport intensif d'éléments nutritifs. Cette eutrophisation a pour conséquences observables :

- indicateurs de structure : réduction du nombre de strates
- indicateurs de composition : apparition d'espèces nitrophiles (rudérales, grandes ombellifères, pissenlits)

## Les dégradations sont elles liées entre elles?

Lorsqu'on applique des grilles d'évaluation comprenant plusieurs indicateurs, se pose forcément la question de leur éventuelle redondance. Dans la mesure où nous disposons d'un jeu de données détaillées pour chaque indicateur, nous avons pu dresser le tableau suivant :

Nombre d'indicateurs dégradants	N relevés		Total	
	état «moyen»	état «défavorable»	N	%
1	34	9	43	73
2	13	0	13	22
3	3	0	3	5
Total	50	9	59	100

Dans la plupart des cas (73%), un seul type de dégradation est observé dans une parcelle donnée. Nous pouvons en déduire que les indicateurs sont nettement plus complémentaires que redondants entre eux. Il nous paraît par conséquent important de garder le panel des différents indicateurs lors de l'évaluation de l'état de conservation des prairies.

## Prairie dégradée = moins de diversité ? (figure 6)

Le principe d'un *indicateur* biologique consiste à résumer une information complexe, et donc de proposer des méthodes d'évaluation plus simples et faciles d'accès. Dans notre cas des prairies montagnardes d'intérêt communautaire, il s'agit d'évaluer leur état écologique sans être obligé de faire un inventaire exhaustif, donc chronophage et coûteux, des espèces présentes. Comme évoqué en introduction, l'objectif de la présente étude était le *test a posteriori* de la pertinence des indicateurs proposés à dire d'expert. C'est pourquoi la présente étude est basée sur des relevés qui combinent 1. la liste exhaustive du cortège floristique présent, et 2. les données sur les indicateurs d'état de conservation. Sur cette base, nous sommes en mesure d'analyser le lien entre l'évaluation fournie par les indicateurs simplifiés et la diversité végétale des prairies (figure 6).

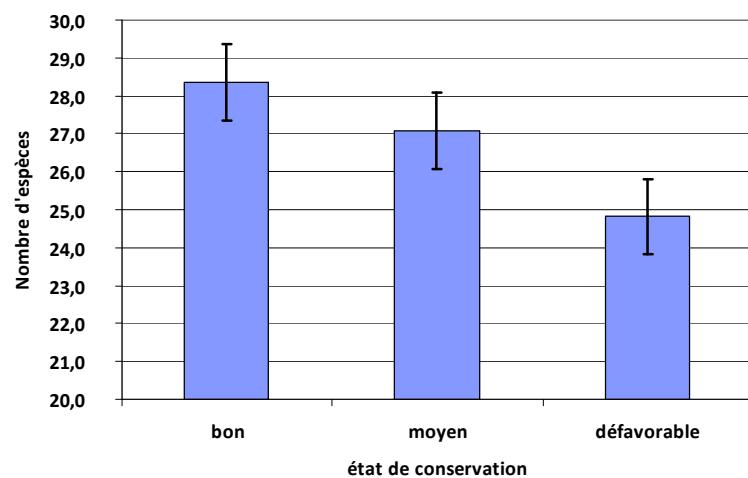


Figure 6 : Évolution de la diversité des cortèges prairiaux en fonction de l'état de conservation. ►

La figure 6 illustre la dégradation de la diversité végétale dans les prairies évaluées comme dégradées. La différence est significative entre les états de conservation « bon » et « défavorable » ( $p < 0,03$ , test de Student). Une note dégradée traduit donc d'une manière générale une perte de diversité spécifique. Il s'avère que les indicateurs synthétiques et faciles d'accès permettent d'effectuer un diagnostic d'état de conservation qui présente un niveau d'intégration de l'information tout à fait satisfaisant. Le relevé des indicateurs simplifiés qui nécessite un passage de terrain d'environ 10 minutes, fournit donc une information sur la qualité écologique des prairies comparable à celle obtenue par les relevés phytosociologiques exhaustifs, pour lesquels il faut compter environ une heure de travail.

## Conclusion

Sur la base de 124 relevés originaux, nous proposons une première typologie et description phytosociologique de l'habitat d'intérêt communautaire et emblématique du plateau de l'Aubrac lozérien que sont les prairies de fauche montagnardes. Cette base de données très détaillée permet non seulement de cerner la variabilité naturelle des groupements en fonction des gradients stationnels, mais aussi de comprendre les changements induits par différents modes de gestion dont l'augmentation des intrants. Ainsi, les gestionnaires du territoire tel que le futur Parc naturel régional de l'Aubrac (@2) disposent d'un référentiel récemment élaboré à l'échelle locale qui permet non seulement de décrire l'état de référence des prairies d'intérêt communautaire du site, mais aussi d'évaluer leur état de conservation à l'aide d'indicateurs scientifiquement validés, mais simples et accessibles à l'ensemble des acteurs de terrain.

## Bibliographie

- BERNARD P. (coord.) 2013. - *Suivre l'état de conservation des habitats naturels pour évaluer les mesures de gestion sur les espaces naturels sensibles de l'Hérault. - Guide technique CEFÉ et CEN L-R pour le Conseil Général de l'Hérault.* 155 p. @ : [http://www.cenlr.org/sites/www.cenlr.org/files/documents\\_communis/pdf/parutions/Guide\\_technique\\_consultation\\_enligne.pdf](http://www.cenlr.org/sites/www.cenlr.org/files/documents_communis/pdf/parutions/Guide_technique_consultation_enligne.pdf)
- BILLY F. 2000. - Prairies et pâturages en Basse Auvergne. - *Bull. Soc. bot. Centre-Ouest*, N. S., N° spécial 20, 259 p.
- CEN L-R 2007. - *Elaboration de critères d'évaluation de l'état de conservation des habitats naturels du Parc National des Cévennes.* - Parc National des Cévennes, Programme Leader+, Conservatoire des Espaces Naturels du Languedoc-Roussillon, 62 p. + annexes.
- CEN L-R 2011. - *Evaluation de l'état de conservation des habitats naturels d'intérêt communautaire contractualisés en Lozère (échelles de l'habitat et de l'unité de gestion). Guide méthodologique à l'usage des opérateurs.* - Rapport CEN L-R, DREAL L-R, DDT48, PNC. 28 p. et annexes. @ : [http://www.languedoc-roussillon.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DDT48\\_rapport\\_final\\_2012\\_4\\_light\\_cle73a971.pdf](http://www.languedoc-roussillon.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DDT48_rapport_final_2012_4_light_cle73a971.pdf)
- DOCHE B. 1976. - L'Aubrac : analyse des relations entre le milieu naturel et son utilisation par l'homme. - *Doc. Cart. Ecol.* 18, 57-76.
- DOERPINGHAUS A., VERBÜCHELN G., SCHRÖDER E., WESTHUS W., MAST R. ET NEUKIRCHEN M. 2003. - Recommendations for assessing the conservation status of Natura 2000 habitat types : Grassland. - *Natur und Landsch.* vol. 78, n° 8, 337-342.
- FOUCAULT B. (de), 1986b. - Contribution à une étude systémique des prairies de l'Aubrac (Massif central français). Doc. Phytosoc., NS X (1) : 255-305.
- KLESCZEWSKI M. ET BARRET J. 2010. - Les landes des vallées cévenoles (Parc national des Cévennes, Lozère, France) : synthèse bibliographique, caractérisation phytosociologique et hiéarchisation des enjeux. - *Actes des Rencontres végétales du Massif central, 28-30 avril 2010, Le Puy-en-Velay* : 13-20.
- KLESCZEWSKI M., BARRET J., BAUDOT C. ET FLEURY J. 2010. - Évaluer l'état de conservation des habitats naturels à l'échelle du terrain : approches dans le Languedoc-Roussillon. - *Rev. For. Fr.* 62 (3-4), 417-427.
- ELLENBERG H. 1996. - *Vegetation of central Europe.* - Ed. Ulmer, 1095 p.
- ELLMAUER T. (Ed.) 2005: - *Entwicklung von Kriterien, Indikatoren und Schwellenwerten zur Beurteilung des Erhaltungszustandes der Natura 2000-Schutzgüter.* - Im Auftrag der neun österreichischen Bundesländer, des Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und der Umweltbundesamt GmbH. Band 3 : Lebensraumtypen des Anhangs I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie. 618 p. @ : [http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/naturschutz/Berichte\\_GEZ/Band\\_3\\_FFH-Lebensraumtypen.pdf](http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/naturschutz/Berichte_GEZ/Band_3_FFH-Lebensraumtypen.pdf)
- LUQUET A. 1926. - *Essai sur la géographie botanique de l'Auvergne. Les associations végétales du Massif des Monts-Dores.* - Saint-Dizier, 263 p.
- MACIEJEWSKI L., SEYTRE L., VAN ES J., DUPONT P. ET BEN-MIMOUN K. 2013. - *État de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire, Méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000. Guide d'application, version 2.* - Rapport SPN 2013-16, Service du patrimoine naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. 179 p.

## Sites internet :

- @1 : <http://trame-ecologique-massif-central.com/milieux-ouverts-herbaces>
- @2 : <http://www.projet-pnr-aubrac.fr/>
- @3 : <http://fr.climate-data.org/location/211033/>
- @4 : <http://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR9101352>

# Un haut-lieu de la bryologie : le massif du Sancy (Puy-de-Dôme)

A bryological hot-spot : the massif du Sancy

par Vincent HUGONNOT ①, Eric VALLÉ ② et Thierry LEROY ③

① Conservatoire botanique national  
du Massif central  
Le bourg  
43230 CHAVANIAC-LAFAYETTE  
France  
② 04 71 77 55 65  
✉ vincent.hugonnot@cbnmc.fr  
www.cbnmc.fr

② Réservé naturelle nationale de la  
Vallée de Chaudefour  
63790 CHAMBON-SUR-LAC  
③ 04 73 88 68 80  
✉ contact@reservechaudefour.fr

③ Réservé naturelle nationale  
Chastreix-Sancy  
Le bourg  
63680 CHASTREIX  
④ 04 73 21 59 43  
✉ contact@reservechastreix-  
sancy.fr

Photo 1 ▶

Réservé naturelle nationale  
de la vallée de Chaudefour

© Cliché :  
A. DESCHEEMACKER - CBNMC



## Résumé

Le massif du Sancy est un haut-lieu pour la conservation des bryophytes. Un total de 508 taxons y sont recensés. Les deux Réserves naturelles nationales de Chastreix-Sancy et de Chaudefour se sont révélées très riches au plan floristique et en taxons remarquables. Le site dans son ensemble est identifié comme l'un des plus riches de France.

## Abstract

The Massif du Sancy is a bryological hot-spot. 508 taxa have been identified there. The two "Réserves naturelles nationales", Chastreix-Sancy and Chaudefour turned out to be very rich from a vegetation point of view. The "Réserves naturelles nationales" are also home to a lot of remarkable taxa. The Massif du Sancy stands out as one of France's richest sites.

## Introduction

Le Massif du Sancy (Auvergne) est considéré comme un hot-spot en terme de conservation de la flore trachéophytique (Antonetti *et al.* 2006) avec plus de 600 espèces recensées dont un grand nombre d'orophytes en situation de refuge. La richesse de la flore bryophytique de ce Massif est connue de longue date. Le Massif du Sancy a été parcouru de manière relativement intensive par un grand nombre de bryologues qui se sont succédés sur les quelques points les plus attrayants des sommets. Ce massif est d'ailleurs considéré comme un des rares hot-spots français cités dans le Livre rouge de la bryoflore d'Europe (ECCB, 1995). En ce qui concerne les hépatiques et les anthocérotes de l'Auvergne, Schumacker et Sapaly (1997) ont réalisé une synthèse exhaustive des travaux publiés et de récoltes inédites. De nombreuses données comprises dans ce travail concernent spécifiquement le Massif du Sancy. Depuis 1996, plusieurs espèces nouvelles pour l'Auvergne ont pu être découvertes mais un très petit nombre concerne le Sancy. Pour les mousses, en revanche, malgré le catalogue de Héribaud (1899), il n'existe à l'heure actuelle aucun document synthétique permettant d'avoir une vision globale de la richesse de ce groupe à

l'échelle de l'Auvergne, et encore moins à l'échelle du Massif du Sancy. La flore bryophytique de cet ensemble naturel, unique en Auvergne, reste donc aujourd'hui relativement mal connue dans le détail et n'a jusqu'à présent fait l'objet d'aucune synthèse.

Deux Réserves naturelles occupent une grande partie du massif : La Réserve naturelle de Chastreix-Sancy et celle de Chaudefour se jouxtent sur les crêtes et ont retenu notre attention. Ces deux Réserves ont souhaité améliorer les connaissances fondamentales relatives au groupe des bryophytes et ont confié ce travail au CBNMC.

Il semblait donc intéressant de dresser une liste des bryophytes présentes au sein des deux réserves et dans l'ensemble du massif du Sancy, de rechercher spécifiquement les espèces à forte valeur patrimoniale, comparer la bryoflore de la Réserve naturelle de Chaudefour avec celle de la Réserve naturelle de Chastreix-Sancy et de proposer une première synthèse relative à la bryoflore du massif.

## La Réserve naturelle nationale de la vallée de Chaudefour

La Vallée de Chaudefour, située dans les monts Dore, sur la commune de Chambon-sur-Lac a été classée en Réserve Naturelle le 14 mai 1991. Apparue il y a 600 000 ans environ, la vallée de Chaudefour résulte de la destruction partielle du massif volcanique du Sancy, un strato-volcan explosif dont l'histoire s'échelonne entre - 800 000 et - 200 000 ans BP (Lavina, 1985). Le massif volcanique des monts Dore repose sur le socle granitique. Par la suite, cet édifice, a été profondément entamé par une intense érosion glaciaire, qui a eu pour conséquence de creuser la Vallée de Chaudefour. Les roches les plus tendres furent ainsi incisées par la pluie et le ruissellement dû à la fonte des neiges. Les coulées de lave, les cônes de scories, les fonds de cratères ont, eux, résisté à l'érosion. On les retrouve dans les paysages de la vallée. Ainsi les falaises correspondent aux rebords des coulées (sous le Puy de Cacadogne ou sous la cascade de la Biche), des roches éruptives font saillie à la surface formant des obélisques de lave, ou dykes volcaniques comme la Dent de la Rancune (véritable figure emblématique de la vallée) et le Moine. Ce passé géologique tourmenté a conféré à la vallée de Chaudefour sa remarquable originalité géomorphologique et paysagère.

Le paysage de la RNN est en effet constitué de la juxtaposition d'une mosaïque de trente cinq milieux naturels diversifiés (Combe, 1994 ; Bringer *et al.*, 2004). Le climat auquel est soumise la vallée de Chaudefour (et plus généralement le massif du Sancy) peut être qualifié d'océanique atténué.

Ceci est dû à la confluence d'influences atlantiques, méditerranéennes et montagnardes. La pluviométrie y est donc importante : le relief provoque l'ascension des masses d'air en altitude qui se refroidissent et entraînent d'abondantes précipitations. Les stations météorologiques de Super-Besse (1340m) et du Mont-Dore (1050m) sont très proches, elles permettent d'avoir une idée du climat de Chaudefour. Ainsi, il est mesuré 1750 mm de précipitations annuelles en fond de vallée, pour plus de 2000 mm sur les crêtes. L'enneigement est permanent pendant cinq mois au-dessus de 1500 m, la neige peut subsister jusqu'à la fin du mois de Juin dans les combes où elle s'est accumulée sous l'effet du vent. À ces conditions rigoureuses, il faut ajouter l'extrême variabilité des températures d'un jour sur l'autre, des gelées tardives (en moyenne 150 jours de gel sur le Sancy) qui ont des conséquences sur l'érosion au niveau des niches de nivation à fonte tardive et de fortes chaleurs estivales. Les fortes variations diurnes ne sont pas rares même en été : « aux journées torrides succèdent des nuits très froides ».

La conséquence de cette situation est que l'on trouve sur un territoire restreint de la vallée de Chaudefour des espèces floristiques (soit 421 espèces) d'origines diverses : arctico-alpines, atlantiques, boréales, continentales, cosmopolites, endémiques, eurasiatiques, européennes, méditerranéennes et montagnardes. Certains milieux permettent actuellement le maintien d'espèces reliques qui s'étaient implantées lorsque le climat

était beaucoup plus froid comme le Saule des Lapons (*Salix lapponum*), espèce boréale. Les précipitations apportées par les vents d'ouest, favorisent l'existence de plantes atlantiques montagnardes comme l'Euphorbe d'Irlande (*Euphorbia hyberna*), le Pavot du pays de Galles (*Meconopsis cambrica*), ainsi que la Vesce orobe (*Vicia orobus*) et la Scille lis-jacinthe (*Scilla lilio-hyacinthus*). Sur les versants sud escarpés, aux sols très peu profonds, s'installe une lande à Genêt purgatif (*Cytisus oromediterraneus*), espèce ayant des origines méditerranéennes montagnardes. Les milieux de l'étage subalpin hébergent de nombreux spermatophytes d'un grand intérêt patrimonial. Les prairies hautes à Calamagrostide faux roseau possèdent une flore d'une grande richesse. Outre le Lis martagon (*Lilium martagon*) protégé au niveau régional, plusieurs microendémiques doivent être signalées : la Marguerite de Delarbre (*Leucanthemum delambrei*) et la Knautie du basalte (*Knautia basaltica*). Les landes à Camarine noire, dont l'espèce *Empetrum nigrum* est protégée au niveau régional, méritent une attention particulière. Ce sont en effet, des îlots de la flore subalpine situés à proximité des versants rocheux en exposition nord. La présence de cette lande associée à la lande à Airelles des marais (*Vaccinium uliginosum*) montre la tonalité alpine du site, ce groupement étant situé dans les Alpes à une altitude plus élevée.

D'autres plantes protégées au niveau régional comme la Soldanelle des Alpes (*Soldanella alpina*), l'Anémone soufrée (*Pulsatilla alpina* subsp. *apiifolia*) et l'Erigeron des Alpes (*Erigeron alpinus*), très rare, traduisent aussi le caractère alpin de ce territoire. Dans les combes à neige, subsiste le Saule herbacé (*Salix herbacea*), espèce arctico-alpine rare présente uniquement sur les versants exposés au nord des puys Ferrand et Cacadogne et dans le Val d'Enfer. Des plantes quasi-alpines habitent le subalpin supérieur comme les très rares Laîche vaginée (*Carex vaginata*) et Laîche courbée (*Carex curvula*) qui présentent ici leurs seules stations auvergnates. Les éboulis fins et les rochers subalpins exposés au nord sont les plus intéressants de part la présence du groupement rupicole le plus original de la région Auvergne, le *Saxifragetum lamottei*. Au coté du Saxifrage de Lamotte (*Saxifraga exarata* subsp. *lamottei*), deux autres plantes endémiques protégées au niveau régional peuvent être observées : la Jasione d'Auvergne (*Jasione crispa* subsp. *arvernensis*) dont les stations de la RNN sont les seules stations auvergnates, et la Biscutelle d'Auvergne (*Biscutella arvernensis*). D'autres espèces protégées au niveau régional, et très rares, affectionnent également ce milieu : l'Asterocearpe faux sésame (*Sesamoides pygmaea*) et l'Androsace couleur de chair (*Androsace halleri*).

## La Réserve naturelle nationale de Chastreix-Sancy

La Réserve naturelle nationale de Chastreix-Sancy est comparable à celle de la vallée de Chaudefour en de nombreux points. Seuls quelques précisions concernant les enjeux principaux sont donc données ci-après. Créée en 2007, elle est gérée depuis 2009 par le Syndicat mixte du Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne, en partenariat avec l'Office national des forêts. À travers ce classement, l'État a choisi de protéger 1894,5 ha en raison de milieux naturels rarissimes, de paysages magnifiques, d'une géologie d'origine volcanique remarquable et d'une faune et d'une flore montagnardes exceptionnelles. C'est un condensé de montagne auvergnate :

- 87 milieux naturels identifiés, dont 18 à très forte valeur patrimoniale ;
- 1 711 espèces inventoriées, dont 1070 végétales et 641 animales ;
- 248 espèces à valeur patrimoniale, dont 120 pour la flore et 128 pour la faune ;
- 18 objets géologiques remarquables ;
- 60 km de cours d'eau d'excellente qualité.

Les zones de crêtes et les prairies montagnardes figurent parmi les milieux les plus riches de la réserve naturelle : de très nombreuses espèces protégées ou menacées y ont été trouvées. Pourtant, c'est le secteur le plus menacé. En effet, les activités humaines y sont très présentes et une fréquentation hors du commun y afflue chaque année. La préservation des crêtes, tout en permettant des activités socio-économiques, est l'enjeu primordial de la réserve naturelle. Avec ses 60 km de cours d'eau, la réserve naturelle de Chastreix-Sancy se situe en tête de bassin versant. Sa responsabilité en terme de qualité de l'eau dépasse donc largement les limites de son périmètre. À ce titre, elle a été labellisée aire centrale de la réserve de biosphère du bassin de la Dordogne par l'UNESCO. L'excellente qualité des eaux doit absolument y être préservée. Les tourbières et les prairies humides sont aussi des milieux extrêmement riches, qui abritent des espèces rares et bien souvent menacées. Leur conservation constitue le deuxième enjeu majeur pour la réserve. Les forêts sont essentielles dans la réserve, en raison de la superficie qu'elles occupent (420 ha) et des espèces qu'elles abritent. Leur conservation et leur maturation est un objectif majeur pour la réserve naturelle.

## Méthode

L'ensemble des références bibliographiques comprenant au moins une donnée concernant le territoire d'étude a été exploitée. Il s'agit des travaux de Aicardi *et al.* 1998 ; Batisse 1930 ; Berthomieu et du Buiysson 1887 ; Bisang 1991 ; Boudier 1990 ; Boulet et Bardat 2003 ; Bouteville 1991 ; Braun-Blanquet 1926 ; Culmann 1919, 1920 ; Cusset et Lachapelle de 1962 ; de Zuttere 1991 a, b ; 1993 a, b ; Desgoutte 1983 ; Dismier 1907 ; Douin C. 1901, 1902, 1904, 1906, 1908 ; Douin R. 1939 ; Dumas-Damon 1889 a, b, c ; Frain 2005 ; Frémy 1925 ; Hée 1953 ; Héribaud 1899 ; Hugonnot 2002, 2003 ; Husnot 1922 ; Julve 1983 ; Lachmann 1956 ; Lamy de la Chapelle 1876, 1878 ; Luquet 1926 ; Pedon 1922 ; Pierrot *et al.* 1990 ; Schumacker *et al.* 1986 ; Schumacker et Sapaly 1997 ; Sébille 1891 ; Skrzypczak 1998, 2010 ; Sycomore Paysage 1980 ; Thériot 1896 ; Urmi 1978.

Afin d'évaluer l'intérêt des taxa, les documents officiels et les listes rouges en usage actuellement ont été utilisés. L'annexe II de la directive "Habitats" (Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992), la Convention de Berne (décision 82/72/CEE, entrée en vigueur le 1 septembre 1982), la "World Red List of Bryophytes" (Tan *et al.*, 2000), le "Red Data Book of European Bryophytes" (ECCB 1995) ainsi que le "projet de Livre rouge de France métropolitaine" (Deperiers-Robbe 2000) sont les sources principales. Les listes rouges publiées pour certains genres, notamment les genres *Orthotrichum* (Garilleti *et al.* 2002) et *Grimmia* (Greven 1995) ont également été consultées.

Dans la discussion une observation « récente » est considérée comme **telles** si des données sont postérieures à 1990. Les données antérieures à 1990 sont considérées comme « anciennes ».

L'attribution de chaque taxon à un élément phytogéographique a été effectuée en consultant et en adaptant les travaux de Düll (1983, 1984, 1985 et 1992), ceux de Lecointe (1979, 1981a et b, 1988) ainsi que diverses flores ou monographies. Seules les aires européennes sont considérées dans notre analyse. Nous avons procédé à des regroupements d'éléments phytogéographiques afin de dresser un panorama global aussi lisible que possible. Ainsi les orophytes regroupent-elles notamment les circumboréales-orophiles et les oréoatlantiques. Les méditerranéennes sont comprises au sens large, en incluant les euméditerranéennes, les méditerranéennes-atlantiques, les euryméditerranéennes et les subméditerranéennes. Les cosmopolites incluent également les subcosmopolites, qui sont en réalité beaucoup plus nombreuses que les premières. Les atlantiques sont acceptées au sens large, en tenant compte des euryatlantiques, des subatlantiques et des euatlantiques. Il est apparu en effet que les spectres bruts ne traduisent qu'imparfaitement les tendances à l'échelle locale. Nous avons considéré de façon distincte les spectres bryogéographiques des mousses et des hépatiques, dans la mesure où les deux groupes ne réagissent pas de la même façon. Les hépatiques sont en effet réputées plus efficaces que les mousses pour exploiter des micro-habitats, notamment dans des secteurs éloignés de leur aire principale.

## Résultats

Au total, dans le Massif du Sancy, 508 taxons ont été mentionnés (1 Anthocérote, 144 hépatiques et 363 mousses) dont une proportion de 28,4 % d'hépatiques. Dans la Réserve naturelle de Chastreix-Sancy, un total de 414 taxons a été observé (1 Anthocérote, 127 hépatiques et 286 mousses) dont une proportion de 30,8 % d'hépatiques. Dans la Réserve naturelle de Chaudefour, un total de 351 taxons a été observé (110 hépatiques et 241 mousses) dont une proportion de 31,3 % d'hépatiques. 51 taxons ont été signalés dans le Massif du Sancy mais ne sont présents dans aucune des deux réserves naturelles.

En dehors des espèces du genre *Sphagnum* et de *Leucobryum glaucum*, 20 espèces à statuts sont présentes dans la réserve naturelle de Chastreix-Sancy, 16 dans la réserve naturelle de Chaudefour et un total de 25 dans le Massif du Sancy (Tableau I).

Deux taxons (*Jamesoniella undulifolia* et *Orthotrichum consimile*) ne sont présents dans aucune des deux réserves naturelles et sont pourtant signalés dans le Massif du Sancy.

Trois espèces protégées en France existent dans le périmètre d'étude : *Bruchia vogesiaca*, *Buxbaumia viridis* et *Hamatocaulis vernicosus*.

70 % du total des espèces de sphagnes connues en France ont été mentionnées dans le Massif du Sancy (Tableau II).

Seul *Sphagnum squarrosum* a été observé en dehors des deux réserves naturelles. L'ensemble des autres espèces a pu être observé dans au moins une des réserves. La réserve naturelle de Chastreix-Sancy compte presque autant d'espèces de sphagnes que le massif du Sancy dans sa totalité. Seuls *Sphagnum squarrosum* et *S. flexuosum* n'ont pas été signalés dans la réserve naturelle

Tableau I ►

Bryophytes remarquables présents dans les réserves naturelles de Chaudefour, de Chastreix-Sancy et du Massif du Sancy

	CHASTREIX-SANCY	CHAUDEFOUR	Massif du Sancy	Annexe II directive "Habitats"	Annexe V directive "Habitats"	Convention de Berne	World Red List	European Red Book	Projet de livre rouge de France	Liste rouge Orthotrichum	Liste rouge Grimmia
<i>Andreaea heinemannii subsp. heinemannii</i>	+	+	+					Rare			
<i>Andreaea mutabilis</i>	+		+					Rare			
<i>Anomodon rostratus</i>	+	+	+					Rare			
<i>Brachydontium trichodes</i>	+	+	+					Rare	+		
<i>Bruchia vogesiaca</i>	+		+	+	+			Endangered	+		
<i>Buxbaumia viridis</i>	+	+	+	+	+			Vulnerable	+		
<i>Campylostelium saxicola</i>	+	+	+					Rare	+		
<i>Encalypta microstoma</i>	+		+					Rare	+		
<i>Grimmia anomala</i>	+	+	+								+
<i>Grimmia arenaria</i>	+	+	+					Insufficiently known			
<i>Grimmia caespiticia</i>	+	+	+					Rare			
<i>Grimmia plagiopodia</i>	+		+					Rare	+	+	
<i>Grimmia reflexidens</i>	+		+					Rare	+		
<i>Hamatocaulis vernicosus</i>	+		+	+	+			Insufficiently known	+		
<i>Jamesoniella undulifolia</i>			+				+	Critically Endangered	+		
<i>Lophozia ascendens</i>	+	+	+					Rare	+		
<i>Marsupella adusta</i>	+	+	+					Insufficiently known			
<i>Mielichhoferia elongata</i>	+		+					Insufficiently known			
<i>Orthotrichum consimile</i> Mitt.			+					Vanished			+
<i>Orthotrichum scanicum</i>		+	+				+	Critically endangered	+	+	
<i>Orthotrichum shawii</i>	+	+	+								+
<i>Paraleucobryum sauteri</i>	+	+						Rare			
<i>Schistidium papillosum</i>	+	+	+					Insufficiently known			
<i>Genre Sphagnum</i>	+	+	+		+						
<i>Ulota coarctata</i>		+	+					Regionally threatened			
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>25</b>								
Nombre total de bryophytes	414	351	508								
<b>Pourcentage de taxons à statuts</b>	<b>4,8</b>	<b>4,5</b>	<b>4,9</b>								

de Chastreix-Sancy. Le nombre d'espèces de sphaignes est moins élevé dans la réserve naturelle de Chaudefour. Il manque *Sphagnum compactum*, *S. contortum*, *S. fuscum*, *S. palustre*, *S. squarrosum* et *S. subnitens*.

Les espèces considérées comme rares ou remarquables mais sans statuts sont en outre extrêmement nombreuses dans les trois périmètres inventoriés. Nous estimons à plus de 100 taxons le nombre d'espèces remarquables dans le Massif du Sancy (ce qui correspond à plus de 25 % de la bryoflore totale), tandis qu'ils sont au nombre d'environ 80 dans la réserve naturelle de Chastreix-Sancy et d'environ 60 dans celle de Chaudefour.

Dans le Massif du Sancy, un total de 107 taxons n'a pas fait l'objet d'observation après l'année 1990. Plus de 25 % de la bryoflore du massif est donc considérée comme non revue. En ce qui concerne les espèces à statuts, on observe que seuls deux taxons n'ont pas été observés récemment (*Anomodon rostratus* et *Paraleucobryum sauteri*). Si on ne considère enfin que les espèces rares mais sans statuts, on observe que plus de 33 % des espèces n'ont pas été revues récemment.

TAXONS	Chastreix-Sancy	Chaudefour	MassifSancy
<i>Sphagnum angustifolium</i> (C.E.O.Jensen ex Russow) C.E.O.Jensen	+	+	+
<i>Sphagnum auriculatum</i> Schimp.	+	+	+
<i>Sphagnum capillifolium</i> (Ehrh.) Hedw.	+	+	+
<i>Sphagnum compactum</i> Lam. & DC.	+		+
<i>Sphagnum contortum</i> Schultz	+		+
<i>Sphagnum cuspidatum</i> Ehrh. ex Hoffm.	+	+	+
<i>Sphagnum fallax</i> (H.Klinggr.) H.Klinggr.	+	+	+
<i>Sphagnum fimbriatum</i> Wilson	+	+	+
<i>Sphagnum flexuosum</i> Dozy & Molk.		+	+
<i>Sphagnum fuscum</i> (Schimp.) H.Klinggr.	+		+
<i>Sphagnum girgensohnii</i> Russow	+	+	+
<i>Sphagnum inundatum</i> Russow	+	+	+
<i>Sphagnum magellanicum</i> Brid.	+	+	+
<i>Sphagnum molle</i> Sull.	+	+	+
<i>Sphagnum palustre</i> L.	+		+
<i>Sphagnum papillosum</i> Lindb.	+	+	+
<i>Sphagnum quinquefarium</i> (Braithw.) Warnst.	+	+	+
<i>Sphagnum rubellum</i> Wilson	+	+	+
<i>Sphagnum russowii</i> Warnst.	+	+	+
<i>Sphagnum squarrosum</i> Crome			+
<i>Sphagnum subnitens</i> Russow & Warnst. subsp. <i>subnitens</i>	+		+
<i>Sphagnum subsecundum</i> Nees	+	+	+
<i>Sphagnum tenellum</i> (Brid.) Pers. ex Brid.	+	+	+
<i>Sphagnum teres</i> (Schimp.) Ångstr.	+	+	+
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>18</b>	<b>24</b>

◀ Tableau II

Les sphagnes présentes dans les réserves naturelles de Chaudefour, de Chastreix-Sancy et du Massif du Sancy

## Discussion

### Richesse floristique

Avec un total de 508 taxons signalés (1 anthocérote, 144 hépatiques et 363 mousses) le Massif du Sancy apparaît comme un hot-spot de richesse bryophytique. Ce total représente environ 40 % de la bryoflore de France sur une superficie qui n'atteint pourtant que 0,02 % de la superficie du territoire national. Le Massif du Sancy est donc un site de concentration majeure de taxons de bryophytes. À titre de comparaison, et bien que les inventaires bryologiques exhaustifs fassent globalement défaut en France, en nous basant sur l'évaluation de Sotiaux et Vanderpoorten (2004), il apparaît que le Massif du Sancy héberge un nombre de bryophytes proche de celui de régions entières (Grand Duché du Luxembourg, bassin de la Semois, Mecklenbourg-Vorpommern...), sur un territoire d'une superficie extrêmement limitée. À l'heure actuelle, il n'existe pas en France de territoire regroupant une telle richesse floristique

sur un si petit territoire. À titre de comparaison, le département de la Savoie, sans doute l'un des plus riches de France, totalise environ 850 taxons (Chavoutier comm. pers.).

Les deux réserves naturelles, bien que moins riches, recueillent encore un nombre de taxons extrêmement élevé. La réserve naturelle de Chastreix-Sancy, avec un total de 414 taxons, est nettement plus riche que celle de Chaudefour (351 taxons), ce qui s'explique par la surface plus élevée mais surtout par une plus grande diversité d'habitats naturels. En France, seuls des secteurs écologiques cohérents comme les forêts de Rambouillet (Bardat 1997), Fontainebleau (Doignon 1947) ou Païolive (Hugonnot 2010) sont réputés accueillir plus de 300 taxons (bien que bon nombre d'entre eux aient aujourd'hui très vraisemblablement disparus dans les secteurs de

plaine suite aux modifications des milieux d'accueil). Seuls les inventaires réalisés récemment dans des secteurs de montagne exceptionnellement conservés, dans les Pyrénées-Orientales, un des département les plus riches de France (Hugonnot, inédit), ont permis de dépasser le nombre des 350 taxons.

La richesse floristique du Massif du Sancy n'est pas totalement incluse dans le périmètre des deux Réserves, puisque 51 taxons ont été signalés dans le Massif du Sancy mais ne sont présents dans aucune des deux Réserves naturelles. Il est vraisemblable que ce nombre diminuera à l'avenir avec l'amélioration des prospections floristiques au sein des deux Réserves. Néanmoins, une révision des contours des Réserves serait peut-être à envisager de manière à permettre une inclusion totale des secteurs identifiés comme exceptionnels.

La proportion d'hépatiques est plus élevée à Chaudefour que dans le Massif du Sancy dans son ensemble ou dans la Réserve de Chastreix-Sancy. La Réserve naturelle de Chaudefour est en effet particulièrement riche en micro-habitats humides, à des expositions « froides », qui sont largement favorables aux cortèges des hépatiques les plus sensibles au dessèchement.

Le Massif du Sancy apparaît comme un site important à l'échelle nationale pour la conservation des espèces du genre *Sphagnum*. Dans une moindre mesure, la richesse des deux Réserves naturelles est également mise en évidence. Seul *Sphagnum squarrosum* a été observé en dehors des deux Réserves naturelles. L'ensemble des autres espèces a pu être observé dans au moins une des Réserves. La Réserve naturelle de Chastreix-Sancy compte presque autant d'espèces de sphaignes que le Massif du Sancy dans sa totalité. Seuls *Sphagnum squarrosum* et *S. flexuosum* n'ont pas été signalés dans la Réserve naturelle de Chastreix-Sancy. Le nombre d'espèces de sphaignes est moins élevé dans la Réserve naturelle de Chaudefour. Il manque *Sphagnum compactum*, *S. contortum*, *S. fuscum*, *S. palustre*, *S. squarrosum* et *S. subnitens*. L'absence de grands systèmes tourbeux explique facilement la richesse sphagnologique un peu moindre de la Réserve naturelle de Chaudefour. Les espèces du genre *Sphagnum* présentent des stratégies semblables mais des positions stationnelles diversifiées au sein des complexes de tourbières au sens large. L'exceptionnelle richesse en espèce de ce genre traduit essentiellement l'excellent état de conservation des habitats tourbeux et l'importante diversification des conditions hydrologiques, trophiques et minérales de ces derniers. Les espèces de sphaignes du site investissent ainsi tous les habitats humides. Les bas-marais minérotropiques pionniers (tourbières de pente notamment) sont colonisés par *S. contortum*,

*S. inundatum*..., les buttes à dominante ombrotrophe par *Sphagnum capillifolium* et les landes tourbeuses par *Sphagnum compactum*. Le pâturage relativement extensif est également un facteur primordial du maintien des habitats tourbeux pionniers.

D'un point de vue qualitatif, 20 espèces à statuts sont présentes dans la Réserve naturelle de Chastreix-Sancy, 16 dans la Réserve naturelle de Chaudefour et un total de 25 dans le Massif du Sancy. La proportion de taxons à statuts atteint 4,9 % dans l'ensemble du Massif du Sancy, ce qui est très comparable à la proportion observée dans la Réserve naturelle de Chastreix-Sancy (4,8 %) et un peu supérieur à celle de la Réserve naturelle de Chaudefour (4,5 %). Ce constat reflète sans doute une diversité d'habitats naturels supérieure dans la Réserve naturelle de Chastreix-Sancy par rapport à celle de Chaudefour. Des 2 taxons (*Jamesoniella undulifolia* et *Orthotrichum consimile*) absents des deux Réserves naturelles et pourtant signalés dans le Massif du Sancy, seul *Jamesoniella undulifolia* reste très peu potentiel pour ces réserves, à cause de l'absence d'habitats favorables. *Orthotrichum consimile* sera sans doute découvert à l'occasion de compléments d'inventaires.

En raison de l'absence de Livre Rouge des bryophytes de la région Auvergne, il est très délicat de se prononcer sur les statuts de rareté réels et objectifs des taxons. La richesse des deux Réserves naturelles et du Massif du Sancy ne saurait se réduire à la seule présence de taxons listés au Livre Rouge Européen ou possédant des statuts divers. En effet, un grand nombre de taxons, considérés comme exceptionnels à l'heure actuelle (par exemple *Anastrophyllum hellerianum*, *Aneura maxima*, *Calypogeia sphagnicola*, *Cephalozia macrostachya* var. *spiniflora*, *Douinia ovata*, *Eremotus myriocarpus*, *Frullania jackii*, *Gymnomitrion obtusum*, *Marsupella sparsifolia*, *Nardia compressa*, *Scapania subalpina*, *Sphagnum molle*, *Tetraphontium brownianum*...), sont recensés dans au moins un des périmètres. Des 109 taxons considérés comme rares dans le Massif du Sancy, il en existe 79 dans la Réserve naturelle de Chastreix-Sancy et 58 dans celle de Chaudefour. Ces données soulignent l'intérêt exceptionnel du massif, mais également des deux Réserves, en termes de bryophytes à forte valeur patrimoniale. Ici encore, l'extrême variété et la haute qualité des microhabitats d'accueil permettent d'expliquer cette concentration. Certains taxons sont d'ailleurs apparus pour le Massif central (*Pohlia andrewsii*, espèce aux affinités arctiques, rarissime en France et en Europe) ou pour la France (cas de *Cephalozia macrostachya* var. *spiniflora*). Des espèces comme *Nardia compressa*, n'étaient connues que d'une localité historique dans le Haut-Forez, et trouve dans le Sancy une deuxième localité pour le Massif central.

Certains genres sont particulièrement bien représentés dans le Massif du Sancy et dans les deux Réserves naturelles. Le genre *Andreaea* est un genre très important à divers titres. 5 taxons sont en effet connus dans le Massif du Sancy, parmi lesquels plusieurs possèdent une grande valeur patrimoniale (*A. heinemannii*, *mutabilis*...). Il s'agit de mousses très exigeantes quant à la qualité des biotopes. Le groupe est très diversifié aux étages subalpins et alpins en France et montre une grande spécialisation écologique, étant presque strictement inféodé aux roches acides exposées à la violence de la radiation lumineuse dans des conditions d'oligotrophie extrême. Certaines espèces sont franchement xérophiles tandis que d'autres sont hygrophiles temporaires. Dans le Massif du Sancy, le genre *Andreaea* est remarquablement confiné aux plus fortes altitudes dans des biotopes aux conditions écologiques extrêmes et souvent peuplées uniquement de bryophytes et de lichens.

Le genre *Grimmia* est également extrêmement riche en espèces dans le Massif du Sancy (20 espèces). Il s'agit pour l'essentiel d'un genre très diversifié, hautement spécialisé dans la colonisation des rochers acides. Les espèces de ce genre présentent des exigences écologiques très fortes vis-à-vis de leurs supports respectifs, de la nature de la roche, de l'éclairement, de la présence d'eau

ruisselante ou stagnante... et se révèlent d'excellents bioindicateurs. Il en est de même pour le genre *Racomitrium* (10 espèces). Les deux genres sont d'ailleurs très fréquemment associés et forment souvent le cortège signalétique de nombreuses associations.

Les genres *Jungermannia*, *Scapania* et *Marsupella* sont extrêmement bien représentés dans le Massif du Sancy. La plupart des espèces de ces trois genres sont liées aux parois rocheuses suintantes riches en bases qui sont sans doute parmi les habitats les plus remarquables du Sancy. Ces espèces exigent des habitats dans des états de conservation exceptionnels. La richesse des sommets du Sancy en espèces de ces genres traduit la permanence d'habitats favorables depuis des temps lointains.

Les genres *Orthotrichum*, *Ulota* et *Zygodon* sont presque strictement inféodés aux écorces des arbres vivants. Un nombre important d'espèces ne se rencontre donc que dans des habitats boisés. Les espèces de la famille des *Orthotrichaceae* forment des ensembles hautement diversifiés, en relation avec les facteurs mésologiques, sur la plupart des essences présentes dans le Massif du Sancy. La bonne représentation en espèces de ces genres traduit l'excellente qualité des habitats forestiers et arbustifs d'accueil.

## Évolution de la bryoflore

Le nombre de taxons n'ayant pas fait l'objet d'observations récentes est considéré comme très élevé dans le Massif du Sancy (environ 25 % du total). Un doute subsiste quant à la persistance de ces espèces. Il peut s'agir de taxons qui ont véritablement disparu suite à une évolution défavorable des milieux d'accueil mais également d'un déficit de prospections récentes.

Les taxons les plus remarquables du site ont presque tous été revus récemment ce qui est un signe encourageant. Néanmoins, plus de 33 % des espèces rares sans statut n'ont au contraire pas fait l'objet d'observations récentes ce qui doit inciter à la prudence.

Il semble que le déficit de prospection soit l'explication la plus plausible dans de nombreux cas. Le Massif du Sancy est en effet, à l'échelle des bryophytes, un immense complexe d'innombrables micro-habitats dont chacun présente une certaine originalité. Le temps de prospection d'un tel complexe est nécessairement très long. Le Massif du Sancy jouit, depuis la fin du XIXème, d'une réputation de haut-lieu de la bryologie de sorte que les

travaux qui ont porté sur sa bryoflore sont plus nombreux que dans de nombreuses régions françaises. Un grand nombre d'espèces vues il y a plusieurs dizaines d'années demanderaient des prospections ciblées afin de pouvoir être observées de nouveau.

Néanmoins, certains taxons, aux affinités « froides » (dans les genres *Scapania*, *Marsupella* notamment) ont pu subir une véritable raréfaction à l'échelle du Massif et des deux Réserves à cause des bouleversements liés aux changements globaux. À moyen terme, en l'absence de perturbations anthropiques majeures, une grande incertitude plane sur l'avenir des populations de plusieurs bryophytes. En effet, face aux changements climatiques généralisés, qui auront sans doute de conséquences néfastes pour certaines espèces (Tuba 2011; Proctor 2011), et en considération des faibles potentialités biologiques et reproductrices des espèces et des capacités d'accueil limitées des Réserves et du Massif du Sancy, aucune certitude n'est acquise quant à la persistance de cet extraordinaire cortège bryophytique en position isolée.

## Approche bryogéographique

Schumacker et Sapaly (1996) parlent d'un « intérêt bryogéographique prodigieux » dans leur synthèse relative aux hépatiques de l'Auvergne. Cette remarque est également valable pour le Massif du Sancy.

D'une manière générale, l'élément méditerranéen s.l. n'est que faiblement représenté dans le Massif du Sancy. La faiblesse de l'élément méditerranéen (riche de très nombreuses espèces en France) s'explique aisément par la relative rareté des habitats thermo-xérophiles sur substrats riches en calcaire. Schumacker et Sapaly (1996) relèvent la faiblesse de cet élément dans les spectres hépatologiques et constatent également qu'il s'agit d'une originalité auvergnate, les départements voisins présentant des tendances méditerranéennes plus affirmées.

L'élément atlantique s.l. est bien représenté dans Massif du Sancy, avec plusieurs espèces présentant également une tendance montagnarde (notamment le remarquable *Douinia ovata*, présent à Chaudefour). L'absence des exceptionnels cortèges atlantiques (avec *Harpalejeunea molleri*, *Plagiochila exigua*, *Aphanolejeunea microscopica*...) est due à l'altitude trop élevée du Massif et à l'absence de gorges encaissées.

L'élément circumboréal est très bien représenté dans le Massif du Sancy et constitue sans doute le fond de la flore, notamment sur les plateaux et dans les grands ensembles forestiers bien conservés des différentes vallées.

L'élément alpin s.l., bien que constituant une partie relativement faible des spectres généraux n'en représente pas moins un de ses intérêt majeurs. Cet élément est particulièrement bien représenté sur les sommets, notamment dans le complexe

d'habitats des rochers aux expositions froides et dans les combes à neige, deux habitats extrêmement importants pour les bryophytes. Il s'agit sans doute de l'élément le plus sensible à toute modification du régime des précipitations et à toute élévation des températures hivernales (réchauffement climatique). Les espèces pourraient, dans un futur relativement proche, disparaître par manque d'habitats favorables (Frahm et Klaus 2001 ; Dibble et al. 2009) et présentent donc une sensibilité particulière.

Les cortèges de bryophytes aux affinités « froides » les plus marquées (espèces des combes à neige, des bas-marais minérotrophes...), présents dans le Massif du Sancy sous forme de populations très disjointes et réduites à quelques secteurs privilégiés, sont parfois considérés comme des « reliques glaciaires ». Ces espèces sont le plus souvent dioïques, stériles, présentes sous forme de clones d'un seul sexe et montrent un dynamisme réduit. L'extension des glaciers quaternaires dans le Massif central (De Goërs de Herve 2001) ne semble pas incompatible avec la présence de tels éléments relictuels. En l'absence de preuves formelles, il convient de rester prudent, d'autres hypothèses alternatives ayant été émises quant à la présence de telles espèces (notamment des colonisations relativement récentes). Par exemple, *Marsupella adusta* est une espèce alpine, extrêmement localisée sur les sommets du Sancy (elle existe également sur les sommets des monts du Cantal), typique des combes à neige fonctionnelles. La présence de cette espèce dans des habitats très peu étendus traduit un ensemble de conditions d'habitat exceptionnelles (enneigement suffisant, permanence de l'alimentation en eau, structure de la végétation très ouverte, structure et texture du substrat...). *Marsupella adusta* peut être considérée comme une relique glaciaire.

## Références

- AICARDI O. et al. 1998 - Contribution à l'inventaire de la bryoflore française (année 1997). *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*, N.S. 29 : 467-472.
- AMANN J., 1912 - *Flore des mousses de la Suisse. 2. Bryogéographie de la Suisse*. Lausanne.
- ANTONETTI P., BRUGEL E., KESSLER F., BARBE J.P. et TORT M., 2006 - *Atlas de la flore d'Auvergne*. Conservatoire botanique national du Massif Central, 984 p.
- BAKALIN V.A., 2001 - Notes on *Lophozia* III. Some taxonomic problems in *Lophozia* sect. *Lophozia*. *Arctoa*, 10 : 207-218.
- BARDAT J. et BOUDIER P., 2006 - Some remarkable bryophytes of the Causse Méjean (Lozère, France). *Cryptogamie, Bryologie*, 27 : 165-180.
- BARDAT J., 1997 - La flore bryophytique de la forêt de Rambouillet (France, région île-de-France, département des Yvelines). *Cryptogamie, Bryologie, lichénologie*, 18 : 87-120.
- BARNES C.S. 1958 - The genus *Paraleucobryum*. *The Bryologist* 61 : 335-339.
- BATISSE M. 1930 - Végétation et évolution de quelques tourbières mont-dorriennes. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Auvergne*, Supplément 16, 23 p.

- BERTHOMIEU V. (Abbé) et DU BUYSSON R. 1887 - Catalogue des mousses du Mont-Dore. *Revue Bryologique* 14 : 25-29.
- BISANG I. 1991 - Biosystematische Studien an *Lophozia* subgen. *Schistochilopsis* (*Hepaticae*). *Bryophytorum Bibliotheca* 43, 187 p.
- BLOM H.H., 1996 - A revision of the *Schistidium apocarpum* complex in Norway and Sweden. *Bryophytorum Bibliotheca*, 49: 1-333.
- BOUDIER P. 1990 - Contribution à la bryoflore du Massif des monts Dôres (Puy-de-Dôme, France). *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*, N.S. 21 : 497-504.
- BOULET L. et BARDAT J. 2003 - Découverte de *Ditrichum lineare* (Sw.) Lindb. [= *D. vaginans* (Sull.) Hampe], une espèce rare pour le Nord-Ouest de la France. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*, N.S. 34 : 333-344.
- BOUTEVILLE R.J. 1991 - Macroflore fongique des tourbières d'Auvergne. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne*, 56 : 85-91
- BRAUN-BLANQUET J. 1926 - Le "climax complexe" des landes alpines (*Genisteto-Vaccinion*) du Cantal. *Arvernia* 2 : 29-48.
- BRINGER P., LEVIGNE Y. et VALLÉ E. 2004 - *Carte de la végétation subalpine de la réserve naturelle de la Vallée de Chaudéfour + notice explicative*. Association DIGITALIS.
- CASAS C., BRUGUÉS M., CROS R.M. et SÉRGIO C., 2006 - *Handbook of mosses of the Iberian Peninsula and the Balearic Islands*. Institut d'Estudis Catalans, Barcelona, 349 p.
- COMBE C. 1994 - *Les forêts de la Réserve Naturelle de Chaudéfour : études phytoécologiques*. Rapport en mastère Sciences forestières. E.N.G.R.E.F. Nancy. O.N.F. 63.
- CRUM H.A. et ANDERSON L.E., 1981 - *Mosses of Eastern North America*. Volume 2. Columbia University Press, New York, 1328 p.
- CULMANN P. 1919 - Notes bryologiques sur le Val des Bains (Auvergne). *Bulletin de la Société Botanique de France* LXVI : 156-168.
- CULMANN P. 1920 - Notes bryologiques sur le Val des Bains (Auvergne). *Bulletin de la Société Botanique de France* LXVII : 101-110.
- CUSSET G. et LACHAPELLE B. de 1962 - Études botaniques dans les monts Dore (deuxième partie). *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne* 28 : 15-81.
- DE GOËR DE HERVE A., 2001 - L'extension des glaciers quaternaires. La géologie du Massif central, *Géologies*, 130-131 : 95-96.
- DE ZUTTERE 2010 - *Tortula buyssonii* (Philib.) Broth. Peut-être retrouvé en Auvergne (Puy-de-Dôme, France). *Tortula lingulata* Lindb. Toujours inconnu en France. *T. obtusifolia* (Schwägr.) Mathieu : sa distinction avec *T. lingulata* et répartition française. *Nowellia bryologica* 39 : 2-13.
- DE ZUTTERE Ph. 1991 a - Mousses nouvelles ou rares pour l'Auvergne. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne* 56 : 79-82.
- DE ZUTTERE Ph. 1993 a - Bryophytes rares ou nouvelles pour le département du Puy-de-Dôme et du Cantal (Auvergne, France). Une mousse nouvelle pour la France : *Tortula lingulata* Lindb. var. *montenegrina* (Brid. et Szyg.) Broth. *Nowellia bryologica* 3-4 : 27-41.
- DE ZUTTERE Ph. 1993 b - Bryophytes rares ou nouvelles pour les départements du Puy-de-Dôme et du Cantal (Auvergne, France) II. *Nowellia bryologica* 5 : 15-18.
- DE ZUTTERE Ph., 1991 b - Hépatiques nouvelles ou rares pour les départements du Puy-de-Dôme et du Cantal. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne*, 56 : 82-83
- DEPERIERS-ROBBE S., 2000 - *Etude préalable à l'établissement du Livre rouge des Bryophytes menacés de France métropolitaine*. Ministère de l'Environnement, DNP - Laboratoire de Phytogéographie, Université de Caen, 176 p.
- DESGOUTTE C. 1983 - Les étages de végétation des Monts du Forez. *Bulletin mensuel de la Société Linnéenne de Lyon* 52 (1) : 4-5.
- DIBBLE A.C., MILLER N.G., HINDS J.W. et FRIDAY A.M., 2009 - Lichens and bryophytes of the alpine and subalpine zones of Katahdin, Maine, I : Overview, ecology, climate and conservation aspects. *The bryologist*, 112 (4) : 651-672.
- DIERSSEN K. 2001 - Distribution, ecological amplitude and phytosociological characterization of European bryophytes. *Bryophytorum Bibliotheca*, 56 : 1-289.
- DISMIER G. 1907 - *Essai monographique sur les Philonotis de France*. Mémoire de la Société National des Sciences Naturelles et Mathématiques de Cherbourg VI (4) : 367-428.
- DOIGNON P., 1947 - *Flore du Massif de Fontainebleau. Bryophytes. Catalogue des muscinées observées en forêt de Fontainebleau, dans la basse Vallée du Loing et les zones circonvoisines*. Centre régional de Recherches naturalistes, Fontainebleau, 80 p.
- DOUIN Ch. 1901 - Le *Jungermannia obtusa* au Mont-Dore. *Revue Bryologique* 28 : 104-105.
- DOUIN Ch. 1902 - Sur quelques hépatiques du Mont-Dore. *Revue Bryologique* 29 : 32-34.
- DOUIN Ch. 1904 - *Nardia silvrettae* (Gottsche) en Auvergne. *Revue Bryologique* 31 : 4-5.
- DOUIN Ch. 1906 - Contribution à l'étude des Muscines françaises. *Revue Bryologique* 5 : 65-75.
- DOUIN Ch. 1908 - Autour du Sancy. *Revue Bryologique* 35 : 131-137.
- DOUIN R. 1939 - Nouvelle note sur les hépatiques du Limousin et ses régions limitrophes. *Revue Bryologique et Lichénologique* 11 : 115-116.

- DÜLL R., 1983 - Distribution of European and Macaronesian liverworts (*Hepaticophytina*). *Bryologische Beiträge*, 2 : 1-115.
- DÜLL R., 1984 - Distribution of European and Macaronesian mosses (*Bryophytina*). *Bryologische Beiträge*, 4 : 1-114.
- DÜLL R., 1985 - Distribution of the European and Macaronesian mosses (*Bryophytina*). Part. II. *Bryologische Beiträge*, 5 : 110-232.
- DÜLL R., 1992 - Distribution of the European and Macaronesian Mosses (*Bryophytina*). Annotations and Progress. *Bryologische Beiträge*, 8-9 : 1-223.
- DUMAS-DAMON J.B. 1889 a - Bryologie du département du Puy-de-Dôme. *Revue Scientifique du Bourbonnais* 92-103, 137-153.
- DUMAS-DAMON J.B. 1889 b - Supplément au catalogue des mousses du Puy-de-Dôme. *Revue Bryologique* 16 : 92-94.
- DUMAS-DAMON J.B. 1889 c - *Contribution à la flore bryologique de l'Auvergne ou catalogue des mousses récoltées dans le département du Puy-de-Dôme, ou près de ses limites*. Imp. E. Auclaire, Moulins, 28 p.
- ELLENBERG H., 1963 - *Vegetation ecology of Central Europe*. Cambridge University Press, Cambridge, 731 p.
- EUROPEAN COMMITTEE FOR CONSERVATION OF BRYOPHYTES (E.C.C.B.), 1995 - *Red Data Book of European Bryophytes*. ECCB, Trondheim, 291 p.
- FRAHM J.-P. et KLAUS D., 2001 - Bryophytes as indicators of recent climatic fluctuations in Central Europe. *Lindbergia*, 26 : 97-104.
- FRAIN M. 2005 - *Aménagement des domaines skiables du Massif du Sancy : visite préalable, réflexions sur les travaux avant piquetage et mise en défens de sites floristiques sensibles*. Communauté de communes du Sancy, 33 p.
- FRÉMY P. 1925 - *Récoltes bryologiques dans la Haute-Auvergne*. Association Française pour l'Avancement des Sciences, Conférences, Grenoble : 327-330.
- GARILLETI R., LARA F., ALBERTOS B. et MAZIMPAKA V., 2002 - Datos preliminares para una Lista Roja de las especies europeas del género *Orthotrichum* Hedw. (*Musci*). *Conservación vegetal*, 7 : 3-5.
- GREVEN H.C., 1994 - *Grimmia arenaria* Hampe by the Mawddach estuary in North Wales. *Journal of Bryology* 18 : 196-198.
- GREVEN H.C., 1995 - *Grimmia Hedw. (Grimmiaceae, Musci) in Europe*. Backhuys Publishers, Leiden, 160 p.
- HALLINGBÄCK T. et HODGETTS N. (compilers), 2000 - *Mosses, liverworts, and Hornworts. Status survey and conservation action plans for bryophytes*. IUCN/SSC Bryophyte Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 106 p.
- HÉBRARD J.-P., PIERROT R.B., QUETU G. et ROGEON M.A., 1988 - Contribution à la bryoflore de la Haute Cerdagne et du Capcir. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*, N.S., 19 : 401-414
- HÉE A. 1953 - Hépatiques des environs de Besse-en-Chandesse (Puy-de-Dôme). *Revue Bryologique et Lichénologique* 22 : 52-61.
- HERIBAUD J., 1899 - *Les Muscinées d'Auvergne*. Mém. Acad. Sci., Belles-Lettres et Arts, Clermont-Ferrand, 2ème Série, XIV, 544 p.
- HEYLEN O., HERMY M et SCHREVENS E., 2005 - Determinants of cryptogamic epiphyte diversity in a river valley (Flanders). *Biological Conservation* 126 : 371-382.
- HILL M.O., BELL N., BRUGGEMAN-NANNENGA M.A., BRUGUÉS M., CANO M.J., ENROTH J., FLATBERG K.I., FRAHM J.-P., GALLEGOS M.T., GARILLETI R., GUERRA J., HEDENÄS L., HOLOAK D.T., HYVÖNEN J., IGNATOV M.S., LARA F., MAZIMPAKA V., MUÑOZ J. et SÖDERSTRÖM L., 2006 - Bryological Monograph - An annotated checklist of the mosses of Europe and Macaronesia. *Journal of Bryology*, 28 : 198-267.
- HODGETTS N.G., 1996 - *The conservation of lower plants in woodland*. Joint Nature Conservation Committee, 32 p.
- HORTON D.G., 1981 - The taxonomic status of *Encalypta microstoma* Bals. et De Not. and *E. ciliata* var. *microstoma* Schimp. *Cryptogamie, Bryologie et Lichénologie*, 2 (2) : 153-169.
- HORTON D.G., 1983 - A revision of the *Encalyptaceae (Musci)* with particular reference to the North American taxa. Part II. *Journal of the Hattori Botanical Laboratory*, 54 : 353-532.
- HUGONNOT V. 2002 - Contribution à l'inventaire de la bryoflore du Massif central. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*, N.S. 33 : 265-270.
- HUGONNOT V. 2003 - *Inventaire préliminaire des bryophytes dans l'espace naturel sensible de la Fontaine Salée (parcelle forestière d'Épicéas appartenant au Conseil général du Puy-de-Dôme) : apport des bryophytes dans l'appréciation du niveau patrimonial et des tendances évolutives*. Association Loisirs Botaniques / Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne, 15 p.
- HUGONNOT V., 2008 - Chorologie et sociologie d'*Orthotrichum rogeri* en France. *Cryptogamie, Bryologie*, 29 (3) : 275-297.
- HUGONNOT V., 2010 - Mousses et hépatiques de Païolive (Ardèche et Gard, France). *Bulletin de la société botanique du Centre-Ouest*, N.S., numéro spécial, 34 : 1-293.
- HUGONNOT V., 2011 - Bryophytes of the peatlands of Aubrac (Massif Central - France). *Cryptogamie, Bryologie*, 32 : 43-64.

- HUGONNOT, V., BICK, F. et UNTEREINER, A., 2011 - *Bruchia vogesiaca* Schwägr, en France - Répartition, écologie et conservation d'une espèce anthropophile. *Archive for Bryology*, 91 :1-16.
- HUSNOT T. 1922 - *Hepaticologia gallica : flore descriptive des hépatiques de France et des contrées voisines*. T. HUSNOT, Cahan, 163 p.
- JULVE Ph. 1983 - *Les groupements de prairies humides et de bas-marais : étude régionale et essai de synthèse à l'échelle de l'Europe occidentale*. Thèse 3ème cycle, Doc. Univ., Université de Paris-Sud XI, Faculté des Sciences d'Orsay, 225 p.
- KERGUÉLEN M., 1993 - *Index synonymique de la flore de France*. Paris, Muséum national d'histoire naturelle, Secrétariat de la Faune et de la Flore [Collection Patrimoines Naturels, 8], 196 p.
- KOŠNAR J. et KOLÁŘ P. 2009 - A taxonomic study of selected European taxa of the *Tortula muralis* (*Pottiaceae*, *Musci*) complex: variation in morphology and ploidy level. *Preslia* 81: 399-421.
- LAAKA-LINDBERG S., POHJAMO M. et KORPELAINEEN H., 2005 - Niche breadth and niche overlap in three epixylic hepaticas in a boreal old-growth forest, southern Finland. *Journal of Bryology*, 27 : 119-127.
- LACHMANN A. 1956 - Bryophytes observés durant la session d'Auvergne (juillet 1955) in : Session extraordinaire dans le Massif des monts d'Auvergne. *Bulletin de la Société Botanique de France* 103 : 117-120.
- LAMY DE LA CHAPELLE E. 1876 - Supplément aux muscinées du Mont-Dore et de Haute-Vienne. *Revue Bryologique* 3 : 50-56.
- LAMY DE LA CHAPELLE E. 1878 - Simple aperçu sur les mousses et les hépatiques du Mont-Dore et de la Haute-Vienne (Second et dernier supplément). *Revue Bryologique* 5 : 33-43.
- LAVINA 1985 - Le volcan du Sancy et le massif adventif. *Études volcanologiques et structurales*.
- LECOINTE A., 1979 - Intérêts phytogéographiques de la bryoflore normande : 1 - Les cortèges cosmopolite et méditerranéen s.l. *Bulletin de la Société linnéenne de Normandie*, 107 : 61-70.
- LECOINTE A., 1981a - Intérêts phytogéographiques de la bryoflore normande : 2 - le cortège atlantique s.l. *Bulletin de la société linnéenne de Normandie*, 108 : 51-60.
- LECOINTE A., 1981b - Intérêts phytogéographiques de la bryoflore normande : 3 - Le cortège circumboréal s.l. *Bulletin de la Société linnéenne de Normandie*, 109 : 55-66.
- LECOINTE A., 1988 - Intérêts phytogéographiques de la bryoflore normande : 4 - additions, corrections, spectres biogéographiques et écologiques. *Bulletin de la société linnéenne de Normandie*, 110-111 : 23-40.
- LEROY T., 2012 - *Plan de gestion de la Réserve naturelle de Chastreix-Sancy. Section A diagnostic de la Réserve naturelle*. Réserve naturelle de Chastreix-Sancy, 109 p.
- LESICA P., MCCUNE B., COOPER S.V. et HONG W.S., 1991 - Differences in lichen and bryophyte communities between old-growth and managed second-growth forests in the Swan Valley, Montana. *Canadian Journal of Botany* 69 : 1745-1755.
- LONGTON R.E., 1988 - *Biology of polar bryophytes and lichens*. Cambridge University Press, Cambridge, 391 p.
- LUQUET A. 1926 - *Essai sur la géographie botanique de l'Auvergne : les associations végétales du Massif des monts Dore*. Presses Universitaires de France, Paris, 267 p.
- MA W.-Z., LIU W.-Y. et LI X.-J., 2009 - Species composition and life forms of epiphytic bryophytes in old growth and secondary forests in Mt. Ailao, SW China. *Cryptogamie, Bryologie* 30 (4) : 477-500.
- MAIER E., 2010 - The genus *Grimmia* Hedw. (*Grimmiaceae*, *Bryophyta*). Amorphological-anatomical study. *Boissiera*, 63: 1-377.
- MAZIMPAKA V., LARA F., GARILLETI R., ALBERTOS B. et LO GIUDICE R., 2000 - *Orthotrichum shawii* Wilson, a distinct European species. *Journal of Bryology*, 22 : 183-192.
- MEDINA R., GARILLETI R., MAZIMPAKA V. et LARA F., 2009 - A new look at *Orthotrichum scanicum* Grönvall (*Orthotrichaceae*, *Bryophyta*). *Journal of Bryology*, 31 : 86-92.
- MORIN D. 1998 - Des bactéries vont extraire du cobalt. *La Recherche*, 312 : 38-40.
- MÜLLER P. et FRAHM J.-P., 1987 - A review of the *Paraleucobryoideae* (*Dicranaceae*). *Nova Hedwigia* 45 : 283-314.
- MURRAY B., 1988 - The genus *Andreaea* in Britain and Ireland. *Journal of Bryology* 15: 17-82.
- NORDÉN B. et APPELQVIST T., 2001 - Conceptual problems of ecological continuity and its bioindicators. *Biodiversity and Conservation* 10 : 779-791.
- ÓDOR P., 2002 - The importance of coarse woody debris for bryophyte vegetation of semi-natural beech forests. PhD Thesis, Budapest, 31 p.
- PEDON J. 1922 - Botanique. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Auvergne* 2 : 12-17.
- PÉPIN F., HUGONNOT V. et CELLE J., à paraître - Sex ratio patterns and fertility at different spatial scales in *Hamatocaulis vernicosus* (Mitt.) Hedenäs. *Journal of Bryology*,
- PHILIPPE M., 2007 - Actualisation des données sur la distribution de la mousse *Buxbaumia viridis* (Moug. ex Lam. et DC.) Brid. ex Moug. et Nestl. (*Bryophyta*, *Bryales*, *Buxbaumiaceae*) en France. *J. bot. de la Société Botanique de France*, 38 : 3-10.

- PIERROT R.B. et al. 1990 - L'année bryologique 1989. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*, N.S. 21 : 487-493.
- PIERROT R.B., 1987 - Espèces méconnues de la bryoflore française : *Andreaea angustata*, *Lescurea saviana*, *Schistidium agassizii*. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*, N.S., 18 : 121-124
- PROCTOR M.C.F., 2011 - Climatic responses and limits of bryophytes : comparisons and contrasts with vascular plants. *Bryophyte ecology and climate change*, eds. TUBA Z., SLACK N.G. et STARK L.R.. Cambridge University Press, Cambridge, 35-54.
- ROS R.M., MAZIMPAKA V., ABOU-SALAMA U., ALEFFI M., BLOCQUEL T.L., BRUGUÉS M., CANO M.J., CROS R.M., DIA M.G., DIRKSE G.M., EL SAADAWI W., ERDAĞ A., GANEVA A., GONZÁLEZ-MANCEBO J.M., HERRNSTADT I., KHALIL K., KÜRSCHNER H., LANFRANCO E., LOSADA-LIMA A., REFAI M.S., RODRÍGUEZ-NUÑEZ S., SABOVJLEVÍC M., SÉRGIO C., SHABBARA H., SIM-SIM M., SÖDERSTRÖM L., 2007 - Hepatices and Anthocerotes of the Mediterranean, an annotated checklist. *Cryptogamie, Bryologie*, 28 (4) : 351-437.
- SCHULTZE-MOTEL W., 1970 - Geographische Verbreitung und Ökologie von *Andreaea blyttii* ssp. *Angustata*. *Nova Hedwigia* 19 : 397-403.
- SCHUMACKER R. et SAPALY J. 1997 - Catalogue critique des hépatiques (*Anthocerotophyta* et *Marchantiophyta*) de l'Auvergne (Cantal et Puy-de-Dôme, France). Stat. Sci. des Hautes-Fagnes 25, 134 p.
- SCHUMACKER R. et SAPALY J., 1996 - Catalogue critique des hépatiques (*Anthocerotophyta* et *Marchantiophyta*) de l'Auvergne (Cantal et Puy-de-Dôme, France). Documents de la Station Scientifique des Hautes-Fagnes, 130 p., 7 cartes h. t.
- SCHUMACKER R., DE ZUTTERE Ph. et VÀÑA J. 1986 - *Nardia insecta* Lindb. (*Hepaticae*) dans le Massif Ardennais (Belgique) - Le genre *Nardia* S. Gray en Belgique. *Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique* 119 : 121-134.
- SCHUSTER R.M., 1952 - Notes on nearctic hepaticae. V. The status of *Lophozia gracillima* Buch and its relationships to *Lophozia longidens*, *Lophozia porphyroleuca* and *Sphenolobus ascendens*. *The Bryologist*, 55 : 173-185.
- SÉBILLE R. 1891 - Récoltes bryologiques de la Société française de botanique pendant la session au Mont-Dore, du 17 au 24 août 1890. *Revue de Botanique, Bulletin mensuel de la Société Française de Botanique* 20 : 533-546.
- SKRZYPCKA R. 1998 - *Douinia ovata* (Dicks.) Buch. dans la vallée de Chaudéfour, Auvergne. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*, N.S. 29 : 479-480.
- SKRZYPCKA R. 2010 - Contribution à l'inventaire de la bryoflore française. Année 2009. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*, N.S. 41 : 443-452.
- SMITH A.J.E., 1972 - Some observations on *Orthotrichum shawii* Wils. ex Schimp. *Journal of Bryology*, 7 : 21-22.
- SÖDERSTRÖM L., 1989 - Regional distribution patterns of bryophyte species on spruce logs in Northern Sweden. *The Bryologist*, 92 (3) : 349-355.
- SOTIAUX A. et DE ZUTTERE P., 1987 - *Scopelophila cataractae* (Mitt.) Broth. (*Pottiaceae, Musci*) nouveau pour le continent européen en France, en Belgique, aux Pays-Bas et en République fédérale allemande. Le genre *Scopelophila* (Mitt.) Lindb. en Europe. *Cryptogamie, Bryologie, Lichénologie*, 8 (2) : 95-108.
- SOTIAUX A. et VANDERPOORTEN A., 2004 - Catalogue, atlas commenté et mesures de conservation des bryophytes du bassin hydrographique de la Semois (Belgique, Semois). *Lejeunia*, 175 : 1-49.
- SYCOMORE PAYSAGE 1980 - *Inventaire des richesses naturelles : hautes vallées de la Couze, Chambon et de la Dordogne*. Sycomore Paysage / Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne, 62 p. + annexes.
- TAN B., GEISSLER P., HALLINGBACK T. et SODERSTROM L., 2000 - *The 2000 IUCN World Red List of Bryophytes*. <http://www.dbs.nus.edu.sg/lab/crypto-lab/WorldBryo.htm>.
- THÉRIOT I. 1896 - Note sur la flore bryologique du Mont-Dore. *Revue Bryologique* 23 : 1-10, 31-34.
- TUBA Z., 2011 - Bryophyte physiological processes in a changing climate : an overview. In : *Bryophyte ecology and climate change*, eds. TUBA Z., SLACK N.G. et STARK L.R.. Cambridge University Press, Cambridge, 35-54.
- URMI E., 1978 - Monographische Studien an *Eremnotus myriocarpus* (Carrig.) Pears. (*Hepaticae*). Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzen geschichte und Pflanzengeographie, 99 (4) : 498-564.
- VÀÑA J., SÖDERSTRÖM L., HAGBORG A., VON KONRAT M. et ENGEL J., 2010 - *Early Land Plants Today: Taxonomy, systematics and nomenclature of Gymnomitriaceae* *Phytotaxa* 11: 1-80
- VELLAK K. et PAAL J., 1999 - Diversity of bryophyte vegetation in some forest types in Estonia: a comparison of old unmanaged and managed forests. *Biodiversity and Conservation*, 8 (12) : 1595-1620.
- WIKLUND K., 2004 - Establishment, growth and population dynamics in two mosses of old-growth forests. Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology, 996. *Acta Universitatis Upsaliensis, Uppsala*, 47 p.



# Un nouvel inventaire pour la flore du Limousin

A new inventory for the flora of Limousin

par Olivier NAWROT 1

1 Conservatoire botanique national du Massif central - Antenne Limousin SAFRAN  
2, avenue Georges Guingouin – CS 80912 – Panazol 87 017 LIMOGES Cedex 1  
① 05 55 77 51 47  
✉ olivier.nawrot@cbnmc.fr  
✉ www.cbnmc.fr



© Cliché : S. PERERA ►

## Résumé

Le dernier inventaire floristique général du Limousin remonte aux années 1990, se concrétisant par la parution de l'*Atlas de la flore vasculaire du Limousin* (2001). Afin d'accélérer et d'homogénéiser la politique d'inventaire floristique régionale, un vaste programme d'actualisation a été initié en 2010 et se poursuivra jusqu'en 2014 ; il associe un réseau de bénévoles actifs et le CEN Limousin. Nous présentons ici, les premiers résultats des prospections et conclurons sur un premier pré-bilan des grandes tendances affectant l'évolution de la flore limousine.

Mots-clés : Limousin- flore patrimoniale - xénophytes - inventaire - évolution

## Abstract

The last inventory of flora in Limousin goes back to the 90s, when the *Atlas de la Flore Vasculaire du Limousin* (2001) was published. In order to hasten and make the regional flora inventory policy more coherent, a comprehensive program to update the data was initiated in 2010 and continued until 2014. Both the CEN Limousin and a network of reliable volunteers were involved in this program. Here are the initial results of the field canvassing as well as a first pre-assessment of the general trends regarding the evolution of the flora in Limousin.

Keywords : Limousin – rare and priority flora – alien plants - inventory – evolution

## Introduction

La réactualisation de l'inventaire floristique général du Limousin, initiée en 2010, trouve son achèvement en 2014 pour ce qui est de la phase terrain. Ce programme pluriannuel est financé par l'État (DREAL Limousin), le Conseil régional du Limousin, la DATAR et les conseils généraux de la Creuse et de la Corrèze.

Le CBN Massif central, qui est porteur et coordinateur du projet, s'est associé à l'Amicale des botanistes du Limousin (ALBL), à un réseau de bénévoles actifs ainsi qu'au Conservatoire des espaces naturels du Limousin (CEN) afin d'intensifier l'effort de prospection.

La progression de la connaissance et son homogénéisation, permettent d'affiner la chorologie de nombre de taxons mais également de mettre au jour la présence de certains, jusque là mécon-

nus. Nous présentons ici, les premiers résultats des prospections, notamment les taxons nouvellement signalés pour le Limousin ou l'un des départements de la région (indépendamment de leur statut d'indigénat), les espèces à statut de protection [Annexe II de la directive « Habitats » (DH II), Protection nationale (PN), régionale (PR) ou départementale (P19, P23, P87] ; les espèces à statut de menace/rareté [Livre rouge de la flore menacée de France, tome 1 : espèces prioritaires (LRNI) et tome 2 : espèces à surveiller (LRNII)] ; les espèces rares au sens de l'Atlas.

Cette information qualitative doit permettre *in fine*, d'apprécier de façon diachronique l'évolution de la flore régionale sur un pas de temps de 15 ans et mettre en évidence les principaux facteurs affectant l'évolution de la flore limousine.

## Préambule

« Le nombre des espèces phanérogames est restreint. J'en attribue la cause à la nature peu fertile et peu variée de notre sol généralement granitique et siliceux ; aux dégâts considérables occasionnés par les bestiaux qui ont accès partout ; aux obstacles qu'offrent nos montagnes à l'introduction par les vents de graines étrangères à nos vallées étroites, sinuées, qui brisent les courants d'air et empêchent certains végétaux de se propager par cette voie en remontant le cours des fleuves et leurs affluents ; enfin à la faible distance du point d'origine de nos rivières, qui prennent naissance dans le département même ou dans des lieux limnophiles parfaitement identiques par la nature de la terre végétale et par leurs produits. »

Cette opinion de Lamy de la Chapelle semble sévère et interpelle. Cependant, Legendre en introduction de son « Catalogue des Plantes du Limousin » la valide complètement, puisqu'il précise « cette appréciation s'applique seulement, il est vrai, au département de la Haute-Vienne, mais elle est encore juste pour la Creuse et pour la plus grande partie de la Corrèze ».

Région sans grands caractères prégnants, géologiquement très homogène, aux contrastes climatiques limités et à l'occupation du sol assez répétitive ; on peut s'interroger si la relative pauvreté du Limousin est inhérente à son statut biogéographique ou si elle résulte d'une autre de ses caractéristiques : une faible densité de population (et conséquemment un faible nombre de botanistes en capacité d'y herboriser) ?

Le pré-bilan de trois années de terrain va permettre d'apporter quelques éléments de réponse à cette question qui revient à statuer sur la richesse réelle de la flore limousine et son évolution depuis la publication des travaux de Legendre (1914-1922), pré-bilan qui permettra également de déceler des évolutions plus récentes, de l'ordre d'un laps de temps d'une quinzaine d'années, sur la base comparative de l'état initial qu'a constitué la parution de l'Atlas de la flore vasculaire du Limousin en 2001.

## Rappel méthodologique

L'inventaire de la flore porte sur les trachéophytes, c'est-à-dire toutes les espèces vasculaires, possédant donc des vaisseaux conducteurs de sève et chez lesquelles le sporophyte (phase diploïde du cycle) est indépendant. Répondent à cette définition trois grands groupes :

- Les Ptéridophytes (groupe non monophylétique), qui intègrent les fougères et les lycopodes ;
- Les Gymnospermes (plantes à ovules non protégés par un ovaire), qui, en Limousin, se réduit aux conifères ;
- Les Angiospermes, (plantes à ovules inclus dans un ovaire protecteur), ces dernières sont séparées en deux classes : les Dicotylédones et les Monocotylédones.

Les vocations de l'inventaire de la flore vasculaire du Limousin sont d'ordre chorologique (amélioration de la connaissance de la distribution des plantes vasculaires dans le territoire du Limousin), évaluative (appréciation analytique de la rareté et de la raréfaction des plantes) et bien sûr floristique, comme opportunité d'accroître la connaissance précise des populations remarquables (notamment des plantes dites "à statuts").

L'homogénéité spatiale de l'inventaire est assurée grâce à un système de maillage basé sur un quadrillage UTM 5x5 km (Universel Transverse Mercator), fuseau 31, qui présente l'avantage d'être très peu déformé sur le territoire limousin. Au sein de chaque maille, unités théoriques, nous prenons en compte la réalité administrative au niveau communal, ainsi qu'une géolocalisation des données constitutives.

Au-delà de la seule indication de présence d'une espèce dans une maille, l'inventaire constitue l'opportunité de recueillir de façon sommaire, des informations floristiques complémentaires sur le plan statistique. Chaque maille visitée fait donc l'objet de plusieurs sondages floristiques, sondages confortés par une estimation semi-quantitative des effectifs des populations des différents taxons rencontrés lors de chaque parcours.

Le système de notation est basé sur une échelle très simple : 1 = moins de 10 individus ; 2 = 10 à 99 individus ; 3 = au moins 100 individus.

L'unité de levé est donc double : maille UTM 5x5 km et commune.

Le principe de sondage floristique de chaque maille comprend :

- Des sondages du fonds floristique par grand complexe de milieux représentatifs de la maille (sondage généraliste) ;
- Des recueils complémentaires de données éparses.

*In fine*, afin de compléter la vision spatiale et actualisée de la flore du Limousin par une dimension temporelle et dynamique, l'intégration différenciée des données (historiques : < 1950 et anciennes : < 1995 et ≥ 1950) constituera un développement complémentaire pour la restitution finale de l'inventaire.

## Les découvertes marquantes

Il ne s'agit pas, ici, de lister exhaustivement l'ensemble des découvertes effectuées depuis 2010 en précisant chaque localité et le nom des inventeurs, pour cela, il est possible de consulter le système d'information du CBN Massif central, Chloris®, ou de se reporter aux différents articles publiés dans le *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*. Comme précisé dans l'introduction, seuls les taxons les plus remarquables sont cités, au sens de leur rareté globale

ou pour un territoire donné mais également au sens de leur nouveauté ou encore de leur caractère exotique et potentiellement envahissant. Un classement chronologique ou géographique étant peu utile, la présentation se fera par les grands regroupements suivants : milieux forestiers ; milieux humides ; milieux agro-pastoraux ; milieux anthropiques, le tout selon une approche biogéographique régionale. Ce classement reste évidemment imparfait.



◀ Photo 2

Synusie vernale d'un boisement humide

© Cliché : O. NAWROT

## Milieux forestiers (et associés)

**Carex brizoides** L. (bords de la Dordogne et ripisylve de la Gartempe) ; **Equisetum sylvaticum** L. (boulaies tourbeuses de la montagne limousine) ; **Lathraea squamaria** L. (forêts de ravin à mésoclimat frais, en plusieurs micro-affluents de la Dordogne) ; **Bromus ramosus** Huds. (boisements neutroclines riverains de Basse-Marche) ; **Ulmus laevis** Pallas (affluents de la Creuse et Briance, en pied des boisements de pente) ; **Carex umbrosa** Host (fonds plats des micro-affluents

de la vallée de la Dordogne) ; **Avenula marginata** (Lowe) Holub (ourlets thermophiles acidiphiles des Monts de Châlus) ; **Thalictrella thalictroides** (L.) E. Nardi (vallée de la Vézère, dans une frênaie rivulaire) ; **Campanula persicifolia** L. (ourlets basiphiles, thermophiles, en vallée de la Dordogne) ; **Lathyrus niger** (L.) Bernh. (ourlets neutroclines, xérophiles, en vallée de la Dordogne).



◀ Photo 3 et 4

*Ulmus laevis* Pallas  
*Lathraea squamaria* L.

© Cliché : O. NAWROT



Photo 5 et 6 ►

*Carex bohemica* (gauche)  
et *Lemna minuta* (droite)

© Cliché : O. NAWROT



### Milieux humides (hors milieux forestiers et agro-pastoraux)

***Isoetes echinospora*** Durieu (quelques cours d'eau de tête de Bassin du plateau de Millevaches, au sein d'herbiers rhéophiles à *Myriophyllum alterniflorum* DC. et *Callitrichia hamulata* W.D.J.Koch) ; ***Limosella aquatica*** L. (vases exondées d'étangs ou de retenues, en vallée du Thaurion et vallée de la Creuse) ; ***Pi-lularia globulifera*** L. (étangs exondés, intra-forestiers de Basse-Marche) ; ***Stellaria palustris*** Hoffm. (dans les magnocariées lacunaires d'un étang de Haute-Marche) ; ***Utricularia minor*** L. (étangs tourbeux de la montagne limousine) ; ***Antinoria agrostidea*** (DC.) Parl. (ceintures amphibiies oligotrophiques des étangs des Monts d'Ambazac et du Haut Limousin) ; ***Bidens radiata*** Thuillier (grèves d'un étang mésotrophe de Basse-Marche) ; ***Bolboschoenus maritimus*** (L.) Palla (magnocariée sur substrat minéral d'un étang de Combraille) ; ***Callitrichia palustris*** L. (grèves oligomésotrophes des étangs aux eaux acides ou proches de la neutralité de Basse-Marche et de l'ouest de la montagne limousine) ; ***Carex viridula*** Michaux subsp. ***viridula*** (grèves d'étangs de Basse-Marche et sud de la montagne limousine) ; ***Catabrosa aquatica*** (L.) P. Beauv. (rigoles de prés pâturés par les bovins et mares-abreuvoirs dans le Haut Limousin) ; ***Poa palustris*** L. (sur les substrats minéraux régulièrement enrichis par alluvionnement, en bord de Dordogne) ;

***Potentilla supina*** L. (zone de marnage d'un étang de Basse-Marche) ; ***Pycreus flavescens*** (L.) Reichenb. (grèves sableuses d'étangs oligomésotrophes, ça et là dans la région mais plutôt aux altitudes basses) ; ***Pseudognaphalium luteoalbum*** (L.) Hilliard et Burtt (grèves mésotrophes des étangs de basse altitude) ; ***Caldesia parnassifolia*** (L.) Parl. (dans un étang mésotrophe à exondation partielle, en Basse-Marche) ; ***Myriophyllum heterophyllum*** Michaux (dans un étang des Monts d'Ambazac) ; ***Cyperus eragrostis*** Lam. (bord d'étang dans le Bassin de Gouzon) ; ***Ga-lium debile*** Desv. (prairies humides dans le Bassin de Brive et bords d'étangs en Basse-Marche) ; ***Carex bohemica*** Schreb. (étang mésotrophe exondé, en Haut Limousin) ; ***Rumex maritimus*** L. (même station que *Carex bohemica* Schreb.) ; ***Taraxacum*** section ***Palustria*** (Lindb. fil.) Dahlst. (affleurements marneux suintants sur plusieurs puy du sud Corrèze) ; ***Dactylorhiza elata*** (Poir.) Soó subsp. ***sesquipedalis*** (Willd.) Soó (bas-marais alcalin du Bassin de Brive) ; ***Lemna minuta*** Kunth (mare, en Basse-Marche) ; ***Deschampsia setacea*** (Hudson) Hackel (landes humides, dans le Bassin de Gouzon) ; ***Trifolium ornithopodioides*** L. (dépressions temporairement humides, dans le Bassin de Gouzon).

Photo 7 ►

Communautés amphibiies  
d'un étang en phase  
d'assèc

© Cliché : O. NAWROT





◀ Photo 8

Moisson maigre sur silice

© Cliché : O. NAWROT

## Milieux agro-pastoraux

**Bromus commutatus** Schrad. subsp. **commutatus** (quelques pieds dans une prairie mésohygrophile, en Haut Limousin) ; **Cirsium acaule** Scop. (prairies ou pelouses pâturées par des moutons, en Haut Limousin) ; **Moenchia erecta** (L.) G. Gaertner, B. Meyer et Scherb. (talus herbeux ras, en Haute-Marche) ; **Ornemis mixta** (L.) Dumortier (bords sableux d'un chemin vicinal, en Basse-Marche) ; **Tordylium maximum** L. (bords de Vienne à Limoges, bermes routières dans le Bassin de Brive, bords de culture dans le Bassin de Gouzon), **Briza minor** L. (plusieurs populations dans des moissons extensives du Haut-Limousin) ; **Veronica acinifolia** L. (lacunes prairiales sur argiles sableuses, jachère sur grès, dans le Bassin de Brive) ; **Coronilla scorpioides** (L.) Koch (moissons calcaires extensives dans le Bassin de Brive) ; **Falcaria vulgaris** Fabr. (une station unique dans une prairie en déprise, sur calcaire, dans le Bassin de Brive) ; **Galium tricornutum** Dandy (moisson extensive sur calcaire, dans le Bassin de Brive) ; **Polycnemum majus** A. Braun (pelouse sur lithosol calcaire, dans le Bassin de

Brive) ; **Euphorbia falcata** L. (moissons extensives dans le Bassin de Brive) ; **Cynoglossum creticum** Miller (pelouse sur rendzine, dans le Bassin de Brive) ; **Ornithopus compressus** L. (pelouse sur lithosol gréseux, dans le Bassin de Brive) ; **Thlaspi alliaceum** L. (noyeraies du Bassin de Brive, ourlets en vallée de la Creuse) ; **Agrostis castellana** Boiss. et Reut. (pelouses rocheuses en vallée de la Dordogne) ; **Vicia latyroides** L. (micro-dépressions argilo-sableuses en Basse-Marche) ; **Pulicaria vulgaris** Gaertner (cours de fermes, bords de mares-abreuvoirs, en Basse-Marche et dans le Bassin de Gouzon) ; **Torilis nodosa** (L.) Gaertner (cours de fermes et talus secs en Basse-Marche et dans le Bassin de Brive) ; **Chenopodium glaucum** L. (jachères humides, abords d'abreuvoirs, en Basse-Marche, Bas-Berry et sud-Corrèze) ; **Linaria pellicheriana** (L.) Miller (pelouses de lithosol gréseux, dans le Bassin de Brive) ; **Lupinus angustifolius** L. subsp. **reticulatus** (Desv.) Arcangeli (pelouses sablo-siliceuses, dans le Bassin de Brive).



◀ Photo 9 et 10

**Polycnemum majus** A. Braun  
**Veronica acinifolia** L.

© Cliché : O. NAWROT



Photo 11 ►

Exploitation agricole,  
propice à la flore rudérale

© Cliché : O. NAWROT

## Milieux anthropiques

**Bromus tectorum** L. (terre-pleins de zones industrielles et délaissés ferroviaires, dans la moitié ouest de la Haute-Vienne) ; **Bromus diandrus** Roth (bermes graveleuses et ballasts ferroviaires, surtout à basse altitude) ; **Corynephorus canescens** (L.) P. Beauv. (friches ferroviaires à l'ouest de la région) ; **Crassula tillaea** Lester-Garland (bermes rases gravillonnées, dans les monts d'Ambazac) ; **Erucastrum nasturtiifolium** (Poiret) O.E. Schulz (remblais caillouteux, dans les monts d'Ambazac, hauts de grèves sablo-caillouteuses dans la vallée de la Dordogne) ; **Herniaria hirsuta** L. (friches ferroviaires, à basse altitude) ; **Linaria supina** (L.) Chaz. (délaissés ferroviaires gravo-caillouteux, en Basse-Marche) ; **Mibora minima** (L.) Desv. (délaissés ferroviaires graveleux, en Basse-Marche) ; **Valerianella eriocarpa** Desv. (friche ferroviaire sur remblai sablo-graveleux, dans les monts d'Ambazac) ; **Amaranthus albus** L. (friche ferroviaire, à Limoges) ; **Amaranthus blitoides** S. Watson (friche ferroviaire, en Haut Limousin) ; **Bothriochloa barbinalis** (Lag.) Herter (bermes routières, en Basse-Marche et dans le Bassin de Brive) ; **Bromus rubens** L. (friche ferroviaire, en Haute-Marche) ; **Conyza blakei** (Cabrer.) Cabrera (friches urbaines à Limoges, bermes routières dans le Bassin de Brive) ; **Epilobium brachy-**

**carpum** C. Presl (ballasts des délaissés ferroviaires en Basse-Marche) ; **Eragrostis curvula** (Schrader) Nees (en compagnie de la précédente) ; **Euphorbia prostrata** Aiton (friches urbaines, remblais, en Basse-Marche et dans le Bassin de Brive) ; **Euphorbia serpens** Kunth (grèves graveleuses rudéralisées de la Corrèze) ; **Polypogon viridis** (Gouan) Breistr. (espace minéralisé, Limoges) ; **Verbena bonariensis** L. (ilot sablo-caillouteux de la Vienne et de la Corrèze) ; **Penisetum glaucum** (L.) R.Br. (culture de Tournesol, en Basse-Marche) ; **Eleusine indica** (L.) Gaertner (friches ferroviaires du Bassin de Brive, interstices de pavés à Tulle et Limoges) ; **Paspalum distichum** L. (friches humides, en Basse-Marche) ; **Paspalum dilatatum** Poir. (friches thermophiles de l'ouest de la Haute-Vienne) ; **Avena barbata** Link (bermes routières et délaissés ferroviaires, dans le sud-est de la Corrèze) ; **Tragus racemosus** (L.) All. (ballasts ferroviaires, çà et là aux basses altitudes) ; **Chenopodium vulvaria** L. (terrains remaniés, dans le Bassin de Brive) ; **Sison amomum** L. (lisières rudéralisées, pieds de murs, cours de fermes, en Basse-Marche et dans l'ouest) ; **Puccinellia distans** (L.) Parl. (bermes routières des Plateaux de La Courtine et des Millevaches).

Photo 12 et 13 ►

*Herniaria hirsuta* L.  
*Linaria supina* (L.) Chaz.

© Cliché : O. NAWROT



## Premier bilan et enseignements

Sans pouvoir établir de statistiques précises à ce stade de l'inventaire, on peut néanmoins déjà s'adonner à quelques analyses, sur la base des 87 taxons listés ci-dessus. Ce pré-bilan, s'il est encore très incomplet, offre déjà une photographie assez objective des nouveautés de la flore limousine puisqu'aucun habitat n'a été favorisé et qu'aucune zone géographique n'a bénéficié de régime de faveur.

Le premier enseignement est que les taxons indigènes ou assimilés représentent les deux tiers de la flore remarquable. Ces taxons indigènes représentent la totalité des taxons forestiers et la très grande majorité des taxons de milieux humides ; ils sont également largement dominants dans les milieux agro-pastoraux et, en toute logique, moins représentés dans les milieux anthropiques.

Les taxons remarquables forestiers ne sont qu'au nombre de 10 alors que le taux de couverture forestière du Limousin est de 33% ! Ceci s'explique par une certaine pauvreté floristique naturelle des forêts limousines et une dominance des plantations (résineux), généralement à sous-bois stérile. La bonne connaissance des habitats forestiers explique le peu de possibilités de découvertes tandis que leur faible rudéralisation (le phénomène de péri-urbanisation est encore limité en Limousin) explique l'absence de nouvelles espèces exotiques dans cet inventaire.

Les espèces remarquables consistent donc surtout dans le recensement de nouvelles stations d'espèces rares, avec cependant deux espèces nouvelles pour la région : *Lathraea squamaria* et *Avenula marginata*.

Les taxons remarquables des milieux humides sont au nombre de 26, niveau élevé qui s'accorde bien avec la bonne représentation des zones humides en Limousin. Seules 3 espèces (*Myriophyllum heterophyllum*, *Cyperus eragrostis* et *Lemna minuta*) sont exogènes, ce qui est très peu au vu de la « porte d'entrée » que constituent habituellement les milieux humides.

Plusieurs espèces sont redécouvertes ou confirmées (*Stellaria palustris*, *Callitricha palustris*, *Galium debile*, *Taraxacum* section *Palustria*, *Deschampsia setacea*), d'autres probablement nouvelles pour la région (*Bidens radiata*, *Bolboschoenus maritimus*, *Potentilla supina*, *Caldesia parnassifolia*, *Carex bohemica*, *Rumex maritimus*, *Trifolium ornithopodioides*).

Ce résultat démontre la diversité et la richesse des zones humides du Limousin qui, malgré de nombreuses atteintes, restent globalement mieux conservées que dans d'autres régions.

Les milieux agro-pastoraux avec 22 taxons, se situent à un niveau intermédiaire ; ils ne révèlent pas d'espèces exogènes nouvelles, seulement des indigènes et des archéophytes. Plusieurs espèces réputées rares ont été trouvées en de nombreuses stations grâce à des prospections plus ciblées, c'est le cas notamment, ici, de *Bromus commutatus* subsp. *commutatus*.

D'autres sont redécouvertes ou confirmées (*Ormemis mixta*, *Tordylium maximum*, *Coronilla scorpioides*, *Galium tricornutum*, *Polycnemum majus*, *Cynoglossum creticum*, *Linaria pellicriana* et *Lupinus angustifolius* L. subsp. *reticulatus*).

Deux sont nouvellement citées pour la région : *Falcaria vulgaris* et *Agrostis castellana*.

Les milieux anthropiques avec 29 taxons constituent les milieux hébergeant le plus d'espèces remarquables, mais également le plus faible contingent de taxons indigènes : diversité ne rime donc pas avec patrimonialité.

Les espèces remarquables se répartissent en deux groupes :

- Celui, minoritaire, des espèces indigènes qui n'étaient que très peu répandues, voire pas connues de la dition et qui y pénètrent depuis les régions voisines grâce à des habitats de substitution (essentiellement les friches ferroviaires) : *Bromus tectorum*, *Bromus diandrus*, *Herniaria hirsuta*, *Linaria supina*, *Crassula tillaea*, *Mibora minima*, *Valerianella eriocarpa*, *Corynephorus canescens* et *Erucastrum nasturtiifolium* (les deux dernières étant nouvelles pour le Limousin).

Ces espèces doivent donc se voir octroyer le statut de « Néo-indigène » pour les nouvelles entrantes et le double statut « Indigène / Néo-indigène », en fonction des populations, pour celles offrant cette dynamique d'expansion mais qui étaient déjà initialement présentes en Limousin ;

- Celui, majoritaire, des espèces exogènes, en dynamique globale d'expansion (parfois envahissantes).

Certaines déjà épisodiquement signalées ces deux dernières décennies mais dont l'installation semble devoir se confirmer : *Amaranthus albus*, *Conyza blakei*, *Eleusine indica*, *Avena barbata*, *Tragus racemosus*.

D'autres, très probablement nouvelles pour la région : *Amaranthus blitoides*, *Bothriochloa barbinodis*, *Bromus rubens*, *Epilobium brachycarpum*, *Eragrostis curvula*, *Euphorbia prostrata*, *Euphorbia serpens*, *Verbena bonariensis*, *Polygonum viridis*, *Paspalum distichum*, *Paspalum dilatatum*, *Pennisetum glaucum*.

C'est la pérennité de ces espèces puis, le cas échéant, l'ampleur de leur développement, qui permettra de retenir leur statut définitif (Accidentel, Établi, Sténaturalisé ou Eurynaturalisé).

Un autre enseignement nous vient de la distribution de ces espèces remarquables. La grande majorité a été identifiée aux deux extrémités de la région : Basse-Marche et Bassin de Brive. Ceci s'explique par le fait que ce sont des zones de contact privilégiées avec le Bassin parisien au nord et le Bassin aquitain au sud-ouest, que ce sont des régions à la géologie diversifiée et à l'altitude basse ; *a contrario* la montagne limousine et les vallées de l'est, aux caractéristiques inverses, conservent assez logiquement une grande stabilité floristique.

Enfin, nous pouvons, en dernière analyse, catégoriser ces taxons, à l'aide de quelques exemples représentatifs, en établissant les raisons de leur apparent développement.

Il nous faut tout d'abord distinguer les taxons dont l'augmentation des occurrences est principalement le fait d'une meilleure connaissance et certainement pas, ou secondairement, celui d'une progression réelle des effectifs. Il y a quatre raisons principales à cela :

- Amélioration de la connaissance taxonomique, permettant la distinction d'espèces ou de sous-espèces, jusque là confondues ou ignorées (*Carex viridula* Michaux subsp *viridula* ; *Galium debile*) ;
- Augmentation de la pression d'inventaire, qui permet de détecter certaines espèces réellement

exceptionnelles et qui avaient pu, jusqu'à présent, passer « à travers les mailles du filet » (*Caldesia parnassifolia*, *Trifolium ornithopodioides*), collairement une plus grande acuité a permis de mettre en avant certaines espèces qui se confondaient très facilement avec d'autres espèces communes morphologiquement très proches (*Veronica acinifolia* avec *Veronica arvensis*, *Galium tricornutum* avec *Galium aparine*) ;

- Prospection de milieux supposés peu attractifs telles les bermes routières (*Avena barbata*, *Crasula tillaea*), les friches ferroviaires (*Bromus tectorum*, *Herniaria hirsuta*), les cours de fermes (*Sison amomum*) ;

- Prospection en des périodes plus précoces (*Lathraea squamaria*, *Taraxacum* section *Palustris*) ou plus tardives (*Pulicaria vulgaris*, *Chenopodium glaucum*) ;

En revanche, certains taxons sont assurément en expansion et il est, dès lors, logique de les observer lors d'un inventaire de grande ampleur. Les raisons de la progression de ces taxons sont diverses et propres à chacun, nous pouvons simplement corrélérer, ici, les progressions de :

*Puccinellia distans* au salage grandissant des routes ; *Bromus rubens*, *Bromus diandrus*, *Paspalum dilatatum* à l'augmentation moyenne des températures, *Bromus commutatus* (et *Bromus secalinus*) à une résistance aux herbicides, *Cyperus eragrostis* et *Lemma minuta* à l'augmentation du niveau trophique des eaux, *Eragrostis curvula*, *Polypogon viridis* et *Verbena bonariensis* à leur utilisation croissante dans les parcs et jardins d'où elles s'échappent (...).

## Conclusion

En réponse à Lamy de la Chapelle, nous ne pouvons que reconnaître le handicap que constitue l'existence d'un socle granitique homogène sur la plus grande partie du territoire. Heureusement le Limousin ne se résume pas à la Montagne limousine et c'est bien sur sa périphérie nord-ouest (Basse-Marche) et sud-est (Bassin de Brive) que s'observent la plus grande richesse floristique et les principales introductions ou apparitions.

Cette diversité nouvelle est parfois indésirable (voir le récent et spectaculaire développement du *Sporobolus indicus* (L.) R. Br. sur une part croissante de nos bermes routières) mais parfois heureuse : découvertes de *Carex bohemica* Schreb., *Potentilla supina* L. ou *Erucastrum nasturtiifolium* (Poiret) O.E. Schulz.

D'autres posent question : les ballasts ferroviaires sont-ils destinés à devenir rouges d'*Epilobium brachycarpum* C. Presl ou de *Tragus racemosus* (L.) All. ? Les populations de *Corynephorus canescens* (L.) P. Beauv., trouvées en friches ferroviaires, migreront-elles dans quelques pelouses psammophiles ?

Lamy de la Chapelle ne pouvait certainement pas imaginer que c'est en dizaines que se compteraient les nouvelles espèces du Limousin, et à l'inverse, que c'est en des proportions équivalentes que se compteraient les disparitions du fait de profondes et irréversibles mutations territoriales.

## Bibliographie

BRUGEL E., BRUNERYE L. et VILKS A., 2001. - Plantes et végétation en Limousin : atlas de la flore vasculaire. Espaces naturels du Limousin, 863 p.

BRUNERYE L., CHABROL L., GOUDOUR A., KESSLER F. et MADY M., 2010. - Espèces nouvelles et remarquables observées en Limousin au cours de l'année 2010. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest, N.S.*, **41** : 43-58.

BRUNERYE L. et FELZINES J.C., 2003. - Espèces intéressantes observées dans le département de la Corrèze au cours de l'année 2002. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest, N.S.*, **34** : 137-144

CHABROL L., MADY M., NAWROT O. et LEBRETON A. 2011. - Espèces nouvelles ou remarquables observées en Limousin au cours de l'année 2011. SBCO.

CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DU MASSIF CENTRAL 2010. - Index de la flore vasculaire (Trachéophytes) du Massif central [prochainement en ligne]. CHLORIS®, CBN Massif central, Chavaniac.

CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DU MASSIF CENTRAL 2011. - Actualisation de l'inventaire de la flore vasculaire du Limousin, Notice méthodologique [Version 11-04, Mai 2011].

LE GENDRE Ch., 1922. - Catalogue des plantes du Limousin. Société botanique et d'études scientifiques du Limousin, II, 410 p.

2

**Conservation  
et gestion  
de la flore  
et de la végétation  
du Massif central**



# Le patrimoine naturel préservé par le Conservatoire d'espaces naturels du Limousin

The endangered, threatened, rare and symbolic species protected by the Conservatoire d'Espaces Naturels du Limousin

par Mathieu BONHOMME 1

1 Conservatoire d'espaces naturels du Limousin  
6 sentier du Theil  
87510 Saint-Gence  
05 55 03 29 07  
mbonhomme@conservatoirelimousin.com  
www.conservatoirelimousin.com



Photo 1 ►

Mosaïque d'habitats typique du plateau de Millevaches, étang de Chabannes (Tarnac, 19)

© Cliché : CEN Limousin

## Résumé

Le Conservatoire d' Espaces Naturels du Limousin a eu vingt ans en 2012. Cette date anniversaire est l'occasion de faire un bilan des milieux « naturels » dont il a la charge. Cette analyse est aussi destinée à alimenter la réflexion qui doit permettre de déterminer une stratégie de préservation régionale pour les dix années à venir.

Mots clés : Conservatoire, maîtrise foncière et d'usage, habitats, stratégie

## Abstract

The « Conservatoire d'Espaces Naturels du Limousin » (a French regional association working for nature conservation) turned twenty in 2012. This anniversary was the occasion to draw up a report of the “natural” areas that it is responsible for. Moreover, this analysis is intended to stimulate a thought process in order to elaborate a regional conservation strategy for the next decade.

Keywords : Conservatory, Land-acquisition and management policies, natural habitats, strategy

## Contexte

Le Conservatoire d'Espaces Naturels du Limousin est une association créée en 1992 et qui a pour objectifs la préservation, la gestion et la valorisation des milieux « naturels » remarquables des 3 départements du Limousin.

Après vingt ans d'existence, le CEN Limousin gère en janvier 2012, 130 sites représentant 2416 ha de milieux « naturels », répartis sur l'ensemble du Limousin. L'engagement foncier du CEN Limousin a, depuis sa création, gardé une certaine cohérence, grâce au respect de quelques grands principes d'intervention sur lesquels le Conseil Scientifique du Conservatoire a toujours veillé, l'intervention sur tout nouveau site possible étant soumise à son accord.

Le Conseil d'Administration et le Conseil Scientifique du CEN Limousin ont décidé de réfléchir à l'élaboration d'une stratégie de conservation, destinée à orienter ses futures actions de préservation, et ce pour plusieurs raisons.

Il y a d'abord le souhait du Conseil Scientifique de mettre en perspective l'action du CEN avec les enjeux régionaux de conservation de la biodiversité tels qu'ils apparaissent aujourd'hui : le CS a consacré de nombreuses réunions à ce projet de 2007 à 2009 et certaines questions sont souvent revenues :

- Les efforts fournis par le CEN Limousin sont-ils significatifs pour la préservation de ses milieux d'intervention privilégiés et des espèces qui y vivent ?
- Existe-t-il des milieux naturels ou des espèces à fort enjeu de conservation sur lesquels le CEN n'intervient pas ou très peu ?
- Quels sont les enjeux de préservation pour lesquels le CEN est un outil efficace ?

L'élaboration de cette stratégie est également un souhait du Conseil d'Administration et des partenaires financiers du CEN, désireux d'appréhender plus clairement ses objectifs à moyen et long terme, particulièrement pour ce qui concerne les maîtrises foncières. Elle répond enfin à un besoin découlant de la récente obtention d'un agrément des conservatoires d'espaces naturels par l'État et les régions ; son élaboration est ainsi inscrite dans le projet de Plan d'Actions Quinquennal (2013-2017) du CEN Limousin.

L'élaboration d'une telle stratégie passe tout d'abord par une phase de bilan du « patrimoine naturel » préservé par le CEN. C'est l'état des lieux qui est présenté dans cet article.

Les différents types d'intervention du CEN Limousin permettent de classer les sites dont il s'occupe en trois catégories :

- Les sites dits de catégorie 1, qui sont des sites sur lesquels le CEN Limousin est maître d'ouvrage de la gestion du site, qu'il soit propriétaire, locataire ou signataire d'une convention de gestion avec le propriétaire. Le bilan présenté ici concerne cette catégorie de site. Les sites pour lesquels le CEN se positionne en tant qu'assistant scientifique et technique à la gestion n'ont pas été pris en compte dans cette catégorie.
- Les sites de catégorie 2, sont ceux où le CEN mène une mission d'animation pour le compte de l'État (cela concerne les sites Natura 2000 qui représentent 19600 ha) et le « Réseau Zone humide en Limousin » pour lequel le travail avec les Agences de l'eau et d'autres partenaires concerne 452487 ha.
- La catégorie 3 correspond aux sites sur lesquels le CEN mène une assistance technique en tant qu'expert. Ces sites totalisent 45 000 ha.

## Méthodologie

La majeure partie du travail réalisé durant cette phase de bilan a consisté à synthétiser dans une base de données unique les cartographies d'habitats naturels gérés par le CEN Limousin. En effet, la diversité des formats de cartographie accumulée aux cours des années (SIG, logiciel de dessin, cartes simplement dessinées sur papier) ne permettait aucune synthèse régionale de l'ensemble des sites gérés par le CEN. Une homogénéisation des cartographies d'habitats a été faite, le format de données retenu est celui utilisé par les Conservatoires botaniques nationaux.

L'analyse des habitats gérés par le CEN constituera l'essentiel de cette présentation.

Le bilan des espèces préservées par le CEN sur ses sites est beaucoup moins abouti et complet que celui réalisé pour les habitats. En effet, si dans le cadre de la réalisation des plans de gestion, des suivis scientifiques et d'études particulières, le CEN a accumulé de nombreuses données naturalistes sur ses sites, un important effort de synthèse reste à fournir. En attendant de pouvoir disposer de cette base de données « Espèces », nous avons pour le moment réalisé une analyse qui concerne celles qui sont listées dans les 80 plans de gestion du CEN Limousin et pour lesquelles des objectifs de conservation ont été établis. Ce travail qui a déjà fait l'objet d'un article dans le document de bilan des 20 ans du Conservatoire ne sera pas repris ici.

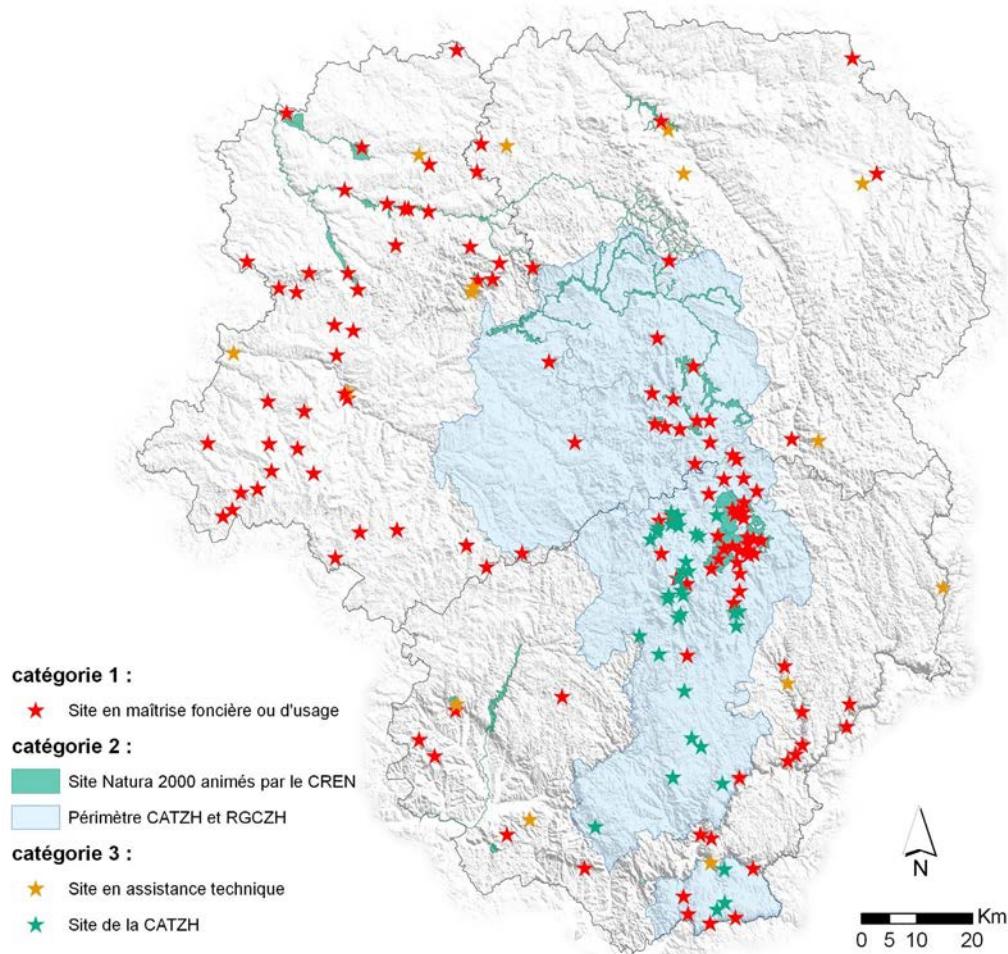
Figure 1

Répartition des sites et des catégories

*Nota bene :*

CATZH : Cellule d'assistance technique aux zones humides.

RGCZH : réseau de gestion concertée des zones humides



### Bilan foncier des sites de catégorie 1 du CEN Limousin

Au premier janvier 2012, le CEN Limousin gérait 130 sites représentant 2416 hectares. 724,8 hectares sont des propriétés du CEN. 531 hectares

sont en Location et 1159 hectares correspondent à des conventions de gestion.

### Bilan des types d'habitats préservés par le CEN Limousin

Ce bilan synthétique a été établi à partir d'une typologie très simplifiée d'une douzaine de groupes d'habitats. Il a été réalisé sur la base des 130 sites gérés par le CEN Limousin. Ce travail de synthèse repose sur l'utilisation de plus de 300 codes CO-

RINE biotopes décrivant la variété des habitats présents sur les sites gérés par le CEN. Ils ont été ensuite regroupés de façon à pouvoir permettre l'établissement du tableau synthétique suivant :

Type de végétation	surface arrondie en ha	%
Tourbières et autres zones humides tourbeuses	637	26.35
Forêts de feuillus et autres boisements spontanés	584	24.17
Landes et fourrés	562	23.27
Milieux agricoles et artificialisés	190	7.85
Pelouses et prairies naturelles	81	3.33
Forêts humides	69	2.86
Milieux calcicoles	32	1.30
Zones humides non tourbeuses	28	1.14
Eaux stagnantes	23	0.94
Milieux serpentiniques	12	0.50
Formations primaires sur rochers	7	0.27
Eaux courantes	5	0.20
Habitats non cartographiés	189	7.82
	<b>2416</b>	<b>100.00</b>

◀ Tableau 1

Habitats préservés par le CEN Limousin (janvier 2012)

Les trois quarts de la surface gérée par le CEN Limousin (74%) sont constitués par trois groupes d'habitats : les milieux tourbeux, les forêts de feuillus et autres boisements spontanés et les landes et fourrés. Ces trois types d'habitats ont constitué des priorités d'intervention constamment maintenues par le Conservatoire, depuis sa création. Ceci explique leur forte prédominance dans le bilan foncier du Conservatoire.

Ces choix s'expliquent avant tout par l'intérêt écologique majeur de ces milieux : les landes et les tourbières, habitats originaux, accueillant des espèces souvent protégées qui leur sont strictement liées, sont devenues rares et menacées à l'échelle de l'Union européenne. Elles occupent encore en Limousin des surfaces significatives, ce qui confère à notre région une importante responsabilité pour leur conservation au niveau national. Il faut par exemple rappeler qu'avec environ 10 000 ha de milieux tourbeux, le Limousin concentre 13 % des 80 000 ha de milieux tourbeux présents en France (estimation entre 60 000 et 100 000 ha). En ce qui concerne les milieux forestiers, la priorité a été dès le début d'acquérir des parcelles boisées de gorges ou de vallées encaissées, notamment dans les vallées de la Dordogne ou de certains de ses affluents : le CEN Limousin est aujourd'hui propriétaire de 159 ha sur ce secteur.

La mise en œuvre de cette priorité d'intervention sur les landes, tourbières et boisements de vallées encaissées a été grandement facilitée par le contexte socio-économique : l'abandon par l'agriculture de milieux à l'intérêt agronomique faible, difficiles à mécaniser et le relatif désintérêt,

jusqu'alors, des acteurs forestiers pour l'exploitation de boisements présents sur de fortes pentes ont permis au Conservatoire d'intervenir assez facilement sur ces milieux. Les acquisitions ont pu ainsi se réaliser dans un contexte peu concurrentiel et à des prix très raisonnables. La signature de baux à l'euro symbolique ou de conventions de gestion est également plus facile dans un tel contexte.

Les 26% restants, soit le dernier quart de la surface gérée par le Conservatoire se partagent entre 9 groupes d'habitats et une catégorie «habitats non cartographiés» correspondant essentiellement à des sites nouvellement intégrés par le CEN et que nous n'avons pas encore eu le temps de cartographier précisément.

Certains de ces habitats sont par nature très réduits en surface : formations primaires sur rochers, milieux serpentiniques, eaux courantes et dans une moindre mesure, les milieux calcicoles.

D'autres sont des catégories d'habitats sur lesquels le Conservatoire intervient depuis peu : eaux stagnantes (étangs à fort intérêt écologique), zones humides non tourbeuses, forêts humides.

D'autres enfin, sont des habitats pour lesquels le contexte socio-économique n'est pas favorable à une intervention importante du Conservatoire : milieux agricoles et artificialisés, pelouses et prairies naturelles acidiphiles. Ces milieux qui peuvent avoir un grand intérêt écologique intéressent aussi de très près les agriculteurs ou les forestiers : l'intervention du Conservatoire est souvent moins bien acceptée et tolérée sur ces milieux ayant

un intérêt économique à court terme important. Ces terrains coûtent par ailleurs bien plus cher que des landes ou des tourbières, ce qui constitue un puissant frein à l'intervention du Conservatoire. Les milieux calcicoles, dont certains ont pourtant un intérêt écologique remarquable, sont également peu accessibles au Conservatoire du fait des moyens dont il dispose. Ils sont en effet concentrés sur le bassin de Brive où la pression immobilière fait fortement monter les prix du foncier.

Les points forts de l'action du CEN en matière de préservation des milieux naturels, à l'heure actuelle sont les suivant :

- 130 sites représentant 2416 ha de milieux naturels remarquables ;
- environ **6,5% des 10 000 ha de milieux tourbeux du Limousin** parmi lesquels 200 ha (soit **8% des 2 500 ha de tourbières hautes actives du Parc naturel régional de Mille-vaches en Limousin**), à un stade présentant

un haut intérêt écologique qui leur vaut de figurer dans la liste des habitats d'intérêt communautaire prioritaires ;

- environ **10% des 5 000 ha de landes en-core présentes en Limousin** ;
- 209 ha d'habitats sur sol serpentinois, soit **49% des 430 ha d'affleurements serpentiniques du Limousin** ;
- 22 km de ruisseaux coulant en milieu tourbeux, soit **6% des 400 km de petits cours d'eau** présent dans les tourbières Limousines ;
- **920 ha de zones humides** (total zones tourbeuses et non tourbeuses) ;
- **740 ha de milieux forestiers**.

L'ensemble de l'intervention du CEN sur ces douze grands groupes d'habitats ne peut être présenté en détail dans cet article. Seuls les habitats reconnus comme d'intérêt majeur seront analysés : les milieux tourbeux, les landes, les milieux forestiers, les milieux serpentiniques et les milieux calcicoles.

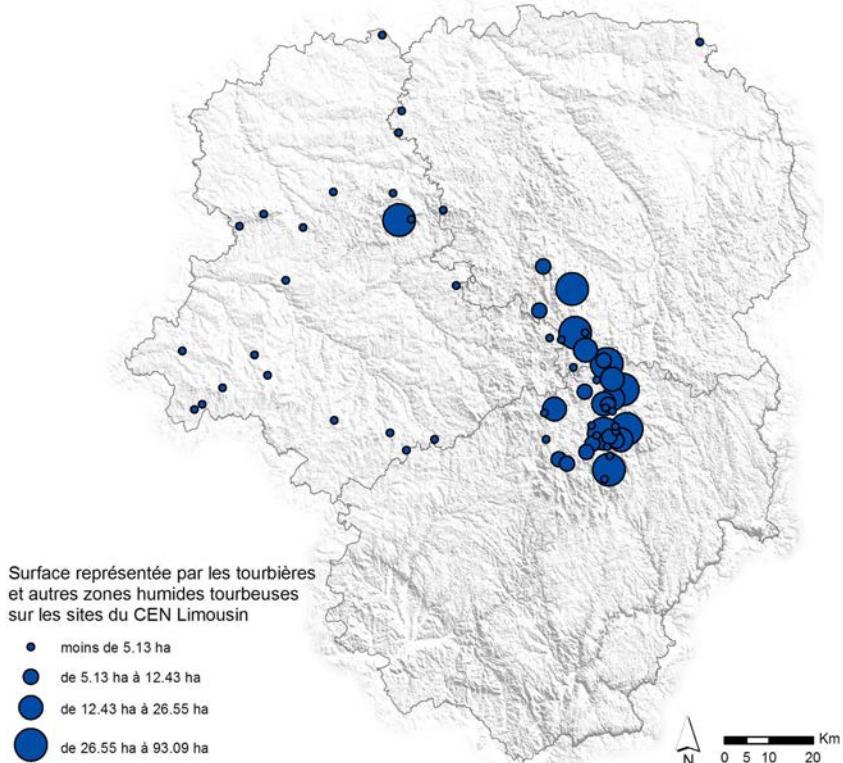
## Bilan détaillé des habitats majeurs préservés par le CEN

### Les milieux tourbeux.

L'action du CEN Limousin depuis vingt ans a permis la préservation de 637 hectares de milieux tourbeux soit près de 6% des surfaces occupées par ces milieux dans la région Limousin. Les ha-

bitats tourbeux les plus présents sur les sites du CEN sont les prairies à molinie, les tourbières hautes actives et les tourbières hautes dégradées. Chacune de ces catégories représente près d'un tiers des surfaces. 17 sites du conservatoire hébergent plus de 10 hectares de milieux tourbeux.

Carte 2 ►  
Répartition des sites tourbeux



Les 2/3 des surfaces de milieux tourbeux sous la responsabilité du CEN Limousin bénéficient d'une protection durable (acquisitions et baux).

On peut considérer que les efforts importants du Conservatoire en matière de protection des espaces tourbeux ont porté leurs fruits : les surfaces en gestion sont importantes et comprennent la quasi-totalité des sites majeurs de la

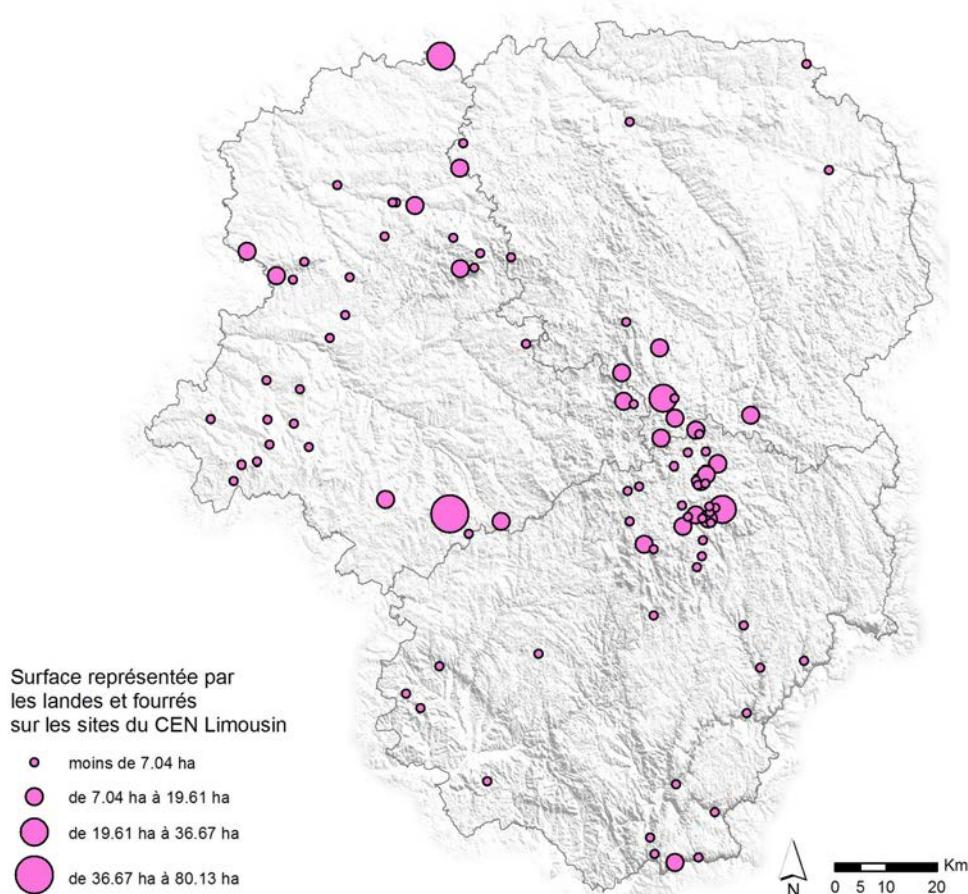
région ; de nombreuses expériences de gestion y ont été conduites en collaboration avec la profession agricole ; le développement du Réseau de gestionnaires des zones humides concerne 200 hectares de milieux tourbeux... Pour l'avenir, les enjeux se situent dans la mise à jour de l'état des connaissances à l'échelle des 12 massifs tourbeux du Limousin et dans la restauration à plus grande échelle des tourbières dégradées.

### Les milieux landicoles

Les landes limousines ont régressé de près de 98% depuis le début du xx<sup>e</sup> siècle. Leur gestion n'est plus assurée que de façon marginale par les activités pastorales. Ainsi, 50% des surfaces existantes se trouvent à un stade dynamique pré-forestier. Le CEN gère actuellement 10% (560 ha) des surfaces de landes limousines sur les 5 000 hectares connus. Le Limousin abrite un grand nombre de types de landes différents, de la lande sub-montagnarde à la lande humide atlantique. L'action du conservatoire permet actuellement, la gestion de près de 65% des surfaces de landes à

tonalité atlantiques qui atteignent dans notre région la limite orientale de leur répartition (landes à Bruyère ciliée et landes à Bruyère vagabonde). Les landes sèches, plus présentes en Limousin, sont maîtrisées par le CEN à hauteur de 8% des surfaces régionales.

Les milieux landicoles sous la responsabilité du CEN Limousin ne jouissent malheureusement que d'une maîtrise d'usage assez précaire puisque 52% de leur surface se trouvent sous simple convention d'usage. Cependant, 151 hectares sont propriété du Conservatoire.



◀ Carte 3  
Répartition des sites landicoles

## Les milieux forestiers

La forêt limousine représente 570 000 hectares soit 33% de la surface totale de la région. Néanmoins, il est important de bien différencier les peuplements dans la mesure où ils n'ont pas le même intérêt en termes de biodiversité forestière. 30 % des surfaces boisées limousines sont des peuplements résineux (dont les essences sont allochtones pour l'essentiel) à objectif de production de bois. 70 % de surfaces boisées sont constituées par des essences feuillues. Là aussi, les peuplements feuillus régionaux ne sont pas homogènes et n'ont pas le même intérêt en termes d'accueil de biodiversité forestière. De façon générale la forêt limousine « naturelle » (celle composée d'essences indigènes) est jeune. Elle représentait 11% de la surface régionale au début du xx<sup>e</sup> siècle. Ces boisements issus du recul de l'agriculture sont loin d'atteindre la maturité (au sens admis pour les écosystèmes forestiers).

Le morcellement foncier et le manque de tradition sylvicole pour la gestion des feuillus participent à la standardisation des traitements appliqués. Par conséquent, et malgré un fort taux de boisement, le Limousin ne permet pas encore l'accueil d'une biodiversité forestière spécialisée importante.

L'omniprésence des formations boisées dans la région explique la multitude de ces formations au sein des sites gérés par le CEN : elles représentent un total de 740 hectares. Mais sur les 100 sites abritant des formations boisées, seuls 32 ont une surface supérieure à 4 hectares.

Depuis sa création le CEN mène une politique d'acquisition de parcelles forestières dans les gorges de la Dordogne et de ses principaux affluents. Ce grand massif boisé dominé par les feuillus héberge de nombreuses espèces strictement forestières (grands rapaces, chauves-souris, insectes). Le CEN possède 18 sites dans ce secteur, ils représentent 159 hectares.

En termes d'habitats remarquables, le CEN gère 94 hectares de Hêtraies à houx.

## Les milieux serpentiniques

Le Limousin abrite un certain nombre d'affleurements de roche de serpentines. Cette formation géologique ultra basique, assez rare à basse altitude, engendre le développement d'une flore et de formations végétales singulières. Sur les 430 ha d'affleurements présents en Limousin, le CEN en gère 209.

Les formations végétales présentes sur ces substrats particuliers et gérées par le CEN sont les suivantes :

- Pelouses mésoxérophiles, acidoclines des affleurements serpentiniques du Limousin (Code Natura : 6210 – 25) : 30 hectares environ
- Landes humides atlantiques méridionales (code Natura : 4020) : 100 ha environ
- Landes sèches européennes (Code Natura : 4030) : 25 ha environ

Pour être complet, il faut ajouter l'intervention du Conservatoire en tant qu'animateur Natura 2000 sur les principaux affleurements de serpentinite. La responsabilité du CEN Limousin dans la préservation des milieux serpentiniques du Limousin est donc majeure.

## Les milieux calcicoles

Les milieux calcicoles sont tous regroupés dans le bassin sédimentaire de Brive. L'ensemble des milieux calcaro-marneux de la région représente une surface comprise entre 1600 ha et 2000 ha. Sachant que sur ce total, les formations forestières à Chêne pubescent sont estimées à 1500 hectares, les formations de pelouses de la région restent donc très fragmentées et de petite taille. Cette partie originale de la région limousine est soumise à une forte pression foncière, ce qui a toujours limité l'intervention foncière du CEN. Il y gère à ce jour 4 sites qui représentent seulement 13 hectares et 98% des surfaces concernées ne bénéficient que de conventions d'usage. Ces milieux remarquables font l'objet depuis de début de la décennie de plus d'investissement de la part du CEN, notamment grâce à de nouveaux partenariats établis avec les communes locales. Ces collaborations devraient permettre d'augmenter sensiblement les surfaces maîtrisées.

## Les autres spécificités des habitats gérés par le CEN Limousin

Le bilan foncier du CEN fait apparaître une surface importante de milieux anthropisés (189 hectares). La maîtrise d'usage ou foncière se fait à l'échelle de la parcelle cadastrale par conséquent il n'est pas rare que les parcelles ne contiennent pas exclusivement des milieux «naturels» remarquables. De plus, certains milieux artificialisés (prairies mésophiles ou même artificielles) peuvent se révéler un complément indispensable à la gestion des milieux «naturels» (allègement de la pression de pâturage sur des milieux sensibles, production de foin pour les périodes hivernales).

Les plantations résineuses présentes sur les parcelles maîtrisées par le CEN représentent 82 hectares. Dans certains cas, des expérimentations de «renaturation» de ces milieux y sont mises en place afin d'améliorer la fonctionnalité écologiques des écosystèmes.

Certaines sites artificialisés ne sont cependant pas sans intérêt en terme de biodiversité puisque de nombreuses constructions (bâtiments, ruines) abritent des populations de Chauves-souris (gîtes de reproduction ou d'hivernages). Ils sont alors considérés comme des habitats d'espèces.

## Conclusion

Cet état des lieux constitue la première étape de l'élaboration de la future stratégie de conservation du CEN Limousin. Connaître au mieux le patrimoine naturel préservé par le conservatoire, le mettre en perspective avec ce qui est aujourd'hui connu du patrimoine naturel régional était nécessaire avant de pouvoir élaborer des objectifs précis et ambitieux.

Dans le cadre de la deuxième phase de l'étude, qui consistera à déterminer la stratégie de conservation du CEN Limousin, la réflexion du conservatoire sera ouverte aux associations et organismes intéressés par la préservation de la biodiversité en Limousin. Cela permettra d'améliorer la qualité de l'état des lieux de la richesse naturelle régionale et de débattre sur les enjeux prioritaires de conservation.

La pression des activités humaines sur les milieux «naturels» est toujours aussi préoccupante, en Limousin comme sur le reste du territoire national. L'artificialisation croissante des sols y est l'une des plus fortes de France si on la ramène au nombre d'habitants.

Même si, en vingt ans, la protection des sites à haute valeur écologique a progressé en Limousin, la biodiversité ordinaire ne cesse de se dégrader. Si le Conservatoire a joué un rôle important dans la préservation de la diversité écologique, les enjeux sont tels qu'il ne peut prétendre y répondre seul...

## Bibliographie

CONSERVATOIRE D'ESPACES NATURELS DU LIMOUSIN, 2012. Le patrimoine naturel préservé par le CEN Limousin, bilan de 20 ans d'actions : 1992 – 2012, Conservatoire d'espaces Naturels du Limousin, Saint-Gence (France). 156p.

# Le Pin sylvestre en Auvergne : approche phytoécologique et historique

The Scots Pine in Auvergne : a phytoecological and historical approach

par Laurent LATHUILLIERE ①, Mickaël LE COQUEN ② et Benoît RENAUD ③

① Office National des Forêts  
Réseau Habitats-Flore.  
Agence Montagnes d'Auvergne  
12 allée des Eaux et Forêts,  
Site de Marmilhat Sud, BP 106  
63 370 Lempdes  
② 04 73 42 01 32 / 06 09 39 52 36  
✉ laurent.lathuilliere@onf.fr  
✉ www.onf.fr

② Office National des Forêts  
Réseau Habitats-Flore.  
Bureau d'études  
Auvergne-Limousin  
3, rue de l'Ecole Normale  
43 750 Vals-près-le-Puy  
③ 04 71 06 64 84 / 06 15 07 22 27  
✉ mickael.le-coquen@onf.fr  
✉ www.onf.fr

③ Conservatoire botanique national  
du Massif central  
Le bourg  
43 230 Chavaniac-Lafayette  
④ 04 71 77 55 65  
✉ benoit.renaud@cbnmc.fr  
✉ www.cbnmc.fr

## Photo 1 ▶

Vieux Pin sylvestre situé sur le grand Testavoyre (Haute-Loire dans le massif du Meygal). Un arbre aux dimensions surprenantes : 2,5 m de hauteur, 50 cm de circonférence et des branches de 10 m de long et 40 à 60 cm de diamètre lui donnant une circonférence de plus de 15 m. Situé à 1430 m d'altitude sur une pineraie à myrtille au sein d'éboulis, cet arbre présente un port prostré lié à l'accumulation de neige et au vent, qui couchent et cassent les branches.

© Cliché : B. RENAUD - CBNMC



## Résumé

Le Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) occupe une place privilégiée au sein des écosystèmes forestiers auvergnats. Il y représente plus de 20% des forêts. S'il est autochtone en Auvergne, son aire naturelle reste imprécise, d'autant qu'elle a varié dans le temps, sous l'effet des pratiques agrosylvopastorales, en particulier durant le XIX<sup>e</sup> siècle. De plus, il a été largement utilisé dans les reboisements. Nous proposons de faire un point sur les connaissances que nous avons de l'espèce d'un point de vue phytoécologique, mais aussi historique.

Mots-clés : *Pinus sylvestris*, Auvergne, Eaux et Forêts, dynamique, palynologie

## Abstract

Scotch Pine (*Pinus sylvestris*) holds a unique position within the forest ecosystems of Auvergne. There it represents more than 20% of all forests and is native to Auvergne, its origin remains uncertain since its presence has varied through history, due to agricultural, forest management and pastoral practices during the 19th century. Additionally, it was favored for reforestation. We have provided a summary of what we know about the species from a phyto-ecological as well as a historical point of view.

Keywords : *Pinus sylvestris*, Auvergne, Water and Forests, dynamics, palynology

## Introduction

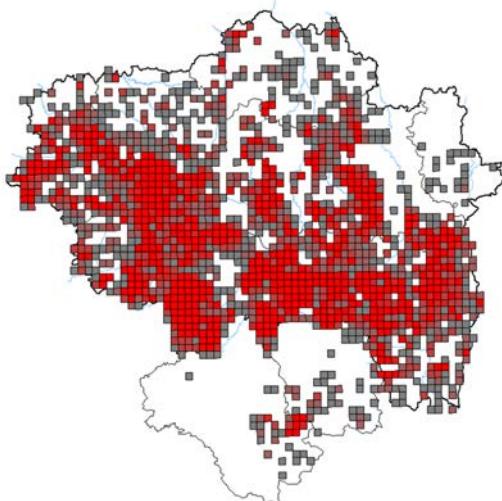
Le Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) est une espèce forestière bien présente sur l'ensemble du Massif central, dans des situations écologiques variées (carte de répartition dans le Massif central présentée ci-contre).

C'est une ressource ligneuse importante en Auvergne, puisqu'il y occupe 21% de la surface forestière, et peut fournir (sur les bons terrains) des produits de qualité. Il en est ainsi la première essence forestière résineuse, largement devant le sapin (11 % de la surface) et l'épicéa (9%), et la deuxième toutes essences confondues, derrière les chênes (29 %) mais devant le hêtre (11%). Il ne représente cependant que 16% du volume sur pied, derrière les chênes (22%) et le sapin (20%), mais devant l'épicéa (14%).

Il a été largement utilisé pour de multiples reboisements (essentiellement au XIX<sup>ème</sup> siècle) pour stabiliser et valoriser des terrains peu productifs d'un point de vue forestier (landes et pâtures notamment).

Il participe par ailleurs à de nombreuses formations végétales du Massif central, depuis les pinèdes xérothermophiles, jusqu'à certains types de tourbières boisées, en passant par de nombreux peuplements mélangés avec du chêne, du hêtre, du sapin, marquant ainsi fortement les paysages régionaux.

Bien qu'il soit considéré comme une espèce autochtone en Auvergne, son aire d'indigénat dans la région reste imprécise. De nombreuses questions se posent pour les écologues et les



◀ Répartition actuelle du Pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.) par maille UTM 5 x 5 km dans le Massif central (Chloris®)

© CBN Massif central

gestionnaires quant à ses stations primaires, l'évolution des peuplements secondaires en lien avec les pratiques anthropiques passées, sa dynamique actuelle et le devenir des formations de Pin sylvestre.

Nous proposons de faire le point sur les connaissances autour du Pin sylvestre, et de sa présence en Auvergne, en couplant plusieurs approches à la fois écologique, palynologique, historique et toponymique, afin de tenter de retracer son évolution spatiale et temporelle dans notre région.

## Place actuelle du Pin sylvestre dans les associations végétales

On observe des peuplements de Pin sylvestre à tous les étages climatiques de la région depuis le collinéen, jusqu'au montagnard, y compris ponctuellement sous forme d'arbres isolés jusqu'au montagnard supérieur, à une altitude supérieure à 1 600 m (massif du Mézenc), et dans des conditions écologiques très variées. Ceci s'explique par son amplitude écologique qui lui permet de se trouver aussi bien en condition xérothermophile, qu'en condition tourbeuse, et en lien avec la multitude et la mosaïque des (micro-) reliefs et des conditions stationnelles associées, fréquents dans la région. Ainsi, on pourra le trouver au milieu d'une sapinière-hêtraie fraîche en fond de vallée, et en versant nord, mais en position rupestre dominante et bien exposée (promontoire thermophile).

Il est dominant ou codominant sur certaines tourbières boisées, seul ou en mélange avec le Bouleau pubescent (*Betula pubescens*), participant ainsi à plusieurs associations végétales de grand intérêt patrimonial au sein du *Betulion pubescentis* (Tüxen 1937, 1955) Scamoni et

H.Passarge 1959 et de l'*Eriophoro vaginati-Piceion abietis* Passarge 1968 (RENAUX 2012 ; RENAUXT 2015).

On rencontre également des pineraies rupestres du *Cytiso oromediterranei-Pinenion sylvestris* Rameau in Bardat et al. 2004, sur des falaises et promontoires rocheux de roches cristallines comme volcaniques, dans des contextes xérothermophiles, ainsi qu'un groupement non encore décrit en recolonisation de pelouses alluviales. Non loin d'Auvergne, on observe enfin des pineraies rupestres sur dolomites et calcaires dans les Cévennes (*Cephalanthero rubrae-Pinion sylvestris* Vanden Berghe 1963).

La plupart des peuplements de Pin sylvestre correspondent à des conditions stationnelles moins extrêmes, n'excluant pas les autres essences forestières que l'on trouve ainsi en mélange. La proportion de pin est souvent la plus forte sur les pentes bien exposées. BILLY (1997) décrit ainsi décrit plusieurs associations de pinèdes secondaires, validées récemment par THÉBAUD

et al. (2014) : ***Prenantheso purpureae-Pinetum sylvestris*** Billy ex Thébaud, Roux, Bernard et Delcoigne 2014, ***Teucrio scorodoniae-Pinetum sylvestris*** Billy ex Thébaud, Roux, Bernard et Delcoigne 2014, ***Diantho monspessulanii-Pinetum sylvestris*** Billy ex Thébaud, Roux, Bernard et Delcoigne 2014 et ***Cephalanthero longifoliae-Pinetum sylvestris*** Billy ex Thébaud, Roux, Bernard et Delcoigne 2014.

Dans les Cévennes voisines, il existe un sylvofaciès à Pin sylvestre d'une hétraie calcicole sèche (***Buxo sempervirentis-Fagetum pinetosum*** Braunschweig et Susplugas 1937). Il s'agit clairement de sylvofaciès de forêts de Hêtre (*Fagus sylvatica*), de chênes (*Quercus* div. sp.) : la flore herbacée est très proche de ces forêts dominées par les dryades et les postpionnières, dans lesquelles on observe souvent le Pin en mélange.

Le Pin sylvestre participe également, et sans doute depuis longtemps, aux pré-bois et pâtures boisées, si fréquents dans certains secteurs de la région (notamment en Margeride). On observe alors une superposition d'un couvert arboré diffus sur une végétation agropastorale (landes, pelouses, prairies), sans espèce typiquement

forestière. Dans les secteurs rupestres, c'est plutôt une mosaïque de milieux que l'on peut observer, avec des pineraies et des tâches de landes, pelouses ou végétations rupestres.

En dehors des pinèdes rupestres et de celles des tourbières, et même si quelques espèces - les Pyroles (*Orthilia secunda*, *Pyrola chlorantha*, *Moneses uniflora*) ou la Goodyère rampante (*Goodyera repens*) - affectionnent particulièrement les peuplements résineux (LUQUET 1925 ; TORT et al. 2008), il n'est la plupart du temps pas possible de dégager un cortège floristique propre à ces pineraies. Ces peuplements composés en tout ou partie de Pin sylvestre sont probablement des **sylvofaciès**, c'est-à-dire qu'ils ont été déterminés dans leur physionomie et leur composition par les interventions sylvicoles passées (exploitations, travaux). Ces actions ont pu éloigner la composition de la strate arborée de l'expression naturelle du climax, mais ils conservent une flore arbustive et herbacée proche de la végétation qu'on observerait sous un peuplement constitué par les essences climatiques (Chêne, Hêtre et/ou Sapin).

## Apport et limites des données palynologiques pour l'histoire ancienne du Pin sylvestre

1 - Pin sylvestre, Pin à crochet (*Pinus uncinata*) et Pin des tourbières (*P. x uliginosa*), les pollens de ces différentes espèces n'étant pas discernables.

2 - BP : « avant le présent » : âge exprimé en nombre d'années comptées vers le passé à partir de l'année 1950 du calendrier grégorien, par convention en usage en archéologie.

L'étude des pollens conservés dans la tourbe ou les sédiments lacustres permet d'avoir une image de la végétation qui couvrait la région dans le passé. La littérature en la matière est abondante dans le Massif central, région riche en lacs et sites tourbeux (BEAULIEU et al. 1988. ; PONS et al. 1989 a, b ; REILLE 1978, 1982, 1985, 1987 ; REILLE et al. 1985 ; ARGANT 2006 ; ARGANT et al. 2005 ; CUBIZOLLE 2005). Certaines ont même porté sur la question spécifique des pins<sup>1</sup> dans le Massif central (REILLE et al. 1982 ; REILLE 1991).

Jusqu'à la fin de la précédente période glaciaire (Würm), la région était couverte par un quasi-désert périglaciaire, avec une végétation herbacée éparse. Ce n'est qu'à partir de 13.000 BP<sup>2</sup> (fin de l'interstade tempéré du Tardiglaciaire) qu'arrivent les bouleaux (*Betula pubescens* et *B. pendula*) et les pins. Un refroidissement important entre 11.000 BP et 10.000 BP (Tardiglaciaire du Dryas récent) met un coup d'arrêt à cette reconquête forestière, mais l'amélioration du climat a ensuite permis progressivement le développement de forêts plus ou moins claires de pins et/ou de bouleaux, qui occupent une place très importante dans le paysage vers 9.500 BP (début du Postglaciaire). Cette recolonisation s'est effectuée depuis le bassin méditerranéen, refuge pour les espèces qui avaient été chassées vers le sud par la glaciation, à une vitesse estimée de 500 à 1500 m/an (MÉDAIL 2001). La présence de stations refuges dans des vallées abritées du sud du Massif central n'est pas exclue. Cette suprématie des pins et des bouleaux s'est achevée entre 9.500 BP et 9.000 BP, et ils ont été supplantés par le Noisetier (*Corylus avellana*), puis dès 8.000 BP par les chênes (*Quercus*

*petraea*, *Q. robur*), les ormes (*Ulmus* sp.) et les tilleuls (*Tilia* sp.), et enfin par les dryades que sont le Hêtre commun (*Fagus sylvatica*) et le Sapin blanc (*Abies alba*).

Les premiers défrichements remontent à la fin du néolithique en Auvergne, il y a environ 5500 ans dans le Pilat (ARGANT et al. 2005), voire 6500 ans dans la Chaîne des Puys (MANNEVILLE et al. 2006). L'emprise de l'agriculture est devenue prépondérante il y a 2600 ans (PONS et al. 1989 a, b ; MICHELIN 1995). Elle est marquée par une régression des pollens des espèces dryades, et au contraire une augmentation des pollens d'espèces herbacées, de plantes cultivées et des essences de lumière. La proportion des pollens de pins est néanmoins restée faible, ce qui indique qu'il est resté peu abondant dans le paysage depuis son remplacement progressif entre 9.500 et à 8.000 BP. Les seules périodes d'abondance du Pin correspondent à des épisodes de crise démographique avec déprise agricole, comme lors de la chute de l'Empire romain d'occident (V<sup>ème</sup> siècle), et à plusieurs reprises lors du Moyen-Âge, et depuis la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle. Il est probable que des pins se soient toujours maintenus sur des stations refuges, à l'abri de la concurrence d'autres essences forestières, et des pressions anthropiques, notamment sur les milieux rupestres, et très probablement sur certaines tourbières (DAGET 1979 ; RENAUX 2012). REILLE et al. (1982) suivis par BILLY (1997) contestent cette présence spontanée des pins dans les tourbières, estimant que les taux de pollen observés sont trop faibles pour traduire une présence sur la tourbière, en dehors des phases de déprises.

C'est également cet argument qui leur fait dire que le Pin sylvestre est demeuré exclusivement limité aux stations rupestres hors périodes de déprise, et que les bois secondaires de pins observés actuellement datent tous des deux derniers siècles (REILLE *et al.* 1982 ; REILLE 1991). En effet, depuis qu'il a été progressivement remplacé par d'autres espèces après le postglaciaire, le Pin sylvestre n'a semble-t-il jamais été abondant que lors des périodes de déprise. Même dans les tourbières, il semble avoir été assez rare hors des périodes de déprise. Or, comme nous le verrons plus loin, il existait bien des pinèdes secondaires adultes avant le début du XIX<sup>ème</sup> siècle, ce qui jette le doute sur les conclusions de ces palynologues.

CARLES (1951) et REY (1960) soutenaient l'existence d'un vaste étage climacique à Pin sylvestre dans le Massif central, comparable à celui des Alpes internes. Le Pin sylvestre, relicte glaciaire, y occupait selon eux une place très importante du fait d'un climat qu'ils jugeaient trop sec. Cette thèse est depuis longtemps abandonnée, et REILLE *et al.* (1982) et REILLE (1991) la réfutent. Mais en concluant que, depuis le post glaciaire, le Pin sylvestre ne s'est maintenu que sur de très rares stations rupestres en dehors des périodes de déprise agricole, ils nous semblent aller trop loin dans le sens opposé, et nous verrons que des peuplements de pins étaient bien présents avant le XIX<sup>ème</sup> siècle, hors stations primaires, et étaient intégrés dans les économies rurales (bois de chauffage et de construction).

Au vu de l'importance des reboisements du XIX<sup>ème</sup> siècle, et de l'abondance actuelle du Pin sylvestre (la moitié de la surface forestière de la Haute-Loire, soit environ 18% du département !), on comprend bien que les taux de pollens de pin soient considérablement plus importants depuis le milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle. Vu le faible nombre de pollens dénombrés dans chacune de leurs carottes (CUBIZOLLE, *com. pers.*), la présence passée de modestes peuplements, voire de bouquets de pin en dehors des peuplements rupestres primaires, a donc parfaitement pu leur échapper. Quant à la place du pin sur les tourbières, il est important de rappeler que les études palynologiques traduisent la végétation régionale, et ne reflète que partiellement et imparfaitement la végétation présente sur la tourbière (VERGNE 1989). Le pollen de pin emprisonné dans la tourbe provient en effet non seulement des arbres présents sur la tourbière, mais aussi d'arbres présents dans la région alentour. On peut ainsi observer dans des couches du début du postglaciaire des taux de pollens de pins assez élevés, dans un secteur qui en était pourtant localement dépourvu (PETIOT *et al.* 1991), ou avoir des taux de pollen de pins extrêmement élevés sans le moindre pin sur la tourbière, mais dans un environnement très

riche en pins (comme celui observé depuis le XIX<sup>ème</sup> siècle). Au contraire, on peut parfaitement imaginer un taux comparativement beaucoup plus faible avec quelques pins sur la tourbière, et aucun en dehors des stations primaires, alors que l'Auvergne était couverte majoritairement par des forêts de hêtre et de sapin. L'hypothèse formulée par REILLE (1991 a, b) quant à une introduction au XIX<sup>ème</sup> siècle du Pin des tourbières (*Pinus x uliginosa*) sur certains sites des Vosges (le Beillard), du Jura et des Pyrénées (le Pinet) reposait sur le même raisonnement que celui tenu pour le Pin sylvestre. Or, elle a été invalidée dans ces secteurs par de nombreux éléments y démontrant son indigénat : études historiques dans le Jura (ANDRÉ *et al.* 2008), biochimiques dans les Pyrénées (BARTOLI 2007), analyse des macrorestes (EDELMANN 1985) et citations anciennes (MAPPUS 1742) dans les Vosges.

Un dernier point convient d'être reconsidéré, celui du caractère artificiel des bois de pins apparus lors des deux derniers siècles, par semis, plantations, puis disséminations depuis ces secteurs. L'existence de reboisements en Pin sylvestre par l'administration forestière (notamment lors de la phase de RTM<sup>3</sup>) est comme nous le verrons plus loin bien documentée (LATHUILLIERE 2013 a). En revanche, cette espèce à fort pouvoir de colonisation était bien déjà présente dans la région avant son utilisation par les services forestiers, puisque les données palynologiques nous indiquent l'apparition spontanée d'accrus de pins très abondants lors des précédentes déprises. Et lors des phases de reboisements du XIX<sup>ème</sup> siècle, il a poursuivi aussi sa dynamique naturelle, en s'étendant à la faveur de la nouvelle période de déprise agropastorale qui est survenue en même temps.

Tous ces éléments invitent à remettre en cause le caractère systématiquement artificiel et récent des peuplements de Pin sylvestre en Auvergne. Ils rendent possibles non seulement l'existence de stations primaires de Pin sylvestre sur certaines tourbières, et sur des milieux rupestres bien exposés, mais aussi l'existence de peuplements secondaires anciens de Pin sylvestre, bien antérieurs à la déprise agricole actuelle. Il apparaît donc crucial de reconstruire l'histoire de la présence de cette espèce dans la région depuis l'antiquité, et par là-même la valeur patrimoniale, écologique, génétique et culturelle de certains peuplements actuels de Pin sylvestre. Pour ce faire, l'analyse des cartes anciennes, de la toponymie, des archives forestières, des écrits anciens et des données archéologiques est riche d'enseignements.

3 - Restauration des Terrains en Montagne

## Intérêts et apports des ressources documentaires et cartographiques anciennes

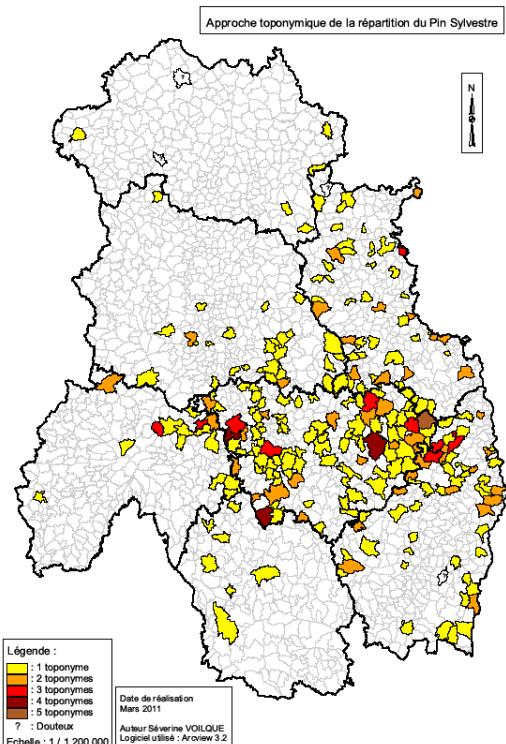
Le Pin sylvestre est mentionné depuis fort longtemps dans les écrits qui sont parvenus jusqu'à nous. Par exemple, dès l'Antiquité, des ateliers de résiniers (gemmage et distillation de la résine de pin pour obtenir la poix) sont mentionnés en Haute-Loire et en Lozère. Cet usage perdurera jusqu'au XIX<sup>ème</sup> siècle. Le terme occitan « *pegar* », de même racine que *pégoulier* (désignant les artisans de la poix), se retrouve dans plusieurs toponymes, comme *Pégaresse* ou encore *Pirolle* (hameau de la commune de Beauzac, 43), ce qui peut indiquer une présence ancienne du Pin sylvestre dans les secteurs concernés.

Les hameaux « le pin », « le pinet » ou « les pins » sont nombreux dans le Massif central, mais la localisation de certains (à basse altitude et au nord de la région, comme à Mons, près de Randon (63)) pose la question de leur lien avec la présence de pinède. Il faut cependant probablement distinguer la présence de pinèdes constituées, et celle de pins à l'état isolés ou de bouquets. L'exemple toponymique le plus connu faisant référence à des peuplements de pins (en dehors des « pinèdes ») est celui de la « *pinatelle* », comme la *Pinatelle du Zouave* en Haute-Loire (commune de Polignac). Il existe également le Bois de la *Pinatelle* sur la commune de Chalinargues (15).

D'autres termes font référence aux usages passés du Pin sylvestre comme « *Garnasse* », « *Garnassoux* », « *Garnasson* », « *Garneyre* » (ROUX 1910 ; PEGORIER *et al.* 2006), les *Garnasses* du Velay étant un type de pinède situé le plus souvent au sommet des « *gardes* » ou sur les fortes pentes, généralement dans des conditions thermophiles, où les arbres présentent des formes très particulières (multicaules et torturées), en raison des multiples émondages pratiqués à hauteur d'homme pour fournir du bois de chauffage, notamment pour les fours à pains collectifs, d'où découle le terme de « *Bois de boulange* » qui est parfois utilisé. Les *Garnasses*

les plus anciennes dont on retrouve mention sont celles de St-Genest près de St-Paulien (1359) et de Bains (1401) en Haute-Loire.

La carte présentée ci-dessous illustre la présence de nombreux toponymes liés au pin sur une large partie du Massif central (et parfois plusieurs sur une même commune), essentiellement dans le département de la Haute-Loire, mais allant jusqu'au département de l'Allier au nord. Elle ne peut bien évidemment pas être interprétée comme révélatrice de la zone d'indigénat du Pin sylvestre, mais renseigne sur des secteurs de forte et ancienne présence de celui-ci.



L'approche toponymique peut être utilement couplée à une approche cartographique, en associant la présence, la pérennité ou l'évolution des toponymes en un lieu donné au cours des temps, et les ressources cartographiques dont nous disposons à différentes époques. Celles-ci sont essentiellement les cartes de Cassini (XVIII<sup>ème</sup> siècle), les cartes d'Etat-Major (XIX<sup>ème</sup> siècle), le cadastre (depuis le cadastre napoléonien) ainsi que récemment les cartes topographiques, les cartes forestières et les photographies aériennes de l'Institut National de l'Information Géographique et Forestière.

Par exemple, un toponyme lié au Pin sylvestre comme « *la Pénide* » (commune de Saint-Privat d'Allier, 43) identifié anciennement comme « *Locus de Pinu, 1482* » (ARSAC 1991), apparaît sur le cadastre. Actuellement, cette localité est occupée par une formation boisée, située sur une « *garde* », un relief marqué de forme généralement circulaire, et donc bien exposé aux orientations xéothermophiles. Ces reliefs caractéristiques sont propices à la présence de Pin sylvestre, ce qui leur donne une valeur paysagère particulière (par exemple dans le secteur de Cayres en Haute-Loire), et leur confère un rôle écologique et fonctionnel en tant que corridors et maillons « *en pas japonais* » d'une trame boisée au sein de vastes secteurs agricoles et pastoraux, et pouvant connecter des massifs boisés d'importance. Ils ont pu constituer des stations refuges pour l'espèce au cours des temps. La formation boisée est composée aujourd'hui en partie de Pin sylvestre, et apparaît comme déjà boisée sur les cartes historiques de Cassini et d'Etat-Major correspondantes.

Plusieurs autres exemples (que nous ne pouvons reprendre ici) montrent ainsi une relative stabilité spatiale et temporelle des peuplements de Pin sylvestre dans l'Auvergne méridionale et orientale.

La vallée de la Couze Chambon (63) entre Murol, Saint-Nectaire et Champeix, que LUQUET (1925) et CHASSAGNE (1956) donnent comme l'un des « berceaux » de la recolonisation du Pin sylvestre en Auvergne (avec la forêt de la Pinatelle à Chalinargues dans le Cantal), offre effectivement de multiples secteurs où celui-ci est bien représenté notamment avec de nombreuses stations rupestres et bien exposées (pouvant correspondre à ses « stations primaires », cf. illustration ci-contre), et que nous pouvons associer à des toponymes explicites (dolmen de la Pineyre, Roc du Pin, plateau de la Pinière, promontoire de la Pinarde, la Pinède ancien terme du premier cadastre de Murol pour le Tartaret actuel). Ces différents éléments sont ainsi concordants.

Les diverses ressources documentaires d'archives (plans de bornage anciens, terriers, actes de ventes, de donations ou d'échanges, etc.) peuvent également contribuer à mieux connaître la place historique des essences forestières, mais elles sont souvent éparses, disparates, ponctuelles et difficiles à mobiliser et étudier.

Ces approches historiques multidisciplinaires peuvent donc nous apporter localement de précieux renseignements sur la présence, l'ancienneté, et la continuité du Pin sylvestre. En revanche, chaque méthode ne saurait être exclusive ou suffisante, et il importe de toujours croiser le plus grand nombre d'outils disponibles (en intégrant les limites d'utilisation et de pertinence de chacun, comme l'imprécision fréquente des cartes de Cassini). Ceci doit permettre d'obtenir suffisamment de résultats (pas forcément concordants d'ailleurs) qui permettront d'étayer, de confirmer, d'infirmer, ou plus souvent d'argumenter les hypothèses émises.



◀ Pineraie rupestre dans les hautes gorges de la Loire (43).

© CBN Massif central



◀ Massif spontané de pins d'Auvergne dans les environs de Saint-Nectaire (Puy-de-Dôme).

© Source : LUQUET, 1925

## Le Pin sylvestre en Auvergne au XIX<sup>e</sup> siècle

En Auvergne, les premiers travaux botaniques sont mentionnés dès le XVI<sup>ème</sup> siècle, mais bien que de nombreux botanistes aient parcouru la région avant la fin du XVIII<sup>ème</sup> siècle, c'est la Flore d'Auvergne de l'abbé Antoine DELARBRE (1800) qui apparaît comme l'ouvrage fondateur de la botanique auvergnate. Il est intéressant de consulter les flores régionales anciennes (c'est-à-dire depuis 1800) pour appréhender la place qu'occupaient les différentes essences forestières dans la dition, mais aussi dans l'esprit et les préoccupations des botanistes (LATHUILLIERE 2012). Ainsi, en ce qui concerne le Pin sylvestre, deux ouvrages apportent des éléments très intéressants de répartition, mais aussi d'usage : DELARBRE (1800) et CHASSAGNE (1956).

Le premier indique en effet que dès le début du XIX<sup>ème</sup> siècle, il est « *commun dans les bois de nos montagnes, et dans ceux des environs de Gannat, comme les bois des Courières, derrière Chiroux ; dans ceux de Douzon, dans le parc de Langlard, dans le bois de Chiroux* ».

DELARBRE (1800) précise également que « *lorsque cet arbre se trouve dans un bon fonds, il s'élève à une grande hauteur ; dans les endroits pierreux, volcanisés, son tronc s'élève peu, il est rarement droit. Rarement lui donne t-on le temps de croître en liberté par les retailles qu'on y fait* » (cf. bois de boulange et garnasses citées plus haut).

La plupart des flores l'indiqueront ensuite simplement comme « (très) commun » (LATHUILLIERE 2012), mais CHASSAGNE (1956) réalise une intéressante synthèse sur ce « pin des montagnes », sa répartition et son origine, dont nous avons tiré de nombreux éléments.

Il apparaît au travers de ces différentes références bibliographiques et des nombreuses archives forestières consultées qu'au début du XIX<sup>ème</sup> siècle, le Pin sylvestre n'occupe pas seulement des stations primaires, mais forme également des peuplements adultes.

Cela est corroboré dans un rapport sur les premiers reboisements effectués dans le Puy-de-Dôme à partir de 1840 (COLLECTIF 1847), puisqu'il y est fait mention à Saint-Martin-de-Tours (63), d'une pinède « *âgée d'environ 40 ans, de belle venue et de grande*

*dimension* », et qui essaime sur le terrain ayant fait l'objet du semis de Pin.

CHABAUD (1985) fait par ailleurs apparaître de manière figurée dans une carte des forêts de l'an II de la République dans le Puy-de-Dôme, plusieurs pinèdes dans la région du Livradois-Forez.

Il y avait donc bien en Auvergne des pinèdes autochtones, avant que les forestiers ne commencent à l'étendre plus largement.

Mais au début du XIX<sup>ème</sup> siècle, suite aux continuels déboisements subis par les espaces forestiers depuis des siècles, de nombreux paysages sont complètement dénudés et érodés (le surpâturage empêchant toute dynamique forestière), alors que les besoins en bois sont multiples et croissants (chauffage, charpente, industrie, charbon de bois) et que la pénurie en bois se fait de plus en plus sentir. Le taux de boisement en Auvergne atteint son minimum (autour de 5 à 7 %). Cette période, et ses contraintes sur l'approvisionnement en bois, verra l'émergence – au niveau local et national – d'une véritable politique d'intérêt général de « reboisement » qui aboutira à partir de 1860 à la « RTM », mais qui a débuté dès 1840 dans le Puy-de-Dôme.

Les différentes phases de cette véritable reconquête forestière depuis cette période de « **transition forestière** » sont présentées par LATHUILLIERE (2013 a, b), et peuvent être synthétisées ainsi :

- 1820-1860 : les précurseurs, et les premières tentatives de reboisement durant la première moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle ;
- 1860-1899 : les premiers reboisements réalisés en application des 3 lois pour la « Restauration des Terrains de Montagnes » (dite RTM) ;
- 1900-1945 : les reboisements réalisés durant la première moitié du XX<sup>ème</sup> siècle ;
- 1945-1980 : les reboisements effectués entre 1947 et 1980 dans le cadre du « Fonds Forestier National », et qui ont fortement marqué les paysages auvergnats ;
- 1980-2012 : les reboisements qui ont succédé aux tempêtes de 1982 et 1999.

Il apparaît que le Pin sylvestre a été très utilisé durant les deux premières phases (en semis « à la volée » et dans une moindre mesure en plantation, fréquemment en mélange avec de l'Epicéa), tout au long du XIX<sup>ème</sup> siècle (cf. illustration ci-contre), puis beaucoup plus modestement lors de la 3<sup>ème</sup> phase, et pratiquement plus dans la deuxième moitié du XX<sup>ème</sup> siècle (3% des reboisements résineux actuels), supplanté par les essences résineuses à croissance rapide que sont l'Epicéa (*Picea abies*) et le Douglas (*Pseudotsuga menziesii*). Mais ces reboisements anciens ne peuvent expliquer à eux seuls la surface actuellement occupée par le Pin sylvestre en Auvergne (environ 140 000 ha).



► Reboisement en Pin sylvestre réalisé dans la série RTM de Saint-Jean-Lachalm (Haute-Loire)

© Source : Archives du Ministère de l'agriculture

Il importe de noter que jusque dans les années 1870-1874, l'essentiel des reboisements en Pin sylvestre a utilisé la provenance dite de **Haguenau** (vocable recouvrant plusieurs massifs du Bas-Rhin : Haguenau, Hanau, Wangenbourg), réputée pour la qualité du bois et considérée comme une « race noble » (ROUX 1910 ; LUQUET 1925 ; VIDRON 1927 ; CHASSAGNE 1956).

CHASSAGNE (1956) note qu' « *après 1874, les forestiers pensèrent, avec juste raison, qu'il serait préférable d'employer pour le reboisement, le pin d'Auvergne, race parfaitement acclimatée à nos régions, et [l'Administration forestière] s'organisa pour procurer graines et petits plants* ». La meilleure qualité des pins de la **race d'Auvergne** (cf. paragraphe suivant) est également relevée par LUQUET (1925) et VAISSIERE (1952) qui indique que pour constater l'importance de l'origine des plants utilisés en reboisement, « *il suffit de parcourir certaines régions du Massif central où tranchent, au milieu de magnifiques peuplements de Pin sylvestre d'Auvergne spontané, les reboisements artificiels obtenus à partir de races de plaine* », ainsi que par l'administration forestière dans son bilan de la RTM (MINISTÈRE de l'AGRICULTURE 1911) qui précise que dans certains reboisements RTM, les Pins de Haguenau sont « *dépérissants et d'une végétation languissante* », au contraire de ceux de la race d'Auvergne, privilégiés à bon escient par les forestiers.

Dans le déterminisme de ce changement de provenance, et pour éclairer différemment les propos de CHASSAGNE, il ne faut pas oublier que la France a « perdu » en 1871 l'Alsace et la Moselle, donc Haguenau et les secteurs limitrophes, suite à sa défaite dans la guerre franco-prussienne, et nous pouvons supposer qu'il est devenu après cette date difficile, voire impossible, pour les forestiers français de se procurer des graines provenant de ce massif (sans compter une possible attitude « antigermanique »). Les stocks en pépinière ont pu servir quelques années encore (jusqu'en 1874), puis les forestiers de la région ont dû être « obligés » de se tourner vers la provenance locale de Pin sylvestre, dont ils ont constaté qu'elle était effectivement mieux adaptée au climat régional.

Par ailleurs, les politiques de reboisements du XIX<sup>ème</sup> siècle ayant été mises en œuvre par l'administration forestière, elles ont concerné quasi exclusivement les terrains appartenant à l'Etat, aux communes ou aux sections de communes. Le cas de la vallée de la Sioule (l'un des 3 périmètres de reboisement RTM du Puy-de-Dôme) autour du barrage de Queuille est caractéristique puisque les pinèdes adultes (généralement d'origine « RTM »), et la plupart des secteurs de pins sur stations primaires, s'inscrivent exactement dans le périmètre de forêts publiques (LATHUILLIERE 2013 a).

## La race d'Auvergne du Pin sylvestre

CHASSAGNE (1956) indique qu' « *en Auvergne, il faut considérer les pins de la plaine, nombreux partout en petits groupes ou bois et utilisés en montagne pour le reboisement, tous plantés ou semés de graines de différentes provenances, et la race autochtone dite Pin d'Auvergne* » (appelée aussi localement « pin de pays »).

Il fait référence pour cette dernière à un *Pinus sylvestris vulgaris genevensis* nommé par J. BAUHIN dans *Historia plantarum generalis*, donné des montagnes d'Auvergne, et repris ensuite par plusieurs botanistes.

LUQUET (1925) et CHASSAGNE (1956) en précisent les caractères distinctifs (notamment du Pin de Haguenau ou de Hanau (VIDRON 1927), utilisé en reboisement comme nous l'avons vu plus haut) à partir d'une diagnose de Marie-Louis André D'ALVERNY (in ROUX 1910) : « *C'est un arbre très élancé et rigoureusement droit (moins rectiligne dans le pin de Haguenau) ; ramifications trapues et peu fournies, rameaux courts partant du tronc à angle droit (ramifications plus fournies et plus régulières, longues, branches ascendantes partant du tronc à angle aigu, tendance à se courber sous le poids de la neige dans le pin de Haguenau) ; feuilles courtes, plus aciculaires, vertes (plus longues, un peu plus larges, pruineuses pour le pin de Haguenau) ; feuillage plus dense en plumets en haut des rameaux (couvrant mieux les rameaux) ; cônes plus globuleux souvent fortement uncinés (cônes plus allongés à test plus terne chez le pin de Haguenau)* ». Il apparaît ainsi mieux adapté pour résister aux chutes de neige lourde, fréquentes dans nos montagnes.

Il est malheureusement aujourd'hui bien difficile de distinguer dans les pins sylvestres et pinèdes actuels, les deux races d'Auvergne et de Haguenau :

- d'une part en raison des multiples reboisements effectués, y compris dans les secteurs d'autochtonie et autour des stations primaires, et des inévitables « mélanges » morphologiques et génétiques (hybridations intra-spécifiques, voire inter-spécifiques) qu'ils soient temporels (avant / après 1874) ou spatiaux, les deux races ayant pu être utilisées pour le même reboisement (à Araules, Champclause, Yssingeaux (43) par exemple : MINISTÈRE de l'AGRICULTURE 1911) ;

- et d'autre part en raison de l'influence forte des conditions stationnelles sur la conformation des pins, surtout en contexte contraint (sols pauvres, sécheresse, ensoleillement) où il a été essentiellement utilisé, et qui peut masquer les caractères physiques donnés pour la race d'Auvergne. La conduite sylvicole des peuplements, notamment dans les mélanges, peut également modifier la configuration des pins.

Il est pourtant particulièrement important de connaître l'origine des pinèdes, pour permettre l'identification de stations primaires, et parce que celles qui sont autochtones possèdent un patrimoine génétique et un potentiel d'adaptation au contexte régional qu'il importe de conserver, en particulier à une période où de nombreux peuplements arrivent à maturité et sont à renouveler, ou risquent de disparaître pour laisser la place aux chênes, hêtres et sapins.

## Dynamique naturelle et devenir du Pin sylvestre en Auvergne

La dynamique actuellement observée confirme le caractère primaire des peuplements rupestres de Pin sylvestre, qui n'est pas concurrencé sur ces rochers et falaises. En tourbière, il est fréquemment observé que seul le Bouleau pubescent (*Betula pubescens*) se régénère sous le couvert pourtant diffus des pins et des bouleaux, et que le bouleau prendra dans le futur une place plus importante. Certains peuplements de pins et de bouleaux évoluent même vers une sapinière-boulaie du *Betulo pubescens-Abietetum albae* Lemée ex Thébaud 2006 en situation minérotrophe à ombrominérotrophe. C'est en contexte ombrrophe ou ombrominérotrophe que le Pin semble le plus concurrentiel face au Bouleau pubescent et au Sapin blanc, car il supporte mieux les contrastes hydriques que le Bouleau pubescent, qui tolère lui davantage l'engorgement permanent. Mais c'est aussi sur ce type de tourbière que la place de l'arbre est la plus fragile, du fait de la capacité naturelle du haut-marais à exclure plus ou moins complètement les arbres par enfouissement progressif du système racinaire et instabilité du substrat (OHLSON *et al.* 2001 ; GOUBET 2007). Les cas de dépérissements importants sont ainsi fréquemment rapportés dans le Massif central (CUBIZOLLE *et al.* 2004 ; CUBIZOLLE 2005), par exemple sur le marais de Limagne (SEYTRE *et al.* 2011 ; RENAUD 2014). Certaines tourbières bombées sont même complètement exemptes d'arbres, tandis que les arbres demeurent souvent rares sur les hauts-marais fonctionnels.

Après une phase de colonisation et de développement intense, la place du Pin sylvestre tendrait donc naturellement à se stabiliser sur les tourbières. Un équilibre dynamique s'installe progressivement avec les autres types de milieux boisés ou non, et au sein des bois tourbeux avec les autres essences qui y croissent. Même s'il pourra localement régresser, il est très probable que des formations de pins épars ou des bouquets de pins demeureront sur nombre de tourbières. L'espèce fait d'ailleurs partie intégrante du cortège naturel des tourbières boisées.

En dehors de ces conditions les plus extrêmes, la majorité des peuplements de Pin sylvestre sont comme nous l'avons vu secondaires. Sous le couvert diffus des pins, qui en tant que pionniers ont préparé le retour des essences post-pionnières et dryades, la dynamique des chênes, du hêtre et du sapin indique que le pin y est voué à disparaître, sauf interventions humaines qui sont d'ailleurs délicates (le renouvellement des pinèdes adultes passe par la régénération du pin qui nécessite un travail du sol et une forte mise en lumière). Il est fréquent d'observer des hêtraies ou des sapinières dans lesquelles subsistent les troncs de pins morts sur pied, notamment dans les gorges de la Loire et de l'Allier (RENAUD 2013). La dynamique est plus ou moins rapide, et certaines pineraies sur stations très sèches (hauts d'adret sur roche cristalline notamment) semblent évoluer très lentement, du fait de l'histoire du peuplement (reconquête sur sol dégradé, sylviculture du pin depuis longtemps

établie...). Il semble dès lors possible de parler de paraclimax dans les cas les plus extrêmes, même si l'arrivée des chênes (*Quercus petraea*, *Q. pubescens*, ou leur hybride *Q. x calvenscens*) est probable à long terme.

Parmi les associations décrites par BILLY (1997) et récemment validées par THÉBAUD *et al.* (2014), si la plupart sont des sylvofaciès peu différenciés floristiquement, quelques-unes (notamment *Diantho monspessulanii-Pinetum sylvestris* et *Cephalanthero longifoliae-Pinetum sylvestris*) pourraient correspondre à des paraclimax, avec un blocage plus ou moins temporaire de la maturation dendrologique, un sol et un cortège floristique originaux. De telles pineraies secondaires ont été décrites en Champagne crayeuse ; elles se rattachent à l'alliance de l'*Epipacto muelleri-Pinion sylvestris* Royer *in* Royer *et al.* 2006.

Le caractère pionnier du Pin sylvestre lui permet de recoloniser facilement et rapidement de nombreux espaces ruraux évoluant, avec la déprise agropastorale, vers la friche, surtout si le sol a été travaillé, et à condition que des semenciers soient présents à proximité (mais sa dissémination par le vent est aisée). Il est donc probable qu'il continuera à coloniser des terres délaissées par l'agriculture. Par ailleurs, son autochtonie, son adaptabilité, sa frugalité et sa résistance, peuvent lui permettre de conserver dans le futur une place importante au sein des formations forestières de la région (notamment pour la production de bois sur stations pauvres ou thermophiles), suite aux évolutions climatiques attendues (réchauffement global, et accentuation des extrêmes climatiques), et à la régression prévue des dryades que sont le Hêtre (*Fagus sylvatica*) et le Sapin pectiné (*Abies alba*). Ainsi, les forestiers auraient tout intérêt à conserver le Pin sylvestre, même à l'état de semenciers épars, dans de nombreuses forêts de la région où il est déjà présent, en particulier s'il est avéré qu'il s'agit de la race d'Auvergne.

L'espèce présente une réelle ancienneté et une stabilité, mais la surface qu'elle a occupée a largement fluctué au cours des millénaires, suivant « en négatif » l'évolution de la démographie de la région, et la pression anthropique afférente (besoins d'espaces pour la culture, et exploitation de la ressource). Les mosaïques et les dynamiques spatio-temporelles qui la caractérisent suivent un schéma original, lié à son écologie et son caractère d'essence « pionnière » et conquérante.

Ainsi, sa régression probable ne devrait pas l'empêcher de subsister, au moins au sein des stations primaires, notamment rupestres et tourbeuses. C'est à partir de ces refuges qu'il pourra s'étendre de nouveau à l'avenir, tirant parti de son caractère de pionnier pour coloniser à nouveau des terres en déprise ou des trouées forestières de taille importante (exploitation, dépérissements, tempêtes...), comme il a certainement dû le faire à plusieurs reprises au cours des siècles passés, dans une dynamique d'occupation « en accordéon ».

## Synthèse et perspectives

Ce travail et cette démarche multidisciplinaire ont cherché, non pas à résoudre les questions relatives au Pin sylvestre en Auvergne (génétique, répartition, dynamiques, historiques, usages, sylviculture), mais à apporter des éléments de réflexion et de réponses à celles-ci, et ils constituent à ce titre, non pas une conclusion, mais une simple étape dans la connaissance de l'espèce, destinée à être poursuivie et approfondie.

Les interrogations restent nombreuses, tant sur les modalités de la reconquête du Pin sylvestre dans la région (origine, flux, rôle et localisations des stations primaires, refuges, et secondaires), que sur l'ampleur et la localisation des reboisements du XIX<sup>ème</sup> siècle (qui compliquent l'appréciation de l'aire d'indigénat de l'espèce en Auvergne), ou sur les actions à mener pour conserver durablement les peuplements d'une espèce pionnière, et donc transitoire, s'effaçant devant des essences dont elle a préparé l'ambiance forestière. Nous avons illustré l'indigénat du Pin sylvestre en Auvergne, et la présence historique de peuplements autochtones avant les reboisements réalisés par les forestiers au XIX<sup>ème</sup> siècle.

Ainsi, les pinèdes actuelles de la région sont l'héritage à la fois des pinèdes « anciennes » (existant depuis au moins 200 ans, soit sur stations primaires, soit sur stations secondaires), des reboisements des XIX<sup>ème</sup> et XX<sup>ème</sup> siècles, et des dynamiques de colonisation des espaces libérés par la déprise agropastorale du XX<sup>ème</sup> siècle (y compris en stations dites primaires). Elles ont pour la plupart été marquées par les usages et pratiques anthropiques (rurales et sylvicoles), parfois très fortement, à l'image des pins de boulange.

Nous souhaitons avoir montré que le Pin sylvestre constitue bien un véritable patrimoine biologique de l'Auvergne, sur les plans écologique (habitats, cortèges faunistiques associés, participation à une Trame boisée, etc.), génétique, forestier, paysager, historique, culturel, et qu'il est important que les acteurs (propriétaires, forestiers, agriculteurs, collectivités, naturalistes) fassent en sorte de le valoriser et de le conserver pour les générations futures.

## Remerciements

Nous remercions les collègues forestiers, botanistes et phytosociologues qui nous ont apportés de précieux renseignements ou des documents d'archives, ainsi que les relecteurs de cet article, Maud GIRONDE-DUCHER et Guy LATHUILLIERE.

## Bibliographie

- ANDRÉ G., ANDRÉ M. 2008. - *Le Pin à crochets (Pinus uncinata Ramond ex DC. var. rotunda [Link Antoine]) des tourbières : preuves historiques de son indigénat dans le massif jurassien et dynamique des peuplements suite aux actions anthropogènes*. Les Nouvelles Archives de la Flore jurassienne 6 : 57-101
- ARGANT J. 2006. - *Les études palynologiques récentes dans le Massif central oriental*. L'Échos des Tourbières 12 : 6-7.
- ARGANT J., CUBIZOLLE H. 2005. - *L'évolution holocène de la végétation des monts de la Madeleine, du Forez, du Livradois et du Pilat (Massif central, France) : l'apport d'une nouvelle série d'analyses palynologiques*. Quaternaire 16(2) : 119-142.
- ARSAC J. 1991. - *Toponymie du Velay*. Les cahiers de la Haute-Loire, Le Puy-en-Velay, 461 p.
- BARTOLI M. 2007. - *Taxonomie des pins de la tourbière du Pinet*. Communication au 4ème séminaire des tourbières pyrénéennes, 20 – 21 juin 2007.
- BEAULIEU J.L. de, REILLE M. et PONS A. 1988. - *Histoire de la végétation, du climat et de l'action de l'homme dans le Massif central français depuis 15000 ans*. Inst. fr. Pondichéry, trav. sec. sci. tech. XXV, 27-32.
- BILLY Fr. 1997. - *Les forêts et leurs lisières en Basse-Auvergne*. Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, N.S. N°spécial 15. 329 p.
- CARLES J. 1951. - Notice de la feuille 59, Le Puy : (E 3040'-E 5010'N 45010'-N 49040'), Carte de la végétation de la France au 200000e, Centre national de la recherche scientifique, Paris. 40 p.
- CHABAUD P. 1985. - *Les forêts du département du Puy-de-Dôme d'après l'enquête de l'an II*. Revue d'Auvergne : 255-256.
- CHASSAGNE M. 1956. - *Inventaire analytique de la flore d'Auvergne et contrées limitrophes des départements voisins*. Tome 1. Ed. Lechevallier, Paris. 458 p.

- Collectif. 1847. - *Rapports sur les travaux de reboisements exécutés dans le département du Puy-de-Dôme au moyen des fonds alloués par le Conseil Général et le Ministre de l'Agriculture et du Commerce*. Société Centrale du Département du Puy-de-Dôme. 30 p.
- CUBIZOLLE H. et SACCA C. 2004. - *Quel mode de gestion conservatoire pour les tourbières ? L'ap-proche interventionniste en question*. Géocarrefour 79(4) : 285-302.
- CUBIZOLLE H. 2005. - *Paléoenvironnements et tur-figénèse. L'apport de l'étude des tourbières à la connaissance de l'évolution holocène des milieux montagnards du Massif central oriental granitique*. Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Limoges. 750 p.
- DAGET Ph. 1979. - *Études sur la végétation du Massif central : place du Pin sylvestre dans le climax du Hêtre en Margeride*. Bulletin d'Écologie 10(4) : 315-325.
- DELARBRE A. 1800. - *Flore de la ci-devant Auvergne*. 2<sup>ème</sup> édition. Ed. Landriot et Rousset, Clermont-Ferrand. 892 p.
- EDELMANN H.J. 1985. - *Late glacial and Holocene vegetation development of la Goutte Loiselot (Vosges, France)*. Thèse, Université d'Utrecht. 196 p.
- GOUBET P. 2007. - *Végétations et fonctionnement des tourbières de montagne Bourbonnaise*. Thèse Université de Clermont-Ferrand. 116 p. + annexes.
- LATHUILLIERE L. 2012. - *Petite histoire botanique de quelques essences forestières de l'Auvergne au travers des flores et atlas de 1800 à 2010*. Actes des Premières Rencontres Végétales du Massif central, Conservatoire Botanique National du Massif central, 43 Chavaniac-Lafayette, 105-111.
- LATHUILLIERE L. 2013a. - *Les Eaux et Forêts au fil de la Sioule ou petite histoire forestière du Puy-de-Dôme*. Les Dossiers Forestiers n°24, Office National des Forêts, 173-199.
- LATHUILLIERE L. 2013b. - *La transition et la reconquête forestière à Besse au XIX<sup>e</sup> siècle, ou comment les forestiers ont fait une place à la forêt dans l'univers pastoral des hautes montagnes d'Auvergne*. Les Dossiers Forestiers n°26, Office National des Forêts, 13-42.
- LUQUET A. 1925. - *Le Pin sylvestre et l'épicéa dans le massif des Monts Dore*. Bull. Soc. Hist. Nat. Auvergne, n°8 : 27-41.
- MANNEVILLE O. 2006. - *Le Monde des tourbières et des marais*. Ed. Delachaux et Niestlé. 320 p.
- MAPPUS M. 1742. - *Historia Plantarum Alsaticarum posthuma opera et studio Johannis Christiani Ehramanni. Argentorati, Amstelodami, Johannis Danielis Dulseckeri*. Petrum Mortier.
- MEDAIL Fr. 2001. - *Biogéographie, écologie et valeur patrimoniale des forêts de Pin sylvestre (Pinus sylvestris L.) en région méditerranéenne*. Forêt Méditerranéenne, tome XXII, n°1 : 5-22.
- MICHELIN Y. 1995. - *Les jardins de Vulcain : paysages d'hier, d'aujourd'hui et de demain dans la chaîne des Puys du Massif central français*. Ed. Maison des Sciences de l'Homme, Paris. 147 p.
- MINISTÈRE de l'AGRICULTURE. 1911. - *Restaura-tion et conservation des terrains en montagne. Troisième partie. Description sommaire des péri-mètres de restauration : région des Cévennes et du Massif central, région des Pyrénées*. Imprime-rie Nationale, Paris. 198 p.
- OHLSON M., ØKLAND R.H., NORDBAKKEN J.F. et DAHLBERG B. 2001. - *Fatal interactions between Scots pine and Sphagnum mosses in bogs eco-systems*. Oikos 94 : 425-432.
- PEGORIER A., LEJEUNE S., CALVARIN E. 2006. - *Les noms de lieux en France. Glossaire de termes dia-lectaux*. Commission de toponymie, Institut Géo-graphique National, Paris. 518 p.
- PETIOT R., VASARI A., THINON M., DEBARD E., BEAULIEU J.-L. (de), ETLICHER B., PONEL P. 1991. - *La fin de la dernière glaciation dans le Cantal (France) : la tourbière de La Taphanel et son environnement*. Quaternaire, Vol. 2 n° 2-3-4 : 147-163.
- PONS A., REILLE M., BEAULIEU J.L. (de). 1989a. - *La végétation du Massif central depuis la fin du dernier glaciaire*. Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne 55 : 87-95.
- PONS A., REILLE M., et BEAULIEU J.L. (de). 1989b. - *Histoire de la flore et de la végétation du Massif central (France) depuis la fin de la dernière gla-ciation*. Cahiers de Micropaléontologie 3(4) : 5-36.
- REILLE M. 1978. - *Nouvelles analyses polliniques de sédiments tardiglaciaires et holocènes du Can-tal (Massif central, France)*. Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences, vol. 287 : 73-76.
- REILLE M. 1982. - *Recherches palynologiques sur l'histoire de la végétation de la bordure nord du massif du Cantal (Massif central, France)*. Pollen et Spores 24(2) : 251-300.
- REILLE M. 1985. - *Recherches palynologiques sur l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation des Monts d'Aubrac (Massif central, France)*. Rev. Paleobot. Palynol., Amsterdam 44 : 37-80.
- REILLE M. 1987. - *L'histoire de la végétation de Mar-geride (Massif central, France) depuis quelque cent siècles révélée par l'analyse pollinique de la tourbière de la Fouon de la Bique*. Revue du Gé-vaudan 2 : 17-23.
- REILLE M. 1991a. - *L'origine du Pin à crochets dans le Massif central français*. Revue des Sciences Natu-relles d'Auvergne 56 : 71-78.
- REILLE M. 1991b. - *L'origine de la station de pin à crochets de la tourbière de Pinet (Aude) et de quelques stations isolées de cet arbre dans les Vosges et le Jura*. Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne 1989, Vol. 55 : 65-85.

- REILLE M., PONS A. 1982. - *L'histoire récente de Pinus sylvestris L. en Margeride (Massif central, France) et la signification de cette essence dans la végétation actuelle*. Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences 294 : 471-474.
- REILLE M., BEAULIEU J.L. (de), PONS A. 1985. - *Recherches palynologiques sur l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation du Cézallier, de la planète de St Flour et de la Margeride (Massif central)*. Pollen et Spores 27(2) : 209-269.
- RENAUX B. 2012. - *Caractérisation des tourbières boisées (91D0\*) en Auvergne*. Conservatoire Botanique National du Massif central, DREAL Auvergne. 156 p.
- RENAUX B. 2013. - *Compléments d'inventaire et de cartographie des habitats naturels forestiers sur le site Natura 2000 FR8301081 «Gorges de la Loire et affluents, partie sud»*. Conservatoire botanique national du Massif central / Département de la Haute-Loire. 38 p.
- RENAUX B. 2014. - *Expérimentation-test relative à l'exportation des pins dans le site Natura 2000 FR8301077 «Marais de Limagne» (Haute-Loire)*. Conservatoire botanique national du Massif central / Département de la Haute-Loire. 24 p.
- RENAUX B. 2015. - Les tourbières boisées du Massif-central. Actes des 2<sup>es</sup> rencontres végétales du Massif central. Documents Phytosociologiques, deuxième nouvelle série.
- REY P. 1960. - *Essai de phytocinétique biogéographique*. Thèse. Toulouse, Paris CNRS. 400p.
- ROUX C. 1910. - *Le pin d'Auvergne ou «pin de pays des Monts du Forez*. Ann. Soc. Bot. Lyon, vol.35 : 213-216.
- ROYER J.-M., 2011 - *Les pinèdes calcicoles secondaires du Nord-Est de la France. (Epipactido muelleri-Pinion sylvestris)*. Rev. For. Fr. LXII (3-4) : 261-271.
- SEYTRE L., HUGONNOT V. 2011. - *Suivi de la végétation du site Natura 2000 FR8301077 "Marais de Limagne" (Haute-Loire)*. Conservatoire botanique national du Massif central / Conseil général de la Haute-Loire. 25 p.
- THÉBAUD G., ROUX C., BERNARD C.-E. et DELCOIGNE A. 2014. - *Guide d'identification des végétations du nord du Massif central : Associations végétales et habitats naturels*. Presses universitaires Blaise Pascal, Clermont-Ferrand. 294 p.
- TORT M., ANTONETTI P., BELIN B. et al. et PORTAL R. 2008. - *Guide de la flore de Haute-Loire*. Ed. Jeanne d'Arc, Conseil général de Haute-Loire. 512 p.
- VAISSION (de) J. 1952. *Les principes de base (1947-1950)*. Revue Forestière Française, n° spécial «Fonds Forestier National» : 9-28.
- VERGNE V. 1989. - *L'évolution tardiglaciaire et holocène d'un piémont de moyenne montagne cristalline : l'Artense (Massif central, France)*. Thèse de Doctorat, Université Paris I Panthéon Sorbonne. 354 p.
- VIDRON F. 1927. - *Le Pin sylvestre de race noble de Hanau*. Ed. Berger-Levrault, Paris. 46 p.

# Stratégies des hépatiques sphagnicoles et rôles des perturbations dans les tourbières du Massif central

Sphagnum-dwelling liverworts' strategies and disturbance implications in Central Massif's peatlands

par Jaoua CELLE ①, Vincent HUGONNOT ① et Gabrielle BALLUET

① Conservatoire botanique national du Massif central  
Le Bourg  
43230 CHAVANIAC-LAFAYETTE  
① 04 71 77 74 05  
✉ jaoua.celle@cbnmc.fr  
✉ vincent.hugonnot@cbnmc.fr  
✉ www.cbnmc.fr



## Résumé

Les sphaignes jouent un rôle majeur dans la structure et le fonctionnement des tourbières acides du Massif central. Différentes espèces d'hépatiques dites sphagnicoles ont exploité une niche écologique originale en se spécialisant dans l'occupation du tapis de sphaignes. Ce travail cherche à améliorer la compréhension de l'écologie, de la répartition et des stratégies de ces espèces spécialisées assez peu étudiées. Notre travail porte sur 3 espèces d'hépatiques sphagnicoles et se base sur une méthodologie multi-scalaire déployée sur 6 sites tourbeux du Massif central. La compréhension de ces stratégies est mise en parallèle avec les perturbations des micro-habitats colonisés par ces espèces. Des enseignements sont tirés quand à la gestion des systèmes tourbeux du Massif central.

Mots-clés : *Kurzia pauciflora*, *Cladopodiella fluitans*, *Biantheridion undulifolium*, Hépatiques sphagnicoles, stratégies de vie, sphaignes, tourbières, gestion.

## Abstract

*Sphagnum* play a major role in the structure and dynamics of acidic peatlands in the Massif Central. Sphagnum-dwelling liverworts have exploited an original niche by specializing in the occupation of sphagnum layers. This research seeks to improve understanding of the ecology, distribution and strategies of these rather poorly studied specialized species. Our work focuses on three species of *Sphagnum*-dwelling liverworts and is based on a multi-scale methodology deployed on 6 peatland sites in the Massif Central. The understanding of these strategies is paralleled with the disturbances to the micro-habitats colonized by these species. Knowledge has been obtained concerning the management of the Massif Central's peatlands.

Keywords: *Kurzia pauciflora*, *Cladopodiella fluitans*, *Biantheridion undulifolium*, sphagnic hepatic, life strategies, *Sphagnum*, peatlands, management choices.

## Introduction

Le fonctionnement de nombreux habitats tourbeux dépend fortement des sphaignes (Clymo et Hayward 1982; Andrus 1986; Vitt et Wieder 2009). L'absorption des éléments nutritifs, la capacité de rétention d'eau et les processus de décomposition sont tous fortement conditionnés par ces bryophytes « constructrices » de tourbières (Rydin 1993; Rydin et Jeglum 2006). Les tapis de sphaignes créent un environnement hostile et abritent pourtant une grande richesse biologique (Rydin et Jeglum 2006). Dans les tourbières, les creux et les buttes abritent de nombreuses hépatiques (Schuster 1966; Atherton et al. 2010). On peut ainsi citer *Odontoschisma sphagni*, *Kurzia pauciflora* et *Calypogeia sphagnicola* parmi les hépatiques les plus typiques des tourbières européennes.

Les niches écologiques de ces hépatiques des tourbières, parfois qualifiées de sphagnicoles, ne sont pas clairement établies. Dans la bibliographie, elles sont souvent considérées comme capables de pousser au travers des tapis de sphaignes, de former de fins feutrages au-dessus des sphaignes ou de vivre au sein des buttes de sphaignes (Schuster 1957; Paton 1999; Dams-holt 2002). Certains travaux récents ont mis en évidence que ces espèces avaient des niches écologiques spécifiques (Van Baaren et al. 1988, Gerdol 1995, Økland 1990 et Albinsson 1997). Økland (1990) a suggéré en outre que ces hépatiques pourraient présenter différentes stratégies. Certaines espèces poussent sur des bryophytes morts et partiellement décomposés, en situation ombragées ou exposées en évitant ainsi la concurrence avec les sphaignes. D'autres espèces croissent entremêlées parmi les sphaignes et sont capables de suivre le rythme de croissance des sphaignes en luttant contre l'enfoncissement.

### Qu'est-ce qu'une hépatique sphagnicole ?

Avant de se focaliser sur les trois espèces d'hépatiques ciblées, nous avons établi une liste non exhaustive des hépatiques poussant fréquemment en tourbière. Parmi celles-ci, on peut citer :

*Biantheridion undulifolium*, *Calypogeia azuea*, *C. fissa*, *C. neesiana*, *C. sphagnicola*, *Cephalozia bicuspidata*, *C. connivens*, *C. loitlesbergeri*, *C. macrostachya*, *C. pleniceps*, *Cephaloziella elachista*, *C. hampeana*, *C. spinigera*, *Cladopodiella fluitans*, *C. francisci*, *Gymnocolea inflata*, *Kurzia pauciflora*, *Lophozia incisa*, *L. laxa*, *L. ventricosa*, *Mylia anomala*, *M. taylorii*, *Odontoschisma nudatum*, *O. macounii*, *O. sphagni*, *Ptilidium ciliare*...

Après un premier dépouillement de la bibliographie, il apparaît que la plupart de ces espèces se développent sur une large gamme de substrat :

tourbe nue, butte de sphaignes, débris végétaux en décomposition. Il semble alors difficile de pouvoir considérer certaines espèces comme strictement sphagnicoles, c'est-à-dire poussant exclusivement parmi les sphaignes.

La synthèse bibliographique ciblée sur *Biantheridion undulifolium*, *Cladopodiella fluitans* et *Kurzia pauciflora* nous a permis d'établir pour chacune de ces trois espèces leur habitat, leur micro-habitat, les bryophytes les plus fréquemment associées ainsi que leur répartition. L'ensemble de ces informations est synthétisé dans le tableau 1. Il ressort de cette synthèse que ces espèces se développent au sein de certains types de tourbières et qu'elles poussent préférentiellement au sein des sphaignes bien que, parfois, des espèces comme *Kurzia pauciflora* puissent être observées sur d'autres substrat (tourbe nue, litière...).

### Distribution et statut

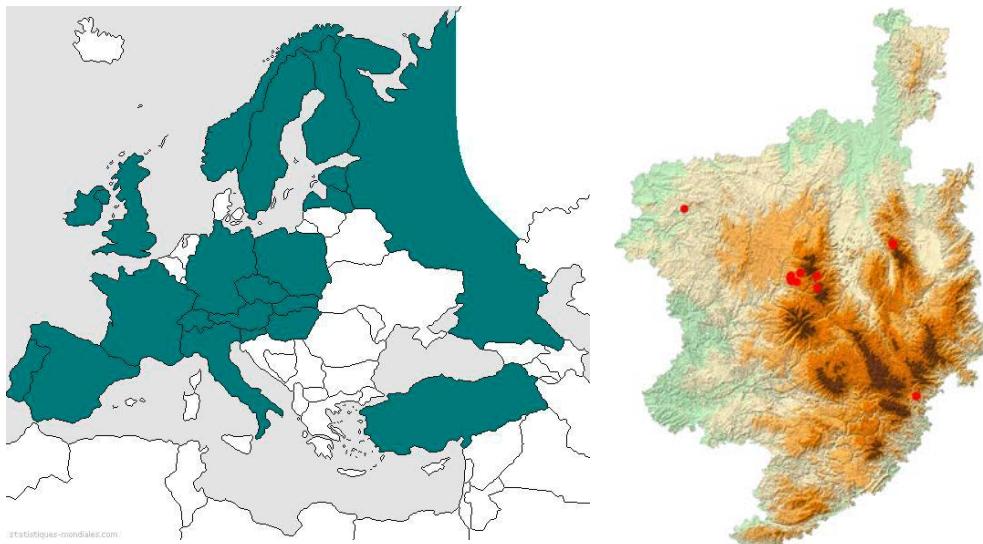
La synthèse bibliographique nous a permis d'établir la répartition mondiale et européenne des trois hépatiques étudiées. Les cartes de répartition à l'échelle du Massif central sont issues des données bibliographiques et des données de terrains récentes centralisées dans la base de données CHLORIS®. Bien que ces espèces aient globalement des aires de répartition assez proches, il existe certaines spécificités pour chacune d'entre-elles que nous détaillons ci-après.

► Tableau 1 : résumé des informations issues de la synthèse bibliographique concernant les trois hépatiques étudiées.

	<i>Cladodiella fluitans</i> (Nees) H. Buch	<i>Kurzia pauciflora</i> (Dicks.) Grolle	<i>Biantheridion undulifolium</i> (Nees) Konstant. & Vilnet
Habitats	<p><b>Préférentiellement dans les tourbières bombées</b> (Müller, 1957 ; Schuster, 1977 ; Hill <i>et al.</i>, 1991 ; Paton, 1999 ; Muller <i>et al.</i>, 2002 ; Nebel &amp; Philippi, 2005 ; CBN Massif Central, 2006 ; Meinunger &amp; Schröder, 2007 ; Hugonnnot &amp; Guerbaa, 2008, Dublin <i>et al.</i>, 2009 ; Zubel, 2009),</p> <p><b>Moins fréquemment dans les bas-marais</b> (Hill <i>et al.</i>, 1991 ; Schumacker &amp; Sapaly, 1997 ; Paton, 1999, Hugonnnot <i>et al.</i>, 2008 ; Atherton <i>et al.</i>, 2010).</p>	<p><b>Essentiellement dans les landes humides et les tourbières hautes ombrotrophes</b> (Hill <i>et al.</i>, 1991 ; Paton, 1999 ; Muller <i>et al.</i>, 2002 ; Nebel &amp; Philippi, 2005 ; CBN Massif Central, 2006 ; Meinunger &amp; Schröder, 2007 ; Meinunger &amp; Schröder, 2007 ; Faubert <i>et al.</i>, 2011).</p>	<p><b>Préférentiellement dans les tourbières bombées</b> (Smith 1990 ; Paton, 1999 ; Muller <i>et al.</i>, 2002 ; Hugonnnot <i>et al.</i>, 2003 ; Nebel &amp; Philippi, 2005 ; Atherton <i>et al.</i>, 2010),</p> <p><b>Parfois mentionnée dans des bas-marais</b> (Paton, 1999 ; Nebel &amp; Philippi, 2005 ; Meinunger &amp; Schröder, 2007 ; Atherton <i>et al.</i>, 2010).</p>
Micro-habitats	<p><b>Gouilles acides des tourbières, des creux et cuvettes remplis d'eau. Pousse parmi les sphaignes ou flotte à la surface de l'eau</b> (Loeske, 1903 ; Jørgensen, 1934 ; Müller, 1957 ; Paton, 1999 ; Muller <i>et al.</i>, 2002 ; Bailly, 2005 ; Nebel <i>et al.</i>, 2005 ; CBNMC, 2006 ; Meinunger <i>et al.</i>, 2007 ; Hugonnnot <i>et al.</i>, 2008 ; Dublin <i>et al.</i>, 2009 ; Zubel, 2009 ; Atherton <i>et al.</i>, 2010).</p>	<p><b>Pousse parmi les sphaignes, sur les buttes et en bord de gouille</b> (Loeske, 1903 ; Jørgensen, 1934 ; Hill <i>et al.</i>, 1991 ; Schumacker &amp; Sapaly, 1997 ; Paton, 1999 ; Muller <i>et al.</i>, 2002 ; Hugonnnot <i>et al.</i>, 2003 ; Nebel &amp; Philippi, 2005 ; Hugonnnot &amp; Guerbaa, 2008 ; Atherton <i>et al.</i>, 2010).</p> <p><b>Pousse parmi les sphaignes au sein des buttes</b> (Hill <i>et al.</i>, 1991, 2007 ; Schumacker &amp; Sapaly, 1997 ; Paton, 1999 ; Muller <i>et al.</i>, 2002 ; Hugonnnot <i>et al.</i>, 2003 ; Nebel &amp; Philippi, 2005 ; Hugonnnot &amp; Guerbaa, 2008 ; Atherton <i>et al.</i>, 2010).</p>	<p><b>Pousse parmi les sphaignes, sur les buttes et en bord de gouille</b> (Loeske, 1903 ; Jørgensen, 1934 ; Hill <i>et al.</i>, 1991 ; Schumacker &amp; Sapaly, 1997 ; Paton, 1999 ; Hugonnnot, 2000 ; Infante, 2000 ; Muller <i>et al.</i>, 2002 ; Nebel <i>et al.</i>, 2005 ; CBNMC, 2008 ; Atherton <i>et al.</i>, 2010 ; Faubert <i>et al.</i>, 2011 ; Hugonnnot <i>et al.</i>, 2011) <b>mais aussi sur la tourbe nue</b> (Loeske, 1903 ; Jørgensen, 1934 ; Reinoso &amp; Rodríguez Oubrilla, 1988 ; ADASEA, 1999 ; Hugonnnot, 2000 ; CBNMC, 2008 ; Atherton <i>et al.</i>, Hugonnnot <i>et al.</i>, 2011), <b>et sur la litière et les végétaux en décomposition</b> (Schuster, 1977 ; Paton, 1999 ; Nebel <i>et al.</i>, 2005 ; Dublin, 2008).</p>
Bryophytes fréquemment associées	<p><i>Calypogea sphagnicola</i>, <i>Cephalozia connivens</i>, <i>Gymnocolea inflata</i>, <i>Sphagnum cuspidatum</i> (Jørgensen, 1934 ; Schuster, 1977, 1988 ; Hill <i>et al.</i>, 1991 ; Paton, 1999 ; Bailly, 2005 ; Nebel <i>et al.</i>, 2005 ; Meinunger <i>et al.</i>, 2007 ; Julve, 2009).</p>	<p><i>Calypogea sphagnicola</i>, <i>Cephalozia macrostachya</i>, <i>Mylia anomala</i> et <i>Odontoschisma sphagni</i>, <i>Sphagnum rubellum</i> et <i>S. tenellum</i> (Jørgensen, 1934 ; Schuster, 1977 ; Reinoso <i>et al.</i>, 1988 ; Nebel <i>et al.</i>, 2005 ; Meinunger <i>et al.</i>, 2007 ; Faubert <i>et al.</i>, 2011 ; Hugonnnot <i>et al.</i>, 2011).</p>	<p><i>Calypogea sphagnicola</i>, <i>Cephalozia anomala</i>, <i>Aulacomnium palustre</i>, <i>Polytrichum strictum</i>, <i>Sphagnum capillifolium</i>, <i>S. fuscum</i>, <i>S. papillosum</i> (Schuster &amp; Damsholt, 1974 ; Schuster, 1988 ; Hill <i>et al.</i>, 1991 ; Paton 1999 ; Hugonnnot <i>et al.</i>, 2003 ; Nebel <i>et al.</i>, 2005 ; Meinunger &amp; Schröder, 2007 ; Hugonnnot, 2012).</p>

***Cladopodiella fluitans* (Nees) H. Buch**

Dans le monde, cette espèce est présente en Europe Centrale et du Nord, en Amérique du Nord, au Japon, en Turquie, et aux Açores (Hill *et al.* 1991 ; Paton 1999). En Europe, elle est répartie dans une large moitié ouest et nord, et semble absente d'une partie de l'Europe de l'Est (figure 1). À l'échelle du Massif central, cette espèce est la moins fréquente des 3 hépatiques étudiées. L'essentiel des populations est concentré dans le Cézallier et l'Artense, et quelques populations plus isolées peuvent être observées dans les Monts du Forez, les Cévennes et les Monts d'Ambazac. Actuellement, cette espèce ne bénéficie pas de statut à l'échelle mondiale ou européenne. En revanche, elle est classée comme VU « vulnérable » dans la liste rouge des bryophytes d'Auvergne (Hugonnot et Celle, 2014).



◀Figure 1 : répartitions européennes et régionales de *Cladopodiella fluitans* (Nees) H. Buch

***Kurzia pauciflora* (Dicks.) Grolle**

À l'échelle mondiale, cette espèce se rencontre en Europe centrale et du Nord, en Russie, en Macaronésie, en Amérique du Nord, aux Açores, à Madère, aux îles Féroé et en Islande (Hill *et al.* 1991 ; Paton 1999). Parmi les trois espèces étudiées, cette espèce est la plus largement répandue en Europe. Elle n'est absente que de quelques pays de l'Europe du Sud et de l'Est (Italie, Hongrie, Ukraine, Biélorussie). Cette espèce est présente dans les principaux sommets du Massif central, avec un noyau important dans la Chaîne des Puys, mais également dans les Monts Dore, l'Aubrac, les Monts du Forez, la montagne cévenole et les Monts du Vivarais (figure 2). Dans le Limousin, elle est bien présente dans les tourbières du Plateau de Millevaches, et dans quelques localités de basse altitude des Monts d'Ambazac et des Monts de Blond.

À l'échelle mondiale ou européenne, cette espèce ne bénéficie d'aucun statut de protection. En Auvergne, elle est classée comme VU « vulnérable » dans la liste rouge régionale des bryophytes.

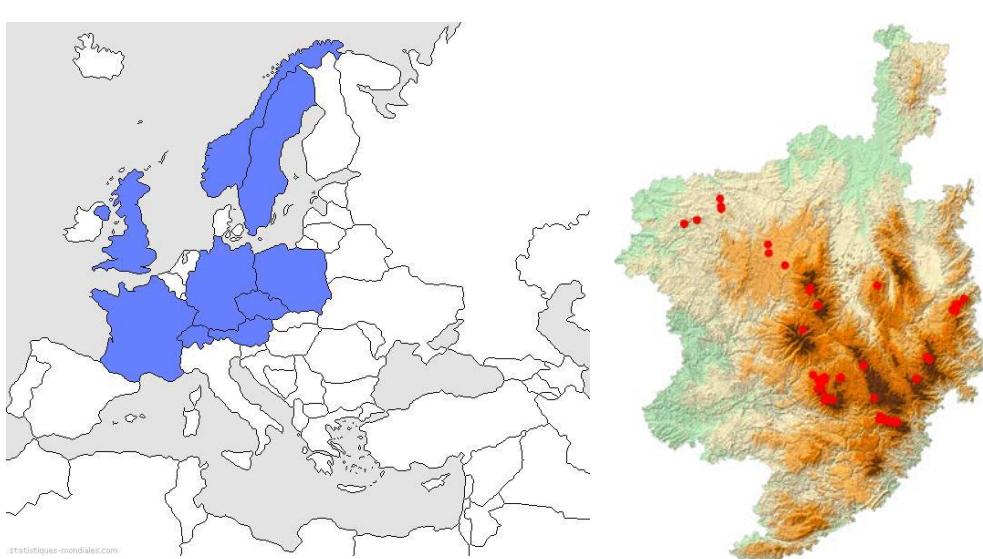


Figure 2 : répartitions européennes et régionales de *Kurzia pauciflora* (Dicks.) Grolle

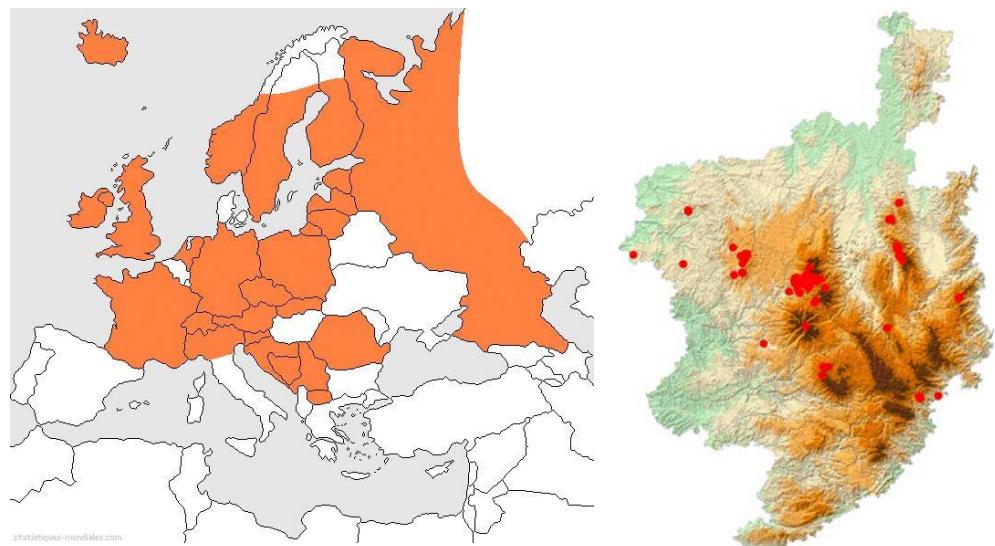
### ***Biantheridion undulifolium* (Nees) Konstant. et Vilnet**

Cette espèce se rencontre en Asie de l'Est, en Amérique du Nord, au Groenland et Europe du Nord et de l'Est (Hill et al. 1991 ; Paton, 1999).

En Europe, son aire de répartition est la plus restreinte des 3 hépatiques étudiées, puisqu'elle est présente uniquement dans une petite moitié de l'Europe de l'Ouest et en Scandinavie (figure 3).

Dans le Massif central, cette hépatique est présente dans les principaux massifs, avec deux foyers principaux dans l'Aubrac et dans la montagne cévenole, ainsi que d'autres populations plus dispersées sur la Margeride, les Monts du Cantal, la chaîne des Puys, les Monts du Vivarais, le Massif du Pilat et le Livradois. Plus à l'ouest, elle est présente sur le plateau de Millevaches et à plus basse altitude dans le Limousin (Monts de Blond et Monts d'Ambazac).

Cette espèce est la seule hépatique française incluse dans la « World red list of Bryophytes » (Tan et al., 2000). Elle est mentionnée dans le « Red data book of European Bryophytes » (ECCB 1995) avec le statut « Critically Endangered ». Elle a été classée VU « vulnérable » dans la liste rouge des bryophytes d'Auvergne.



Ces trois espèces, bien qu'assez largement réparties en Europe, restent rares dans l'ensemble de ces pays. Les populations du Massif central constituent à ce titre un véritable réservoir et un enjeu majeur de conservation. Leur répartition régionale montre que dans le Massif central, ces espèces sont principalement montagnardes et inféodées à des systèmes agro-pastoraux largement pâturés depuis le 19<sup>ème</sup> siècle au moins. Les menaces pesant sur ces espèces et sur leur habitats sont également importantes, d'où leur inscription sur différentes listes rouges. Il convient donc de s'interroger sur la préservation de ces espèces sensibles et sur les modes de gestion les plus favorables en tenant compte de leurs stratégies de vie que nous avons pu mettre en évidence.

Malgré ces éléments de connaissance, la répartition des hépatiques sphagnicoles dans des sites tourbeux du Massif central plus ou moins perturbés, notamment par le pâturage, pose question : le rôle des perturbations dans les modèles de distribution à petite échelle de ces hépatiques n'a quasiment jamais été étudié.

L'objectif de ce travail est d'améliorer la compréhension de la stratégie des hépatiques dites sphagnicoles. Ainsi, 3 hépatiques particulièrement bien représentées dans le Massif central (Hugonnot 2012) ont été choisies : *Kurzia pauciflora*, *Cladopodiella fluitans* et *Biantheridion undulifolium*. Les micro-habitats en lien avec les exigences écologiques précises de ces espèces sont encore mal connus et méritent d'être approfondis. Nous nous interrogeons également sur l'importance et le rôle que jouent les parties souterraines des hépatiques, puisque Duckett et Clymo (1988) suggèrent qu'elles pourraient expliquer leur capacité de régénération. L'origine et le rôle des perturbations à petite échelle sont examinés en lien avec la répartition et le développement de ces espèces. L'ensemble de ces avancées permet d'alimenter les réflexions sur la gestion des systèmes tourbeux du Massif central.

## Méthodologie

Une étude bibliographique a été menée dans un premier temps afin de faire un état des lieux des connaissances concernant les hépatiques sphagnicoles. Plus de 75 références bibliographiques ont été consultées (non détaillées dans la bibliographie de cet article). Les informations issues de ce dépouillement sont essentiellement d'ordres écologiques et chorologiques. Sur la base de ces informations et des données issues de notre Système d'information CHLORIS®, nous avons sélectionné 3 espèces d'hépatiques considérées par de nombreux auteurs comme poussant fréquemment sur les sphaignes et suffisamment répandues et abondantes dans les tourbières du Massif central pour pouvoir mener des études de terrain plus approfondies. Il s'agit de *Cladopodiella fluitans* (Nees) H.Buch, *Kurzia pauciflora* (Dicks.) Grolle et *Biantheridion undulifolium* (Nees) Konstant et Vilnet. Ces espèces ont été étudiées sur 6 sites ateliers du Massif central : le lac de Bourdouze et la tourbière de Rimat dans le Puy-de-Dôme, la tourbière de la Pignole dans le Cantal, la tourbière des Narcettes en Ardèche, les flancs du Mont Mézenc en Haute-Loire et la tourbière de Gimel dans la Loire. Les principales caractéristiques de ces sites sont précisées dans le tableau 2. De nombreux paramètres ont été mesurés à 3 échelles spatiales différentes.

- À l'échelle des sites tourbeux : des quadrats de 50 x 50 m ont été utilisés pour définir les zones d'échantillonnage. Dans chaque quadrat, des transects parallèles entre eux ont été parcourus. Chaque transect était espacé de 5 mètres du suivant. Des relevés ont été réalisés le long du transect, sur une surface de 1 m<sup>2</sup>, à chaque changement de niveau topographique. Les paramètres suivants ont été recueillis : niveau topographique (gouille, replat ou butte), l'impact du pâturage, la flore vasculaire et le recouvrement de l'hépatique ainsi que le type de substrat sur lequel elle pousse (couche de litière, tourbe, sphaignes, autres bryophytes).
- À l'échelle du micro-habitat : nous nous sommes concentrés plus spécifiquement sur un niveau topographique où l'espèce était bien présente, à l'aide d'un quadrat 1 m<sup>2</sup>. Nous avons divisé le quadrat en 100 sous-unités de 100 cm<sup>2</sup>. Au sein de chaque sous-unité, nous avons échantillonné : le recouvrement des plantes vasculaires et de l'hépatique ainsi que la vitalité des sphaignes.
- À l'échelle de la touffe : des carottages de sphaignes ont été réalisés dans chaque site. Pour chaque espèce, 10 carottes de 8 cm de diamètre et de 20 cm de profondeur ont été recueillies à l'aide de tubes métalliques, puis laissées sécher au laboratoire. Dix tiges d'hépatique ont été extraites avec grand soin pour éviter de les abîmer et mesurées. Un indice de ramification a été établi sur la base de la somme des longueurs de tous les axes, divisé par le nombre de nœuds le long de chaque portion extraite. Dans le but de quantifier la répartition verticale de ces espèces, nous avons analysé la masse de biomasse sèche. Un échantillon de 10 cm<sup>2</sup> de surface a été découpé dans chacune des 10 carottes prélevées, puis celui-ci a été redécoupé en 3 niveaux (partie aérienne : les capitulum ; partie souterraine superficielle : sous les capitulum et jusqu'à de 3 cm de profondeur ; partie souterraine profonde : de 3 à 6 cm de profondeur ; partie souterraine très profonde : au-delà de 6 cm de profondeur). Toutes les tiges d'hépatiques ont été extraites de chaque niveau et pesées séparément après dessiccation. Pour chaque espèce, le ratio (biomasse aérienne / biomasse souterraine) est le rapport entre la masse sèche de la partie aérienne et la masse sèche des parties souterraines superficielles, profondes et très profondes.

Site	Département	Coordonnées (Lat/long)	Altitude (mètres)	Hépatique	Végétation étudiée	Alimentation en eau
Lac de Bourdouze	Puy-de-Dôme	45.46896 2.92578	1165	<i>Cladopodiella fluitans</i>	Gouilles à <i>Sphagnum cuspidatum</i>	Alimentation souterraine
Tourbière de Rimat	Puy-de-Dôme	45.49361 2.73961	1140	<i>Cladopodiella fluitans</i>	Gouilles à <i>Sphagnum cuspidatum</i>	Alimentation souterraine
Tourbière de la Pignole	Cantal	45.43041 2.63391	855	<i>Kurzia pauciflora</i>	Tapis de <i>Sphagnum rubellum</i> et <i>S. fallax</i>	Alimentation souterraine
Tourbière des Narcettes	Ardèche	44.50837 4.00844	1040	<i>Kurzia pauciflora</i>	Bas marais acide à <i>Sphagnum rubellum</i> et <i>S. papillosum</i>	Alimentation souterraine
Flancs du Mont Mézenc	Haute-Loire	44.91239 4.17635	1530	<i>Biantheridion undulifolium</i>	<i>Sphagnum capillifolium</i> hummocks in <i>Nardus stricta</i> grassland	Ombrrophe
Tourbière de Gimel	Loire	45.29509 4.47978	1205	<i>Biantheridion undulifolium</i>	<i>Sphagnum capillifolium</i> bog	Ombrrophe

◀ Tableau 2 : principales caractéristiques des six sites ateliers.

## Résultats

### Un lien étroit avec les sphaignes vivantes

Nos résultats obtenus sur les 6 sites étudiés dans le Massif central montrent une association claire entre les sphaignes vivantes et ces trois hépatiques (Figure 4). *Kurzia pauciflora* ne s'observe jamais associée à un autre substrat, et *Biantheridion undulifolium* est parfois observée sur la tourbe nue. Pourtant les tourbières étudiées présentent une grande diversité d'autres micro-habitats avec des surfaces significatives de tourbe nue, d'affleurements de touffes de molinie, ce qui suggèrent fortement que, au moins localement, ces hépatiques soient fortement liées avec la sphaigne vivante. Ces résultats sont partiellement en accord avec ceux issus de la synthèse bibliographique. Toutefois, il est intéressant de constater qu'à plus vaste échelle, une gamme assez large de substrats peut être exploitée par ces espèces dans des contextes géographiques et climatiques différents.

### Une forte affinité à un niveau topographique

À l'échelle de la tourbière, les 3 hépatiques se répartissent nettement le long du gradient topographique, avec de légers chevauchement. *Cladopodiella fluitans* occupe le niveau le plus bas, *Kurzia pauciflora* le niveau intermédiaire et *Biantheridion undulifolium* atteint les plus hauts niveaux de la toposéquence (figure 5). Comme évoqué précédemment, il semble que la gamme des micro-habitats de ces hépatiques soit plus large en Europe de l'Ouest que dans les marais considérés. Ainsi, *Biantheridion undulifolium* se trouve parfois sur les banquettes (Schuster et Damsholt 1974), ce qui n'est pas le cas dans notre étude. Økland (1990) a observé *Kurzia pauciflora* à un niveau similaires à nos observations mais cette espèce peut souvent remonter le long de la toposéquence (Meinunger et al., 2007). Au contraire, *Cladopodiella fluitans* manifeste une stabilité topographique remarquable, étant constamment mentionnée aux bas niveaux topographiques (Reinoso et al., 1988; Nebel et al., 2005; Atherton et al., 2010).

Figure 4 : occurrence de chaque hépatique en fonction du substrat ►

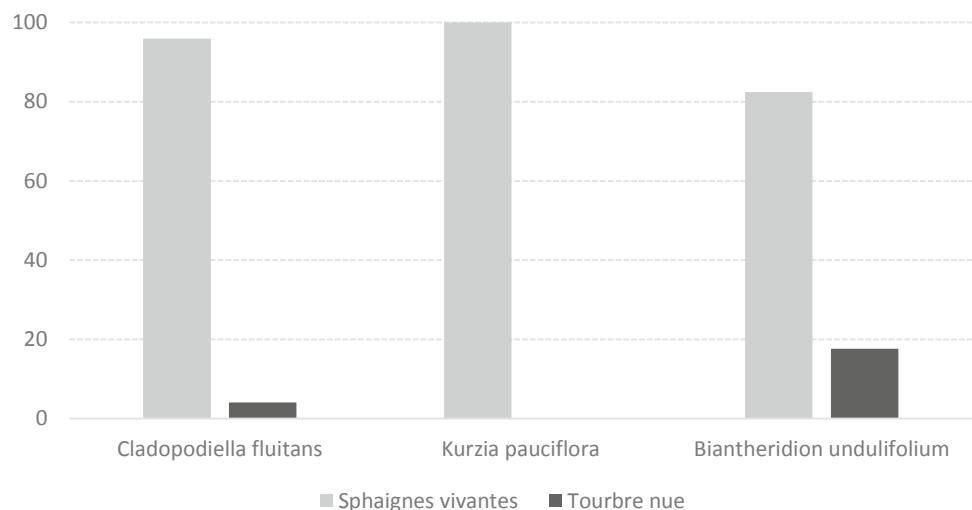
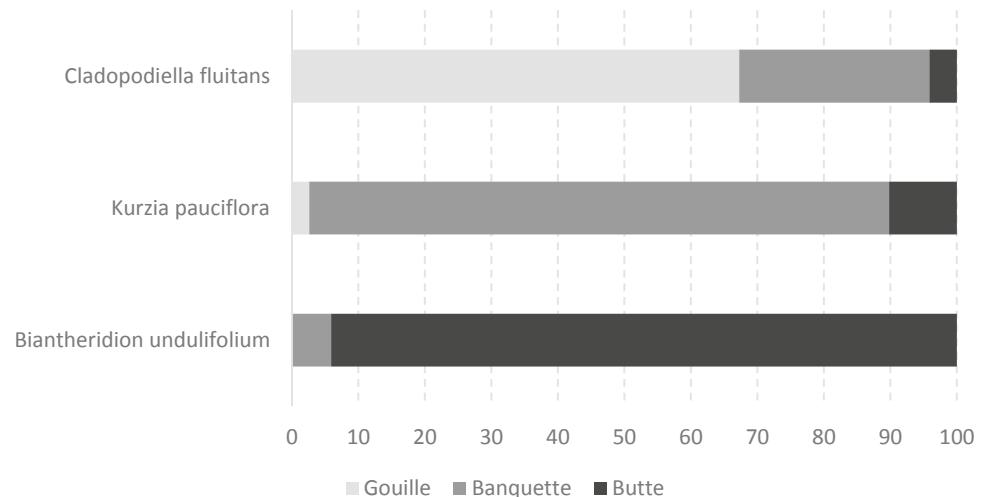


Figure 5 : répartition de chaque espèce d'hépatique en fonction des différents niveaux topographiques ►



## Un réseau souterrain bien développé

Le ratio biomasse aérienne / biomasse souterraine et l'indice de ramification sont significativement différents pour les trois espèces ciblées (tableau 3). *Kurzia pauciflora* et *Cladopodiella fluitans* sont des espèces dont le développement est essentiellement souterrain tandis que *Biantheridion undulifolium* a une biomasse souterraine équivalente à sa biomasse aérienne. En revanche, l'indice de ramification montre que *Biantheridion undulifolium* est très faiblement ramifiée alors que *Kurzia pauciflora* l'est fortement. La tendance générale est une proportion assez importante de la biomasse souterraine dans les premières couches du sous-sol et une disparition (*Cladopodiella fluitans*) ou une réduction importante (*Kurzia pauciflora* et *Biantheridion undulifolium*) de celle-ci dans les couches plus profondes. *Cladopodiella fluitans* atteint une profondeur maximum de 2 cm, *Kurzia pauciflora*, 10 cm et *Biantheridion undulifolium*, 25 cm. Ces derniers résultats sont conformes à ceux de Pocock et Duckett (1985) et Duckett et Clymo (1988) qui ont observé un réseau d'axes souterrains à des profondeurs de 20 à 30 cm chez *Kurzia pauciflora*, *Cladopodiella fluitans*, *Odontoschisma sphagni*. Ces résultats viennent en partie contredire l'idée que les hépatiques sphagnicoles se développeraient entre, voire même, sur les sphaignes.

## La lutte contre l'enfouissement

La croissance annuelle des sphaignes contraint des hépatiques à lutter continuellement contre l'enfouissement et batailler fortement pour la lumière. Francez (1992) décrit néanmoins une variation saisonnière de croissance chez *Sphagnum fallax* croissant d'avril à août tandis que *S. capillifolium* connaît une première phase de croissance d'avril à juin et une seconde de septembre à octobre. Un parallélisme peut être fait entre la croissance saisonnière de *Sphagnum capillifolium* et celle en zigzag des tiges de *Biantheridion undulifolium*, avec des parties verticales correspondant à la période de croissance active des sphaignes et des parties horizontales à l'arrêt de l'activité (données non publiées).

Les taux de croissance des sphaignes varient largement selon des facteurs écologiques et l'espèce (Clymo 1973; Clymo et Reddaway 1974) et ceci devrait avoir un effet significatif sur les stratégies des hépatiques. Les espèces de sphaignes occupant les gouilles ont une plus forte productivité que celles occupant les buttes (Clymo et Reddaway 1971; Rydin et McDonald 1985).

Ainsi, la capacité de *Kurzia pauciflora* et *Cladopodiella fluitans* de différencier de nombreux points de croissance pour se rétablir à la surface dans des habitats - où les sphaignes ont une forte croissance - semble être un trait avantageux comparé à la non ramification de *Biantheridion*.

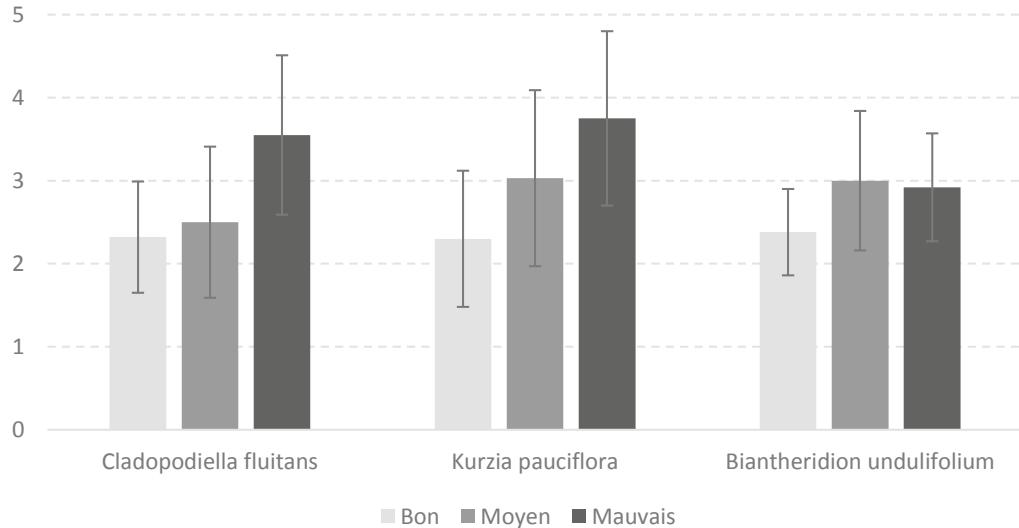
Ratio biomasse aérienne / biomasse souterraine	Poids sec de la biomasse aérienne (mg)	Poids sec de la biomasse superficielle (mg)	Poids sec de la biomasse souterraine superficielle (mg)	Poids sec de la biomasse souterraine profonde (mg)	Indice de ramification
<i>Cladopodiella fluitans</i>	0.60 ( $\pm 0.39$ )	13,6 ( $\pm 11,5$ )	26,5 ( $\pm 21,8$ )	-	0.88 ( $\pm 0.22$ )
<i>Kurzia pauciflora</i>	0.38 ( $\pm 0.18$ )	22,9 ( $\pm 18,9$ )	44,6 ( $\pm 45,6$ )	10,5 ( $\pm 16,5$ )	0,8 ( $\pm 2,5$ )
<i>Biantheridion undulifolium</i>	1.11 ( $\pm 0.83$ )	50,7 ( $\pm 40,4$ )	42,2 ( $\pm 50,7$ )	2,1 ( $\pm 4,2$ )	2,3 ( $\pm 7,3$ )

Tableau 3 : moyenne (et erreur standard) du ratio biomasse aérienne / biomasse souterraine, poids sec de la biomasse aérienne, de la biomasse souterraine superficielle, de la biomasse souterraine profonde et de l'indice de ramification.

## Une réponse positive à la perturbation

Le recouvrement global des hépatiques tend à être plus élevé lorsque qu'elles poussent sur des sphaignes de vigueur faible à moyenne. Parmi les 3 espèces, *Kurzia pauciflora* atteint le plus haut recouvrement sur les sphaignes moribondes (figure 6). Ceci suggère que ces hépatiques répondent positivement à la perturbation, du moins la partie aérienne de celle-ci. L'origine de ces tiges aériennes n'est pas claire. *Kurzia pauciflora* et *Cladopodiella fluitans* qui présentent toute deux des axes spécialisés souterrains se régénèrent bien jusqu'à 12 cm de profondeur (Duckett et Clymo 1988). On peut donc supposer que ces espèces profitent des dégâts causés aux sphaignes en créant de nombreuses nouvelles pousses aériennes. Actuellement les ramifications adventives sont inconnues chez ces 3 espèces mais la perturbation pourrait endommager l'apex des tiges et entraîner le remplacement du point de croissance initial, contribuant ainsi au développement latéral. Etant donné que les relations de compétitions sont prédominantes entre les plantes de tourbières, nos résultats renforcent le modèle précédemment proposé (Hugonnot *et al.*, 2003) où la perturbation entraîne la suppression de la compétitivité des sphaignes favorisant ainsi fortement la croissance des hépatiques.

Figure 6 : recouvrement spécifique de chaque hépatique en fonction de l'état sanitaire des sphaignes. ►



### Les caractéristiques communes de ces hépatiques sphagnicoles

L'ensemble des éléments que nous venons de mettre en évidence permet d'établir la stratégie de vie de chacune de ces hépatiques. Toutefois, comme Økland (1990) l'avait déjà évoqué, ces espèces partagent un ensemble de caractéristiques communes, au-delà de leurs différentes stratégies. Ces traits communs permettent également de préciser ce qu'est une hépatique sphagnicole :

- un lien fort avec les sphaignes vivantes,
- une affinité spécifique pour un niveau topographique et des espèces de Sphaignes associées,
- la présence d'un réseau d'axes souterrains bien développé,
- le développement d'une biomasse souterraine significative,
- la réponse positive aux perturbations
- une association champignon-rhizoïdes démontrée par Duckett et Renzaglia (1988) non abordée dans notre travail.

## Gestion et conservation

La disparition de la moitié de la superficie des tourbières françaises au cours du 20<sup>ème</sup> siècle (Francez et al. 1992) fait peser une lourde menace sur les espèces inféodées à ces milieux. Bien qu'encore présentes dans les principaux grands systèmes turfiques du Massif central, la situation de toutes ces hépatiques sphagnicoles reste précaire.

Une approche globale de la gestion de ces différents sites, en vue de conserver ce patrimoine bryophytique exceptionnel, pourrait être envisagée comme le suggèrent Cubizolle et Sacca (2004). Dans cette approche, la disparition d'une espèce d'hépatique suite à une gestion spécifique dans un site pourrait être compensée à moyen terme par la colonisation de nouveaux sites par cette même espèce. La diversité des habitats d'accueil et des types de gestion pourrait alors permettre le maintien de cette diversité hépatologique à l'échelle du Massif central. Toutefois cette approche ne peut être envisagée ici, car l'examen de la plupart de ces populations montre une quasi absence de reproduction sexuée et l'absence également de structures végétatives de dispersion. Ces espèces se montrent donc inca-

pables de se disperser et donc de coloniser de nouveaux sites. De plus, le haut degré d'exigence écologique de ces espèces, mis en évidence dans ce travail, montre la difficulté d'offrir de nouveaux micro-habitats propices à une nouvelle colonisation. La gestion de ces populations ne peut donc qu'être envisagée qu'à l'échelle du site si l'on veut assurer le maintien de ces hépatiques sphagnicoles à moyen et long terme.

Cette gestion « au cas par cas » nécessite de prendre en compte le fonctionnement hydrologique et l'état de conservation et le degré éventuel de dégradation de chaque système tourbeux. La gestion de la perturbation étant essentielle pour ces espèces, plusieurs cas peuvent être envisagés.

Dans les sites bien conservés notamment du point de vue hydrologique, les perturbations d'origine naturelles sont des facteurs structurants complexes à une petite échelle. Les tempêtes violentes, la lourde couverture de neige et la glace peuvent jouer un rôle important dans le compactage localisé et dans l'érosion du substrat ou de la couche de Sphaigne, favorisant ainsi le développement de ces hépatiques. Ces perturbations

naturelles peuvent être suffisantes pour maintenir une forte diversité d'hépatiques dans des systèmes de marais fonctionnels.

Mais dans la plupart des sites tourbeux du Massif central, l'état fonctionnel de ces systèmes a été dégradé par le drainage et d'autres perturbations hydrologiques. Dans de tels sites, les dégradations de l'hydro-système engendrent fréquemment, le compactage de la tourbe, la minéralisation et l'assèchement des horizons superficiels (Rochemont et Lode 2006). Il est alors préférable d'avoir recours à un pâturage modéré afin de rompre l'homogénéisation topographique et structurelle des horizons de surface permettant ainsi la régénération de micro-habitats favorables aux hépatiques sphagnicoles.

De nombreuses tourbières du Massif central sont par ailleurs sujettes au boisement naturel. En Amérique du Nord, Schuster (1957) a montré que les communautés d'hépatiques sphagnicoles disparaissent partiellement ou totalement avec le développement des ligneux. Cette réduction des populations d'hépatiques est un processus lent lié aux changements d'accès à la lumière, au dépôt de litière abondant et aux modifications de la croissance des Sphagnes. De plus, la coloni-

sation des tourbières par les arbres est souvent considérée comme défavorable à la biodiversité de ces systèmes, c'est pourquoi l'éradication des ligneux est souvent préconisée en terme de gestion (Hindryckx *et al.* 1989; Barnaud et Fustec, 2007). Toutefois, dans le contexte morpho-climatique du Massif central, Cubizolle et Saccia (2004) démontrent que la présence de l'arbre n'est pas forcément incompatible avec la poursuite de l'accumulation de tourbe. Dans certains cas, le stade boisé n'est seulement qu'une des phases naturelles de la vie d'une tourbière. De plus, Renaux (2015) démontre que certaines tourbières boisées du Massif central présentent des couvertures ligneuses très faibles avec des apports de litière réduits et des conditions de luminosité au sol peu modifiées. Ainsi, à titre d'exemple, la colonisation rapide du Marais de Limagnes (Haute-Loire) par les ligneux ces trente dernières années n'a semble-t-il pas eu encore de conséquences importantes sur les populations de *Kurzia pauciflora* de ce site. Il convient donc encore une fois d'examiner au cas par cas les sites où cette problématique peut se poser. Des études de terrain ultérieures devront être menées afin de suivre l'évolution des populations d'hépatiques sphagnicoles dans de tels systèmes.

## Bibliographie

- Albinsson C. 1997. Niche relations and association analysis of southern Swedish mires hepatic. *J. Bryol.*, 19: 409-424.
- Atherton, I., Bosanquet, S., et Lawley, M. 2010. *Mosses and Liverworts of Britain and Ireland: a field guide*. British Bryological Society, 848 p.
- Barnaud, G. et Fustec, É. 2007. *Conserver les zones humides : pourquoi ? comment ?* Edugräfri éditions, Dijon / Quae éditions, Versailles, 296 p.
- Clymo, R.S. et Reddaway, E.J.F. 1971. Productivity of Sphagnum (bog moss) and peat accumulation. *Hydrobiologia*, 12: 181-192.
- Clymo, R.S. et Reddaway, E.J.F. 1974. Growth Rate of Sphagnum rubellum Wils. on Pennine Blanket Bog. *Journal of Ecology*, 62: 191-196.
- Clymo, R.S. 1973. The Growth of Sphagnum: Some Effects of Environment. *Journal of Ecology*, 61: 849-869.
- Cubizolle H., Saccia C., 2004. Quel mode de gestion conservatoire pour les tourbières ? L'approche interventionniste en question, *Géocarrefour, revue de géographie de Lyon*, 79(4) : 285-302
- Duckett, J.G. et Renzaglia K.S. 1988. Ultrastructure and development of plastids in the bryophytes. *Advances in bryology*, 3: 33-93.
- Duckett, J.G., Clymo, R.S. 1988. Regeneration of bog liverworts. *New Phytologist*, 110: 119-127.
- European Committee for Conservation of Bryophytes (ECCB), 1995. *Red Data Book of European Bryophytes*. ECCB, Trondheim, 291 p.
- Francez A.J., Bignon J.J., Mollet A.M., 1992, *The peatlands in France : localization, characteristics, use and conservation*, Suo, Mires and peat, 43, p. 11-24.
- Hill M.O., Preston C.D. et Smith A.J.E., 1991 - *Atlas of the Bryophytes of Britain and Ireland. Volume 1 Liverworts (Hepaticae and Anthocerotae)*. Harley Books, Colchester, 352 p.
- Hindryckx, M.-N., Damblon, F. et Schumacker, R. 1989. Nécessité des études paléoécologiques pour une gestion raisonnée des tourbières hautes. L'exemple des Hautes-Fagnes. In : *Gérer la Nature*, tome 2, ateliers. Région Wallonne, Conservation de la Nature, pp. 443-458.
- Hugonnot V. et Celle J. 2014. *Première liste rouge des mousses, hépatiques et anthocérotées d'Auvergne*. Conservatoire botanique national du Massif central / Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement Auvergne, 48 p.

- Hugonnot V., Bardat J. et Boudier P., 2003. Ecologie et répartition de *Jamesoniella undulifolia* (Nees) Müll. Frib. en France métropolitaine. *Cryptogamie, Bryologie*, 24 (4) : 341-366.
- Meinunger L. et Schröder W., 2007. *Verbreitungsatlas der Moose Deutschlands. Herausgegeben von O. Dürhammer für die Regensburgerische Botanische Gesellschaft von 1790 e. V.*, Regensburg, 636p.
- Nebel, M., Philippi, G., 2005. *Die Moose Baden-Württembergs. Band 3 : Spezieller Teil (Bryophyta : Sphagnopsida, Machantiophyta, Anthocerotophyta)*, 487 p.
- Økland R.H., 1990. A phytoecological study of the mire Northern Kisselbergmosen, SE Norway. III. Diversity and habitat relationships. *Nord. J. Bot.*, 10: 191-220.
- Paton J.A., 1999. *The liverwort flora of the British Isles*. Colchester, Harley Books, 626 p.
- Pocock, K. et Duckett, J. G., 1985. On the occurrences of branched and swollen rhizoids in British hepatics: their relationships with the substratum and associations with fungi. *New Phytologist*, 99 : 281-304.
- Reinoso J. et Rodríguez Oubiña J., 1988. *Mylia anomala* (Hook.) Gray. y *Kurzia pauciflora* (Dicks.) Grolle en España. *Orsis*, 3:15-19.
- Renaux, B. 2015. Les tourbières boisées du Massif central. In : *Actes des secondes rencontres végétales du Massif*. Conservatoire botanique national du Massif central, 27-51.
- Rochefort L. et Lode E. 2006. 17. Restoration of degraded Boreal peatlands. In Wieder R. K. et Vitt. D. H. (eds), *Ecological Studies*, vol. 188. Peatlands Ecosystems, 381-422.
- Rydin, H. et McDonald, A.J.S. 1985. Photosynthesis in Sphagnum at different water contents. *Journal of Bryology*, 13: 579-584.
- Schuster, R.M. et K. Damsholt 1974. *The Hepaticae of the West Greenland from ca. 66°N to 72°N. Meddelesler om Gronland*, 199(1).- København, Reitzels Forlag.
- Schuster, R.M. 1957. Boreal Hepaticae, a manual of the liverworts of Minnesota and adjacent regions. II (Ecology). *The American Midland Naturalist*, 57: 257-332.
- Tan B., Geissler P., Hallingback T. et Soderstrom L. 2000. *The 2000 IUCN World Red List of Bryophytes*. <http://www.dbs.nus.edu.sg/lab/crypto-lab/WorldBryo.htm>.



# Menaces sur l'or bleu – étude de la diversité génétique des lavandes fines sauvages et cultivées

Threats to the blue gold of Provence – a study of genetic diversity in wild and cultivated lavenders.

par Cyrille CONORD ①, Yolande DESPINASSE ①, Sandrine MOJA ①, Delphine RIOUX ②, Irène TILL-BOTTRAUD ②, Frédéric JULLIEN ①, Florence NICOLÈ ①a.

① Laboratoire de Biotechnologies Végétales appliquées aux Plantes Aromatiques et Médicinales (LBVpam, EA 3061), Université Jean Monnet, Faculté des Sciences et Techniques 23 rue du Dr Paul Michelon, 42023 Saint-Étienne Cedex 2.

② Laboratoire d'Ecologie Alpine (LECA, UMR 5553), BP 53, 2233 rue de la Piscine 38041 Grenoble Cedex 9.

a : corresponding author

Cyrille Conord  
Adresse actuelle / Present address :  
Ecole Nationale Supérieure des Mines,  
158 cours Fauriel,  
42023 Saint-Étienne.

✉ conord@emse.fr  
① 04 77 42 66 35

Yolande Despinasse  
✉ yolande.despinasse@univ-st-etienne.fr  
① 04 77 48 50 41

Sandrine Moja  
✉ sandrine.moja@univ-st-etienne.fr  
① 04 77 48 15 25

Delphine Rioux  
✉ delphine.rioux@ujf-grenoble.fr  
① 04 76 63 54 78

Irène Till-Botraud  
✉ irene.till@ujf-grenoble.fr  
① 04 76 51 45 24

Frédéric Jullien  
✉ jullien@univ-st-etienne.fr  
① 04 77 48 15 23

Florence Nicolè  
✉ florence.nicole@univ-st-etienne.fr  
① 04 77 48 50 41



## Résumé

Depuis une dizaine d'années, la lavande fine française (*Lavandula angustifolia* Mill.) subit un déclin sévère. Dans ce contexte alarmant, le laboratoire BVpam de Saint-Étienne a réalisé une étude sur la diversité génétique des lavandes sauvages et cultivées. Globalement, les ressources génétiques naturelles sont faibles en comparaison à d'autres espèces de lavandes méditerranéennes. De plus, la domestication a contribué à réduire significativement la diversité génétique. Dans le contexte actuel de changement climatique, préserver la lavande implique de maintenir sa diversité génétique.

Mots-clés : ressources génétiques, AFLP, lavande fine, domestication,

## Abstract

For a decade, French true lavender (*Lavandula angustifolia* Miller) has been experiencing a severe decline. In this alarming context, the BVpam laboratory in Saint-Étienne conducted a study of the genetic diversity of wild and cultivated common lavenders. Overall, the natural genetic resources are low in comparison to other species of Mediterranean lavenders. Furthermore, domestication has contributed to significantly reduce the genetic diversity. In the current context of climate change, protecting lavender implies maintaining its genetic diversity and adaptive potential..

Keywords : genetic resources, AFLP, common lavender, domestication

## Introduction

Depuis une dizaine d'années, la lavande fine française (*Lavandula angustifolia* Mill.) subit un déclin sévère dû aux effets conjoints de la maladie du dépérissement et des épisodes de sécheresse répétés.

Le phytoplasme de Stolbur (*Candidatus Phytoplasma solani*), responsable du dépérissement de la lavande, est transmis par des insectes piqueurs suceurs, les cicadelles, qui se nourrissent de sève élaborée. Les bactéries se multiplient dans les tubes criblés qui transportent la sève élaborée et bloquent le transport de la sève. Les plants atteints sont chétifs, jaunissants et présentent un dessèchement sectoriel qui peut parfois être total et brutal. L'intensité du dépérissement des plants est très variable d'une année à l'autre et est fortement liée aux conditions climatiques. Des épisodes de sécheresses et de canicules engendrent une forte augmentation de l'incidence du dépérissement. Sur des parcelles de lavandes fines suivies par l'ITEIPMAI et le CRIEPPAM, la sécheresse de 2003 et la canicule de 2004 ont fortement accrut la mortalité des plants en 2004 (YVIN, 2010). L'automne particulièrement sec de 2007 a décimé près de 5000 hectares de lavandin, hybride de la lavande à haut rendement en huile essentielle (PILLIER, 2012).

Ainsi, depuis 2005, les surfaces cultivées de lavandes se sont amenuisées de 40% et le tonnage d'huile essentielle de lavande a chuté de 85 à 29 t. En 2011, la France a perdu sa place de premier producteur mondial au bénéfice de la Bulgarie.

Au niveau des populations sauvages, il est plus difficile d'évaluer avec fiabilité l'ampleur du déclin. D'après une étude menée sur les paysages de la lavande, le recul du pastoralisme a conduit à une régression importante des lavanderaies naturelles (RICORDAY *et al.*, 2008). La lavande sauvage est présente de manière disséminée et discrète mais les « collines bleues » évoquées par les anciens n'existent plus ou presque.

À ce jour, aucun état des lieux n'a été mené pour évaluer les ressources génétiques de la lavande fine. Le réservoir de variabilité naturelle est inconnu. L'impact de la culture intensive et spéculative (sélection variétale, mécanisation, monocultures intensives) sur la diversité n'a pas été évalué. Dépérissage et réchauffement climatique conduisent à une réduction importante des effectifs qui pourrait engendrer une perte de diversité génétique, avec des conséquences graves sur le devenir de l'espèce. Des études ont mis en évidence qu'un faible niveau de diversité génétique conduit à l'extinction des populations sur des échelles de temps courtes (SACCHERI *et al.* 1998) et réduit significativement la résistance aux maladies (ZHU *et al.*, 2000). Les ressources génétiques de la lavande fine sont-elles suffisantes pour lutter contre les maladies, s'adapter aux changements climatiques et assurer la persistance de l'espèce ?

Dans ce contexte alarmant, le laboratoire de Biotechnologies Végétales appliquées aux plantes aromatiques et médicinales (LBVpam) de Saint-Étienne a réalisé une étude de la diversité génétique des lavandes fines sauvages et cultivées. L'échantillonnage a englobé 36 populations de lavandes, réparties sur la totalité de l'aire de répartition de *L. angustifolia* (France, Italie, Espagne). À travers cette étude, nous avons cherché à (i) établir un état des lieux inexistant à ce jour sur la structuration de la diversité génétique des plantes sauvages et cultivées de lavande fine ; (ii) Évaluer l'impact de la sélection variétale sur la diversité génétique.

## Matériel et Méthodes

### La Lavande fine

La lavande fine (*Lavandula angustifolia* Mill.) est une plante aromatique et médicinale de la famille des *Lamiaceae* qui pousse naturellement en Provence au dessus de 700 à 800 mètres sur sol calcaire et ensoleillé (UPSON et ANDREWS, 2004). Son aire de répartition naturelle s'étend des Pyrénées aux Alpes. Son parfum et ses propriétés thérapeutiques sont liés à la présence de nombreux composés organiques volatils, majoritairement des monoterpènes et sesquiterpènes (GUITTON et al., 2010). Autrefois, les plantes étaient directement cueillies dans les baïssières, nom provençal des populations sauvages. Vers la fin du xix<sup>e</sup> siècle, pour répondre à la demande des parfumeurs de Grasse, les plantes les plus vigoureuses et florifères sont mises en culture en Provence sous la forme de champs de « lavande de population ». Dans la première moitié du xx<sup>e</sup> siècle, la culture de la lavande s'étend aux versants du sud-ouest du Massif central (Lot et Tarn-et-Garonne). À partir des années 1950, la culture s'intensifie et se mécanise. Des clones ou cultivars, propagés par bouturage, sont sélectionnés et mis en culture (« Maillette » et « Matheronne » constituent les deux clones de lavandes les plus cultivés). À cette même période, la culture du lavandin, un hybride spontané stérile de la lavande fine et de la lavande aspic se généralise. Les plants de lavandin sont plus volumineux et leur rendement en huile essentielle est 3 à 10 fois supérieur. La culture devient spéculative et les surfaces cultivées en lavandin supplacent progressivement les champs de lavandes. En 2012, 93 400 kg d'huile essentielle de lavandin ont été vendus contre 30 800 pour la la-

vande (soit 3 fois moins). Tandis que l'huile essentielle de lavande fine est destinée à la parfumerie de luxe, cosmétique et thérapeutique, l'huile essentielle de lavandin est destinée principalement à la parfumerie fonctionnelle (savons, lessives).

De nombreux cultivars de lavande fine ont été développés par la suite pour s'adapter à différentes conditions de culture (77-13, C15-50, B7) ou à la production de bouquets («lavande bleue»). Plus récemment, un cultivar («Diva») et des populations («Rapido», «Carla», «Sara») ont été sélectionnés pour leur tolérance au dépérissage.

La lavande est une production emblématique du Sud-Est de la France. À ce jour, Alpes de Haute Provence, Hautes-Alpes, Drôme provençale, et Vaucluse concentrent 94% de la production d'huile essentielle de lavande (environ 3500 hectares et 42 % du marché mondial en huile essentielle). D'autres pays produisent également de l'huile essentielle de lavande : la Bulgarie, la Chine, l'Ukraine et la Moldavie (FRANCEAGRIMER, 2011). La tendance actuelle de la production française et mondiale d'huile essentielle de lavande est à la baisse : - 60 % en 5 ans pour la France et - 67 % pour la production mondiale. Le dépérissage des cultures et les problèmes climatiques (sécheresse, gel) sont les raisons principales de la chute de production française de la lavande (FRANCEAGRIMER, 2011).

### Échantillonnage

Un échantillonnage exhaustif, garant de la diversité des individus, de la validité et de la représentativité de l'étude, a été mené dans les populations sauvages et des champs de populations cultivées. Trente six populations sauvages et issues de champs cultivés distribués sur l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce ont été récoltés durant l'été 2008. L'échantillonnage consiste à prélever 4cm<sup>2</sup> de feuilles placés dans un dessicant puissant pour 20 plantes prises au hasard sur chaque site.

Parmi ces 36 sites, 18 populations sauvages réparties de façon homogène sur l'aire de distribution naturelle de l'espèce (France, Espagne, Italie) ont été échantillonnées dans la collection du CNP-MAI à Milly-la-Forêt (Tableau I). Dix-huit champs de différentes variétés ont été échantillonnés en partenariat avec le CRIEPPAM et l'ITEIPMAI sur l'ensemble de l'aire de production française. Cet échantillonnage comprend les lavandes de population, les cultivars les plus produits ainsi que les variétés récentes issues de la sélection pour la tolérance au dépérissage (Tableau I).

## Génotypage

La méthode analytique développée pour caractériser la diversité génétique des individus est la méthode des AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism ; VOS *et al*, 1995). C'est une technique de génotypage par empreinte génétique qui permet d'obtenir de nombreux marqueurs moléculaires sur ADN nucléaire de jeunes feuilles sans connaissance *a priori* du génome. Cette technique, hautement répétable et facile à mettre en œuvre, en particulier chez des espèces non modèles, est couramment utilisée sur des problématiques variées (MULLER et WOLFENBARGER, 1999). Le protocole utilisé est décrit en détail dans NICOLE *et al*, 2007 et GAUDEUL *et al*, 2000.

Un jeu de 3 paires d'amorces indépendantes a été sélectionné sur des critères de lisibilité, de répartition homogène des fragments d'ADN et de répétabilité. Nous avons utilisé une méthode de

codage très restrictive permettant d'obtenir 206 marqueurs polymorphes hautement répétables [taux de répétabilité de 100%; GeneMapper (Applied Biosystems), Peak scanner version 1.0 (Applied Biosystems)]. Les échantillons mal résolus ont été éliminés et le génotypage a été obtenu sur 600 individus au total.

L'analyse des génotypes AFLP a été effectuée avec Genalex (PEAKALL ET SMOUSE, 2006) pour l'analyse de décomposition de la variance génétique (AMOVA). Le pourcentage de loci polymorphes, les indices de diversité couramment utilisés en génétique des populations (indice de Nei et hétérozygotie à l'équilibre panmictique Hs), les analyses en coordonnées principales sur les génotypes et les tests statistiques ont été réalisés avec R version 2.15 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011).

## Résultats

L'échantillonnage a englobé 600 individus répartis sur la totalité de l'aire de répartition de la lavande fine *L. angustifolia* Mill. (France, Italie, Espagne), analysés par les méthodes d'empreintes génétiques AFLP. Le pourcentage de loci polymorphes varie de 8,8 à 45,6 entre les populations (tableau I).

Toutes plantes confondues (sauvages et cultivées), la variabilité génétique est répartie en 37% entre pays (France, Italie, Espagne), 19% entre populations (variabilité inter-populations) et 44% entre les individus dans une population (variabilité intra-population). Cette variabilité entre pays permet de très bien différencier les populations de Calabre (Italie) et les trois populations espagnoles par rapport aux autres populations, sauvages ou cultivées, toutes françaises (Figure 1a).

Variétés /population	Type	Nombre de sites et Localités	n	% de loci polymorphes	Diversité génétique de Nei	Hétérozygotie panmictique Hs
Champs de population	Champs cultivés: lavande de populations	3 sites: Baronnies, Lesches en Diois, Sault	58	40,1	0,12	0,098
Lavande bleue	Champs cultivés: cultivar sélectionné pour le bouquet	1 site: Baronnies	20	32	0,1	0,074
Rapido & Carla	Champs cultivés: populations sélectionnées pour la tolérance au dépérissement	3 sites: Diois, Sault	52	41,4	0,13	0,108
Maillette	Champs cultivés: cultivar ancien	3 sites: Valréas, Ferrassières, Valensole	44	20,1	0,07	0,045
Matheronne	Champs cultivés: cultivar ancien	3 sites: Diois, Sault, Valensole	44	8,8	0,05	0,035
B7	Champs cultivés: cultivar récent	1 site: Romans	9	42,7	0,11	0,072
77-13	Champs cultivés: cultivar récent	1 site: Romans	6	39,8	0,15	0,091
C15-50	Champs cultivés: cultivar récent	1 site: Diois	4	34	0,1	0,05
Diva	Champs cultivés: cultivar récent sélectionné pour la tolérance au dépérissement	2 sites: Sault, Crieppam	27	36,4	0,13	0,097
Espagne	Populations sauvages	3 sites: Aragon 1 et 2, Catalogne	54	32,03	0,1	0,074
France Lot	Populations sauvages	1 site	15	41,3	0,12	0,098
France Aveyron	Populations sauvages	1 site	20	43,2	0,13	0,108
France Lozère	Populations sauvages	1 site	19	36,9	0,1	0,079
France Drôme	Populations sauvages	1 site	20	42,2	0,14	0,104
France Bouche du Rhône	Populations sauvages	1 site	14	37,9	0,14	0,108
France Alpes de Haute Provence	Populations sauvages	1 site	18	45,6	0,16	0,131
France Hautes-Alpes	Populations sauvages	5 sites	98	41,4	0,14	0,112
France Alpes maritimes	Populations sauvages	1 site	18	45,1	0,14	0,117
Italie Alpes	Populations sauvages	2 sites: Piémont, Ligurie	39	38,3	0,12	0,09
Italie Sud	Populations sauvages	1 site: Calabre	20	40,3	0,1	0,084
<b>TOTAL</b>			<b>600</b>	<b>37,0</b>	<b>0,118</b>	<b>0,089</b>

◀ Tableau 1

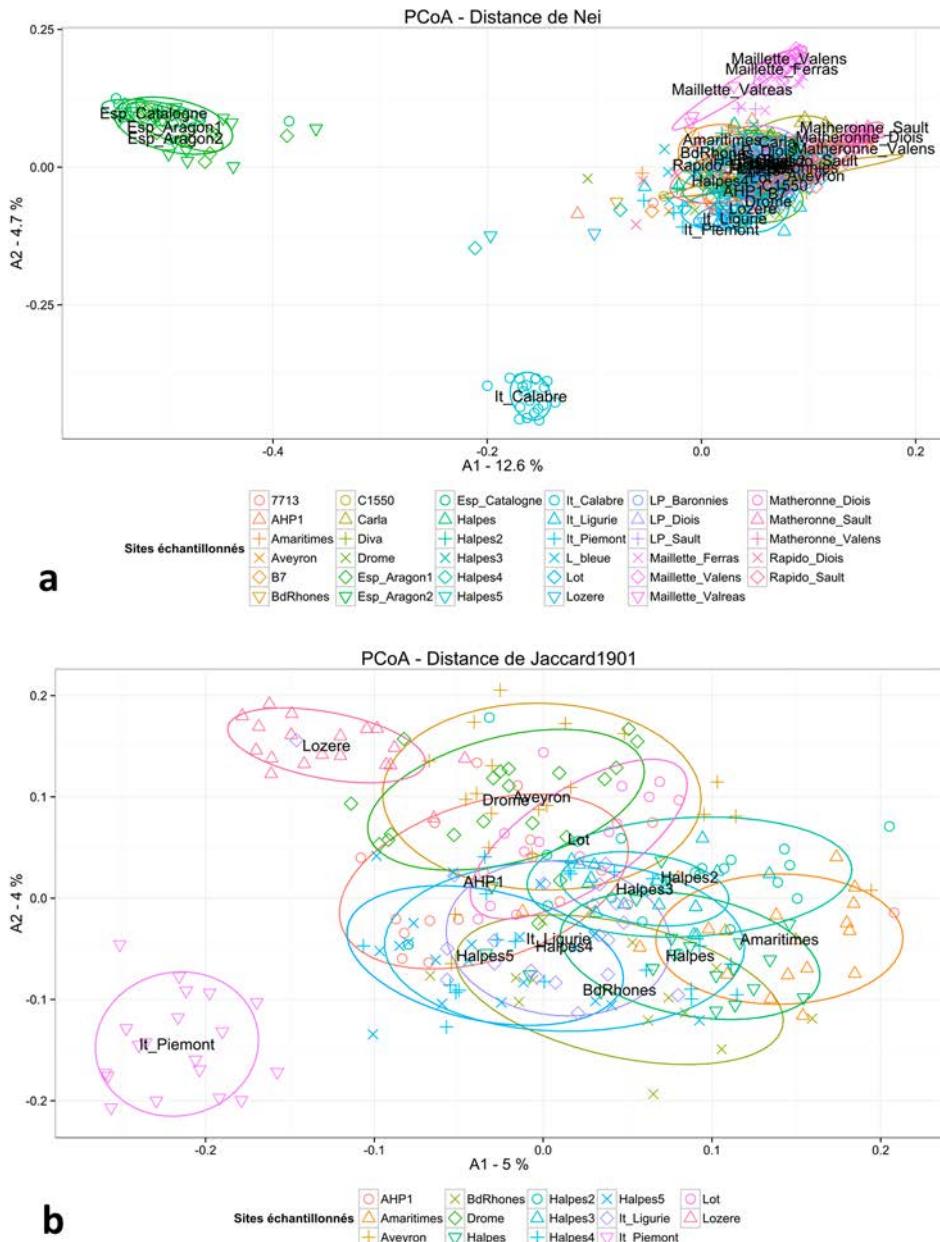
Répartition et diversité génétique des populations génotypées (n : nombre de plantes analysées).

Figure 1 ►

Structuration de la diversité génétique :

- a) des lavandes fines sauvages et cultivées ;
- b) des lavandes fines sauvages françaises et alpines.

Les graphiques correspondent à des biplots d'analyses en coordonnées principales ACoP basées sur les distances de Nei (Nei, 1979). Le pourcentage d'inertie expliquée est indiqué pour chaque axe. (LS= lavandes sauvages, It=Italie, Esp=Espagne, AHP=Alpes de Haute Provence, Halpes=Hautes-Alpes, LP=lavandes cultivées de population, Valens=Valensole, Ferras=Ferrassières).



La figure 1a est une analyse en coordonnées principales qui permet de représenter les similarités génétiques entre plantes dans un espace à deux dimensions. Chaque point correspond au génotype d'une plante et deux points proches sur le graphique sont proches génétiquement. Cette représentation illustre l'importante structuration géographique qui existe entre la population isolée de Calabre, les trois populations d'Espagne, et toutes les populations sauvages et cultivées de France et des Alpes. Ces quatre populations différenciées présentent de faibles hétérozygosités et plusieurs marqueurs privés exclusifs. Ceci tend à indiquer un isolement géographique assez ancien.

Les deux cultivars les plus anciens et les plus produits Maillette et Matheronne sont partiellement différenciés génétiquement sous l'effet de la sélection et montrent une variabilité génétique individuelle faible (44 plantes presque superposées sur l'ACoP car de génotypes très proches). Sauvages ou cultivées, les autres populations se différencient peu génétiquement car la plupart de la variabilité se situe entre les individus d'une même population. Ainsi, les lavandes de population, les cultivars récents et les populations sélectionnées sont proches génétiquement des populations sauvages.

Ces résultats confirment l'existence d'une sous-espèce pyrénéenne (*Lavandula angustifolia* subsp. *pyrenaica*) et interroge sur l'existence d'une sous-espèce italienne non nommée à ce jour.

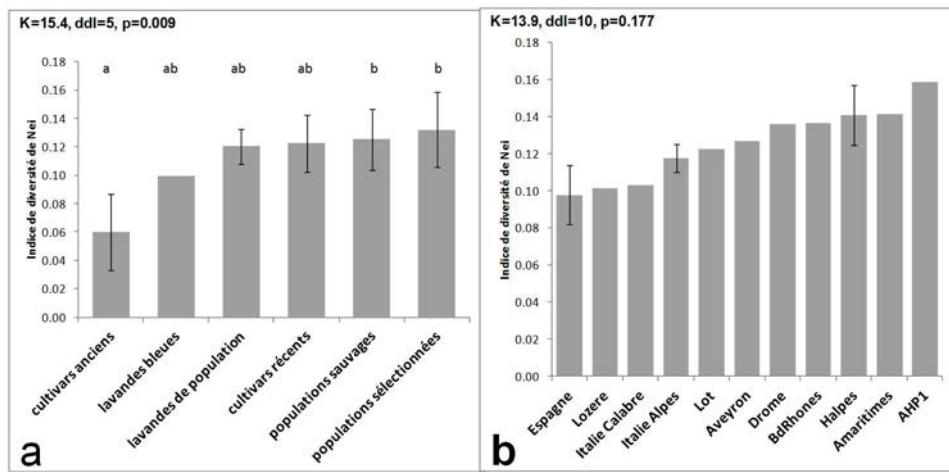
Si on se focalise sur la structuration de la diversité génétique des plantes sauvages françaises et alpines (figure 1b), on observe que la population alpine italienne du Piémont présente une signature génétique qui lui est propre contrairement à la population italienne, plus méridionale, de Ligurie. Cette différenciation résulte probablement d'une adaptation locale (altitude plus élevée, climat montagnard) et d'un flux de gènes réduit avec les autres populations. Dans les populations françaises sauvages, on distingue un gradient Est-Ouest (Lozère très différenciée, Drôme, Aveyron et Lot en haut à gauche et populations plus méridionales en bas à droite).

Le pourcentage de loci polymorphes des populations sauvages de lavande fine est en moyenne de  $37\% \pm 8.8\%$  (tableau I). La diversité génétique de Nei est de 0,118 en moyenne et varie de 0,05 à 0,160 (NEI, 1978, N=600). Comparativement à d'autres espèces de lavandes méditerranéennes pour le même indice de diversité Hs (l'hétérozygotie calculée sous l'hypothèse de panmixie), le compartiment sauvage de *Lavandula angustifolia* présente une diversité génétique faible (Hs moyen = 0,100 ; min-max=0,074-0,131). L'hétérozygotie moyenne de *Lavandula multifida* estimée sur 8 populations sauvages est de 0,161 (0,095-0,206; N=80, CHOGRANI *et al.*, 2008) et celle de la lavande aspic *Lavandula latifolia* est estimée à 0,165 sur 21 populations sauvages (0,141-0,199; N=315, HERRERA *et al.*, 2008).

Les populations sélectionnées pour la tolérance au dépérissement, les cultivars récents, les lavandes de populations et la lavande bleue montrent une diversité génétique similaire à celle des populations sauvages (Figure 2a, Tableau I). Comme attendu, les cultivars les plus anciens et les plus produits, Maillette et Matheronne, propagés par bouturage, ne présentent quasiment aucune variabilité génétique (Indice de Nei en moyenne 0,06, 14% de loci polymorphes, Hs=0,04).

Les dernières variétés obtenues, issues de la sélection pour la tolérance au dépérissement, Rapido et Carla, sont aussi variables génétiquement que les lavandes de population et les lavandes sauvages (respectivement, indice de Nei=0,132, 0,120 et 0,133).

Dans les populations sauvages (figure 2b), les populations les plus différenciées génétiquement présentent la diversité génétique la plus faible : Espagne, Lozère, Calabre (respectivement, indice de Nei=0,098, 0,101, 0,103). Les populations plus orientales du Lot et de l'Aveyron, ainsi que les populations italiennes des Alpes, présentent aussi une diversité génétique réduite. La diversité génétique maximale est observée au centre de l'aire de répartition et proche des zones de culture (Alpes de Haute Provence, Alpes maritimes, Hautes Alpes, Bouche du Rhône). Ainsi, ces résultats montrent que plus les populations sont en limite d'aire de répartition, plus leur diversité génétique est faible et leur différenciation importante.



◀ Figure 2

Diversité génétique moyenne de Nei ( $\pm$  écart-type) chez la lavande fine a) entre les différents types de lavandes fines (cf Tableau I); b) pour les différentes populations sauvages françaises et alpines. Les différences sont testées avec un test non-paramétrique de Kruskall et Wallis. La significativité entre types de lavandes a été testée avec un test a posteriori de Bonferroni et est indiquée par des lettres différentes au dessus des barres.

## Discussion

L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN) considère une espèce Vulnérable lorsque la taille de la population se situe en dessous de 1 000 individus (IUCN, 2000). En biologie de la conservation, Franklin a fixé le seuil à 500 individus pour éviter l'extinction à long terme (FRANKLIN, 1980). Sur la base de ces chiffres, une espèce cultivée comme la lavande fine ne peut pas être considérée comme potentiellement vulnérable ou en danger d'extinction. Cependant, ces seuils critiques basés uniquement sur un nombre d'individus ne tiennent pas compte des niveaux exceptionnellement bas de diversité génétique qui peuvent exister dans les populations domestiquées. Un faible niveau de diversité génétique implique un faible potentiel d'adaptation. Les monocultures, pourtant constituées de milliers d'individus identiques, sont extrêmement sensibles aux aléas environnementaux et aux maladies (ZHU *et al.*, 2000). Les clones de lavande bleue, très sensibles au dépérissement, ont quasiment disparu en quelques années.

Dans le contexte actuel d'un déclin sévère de la lavande fine française, nous avons établi le premier état des lieux sur la structuration de la diversité génétique des populations sauvages et cultivées. Le génotypage de 600 plantes de lavande fine prélevées dans 36 sites différents a montré une grande homogénéité génétique en France et dans les Alpes entre les populations sauvages et les champs cultivés. Seule une population relicuelle du sud de l'Italie et les populations espagnoles se différencient nettement génétiquement. L'analyse de la structuration de la diversité génétique permet donc de confirmer l'existence d'une sous-espèce pyrénéenne (*Lavandula angustifolia* subsp. *pyrenaica*) et soulève la question d'une sous-espèce italienne qui n'avait pas été identifiée à ce jour.

Nos résultats mettent en lumière un réservoir de diversité génétique faible chez les lavandes sauvages, en comparaison à d'autres lavandes méditerranéennes. Alors que l'hétérozygotie moyenne des lavandes fines sauvages est de 0,100 (0,074-0,131), la valeur moyenne pour *Lavandula multifida* est de 0,161 (0,095-0,206 ; CHOGRANI *et al.*, 2008) ; 0,165 pour la lavande aspic *Lavandula latifolia* (0,141-0,199 ; N=315, HERRERA *et al.*, 2008) ; et 0,549 pour *Lavandula luisieri*, (DELGADO *et al.*, 2009).

Le gradient Est-Ouest observé en France indique un isolement génétique par la distance. La différenciation des populations sauvages est d'autant plus importante qu'elles s'éloignent de la zone centrale de l'aire de répartition naturelle de l'espèce. Cette différenciation s'accompagne d'une réduction de la diversité génétique (consanguinité et dérive génétique dues à une absence de flux de gènes).

Les champs de population, les cultivars récents (B7, 7713, C1550) et les variétés sélectionnées pour leur tolérance au dépérissement (Rapido et Carla) ont une diversité génétique relativement similaire aux populations sauvages. Cependant, comme attendu, la propagation par bouturage de Maillette et Matheronne a conduit à une très faible diversité génétique chez ces cultivars.

Les processus de sélection variétale actuels semblent maintenir le niveau de diversité génétique. Globalement, c'est l'extension des monocultures de cultivars qui contribue à réduire significativement la diversité génétique globale des lavanderaies, source d'adaptation aux variations environnementales. Ce type de cultures devrait être proscrit dans le futur. Dans le contexte actuel de changement climatique, la préservation de la lavande fine française doit s'orienter vers le maintien de la diversité génétique des cultures.

Le laboratoire BVpam a mis au point la technique d'empreinte génétique AFLP sur la lavande fine *Lavandula angustifolia* Mill. Cette technique génère un grand nombre de marqueurs répartis à travers tout le génome de la plante, et offre une image représentative de la diversité génétique. Cette technique constitue un outil fiable et robuste pour analyser la structuration de la variabilité naturelle mais aussi garantir l'identification et la traçabilité génétique des plantes. Sur le plan de la recherche appliquée, les résultats pourront être utilisés pour assister la sélection variétale.

Cette technique simple à mettre en œuvre, robuste et répétable peut s'appliquer à de nombreuses problématiques de la biodiversité végétale.

## Bibliographie

- CHOGRANI H., CHOKRI M., BOUSSAID M. 2008. *Genetic diversity and population structure in Tunisian *Lavandula stoechas* L. and *Lavandula multifida* L. (Lamiaceae)*. Biochemical Systematics and Ecology 36 (5-6) : 349–359
- DELGADO F., RIBEIRO S., ALVES A., BETTENCOURT E., DIAS S. 2009. *Morphological, ecological and genetic variability of *Lavandula luisieri* (Rozeira) Rivas-Martinez in Central eastern Portugal*. Plant Genetic Resources 8(1): 82-90.
- FRANCEAGRIMER. 2011. Quelle politique de communication pour les produits lavande ? Les études de FranceAgriMer. 31p
- FRANKHAM R, BALLOU JD., BRISCOE DA. 2002. *Introduction to Conservation Genetics*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- GAUDEUL M., TABERLET P., TILL-BOTTRAUD I. 2000. *Genetic diversity in an endangered Alpine plant, *Eryngium alpinum* L. (Apiaceae), inferred from amplified fragment length polymorphism markers*. Molecular Ecology, 9, 1625-1637.
- GUITTON Y., F. NICOLÈ, S. MOJA, N. VALOT, S. LEGRAND, F. JULLIEN et L. LEGENDRE. 2010. *Differential accumulation of volatile terpene and terpene synthase mRNAs during lavender (*Lavandula angustifolia* and *L. x intermedia*) inflorescence development*. Physiologia Plantarum 138 (2), 150-163.
- HERRERA CM., BAZAGA P. 2008. *Adding a third dimension to the edge of a species' range: altitude and genetic structuring in mountainous landscapes*. Heredity 100(3):275-85.
- IUCN Species Survival Commission. 2000. *IUCN Red List Categories and Criteria, Version 3.1*. IUCN, Gland, Switzerland.
- MUELLER U., WOLFENBARGER L. 1999. *AFLP genotyping and fingerprinting*. Trends in Ecology and Evolution, 14, 389–394.
- NEI, M. 1978 *Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals*. Genetics 89,583–590.
- NICOLE F, TELLIER F, VIVAT A, TILL-BOTTRAUD I. 2007. *Conservation unit status inferred for plants by combining interspecific crosses and AFLP*. Conservation Genetics 8: 1273–1285.
- PEAKALL R, SMOUSE PE. 2006. *GENALEX6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research*. Molecular Ecology Notes, 6, 288–295.
- PILLIER M. *Percevoir les futures besoins des acteurs de la filière française des plantes à parfum, aromatiques et médicinales. Un éclairage sur l'activité de l'ITEIPMAI en 2025*. Mémoire de fin d'études. 52p
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2010. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- RICORDAY J., M. DUCAROIR , E.BALLAN. 2008. *Les paysages de Haute Provence : la révélation du « territoire lavande »*. Editeur Grande traversée des Alpes.
- SACCHERI, I., KUUSSAARI M., KANKARE M., VIKMAN P., FORTELIUS W. et HANSKI I. 1998. *Inbreeding and extinction in a butterfly metapopulation*. Nature 392, 491–494.
- UPSON T, ANDREWS S. 2004 *The genus Lavandula*. Kew: Royal Botanic Gardens, Kew xiv, 442p.
- VOS P., HOGERS R., BLEEKER M., REIJANS M., VAN DE LEE T., HORNES M., FRITERS A., POT J., PALEMAN J. AND KUIPER M. 1995. *AFLP: a new technique for DNA fingerprinting*. Nucleic acids research 23, 4407-4414.
- YVIN C. 2010. Synthèse des recherches conduites depuis 1994 sur les dépréisements des lavandes et lavandins. Rapport d'activité. 47p.
- ZHU, Y. et al. *Genetic diversity and disease control in rice*. 2000. Nature 406, 718–722.

# Évolution des boisements de la tourbière du Lac d'en Bas, Réserve naturelle nationale des Sagnes de La Godivelle (63) : origine, dynamique et enjeux de conservation

Woodland evolution on the « Lac d'en Bas » peat bog, Sagnes de La Godivelle National nature reserve (France, Auvergne): origin, dynamics and conservation issues)

par Vinciane LEDUC (1), Marion COUILLARD (1), Lionel PONT (1)

1 Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne  
Château de Montlosier  
63970 AYDAT  
04.73.65.64.00  
✉ contact@reservegodivelle-jaquette.fr



RNN Sagnes de La Godivelle ►

© Philippe TOURNEBISE

## Résumé

Le développement d'une saulaie sur l'une des tourbières de la Réserve naturelle des Sagnes de La Godivelle depuis les années 1960 est susceptible de remettre en cause certains enjeux de conservation. Une étude diachronique et de terrain a permis de mieux connaître la situation. Le boisement a progressé jusqu'aux années 2000, et se densifie actuellement. Quant aux jeunes individus, ils se concentrent sur des zones ouvertes prioritaires à l'échelle du site. La problématique est désormais de conserver ces zones tout en préservant l'habitat boisé.

Mots-clefs : boisement, saulaie, tourbière, Massif central, Réserve naturelle

## Abstract

The development of willows since the 1960s on one of the peat bogs in the National nature reserve "Sagnes de La Godivelle" is likely to cause a re-evaluation of certain conservation objectives. A diachronic study and a field study have enabled a better understanding of the situation. Afforestation increased until the 2000s and is currently getting denser. Young trees have been proliferating on the open areas which are a priority. The objective today is to protect these areas while preserving the woodland habitat.

Key-words: afforestation, willow, peat bog, Massif central, Natural Reserve

## Introduction

La Réserve naturelle nationale des Sagnes de La Godivelle protège un complexe tourbeux d'intérêt remarquable.

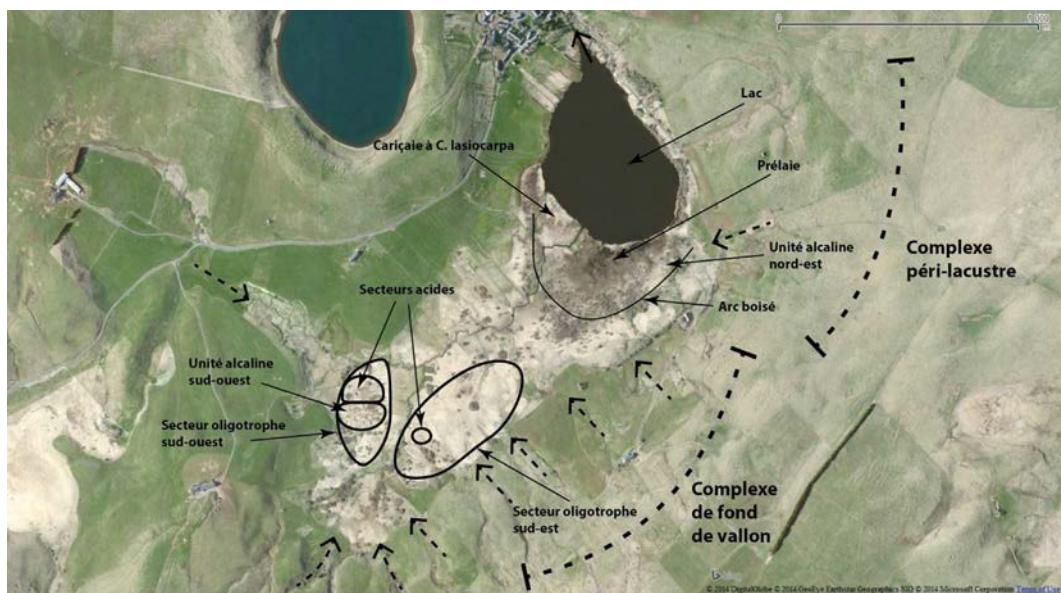
Depuis son classement en 1975, les études successives ont permis d'accroître les connaissances naturalistes. Au niveau botanique, ce sont près de 250 plantes supérieures qui sont connues, dont 17 d'intérêt patrimonial (*Andromeda polifolia*, *Carex limosa*, *Eriophorum gracile*, *Ligularia sibirica*, *Salix lapponum*,...). Plus de 100 espèces de bryophytes sont également recensées, dont 3 taxons très rares (*Hamatocaulis vernicosus*, *Meesia triquetra* et *Orthotrichum rogeri*).

Le diagnostic fonctionnel de la tourbière du Lac d'en Bas, initié en 2008 (GOUBET, 2008, 2010, 2011), a exploré 5 nouveaux axes d'étude : la cartographie des unités fonctionnelles, la description des flux hydriques et du régime piézométrique, ainsi que l'analyse de la topographie, de la pédologie et de la paléo-écologie. Il en ressort des résultats très intéressants par la mise en relief de deux entités fonctionnelles distinctes (l'une lacustre, l'autre de fond de vallée), de secteurs de

turfigénèse active sur un haut-marais relictuel, et de sous-unités au déterminisme particulier sur le tremblant, dont une zone alcaline au nord et un petit bas-marais alcalin au sud-est (alimenté par des remontées de sources) (Figure 1).

Le Lac d'en Bas, dont dépend l'unité lacustre, a été mis en assec dans les années 1960. Une saulaie-boulaie s'est installée sur la tourbière à partir de cette période.

Une question reste en suspens depuis plusieurs années et a fait l'objet d'âpres débats lors de la rédaction du dernier plan de gestion de la Réserve naturelle. La présence d'un boisement sur la tourbière du Lac d'en Bas est-elle un problème au regard des enjeux de conservation du site ? Cette problématique fait d'ailleurs écho au questionnement régulièrement soulevé par la communauté scientifique à l'échelle nationale et internationale (CUBIZOLLE et SACCA, 2004 ; GREGOIRE et al., 2009 ; MUNRO, 1984). Afin d'éviter une démarche dogmatique et un interventionnisme de principe, le gestionnaire de la Réserve a souhaité établir un état des lieux précis de la situation.



◀ Figure 1

Principales unités de la tourbière du Lac d'en Bas.

D'après GOUBET & POIRAUD, 2014

## Matériel et méthode

L'évolution des boisements depuis les années 1960 a été examinée en se basant sur l'analyse diachronique de photographies aériennes et la cartographie fine de terrain des ligneux actuels.

### Étude diachronique

Cet outil permet de comparer l'état de formations végétales entre deux dates (PEILLON, 2005). Pour ce faire, 9 photographies aériennes prises entre 1962 et 2009, à un pas de temps de 6 ans, ont été traitées. Elles sont issues de l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN). La qualité des clichés s'améliore avec le temps et les prises de vues sont en couleurs à partir de 1999. Le géoréférencement des photographies aériennes, effectué avec un système d'information géographique (SIG), est d'une grande précision (valeurs de Root Mean Square - RMS - inférieures à 1).

À partir des photographies aériennes, chaque zone de végétation paraissant homogène a été délimitée manuellement sur SIG. Deux catégories d'occupation du sol ont été retenues : milieu ouvert et milieu fermé.

L'analyse de l'évolution de la végétation repose sur une matrice de transition. La construction d'une matrice se fait en comparant les superficies des milieux ouverts et fermés entre deux années et permet d'extrapoler sur le devenir des formations végétales dans le temps (PEILLON, 2005). Après avoir calculé les surfaces pour chaque photographie, la vitesse de progression des boisements est évaluée selon la formule :

ha de milieux fermés mais ouverts  
sur le cliché précédent

---

nombre d'années entre 2 clichés

### Étude de la dynamique actuelle.

L'objectif est de caractériser la dynamique du front de colonisation situé entre l'arc boisé et le bord du tremblant. L'ensemble des arbres établis sur cette zone ont été étudiés. Le choix des 5 critères s'est basé sur les « Protocoles de suivi de la biodiversité terrestre » canadiens (ROBERTS-PICHETTE et GILLESPIE, 1999).

*Espèce.* La détermination à l'espèce permet de lier les modalités de colonisation aux spécificités écologiques. En cas d'hybridation, l'individu a été nommé selon son caractère dominant.

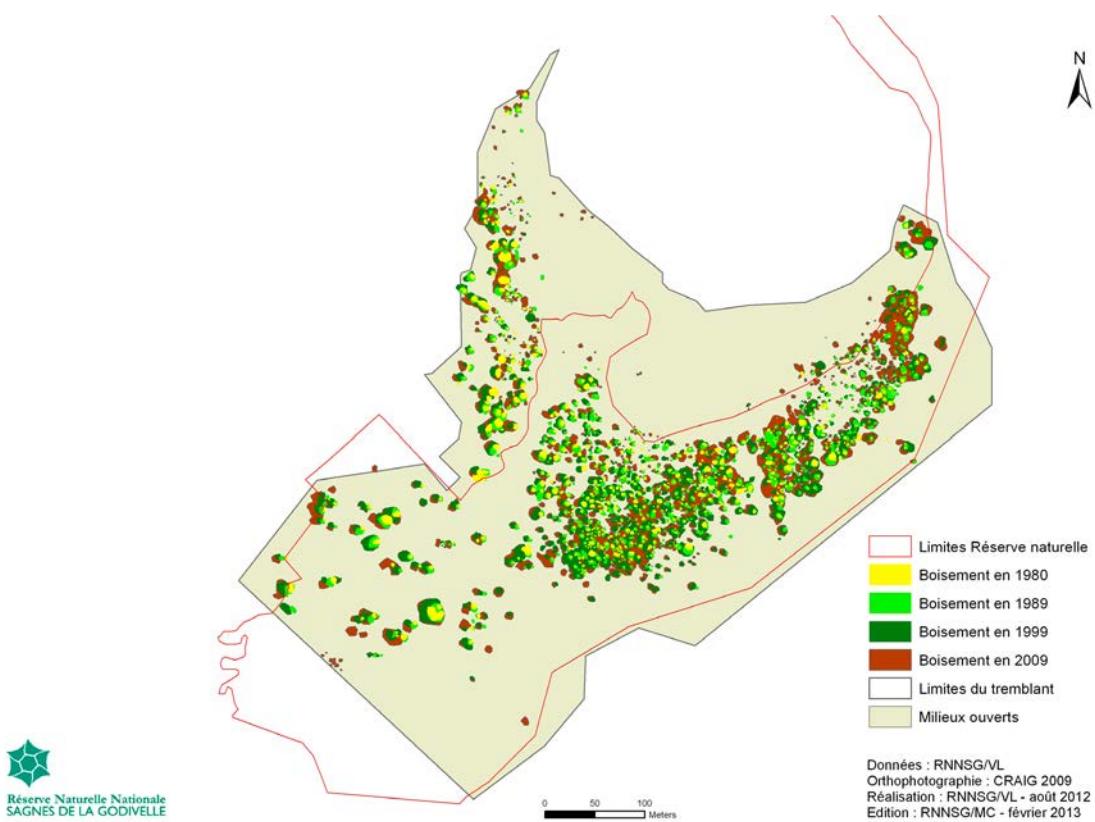
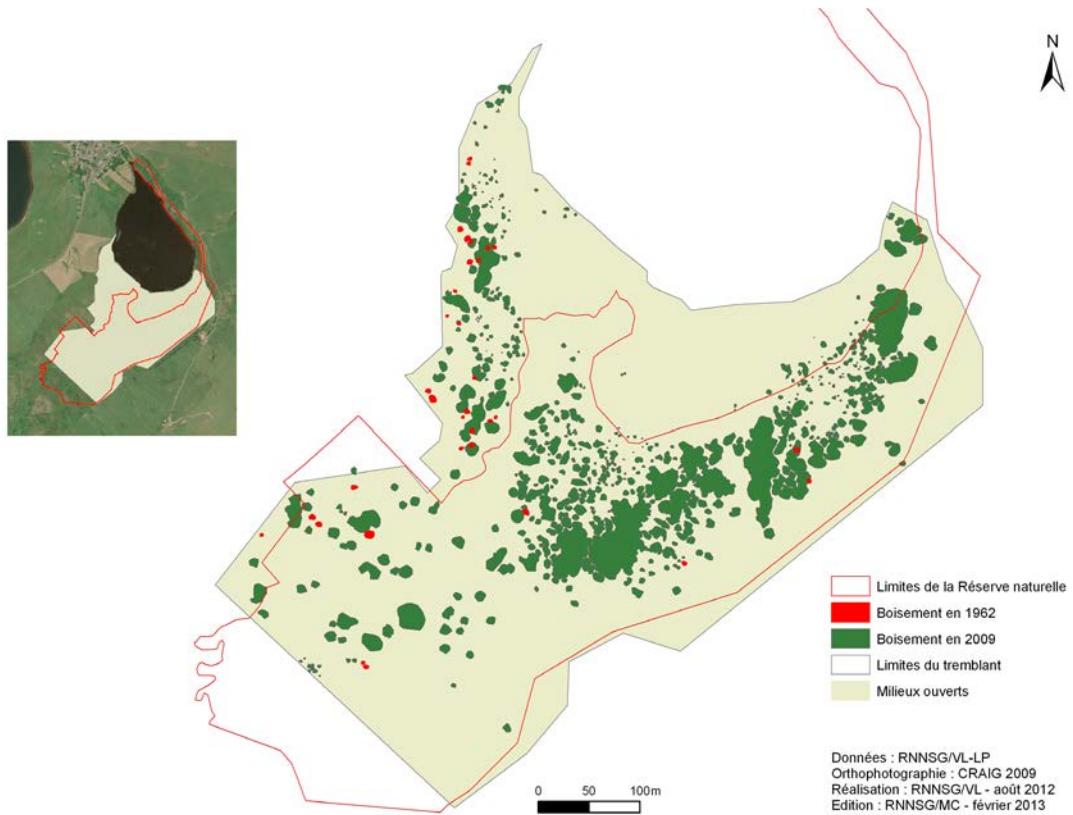
*État général.* L'état de la cime permet de détecter précocement l'évolution de l'état de santé des arbres (DALLMEIER, 1992). Ce critère est défini en 4 classes en fonction du pourcentage de branches vivantes (<10 %, 10-50 %, 50-80 %, 80-100 %).

*Hauteur.* Elle est utilisée comme indicateur de croissance et divisée en 4 classes (< 0,5 m, 0,5-2 m, 2-5 m, > 5 m) basées sur les catégories de RAUNKIAER (1934).

*Âge.* Les mesures dendrométriques permettant d'estimer l'âge des ligneux (ROBERTS-PICHETTE et GILLESPIE, 1999) ne sont pas envisageables à cause du faible diamètre des troncs. Les individus ont donc été considérés comme jeunes s'ils avaient une hauteur inférieure à 2 m.

*Forme.* La forme polycormique est formulée sous la forme « présence / absence ». L'analyse s'effectue sur plusieurs années afin de mettre en évidence des changements adaptatifs.

Tous les arbres étudiés ont été référencés spatialement à l'aide d'un GPS, afin de pouvoir localiser précisément les dynamiques en place.



## Résultats

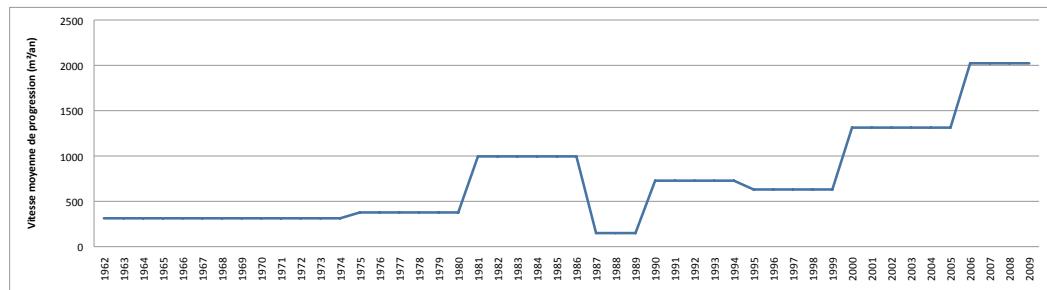
### Étude diachronique

En 1962, alors que le lac est encore en assec, quelques arbres sont déjà présents et occupent 0,05 ha. De 1962 à 2009, ils ont fortement progressé. La surface boisée atteint aujourd'hui 3,5 ha (Figure 2), soit une vitesse moyenne de 800 m<sup>2</sup>/an. Depuis 1999, la vitesse de colonisation s'est fortement accrue (630 m<sup>2</sup>/an sur la période 1995-1999 contre 2020 m<sup>2</sup>/an entre 2006 et aujourd'hui) (Graphique 1).

La colonisation des ligneux s'est effectuée par nucléation (bosquets successifs) en arc de cercle autour du lac. Cette forme est visible dès 1980 (Figure 3). En 1989, de nouveaux ligneux se distinguent sur l'ensemble du tremblant tandis que les premières zones boisées se sont étendues. Les boisements se densifient à partir de 1994, et forment d'importants bosquets surtout au sud de la zone d'étude. Ce phénomène se poursuit jusqu'en 2009, surtout au sud-est du tremblant. On note aussi l'installation de nouveaux arbres dans l'unité alcaline et dans l'unité Nord.

Graphique 1 ►

Vitesse moyenne de progression des boisements entre 1962 et 2009

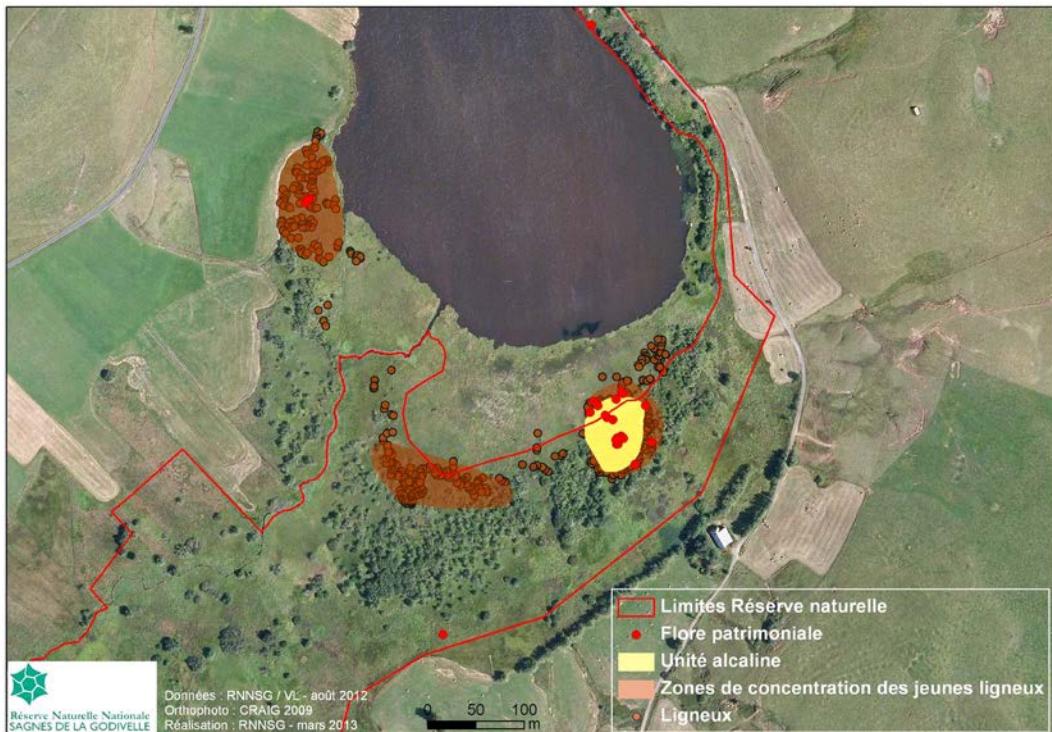


### Étude de la dynamique actuelle.

Les 588 arbres présents sur la zone d'étude se répartissent en 9 espèces : *Betula pendula*, *B. pubescens*, *Salix acuminata*, *S. aurita*, *S. bicolor*, *S. caprea*, *S. cinerea*, *S. lapponum*, *S. pentandra*.

La moitié des individus ont entre 80 % et 100 % de branches vivantes. La grande majorité des arbres observés (plus de 500) ont une hauteur comprise entre 0,5 m et 5 m. Près de 75 % des ligneux ont été observés dans les caricaies à *Carex lasiocarpa*, 15 % dans la mégaphorbaie et 10 % dans la calamagrostidaie. *A contrario*, il n'y a que très peu d'individus sur la partie centrale du tremblant et la colonisation ne s'étend jamais jusqu'aux rives du lac.

Les jeunes arbres sont concentrés sur les zones nord et sud-est du tremblant (Figure 4). Les plus petits (< 0,5 m) ne se retrouvent d'ailleurs qu'au sud-est et sont majoritairement des bouleaux (*Betula pendula*, *Betula pubescens*). On retrouve également de nombreux *Salix pentandra* dans la catégorie « 0,5 à 2 m », répartis tout le long de l'arc boisé. L'unité Nord est quant à elle principalement constituée de trois espèces de saules : *Salix cinerea*, *S. aurita*, *S. bicolor*.



◀ Figure 4

Flore patrimoniale et zones de colonisation active des ligneux sur la tourbière du Lac d'en Bas en 2012

## Discussion

### Évolutions passées

La vitesse de progression des arbres s'est accélérée depuis la fin des années 1990. Cette observation doit toutefois être pondérée par l'amélioration de la qualité des images qui a permis une plus grande précision de traitement. Cette même période est marquée à la fois par la densification des boisements existants et par la colonisation des

zones de bas-marais. Leur propagation vers les rives du lac semble toutefois bloquée par l'hydromorphie permanente du cœur du tremblant. Les graines de saules et de bouleaux ne sont en effet pas adaptées à germer lorsque le taux d'humidité est trop élevé (GAGE et COOPER, 2005).

### Évolutions actuelles

Les arbres sont globalement vigoureux. Ils sont essentiellement présents dans les caricaies à *Carex lasiocarpa* qui constituent *a priori* un habitat favorable à leur développement. Un biais d'échantillonnage peut néanmoins intervenir car les relevés ont été réalisés en majorité dans les zones ouvertes de l'arc boisé, correspondant localement au *Caricion lasiocarpae*.

Actuellement, les espèces colonisatrices sont majoritairement *Betula pubescens*, *B. pendula*, et dans une moindre mesure *Salix pentandra*.

La dynamique des ligneux semble aujourd'hui particulièrement active sur une partie du bas-marais, notamment l'unité alcaline qui concentre un grand

nombre de stations de flore patrimoniale (*Carex limosa*, *Eriophorum gracile*, *Meesia triquetra*...). À moyen terme, l'expansion de la strate arborée pourrait avoir un impact fort sur ces espèces inféodées aux milieux ouverts (Figure 4).

Toutefois, l'arc boisé est susceptible de former un habitat à forte valeur patrimoniale. Du fait de la situation floristique et écologique de la tourbière du Lac d'en Bas, RENAUD (2012) la considère comme une « Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau » (habitat communautaire d'intérêt prioritaire 91D0\*). La tourbière de la Réserve naturelle a tout de même une particularité du fait de la domination de *Calamagrostis canescens*.

## Conclusion

La tourbière du Lac d'en bas a connu des stades boisés dans son histoire ancienne (GOUBET, 2010). Depuis les années 1960, elle se boise à nouveau majoritairement par deux espèces de bouleaux. Cette colonisation semble liée aux évolutions du niveau d'eau du lac au cours du 20<sup>e</sup> siècle.

La dynamique actuelle menace tout particulièrement une zone qui représente un enjeu de conservation majeur à l'échelle de la Réserve naturelle.

Par ailleurs, la jeune boulaie formerait un habitat communautaire prioritaire, et nombre de taxons (coléoptères, lichens, avifaune...) trouvent un biotope favorable au sein de l'arc boisé, dans un contexte général d'estives où les arbres sont rares.

La problématique est donc de préserver à la fois un habitat prioritaire à l'échelle européenne et une unité de première importance pour la Réserve.

La solution proposée est une coupe ciblée de ligneux menaçant l'intégrité de l'unité alcaline. Les arbres seraient choisis avec précision et les travaux seraient réfléchis pour limiter au maximum l'impact sur ce milieu fragile. Toutefois, il est impératif de ne pas intervenir sur la majorité du boisement.

Même si le principe de non-intervention s'applique depuis la création de la Réserve, les récentes études ont radicalement fait progresser les connaissances. Elles doivent être intégrées à la réflexion qui s'engage quant au devenir du patrimoine naturel de la Réserve et aux actions à mener pour le conserver.

## Bibliographie

- CUBIZOLLE H. et SACCA C. 2004. - Quel mode de gestion conservatoire pour les tourbières ? L'approche interventionniste en question, *Géocarrefour* 79(4) : 285-302
- DALLMEIER F. (ed.) 1992. - Long-term monitoring of biological diversity in tropical forest areas: methods for establishment and inventory of permanent plots. UNESCO, Paris, 72 p. (MAB Digest; 11)
- GAGE E.A. et COOPER D.J. 2005. - Patterns of willow seed dispersal, seed entrapment, and seedling establishment in a heavily browsed montane riparian ecosystem. *Canadian Journal of Botany* 83 : 678-687
- GOUBET P. 2008. - Éléments de diagnostic et de suivi fonctionnel du complexe tourbeux de la Godivelle (Puy-de-Dôme). Compte rendu d'expertise, Cabinet Pierre Goubet, Jenzat, 25 p.
- GOUBET P. 2010. - Diagnostic écologique du Lac d'en Bas, Réserve Naturelle de la Godivelle, Puy-de-Dôme, Campagne 2009. Compte rendu d'expertise, Cabinet Pierre Goubet, Jenzat, 26 p.
- GOUBET P. 2011. - Diagnostic fonctionnel du complexe tourbeux du Lac d'en Bas, unité amont et intermédiaire (partie ouest) (La Godivelle, Puy-de-Dôme), Compte rendu d'expertise, Cabinet Pierre Goubet, Jenzat, 29 p.
- GREGOIRE F., PARMENTIER H., PASCAULT B. 2009. - La tourbière, le plateau et l'arbre : Exemple du réseau de tourbières de Mont-selgues (Ardèche), in BRUA E., WINTZ M., KOEHLER G. (eds), *Annales scientifiques de la Réserve de Biosphère transfrontalière Vosges du Nord-Pfälzerwald*, 19-21 juin 2008, Bitche, France : 179-191
- MUNRO DS. 1984. Summer soil moisture content and the water table in a forested wetland peat, *Canadian Journal of Forest Research* 14(3) : 331-335
- PEILLON C. 2005. - L'étude diachronique, un outil pour la gestion des milieux naturels. *L'Azuré* 1 : 4-5
- RAUNKIÆR C. 1934. - *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*, being the collected papers of C. Raunkiær, Oxford University Press, Oxford, 104 p.
- RENAUX B. 2012. - *Caractérisation des tourbières boisées (91D0\*) en Auvergne*. Conservatoire botanique national Massif central / Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement, 89 p.
- ROBERT-PICHETTE P. et GILLESPIE L. 1999. - *Protocoles de suivi de la biodiversité végétale terrestre*, Bureau de coordination de la surveillance écologique, Burlington, Canada, 133 p.



# Peuplements d'Orthoptères et gestion des landes et tourbières en Limousin

Orthoptera populations and the conservation heathlands and peatlands in Limousin

par Emmanuel BOITIER ① et Daniel PETIT ②

① Consultant Environnement  
28 avenue d'Issoire  
63500 Perrier  
② 07 86 00 36 41  
✉ emmari@emmari.net  
✉ www.emmari.net

② UMR 1061 INRA  
Université de Limoges,  
123, Av. A. Thomas,  
87060 Limoges Cedex  
② 05 55 45 75 65  
✉ daniel.petit@unilim.fr



Landes tourbeuses  
de la Mazure ►

© Emmanuel BOITIER

## Résumé

Ce travail porte sur 5 complexes tourbeux submontagnards en Limousin. Une trentaine d'espèces d'Orthoptères ont été recensées dans 180 relevés. La diversité de chaque relevé est faible et il est rare d'atteindre 10 espèces. Les compositions des assemblages entre les différents habitats sont peu contrastées. Le pâturage ovin montre des effets globalement négatifs mais c'est le contraire pour les bovins. Le surpâturage dans les landes sèches européennes et les pelouses acidiphiles entraîne l'arrivée d'un cortège original.

Mots-clés : Orthoptères, assemblages, richesse, pâturage, complexe tourbeux

## Abstract

This research concerns five low mountain peat-bog complexes in the Limousin Region. About 30 Orthoptera species have been observed during 180 samplings. The diversity of each sample was low and rarely reached 10 species. We observed little contrast in the composition of species in the different habitats. Ovine grazing showed mostly negative effects, however it was the contrary for bovine. Over-grazing in European dry heathlands and acidophilic grasslands resulted in the development of an original assemblage of species.

Keywords: Orthoptera, assemblages, richness, grazing, peat-bog complex

## Introduction

Les complexes de landes tourbeuses sont des habitats fréquents sur le plateau de Millevaches, plateau qui s'étend sur les 3 départements du Limousin, à savoir la Haute-Vienne, la Corrèze et la Creuse. L'abandon des pratiques agricoles traditionnelles, comme la récolte de tourbe, la coupe des joncs, le pâturage extensif, a conduit le Conservatoire d'espaces naturels du Limousin à mener des travaux de nature expérimentale. Ces travaux ont veillé à recréer des espaces d'eau libre, à débroussailler certaines surfaces, à favori-

ser diverses sortes de pâturages, en maintenant une rotation de zones en défens. Si la composition orthoptérique de certaines tourbières de cette région a été abordée (BONNET *et al.*, 1997, BONNET et PETIT, 1998, LAGARDE et LOURDAIS, 2010) aucun travail ne portait sur les effets du pâturage. La présente étude vise à mesurer l'impact de certaines des activités restauratrices du CEN sur les peuplements d'Orthoptères, insectes connus pour être plus sensibles à la structure de la végétation qu'à sa composition botanique.

## Matériel et Méthodes

Pendant la période du 4 au 12 Août 2012, c'est-à-dire la période de plus grande activité de ces insectes dans les conditions du plateau, 180 relevés standardisés ont été effectués sur 5 sites dont les altitudes varient entre 560 et 880 m (Longeyroux : 35 relevés, Marcy et Chabanne : 51 relevés, La Mazure : 27 relevés, Ferme de Lachaud : 34 relevés, Tourbière des Dauges : 33 relevés). Chaque relevé a consisté en l'inventaire de la flore sur un habitat considéré à vue comme homogène, d'une surface d'environ 150 m<sup>2</sup>. La structure de la végétation a été quantifiée par le % de recouvrement de chaque strate (BOITIER, 2004). Le dénombrement des espèces d'insectes a été fait en suivant un parcours selon une spirale concentrique. Les insectes ont été déterminés sur le terrain à vue ou à l'oreille et relâchés en dehors de la zone d'étude en cas de capture.

Les milieux inventoriés ont concerné :

- Lande sèche européenne à *Genista pilosa* (LSE)
- Butte à buissons nains (BBN) : stade avancé des tourbières hautes actives, dominé par la Callune (*Calluna vulgaris*), le Scirpe cespiteux (*Trichophorum caespitosum*) et la Bruyère à quatre angles (*Erica tetralix*)
- Pelouse acidiphile des zones montagnardes (PAC), riches en Fétuque rouge (*Festuca gr rubra*), Agrostide (*Agrostis capillaris*), Canche flexueuse (*Deschampsia flexuosa*) et Nard raide (*Nardus stricta*)
- Prairie à Junc rude et pelouses humides à Nard (PJR), où on note essentiellement le Nard raide (*Nardus stricta*), le Junc rude (*Juncus squarrosus*) et la Danthonie (*Danthonia decumbens*)
- Prairie hygrophile à Molinie et à Junc acutiflore (PHJ), où les espèces dominantes sont les 2 joncs élevés (*Juncus acutiflorus* et *J. effusus*), le Carum verticillé (*Carum verticillatum*), le Lotier des Marais (*Lotus pedunculatus*)

*tus*) et la violette des marais (*Viola palustris*)

- Tourbière haute dégradée encore susceptible de régénération (THD), où on trouve la Molinie (*Molinia coerulea*), la Bruyère à quatre angles (*Erica tetralix*), et la Linaigrette engainée (*Eriophorum vaginatum*)
- Tourbière de transition et tremblants (Trem), où dominent le Trèfle d'eau (*Menyanthes trifoliata*), le Comaret (*Potentilla palustris*) et la laîche à ampoules (*Carex rostrata*).

Les analyses multivariées ont été conduites à l'aide de PAST 2.16 (HAMMER *et al.*, 2001). L'AFC (Analyse Factorielle des Correspondances) et sa variante la DCA (Detrended Correspondence Analysis, HILL et GAUCH, 1980) permettent d'associer au mieux les facteurs lignes (relevés) et les facteurs colonnes (espèces) de manière à faire ressortir des assemblages d'espèces ainsi que les relevés associés. Nous avons considéré les relevés botaniques et entomologiques en un seul bloc ou séparément, pour être sûr d'être fidèles à la typologie des habitats tels que définis dans le plan de gestion. Les comparaisons des compositions de peuplements ont été faites grâce à des ANOSIM (Analyses de Similarité, CLARKE, 1993), dont le principe rappelle des analyses de variances en conditions non paramétriques. On calcule si la variance de composition inter-peuplements est supérieure à la variance intra-peuplements, au moyen de tests de bootstraps. L'indice de Bray-Curtis a été considéré comme mesure de distance. Si la probabilité associée est inférieure à 5%, les peuplements sont considérés comme ayant des compositions significativement différentes.

L'effet du pâturage sur chacun des habitats a été étudié par des GLM (General Linear Model) en utilisant le logiciel SYSTAT 12.0 (2007), ce qui a l'avantage de calculer la probabilité associée à chaque facteur (Habitat, Pâturage, Site) en gardant le maximum de degrés de libertés : on ne cherche pas à tester l'interaction entre ces facteurs.

## Résultats et discussion

Un total de 32 espèces d'Orthoptères a été enregistré, avec 7 espèces dominantes représentant environ 70% des individus : *Chorthippus montanus*, *Omocestus viridulus*, *Chrysochraon dispar*, *Metrioptera brachyptera*, *Chorthippus parallelus*,

*Metrioptera roeselii* et *Stethophyma grossum*. La richesse faunistique globale (Annexe 1) représente environ la moitié des 67 espèces recensées du Limousin (SEL, 2002).

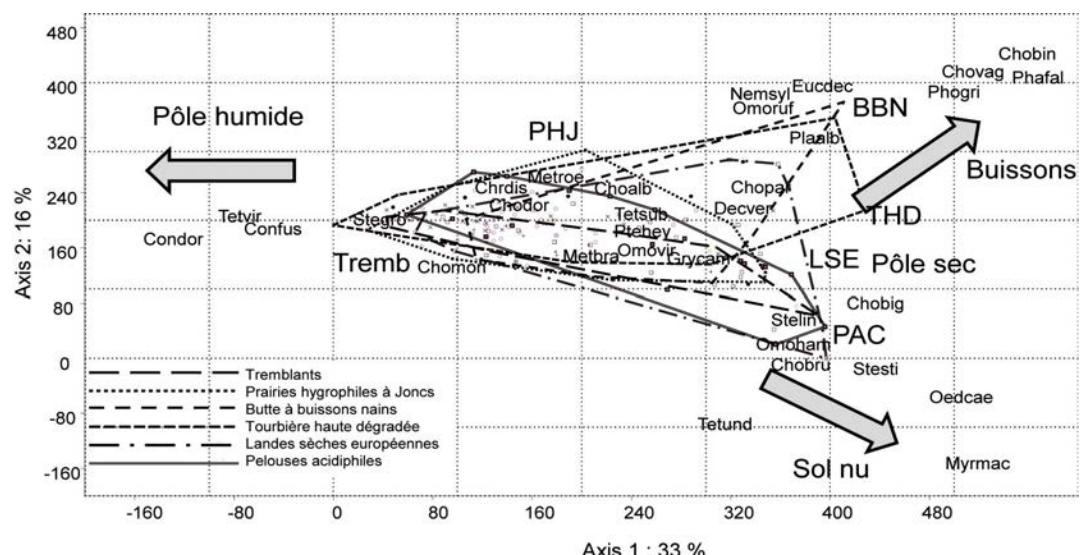
### Comparaison des compositions des assemblages spécifiques entre les différents habitats

Pour visualiser les affinités entre les peuplements des différents habitats, une DCA (fig1.) a été effectuée sur les 180 relevés. Deux relevés de landes sèches dégradées à sol nu, ainsi que d'une rhynchosporaire ont été ôtés de l'analyse à cause de leurs projections très excentrées.

Figure 1 ▶

Ordination des espèces et des habitats sur le plan F1-F3 de la DCA.

Abréviations. PAC : pelouses acidiphiles, BBN : butte à buissons nains, LSE : Landes sèches européennes, THD : tourbière haute dégradée, PHJ : Prairies hygrophiles à jongs, Tremb : tremblants à *Menyanthes trifoliata*. Pour le code des espèces, voir Annexe 1.



Fort curieusement, les enveloppes des différents habitats sont largement recouvrantes, ce qui traduit une large communauté des espèces. On aurait, en effet, pu s'attendre à ce que l'entomofaune des prairies humides à jongs, par exemple, soit nettement distincte de celle des pelouses acidiphiles. Cependant, les espèces se distribuent logiquement selon un gradient d'humidité décroissante de la gauche vers la droite. De plus, l'axe vertical est aussi ordonné vers le haut dans le sens d'une plus grande hauteur de la végétation.

Pour apprécier les différences de composition entre les peuplements des différents habitats, les ANOSIM (si on enlève les 2 relevés de prairie pacagée et les 3 de prairies à Succise) révèlent que les landes sèches ont une composition qui ne

diffère pas de celle des pelouses acidiphiles (tableau 1). Ces 2 habitats diffèrent significativement des Prairies hygrophiles à Junc acutiflore et des tourbières hautes dégradées. Il est intéressant de constater une différence dans le couple landes sèches-pelouses acidiphiles : les peuplements de landes sèches sont voisins de ceux des buttes à buissons nains, tandis que les pelouses acidiphiles en sont très différentes.

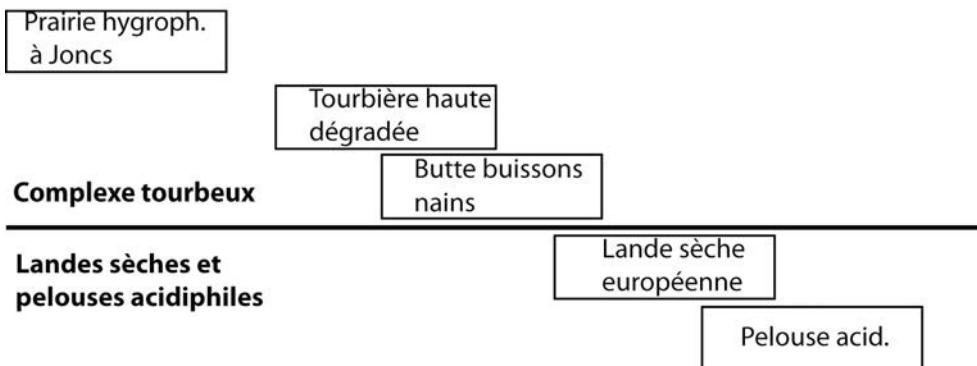
On peut traduire de manière synthétique ces affinités par la figure 2. Elle rend compte de la position intermédiaire de la Butte à buissons nains entre les habitats majoritairement herbeux du complexe tourbeux et du couple landes sèches-pelouses acidiphiles.

Tableau 1 ▶

ANOSIM des peuplements des différents habitats

Abréviations (voir fig. 1). Les chiffres en gras correspondent à des probabilités de différences significatives.

	BBN	LSE	PAC	PHJ	THD	Trem
BBN		0,3109	<b>0,0004</b>	<b>0,001</b>	0,3197	<b>0,0287</b>
LSE	0,3109		0,306	<b>0,0002</b>	<b>0,0073</b>	0,6298
PAC	<b>0,0004</b>	0,306		<b>0,0005</b>	<b>0,0007</b>	0,5129
PHJ	<b>0,001</b>	<b>0,0002</b>	<b>0,0005</b>		<b>0,0147</b>	0,0526
THD	0,3197	<b>0,0073</b>	<b>0,0007</b>	<b>0,0147</b>		0,116
Trem	<b>0,0287</b>	0,6298	0,5129	0,0526	0,116	



◀ Figure 2

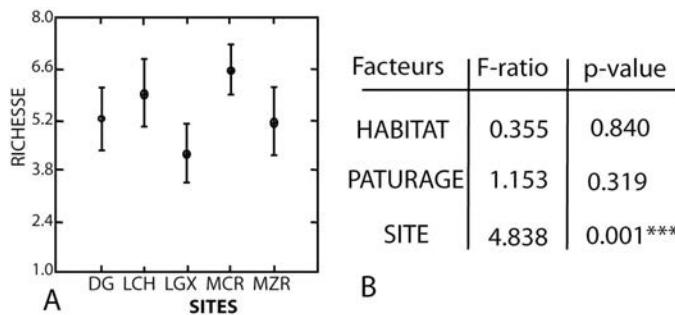
Positions relatives des différents peuplements selon un gradient d'humidité décroissante. Dans cette représentation, la superposition des rectangles correspond à une différence non significative des compositions. En revanche, leur séparation indique une différence significative.

## Variation des paramètres de peuplements

### Analyse globale par GLM (General Linear Model)

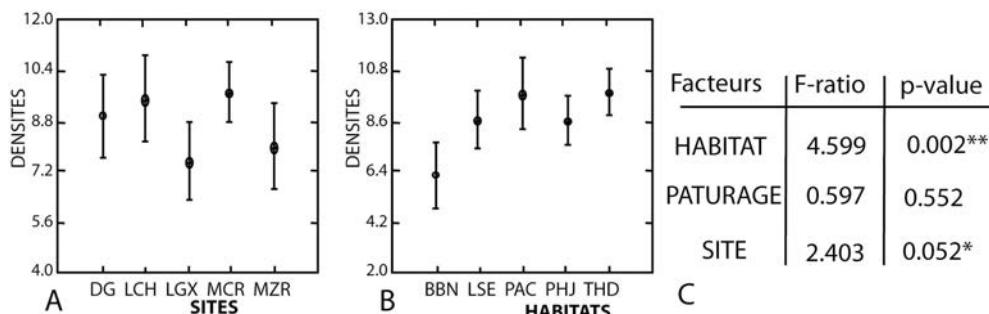
Si on considère l'ensemble des relevés et la richesse comme variable à expliquer, le pâturage, les sites et les habitats comme variables explicatives, on constate que seuls les sites ont un effet (fig. 3B). Cet effet suggère que chaque site aurait une histoire propre et que selon les cas, les habi-

tats et le pâturage auraient des implications variables. Ainsi, le site de Marcy est le plus riche, tandis que celui du Longeyroux est le plus pauvre (fig. 3A). Une autre explication pourrait être que l'effet du pâturage serait positif dans certains habitats mais négatif dans d'autres.



En ce qui concerne les variations de densité, la même procédure fait apparaître un effet site et un effet habitat, mais pas d'effet pâturage (Fig4 C).

En effet, les densités les plus élevées sont observées à Marcy, tandis que les habitats les plus favorables sont les pelouses acidiphiles et les tourbières hautes dégradées (figure 4A et B).



◀ Figure 3

Variations de richesse entre les sites (A) et résultat du GLM pour l'ensemble des relevés (B). Abréviations DG : Dauges, LCH : Ferme de Lachaud, LGX : Longeyroux, MRC : Marcy, MZR : La Mazure.

◀ Figure 4

Variations de densités entre les sites (A), les habitats (B) et résultats des GLM (C). Abréviations (voir fig. 3 pour les sites et fig. 1 pour les habitats).

### Analyse par groupe d'habitats

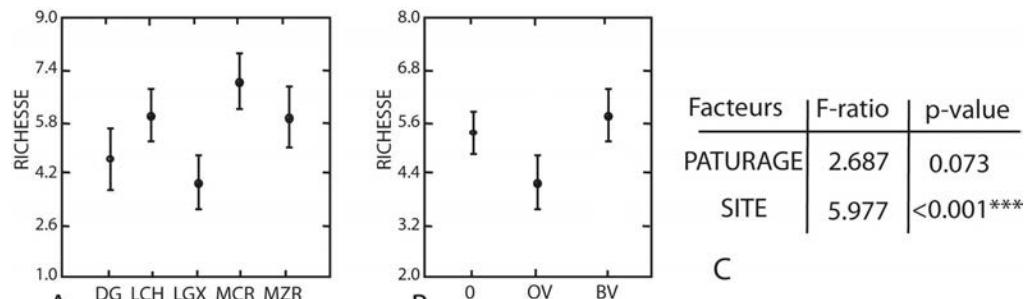
Nous avons vu précédemment que les peuplements pouvaient se résumer à plusieurs catégories globalement : les landes sèches-pelouses acidiphiles d'une part, et les habitats du complexe tourbeux d'autre part.

Dans le cas des habitats de prairie hygrophile à Jonc acutiflore, tourbière haute dégradée et butte à buissons nains (108 relevés), on observe un effet site et marginalement une influence du type de pâturage (fig. 5C).

Figure 5 ►

Variations de richesse selon les sites (A), le type de pâturage (B) et résultat du GLM de la richesse pour les relevés du complexe tourbeux (PHJ, BBN, THD) (C).

Abréviations. Sites (voir fig. 3), O : absence de pâturage ; OV : pâturage ovin ; BV : pâturage bovin.



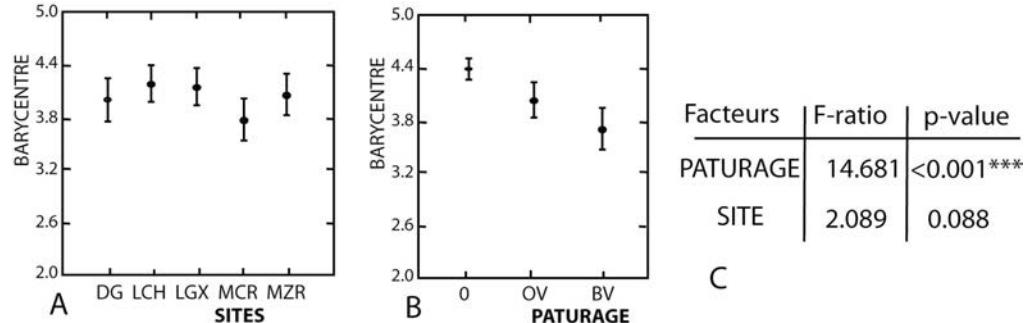
Il apparaît que le pâturage bovin a un effet bénéfique sur la richesse entomologique, alors que les moutons ont un effet nul à légèrement défavorable (figure 5B). Concernant les variations de densités, ni le pâturage ni les sites n'ont d'effet ( $p>0.3$  dans

les 2 cas). En revanche, ces 2 facteurs ont une influence sur le barycentre du toit de la végétation (voir BOITIER, 2004, pour les calculs). Le pâturage bovin diminue davantage la hauteur de la végétation que les ovins (figure 6).

Figure 6 ►

Variations du toit de la végétation selon les sites (A), le type de pâturage (B) et résultat du GLM pour les relevés du complexe tourbeux (C).

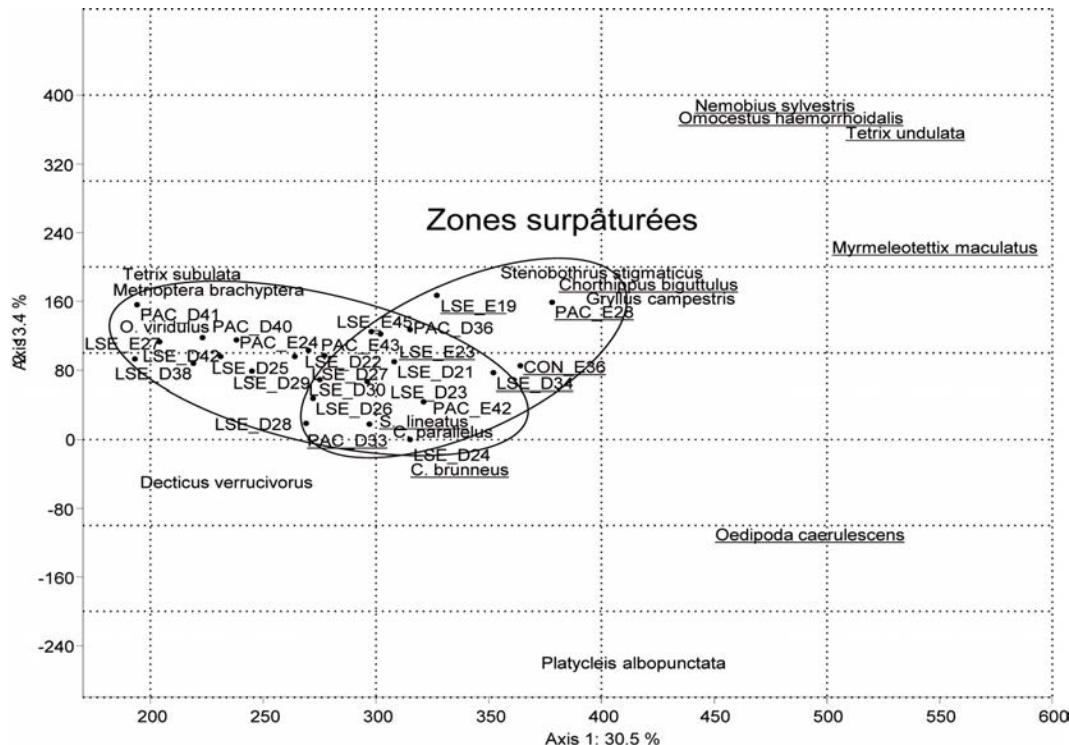
Abréviations. Sites (voir fig. 3), 0 : absence de pâturage ; OV : pâturage ovin ; BV : pâturage bovin.



### Cas particulier du surpâturage

Le surpâturage se traduit par un pourcentage de sol nu dépassant 30 %, en raison du piétinement et de la dent du bétail. Il s'observe seulement dans le cas des landes sèches et pelouses acidiphiles. Nous avons donc réuni tous les relevés ( $N=27$ ) de ces derniers habitats pour réaliser une DCA,

en incluant les 6 relevés effectués en condition de surpâturage (figure 7). Il apparaît que ces relevés sont placés sur la partie droite de la projection et semblent se démarquer des autres. De plus, 5 à 9 espèces sont projetées dans le même secteur ce qui suggère l'existence d'un nouvel assemblage.



◀ Figure 7

Ordination des espèces et des relevés de landes sèches et pelouses acidiphiles par DCA. Les relevés effectués en conditions de surpâturage sont soulignés. Les espèces plus abondantes en zones dégradées sont également soulignées.

Pour analyser plus en détail si la composition des secteurs dégradés est originale, nous avons considéré seulement les 51 relevés de la lande de Marcy-Chabanne. L'ANOSIM fait ressortir un peuplement propre aux zones dégradées (tableau 2). La non-différenciation de l'habitat des buttes à buissons nains provient seulement du petit nombre de relevés effectués ( $N=4$ ).

Ces résultats nous autorisent à identifier les espèces caractéristiques des zones dégradées. En effet, 8 espèces se révèlent plus abondantes que dans les autres habitats alors que 7 sont plus rares, voire absentes (tableau 3).

	LSE	PAC	DEG	BBN	PHJ	THD	Trem
LSE		<b>0,0446</b>	0,1049	<b>0,0193</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0005</b>	<b>0,0001</b>
PAC	<b>0,0446</b>		<b>0,0394</b>	0,0556	<b>0,0033</b>	<b>0,0003</b>	<b>0,0022</b>
DEG	0,1049	<b>0,0394</b>		0,006	<b>0,0013</b>	<b>0,0006</b>	<b>0,002</b>
BBN	<b>0,0193</b>	0,0556	<b>0,006</b>		0,5934	0,8031	0,0655
PHJ	<b>0,0001</b>	<b>0,0033</b>	<b>0,0013</b>	0,5934		<b>0,0418</b>	<b>0,0302</b>
THD	<b>0,0005</b>	<b>0,0003</b>	<b>0,0006</b>	0,8031	<b>0,0418</b>		<b>0,0047</b>
Trem	<b>0,0001</b>	<b>0,0022</b>	<b>0,002</b>	0,0655	<b>0,0302</b>	<b>0,0047</b>	

◀ Tableau 2

ANOSIM des relevés de la lande de Marcy-Chabanne.

Abréviations (voir fig. 1). Les chiffres en gras correspondent à des différenciations d'autant plus significatives que  $p < 5\%$ .

Espèces plus abondantes	Espèces moins abondantes
<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	<i>Chorthippus parallelus</i>
<i>Nemobius sylvestris</i>	<i>Platycleis albopunctata</i>
<i>Oedipoda caerulescens</i>	<i>Metrioptera brachyptera</i>
<i>Omocestus haemorrhoidalis</i>	<i>Chorthippus montanus</i>
<i>Tetrix undulata</i>	<i>Chrysochraon dispar</i>
<i>Chorthippus brunneus</i>	<i>Stethophyma grossum</i>
<i>Chorthippus biguttulus</i>	<i>Metrioptera roeselii</i>
<i>Stenobothrus lineatus</i>	

◀ Tableau 3

Bilan de la composition des zones dégradées

## Conclusion

L'existence d'un assemblage lié au surpâturage dans les landes sèches et pelouses acidiphiles explique en partie les effets contradictoires du pâturage dans ces habitats. Il semble qu'un pâturage modéré aurait des conséquences négatives sur le nombre d'espèces, mais qu'un surpâturage entraînerait l'arrivée d'un nouvel assemblage qui enrichirait le cortège. En effet, nos mesures sont globales et ne tiennent pas compte de l'hétérogénéité réelle du terrain. Il existe toujours par en-

droit une zone dénudée qui n'est pas quantifiée dans nos relevés. Cette situation est très contrastée par rapport au cas des habitats du complexe tourbeux où les effets du pâturage se manifestent par une diminution de la richesse par les ovins mais une augmentation par les bovins. En aucun cas on n'observe de sol nu par piétinement, d'où l'absence d'espèces du cortège des zones dégradées.

## Références

- BOITIER, E. 2004.- Caractérisation écologique et faunistique des peuplements d'orthoptères en montagne auvergnate. *Matériaux Orthoptériques et Entomocénotiques*, 9: 43-78.
- BONNET E., LENAIN, J.F., VILKS, A. et PETIT, D. 1997.- Approches temporelle et structurale de la relation Orthoptères-végétation. *Ecologie* 28(3) : 209-216.
- BONNET, E. et PETIT, D. 1998.- Diversité, densité et biomasse des Orthoptères de la ZNIEFF du ruisseau des Dauges. *Annales Scientifiques du Limousin* 10 : 111-120
- CLARKE, K.R., 1993.- Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure, *Australian Journal of Ecology* 18 : 117-143.
- HAMMER D.A.T., HARPER P.D., et RYAN T., 2001. – PAST, Paleontological statistics software package for education and data analysis, *Palaeontologica Electronica* 4 (9) [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm).
- HILL, M.O. et GAUCH, H.G. 1980.- Detrended Correspondence Analysis: An Improved Ordination Technique. *Vegetatio* 42: 47-58.
- LAGARDE F. et LOURDAIS O. 2010.- *Biodiversité des landes et tourbières limousines. Caractéristiques de l'environnement et structure des communautés d'araignées et de carabes.* Rapport de synthèse.
- S.E.L. 2002. – Orthoptères. *Inventaires Entomologiques du Limousin* 4, 78 pp.
- SPSS Inc., 2007. – *Systat 12.0, software and documentation*, Everston.

## Annexe 1

Espèces	Code	Nb	Espèces	Code	Nb
<i>Chorthippus montanus</i>	Chomon	240	<i>Platycleis albopunctata</i>	Plaalb	17
<i>Omocestus viridulus</i>	Omovir	196	<i>Omocestus haemorrhoidalis</i>	Omoham	9
<i>Chrysochraon dispar</i>	Chrdis	176	<i>Chorthippus albomarginatus</i>	Choalb	8
<i>Metrioptera brachyptera</i>	Metbra	143	<i>Chorthippus vagans</i>	Chovag	8
<i>Chorthippus parallelus</i>	Chopar	129	<i>Gryllus campestris</i>	Grycam	8
<i>Metrioptera roeselii</i>	Metroe	125	<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	Myrmac	7
<i>Stethophyma grossum</i>	Stegro	101	<i>Chorthippus binotatus</i>	Chobin	5
<i>Chorthippus brunneus</i>	Chobru	77	<i>Decticus verrucivorus</i>	Decver	5
<i>Chorthippus biguttulus</i>	Chobig	75	<i>Tetrix undulata</i>	Tetund	5
<i>Stenobothrus lineatus</i>	Stelin	55	<i>Conocephalus dorsalis</i>	Condor	4
<i>Conocephalus fuscus</i>	Confus	38	<i>Euchorthippus declivus</i>	Eucdec	4
<i>Stenobothrus stigmaticus</i>	Stesti	35	<i>Phaneroptera falcata</i>	Phafal	4
<i>Chorthippus dorsatus</i>	Chodor	34	<i>Tetrix subulata</i>	Tetsub	2
<i>Nemobius sylvestris</i>	Nemsyl	30	<i>Pholidoptera griseoaptera</i>	Phogri	1
<i>Oedipoda caerulescens</i>	Oedcae	19	<i>Pteronemobius heydenii</i>	Ptehey	1
<i>Omocestus rufipes</i>	Omorf	17	<i>Tettigonia viridissima</i>	Tetvir	1



# Conversion d'une plantation résineuse sur une zone humide drainée, en prairies : enjeux – méthodes de suivi – résultats. Site pilote du Haut-lignon en Haute-loire

Converting a conifer plantation on a drained wetland into meadows: issues - monitoring methods - results. Pilot Site - Haut-Lignon in Haute-Loire

par Delphine BENARD ① et Sylvain POUVARET ②

① Conservatoire d'espaces naturels d'Auvergne  
Antenne Haute-Loire  
Le Bourg  
F-43 230 CHAVANIAC-LAFAYETTE  
① 04 71 74 62 21  
✉ delphine.benard@espaces.naturels.fr  
✉ www.cen-auvergne.fr

① Conservatoire d'espaces naturels d'Auvergne  
Moulin de la croûte  
Rue Léon Versepuy  
F-63 200 RIOM  
① 04 73 63 18 27  
✉ sylvain.pouvaret@espaces.naturels.fr  
✉ www.cen-auvergne.fr

Photo 1 ►

Prairie de fauche semée après coupe d'épicéas (Unité principale)

© Cliché : S. POUVARET / CEN Auvergne



## Résumé

Au sein d'un projet de maintien de la biodiversité des territoires ruraux du Massif central, coordonné par l'Inter Parcs du Massif central, le Conservatoire d'espaces naturels d'Auvergne a restauré en Haute-Loire un site drainé et anciennement planté en résineux.

Le site a fait l'objet d'un broyage afin de restaurer notamment une prairie de fauche montagnarde et une prairie humide. Un suivi agronomique, de la flore et de l'entomofaune a été réalisé sur trois zones (témoin, restaurée et objectif). Les premiers résultats sont présentés.

Mots clés : zone humide, prairie, restauration, espèce indicatrice, plantation résineuse, Massif central

## Abstract

As part of a project aimed at maintaining the biodiversity of rural areas in the Massif Central, coordinated by Inter Parcs du Massif Central, the Conservatoire d'espaces naturels d'Auvergne has restored a drained site that was previously planted with conifers in Haute-Loire.

The trees have been mulched to restore a hay meadow and humid prairie.

Monitoring of the flora and insect fauna was performed for three areas (control, restored and objective). The first results are presented in the article.

Key-words : wetland, meadow, restoration, indicator species, coniferous tree plantation, Massif Central

## Contexte de l'étude

Dans la continuité du travail d'identification d'une trame écologique à l'échelle du Massif central piloté par l'association Inter Parcs Massif central (IPAMAC, 2011), le réseau des Parcs naturels, des Conservatoires d'espaces naturels et le Conservatoire botanique national du Massif central (CBNMC) ont communément soulevé l'urgence de :

- Préserver la qualité et la fonctionnalité des milieux ouverts herbacés emblématiques du Massif central,
- Poursuivre et renforcer un travail en inter-réseau à l'échelle du Massif central

Un projet global a ainsi été initié en 2011, dans lequel interviennent ces différents partenaires, avec pour objectif de répondre à plusieurs enjeux (Pour en savoir plus : <http://www.trame-ecologique-massif-central.com/milieux-ouverts-herbaces>) :

- Expérimenter sur différents territoires représentatifs du Massif central des actions de caractérisation et de gestion des systèmes herbacés,
- Constituer un socle commun de connaissances, d'outils et de savoir-faire relatifs à la préservation de la qualité et de la fonctionnalité de ces milieux,
- Partager ces acquis notamment avec la profession agricole et les transférer auprès d'autres territoires du Massif central,
- Développer les synergies entre la préservation de la biodiversité du Massif central et le maintien et le développement d'une agriculture durable de moyenne montagne.

Au sein de ce projet, le Conservatoire d'espaces naturels d'Auvergne (CEN Auvergne) s'est mobilisé sur un volet opérationnel de gestion et restauration de la trame agropastorale pour une période de trois ans de mi-2011 à mi-2014. Il est intervenu sur trois sites pilotes (Haut-Lignon (43), Forez (63) et Aubrac (15)) sur lesquels des actions de gestion et de restauration de prairies ont été mises en place.

L'exemple d'une action menée sur le site pilote du Haut-Lignon (43) est présenté ici, depuis l'identification des enjeux écologiques, en passant par la gestion mise en œuvre, jusqu'aux premiers suivis naturalistes mis en place et aux premiers résultats obtenus en 2012.

## Présentation du site d'étude et des enjeux de restauration

Le site pilote du Haut-Lignon concerne une unique parcelle de zone humide de 11 ha localisée en tête de bassin, aux sources du Gournier (affluent du Lignon), sur la commune de Saint-Romain-Lachalm (43), frontalière du Parc Naturel Régional du Pilat dans la Loire. Il s'agit d'une parcelle occupée en majorité par une zone humide drainée et anciennement plantée en résineux (Épicéa dominant). Elle a fait l'objet d'une coupe à blanc en 2007 par son propriétaire. Les rémanents de coupe (souches, branches, troncs) ont été laissés sur place. Le site a été racheté par la communauté de communes du Pays de Montfaucon en 2009 au titre de mesures compensatoires.

Conscient du potentiel de restauration écologique du site, le CEN Auvergne et la Communauté de communes ont signé en 2010 une convention de gestion et de partenariat, qui s'est concrétisée en 2011 par une intégration au volet "site pilotes du projet de restauration de la trame agropastorale du Massif central".

Un état des lieux, réalisé en 2010 dans le cadre d'une notice de gestion, a mis en avant le potentiel de restauration de bas-marais oligotrophes tourbeux et de prairies humides montagnardes, avec la présence notamment de la Gentiane pneumonanthe. Ces milieux étaient fortement perturbés par un réseau de fossés profonds (plus de 80 cm) sur un linéaire d'un kilomètre.

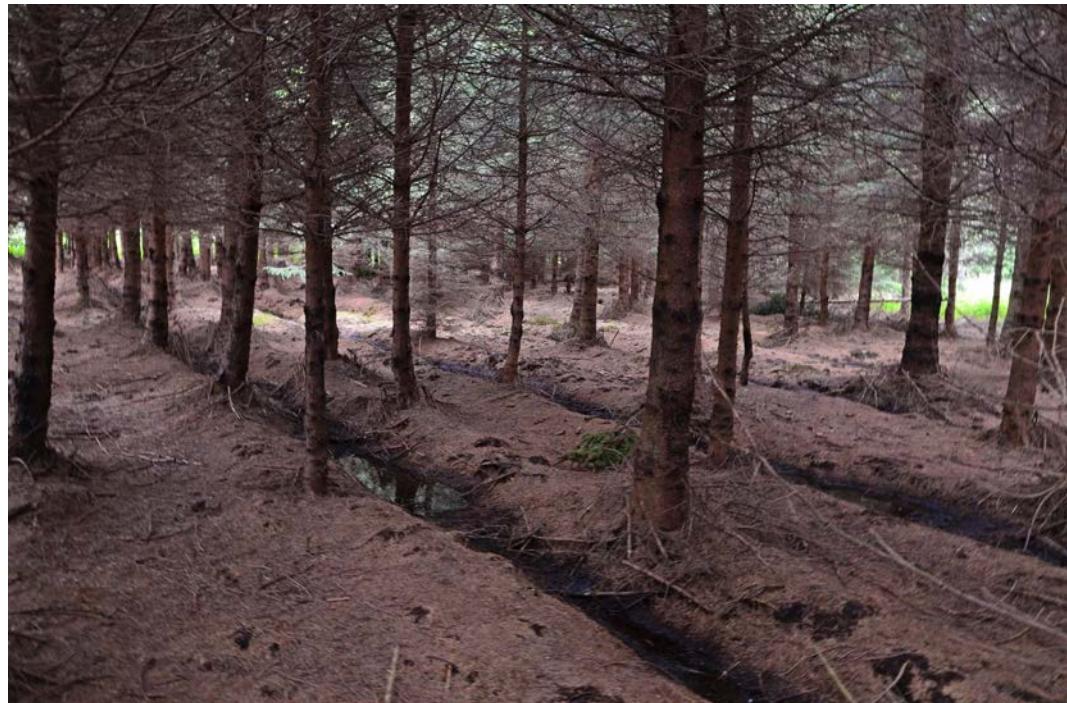


Photo 2 ►

Plantation d'Épicéas en zone humide sur une parcelle jouxtant le site (Unité témoin)

© Cliché : S. POUVARET / CEN Auvergne

Les principaux enjeux mis en exergue sur ce site sont liés au fonctionnement hydrologique, au patrimoine naturel ainsi qu'aux activités économiques (élevage) et pédagogiques.

Les objectifs majeurs définis suite à l'état des lieux sont :

- La restauration de la fonctionnalité hydrologique.
- La réhabilitation de prairies diversifiées à vocation d'exploitation agricole.
- La réhabilitation paysagère.
- Le suivi de l'évolution de la biodiversité du site.
- La valorisation sous forme de recueil d'expérience des travaux réalisés.

## Travaux de restauration

Dès 2011, les travaux de restauration du site pilote du Haut-Lignon ont consisté en :

- Un broyage des rémanents et du sol.
- Un semis d'une prairie de fauche sur la partie la plus sèche.
- Une coupe des bosquets résiduels d'Épicéas.
- Un enlèvement des bois par débardage à cheval.
- Un comblement des fossés.
- La création de deux mares.
- La pose de clôture et de points d'abreuvement pour la remise en pâturage du site.

## Protocole d'étude

Compte-tenu de l'état d'avancement en 2012 du projet, seul l'exemple du suivi de la prairie de fauche est présenté ici.

## Définition d'un protocole commun

En partenariat avec les autres Conservatoires d'espaces naturels, le CEN Auvergne a mis en place en 2012 un protocole commun à l'ensemble des sites pilotes de suivi des parcelles restaurées (MARTINANT *et al.*, 2012). Le principe général est d'évaluer la biodiversité à travers l'étude des communautés végétales et entomocénotiques (Orthoptères, Rhopalocères voire Arachnides), en lien avec une évaluation agronomique du site restauré.

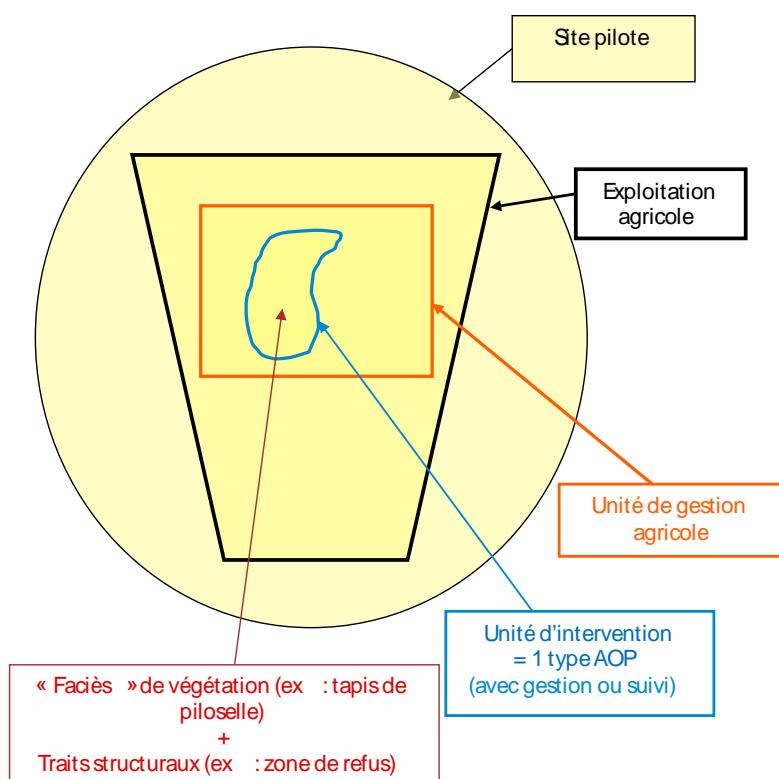
Selon le protocole défini, cette évaluation doit se faire au regard d'un état objectif (référence) souhaité sur un pas de temps donné pour la prairie restaurée. L'état objectif est choisi communément

en accord avec l'éleveur, de préférence sur une parcelle de son exploitation, qui concilie au mieux les enjeux de production fourragère et conservation de la biodiversité. Le but des suivis est également de faire un lien avec la typologie multifonctionnelle des prairies AOP fromagères du Massif central (Pôle AOP fromager, 2011 - Pour en savoir plus : [http://prairies-aoc.net/uploads/telechargement/VOLCANOGRAPHICS\\_PRAIRIES-AOP\\_outil-1-complet\\_v2.pdf](http://prairies-aoc.net/uploads/telechargement/VOLCANOGRAPHICS_PRAIRIES-AOP_outil-1-complet_v2.pdf)), en utilisant cette dernière comme référence en termes de valeurs agronomiques, floristiques et dynamiques entre prairies. Il s'agissait également de la conforter ou compléter, notamment au regard de types AOP non décrits.

## Différentes échelles d'intervention

Le protocole commun définit avant tout les différentes échelles d'intervention, au niveau d'un site pilote (Figure 1), qui vont conditionner le niveau de récolte des indicateurs ainsi que les méthodologies à mettre en place. De cette façon, nous pouvons illustrer l'emboîtement des échelles d'intervention par l'exemple du site pilote du Haut-Lignon : au sein de ce dernier, une seule exploitation agricole

est concernée, dans laquelle on travaille au niveau de l'unité de gestion agricole. L'unité de base est bien l'unité d'intervention qui ne concerne pas forcément l'ensemble de l'unité de gestion agricole : en l'occurrence, pour le site pilote du Haut-Lignon, dans notre exemple, il s'agit de l'unité de prairie de fauche, dénommée UI01GOURNIER.



◀ Figure 1

## Différents niveaux d'indicateurs

En fonction de l'échelle d'intervention définie ci-avant, des indicateurs et des méthodes de récolte des indicateurs spécifiques ont été listés.

Pour l'**exploitation agricole**, deux approches ont été proposées :

- Un diagnostic d'exploitation en lien avec un organisme agricole permettant d'inscrire l'unité d'intervention dans une vision globale des parcelles de l'exploitation et des types fonctionnels de prairies. Ce diagnostic devrait être mis en œuvre à travers la méthodologie mise au point par le Pôle AOP fromager (outil 1 de typologie multifonctionnelle) couplé à un diagnostic fourrager et économique.
- Le patron paysager et écologique en cours d'élaboration par le CBNMC sur les sites ateliers.

Pour l'**unité de gestion agricole**, les indicateurs seront extraits d'une fiche de suivi des pratiques définies dans le protocole commun qui renseigne sur le carnet de pâture, le carnet de fauchage, la gestion mécanique, la complémentation alimentaire, les traitements, l'amendement, la fertilisation....En parallèle, le CBNMC mène un travail de fond sur l'élaboration d'une méthodologie d'évaluation de l'état de conservation à l'échelle de l'unité de gestion.

En ce qui concerne l'**unité d'intervention** sur laquelle a été mise en place une action de restauration, quatre types de paramètres sont pris en compte :

- Les **paramètres abiotiques** comme le pH, l'état hydrique, l'exposition, la pente, la roche-mère, le rapport Carbone sur Azote dans le sol.

• Le **potentiel fourrager** renseigné à travers les proportions des types fonctionnels de graminées, indiquant le niveau de productivité et de tardiveté de la prairie et, les proportions des différentes catégories botaniques (graminées, légumineuses, diverses). La méthode utilisée est celle mise au point par l'INRA de Toulouse (THEAU et al., 2010), qui consiste au parcours d'un transect avec renseignement des espèces dominantes.

• La **composition de la végétation** sur le fond prairial dominant de l'unité, permettant de définir le syntaxon phytosociologique, le type AOP, la diversité et la richesse spécifique, la structure de la végétation, la présence ou l'absence d'espèces caractéristiques, le pourcentage du cortège attendu d'espèces indicatrices du bon état de conservation défini à dire d'expert (Tableau I), le pourcentage de recouvrement des espèces indicatrices de dégradations défini à dire d'expert (Tableau II) et, la dépendance trophique. Ces indicateurs sont extraits de relevés phytosociologiques réalisés, selon la méthode Braun-Blanqueto-Tuxénienne, sur une surface de 25 m<sup>2</sup> comprise dans le faciès dominant, définis de manière semi-dirigée et non fixe.

• Le **peuplement de rhopalocères** dont sont extraits la diversité et la richesse spécifique sur une unité écologique homogène et un indice d'abondance relative reporté sur une distance de 100 mètres linéaires. La méthodologie de récolte des données se base sur le parcours d'un transect fixe de 5 mètres de large, répété sur trois passages pour couvrir la phénologie de l'ensemble des espèces.

Le **peuplement d'orthoptères** dont sont extraits la diversité et la richesse spécifique sur une unité écologique homogène. La méthodologie est identique à celle des transects rhopalocères.

► Tableau I : cortège attendu d'espèces indicatrices du bon état des prairies fauchées montagnardes du Massif central

► Tableau II : cortège caractéristique de dégradation du système agro-pastoral

**Tableau I**

<i>Gentiana lutea</i> L.
<i>Viola lutea</i> Huds. subsp. <i>lutea</i>
<i>Meum athamanticum</i> Jacq.
<i>Campanula scheuchzeri</i> subsp. <i>lanceolata</i> (Lapeyr.) J.M.Tison, 2010
<i>Centaurea nigra</i> L.
<i>Narcissus poeticus</i> L.
<i>Crepis mollis</i> (Jacq.) Asch.
<i>Persicaria bistorta</i> (L.) Samp.
<i>Geranium sylvaticum</i> L.
<i>Trollius europaeus</i> L.
<i>Knautia arvensis</i> (Briq.) Szabó

**Tableau II**

<i>Anthriscus sylvestris</i> L.
<i>Chaerophyllum</i> pl. sp.
<i>Dactylis glomerata</i> L.
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.
<i>Cirsium eriophorum</i> (L.) Scop.
<i>Bromus carinatus</i> Hook. et Arn.
<i>Bromus catharticus</i> Vahl

## Définition d'un complexe comparatif d'unités d'intervention

En vue de mesurer l'évolution de l'unité d'intervention restaurée par rapport à un état initial avant travaux et dans le but d'atteindre un état objectif agronomique et écologique de prairie souhaitée à 10 ou 30 ans, il a été nécessaire de définir pour chaque unité de restauration (unité principale) une unité équivalente sans travaux (unité témoin) et une unité diversifiée souhaitée (unité objectif). Dans le cas de notre exemple de complexe de prairies de fauche de Gournier, l'unité témoin (UI06GOURNIER) correspond à une plantation de résineux sur zone humide, l'unité principale (UI01GOURNIER) à la zone semée en prairie de fauche et l'unité objectif (UI04GOURNIER) à une prairie de fauche

de montagne sur sol sain, moyennement fertile, à Knautie d'Auvergne et Trisète jaunâtre, (Type AOP 12), relevant de l'association végétale du *Knautio arvernensis* – *Trisetetum flavescentis* Billy 2000.

L'ensemble de ces unités a été choisi dans un contexte pédo-climatique similaire.

L'illustration du complexe de prairie de fauche du site pilote du Haut-Lignon est présenté sur la Figure 2, depuis les rémanents restants sur la zone en 2009, jusqu'à l'unité principale de l'été 2012, en comparaison avec l'unité objectif.

► Tableau synthétique des différents indicateurs floristiques et faunistiques de l'ensemble prairie de fauche du site pilote du Haut-Lignon

Renvois 1 et 2 : se référer aux tableaux I et II

## Résultats et premiers éléments d'analyse

Le tableau 1 présente de manière comparative les indicateurs floristiques, faunistiques et agronomiques relevés pour chaque unité d'intervention du complexe prairie de fauche de Gournier.

Le suivi floristique initial de 2012 a mis en avant une assez bonne implantation de la prairie semée sur 1,7 hectare, en *Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacea*, *Leucanthemum vulgare*, *Lotus corniculatus*, *Centaurea nigra*. Une amorce discrète d'espèces indigènes de prairies de fauche comme *Knautia arvernensis* et *Arrhenatherum elatius*, espèces présentes dans l'unité objectif, a été observée avec en parallèle une explosion des Houlques (*Holcus lanatus* et *Holcus mollis*) démontrant une accumulation importante de matière organique végétale mal décomposée.

La présence du cortège d'espèces acidiphiles pionnières témoigne d'un substrat sablonneux acide et d'une couverture du sol partielle (recouvrement de 80 % de la strate herbacée). La poursuite du suivi devrait probablement montrer une disparition progressive de ces espèces.

L'absence combinée du cortège des espèces montagnardes et des méso-oligotrophes dans l'unité principale par rapport à l'unité objectif est le critère discriminant pour montrer à l'heure actuelle le mauvais état de conservation de la prairie restaurée, bien qu'un fond prairial soit présent.

Au niveau fourrager des différences notables de précocité et de productivité ont été observées entre l'unité restaurée et l'unité objectif : cette dernière apparaît de manière générale en 2012 moins précoce et moins productive que l'unité restaurée. Ceci est notamment lié au recouvrement important de la Houlque laineuse et du Dactyle agglomérés dans l'unité restaurée, graminées quasi absentes de l'unité objectif, dans laquelle domine la Férule rouge, plus tardive.

Les analyses de sol ont révélé en outre un rapport Carbone/Azote assez élevé pour l'unité restaurée (C/N=14) confirmant une matière carbonée importante contre un rapport C/N plus faible (C/N=10), pour l'unité objectif, affirmant une bonne stabilité de l'humus avec un maximum de production azotée, expliquant la flore observée dans les relevés.

En ce qui concerne l'étude de l'entomofaune, le peuplement de rhopalocères présent sur l'unité objectif s'apparente à celui d'une prairie/pelouse sèche, enrichi de quelques ubiquistes. Il est légèrement marqué par des espèces hygrophiles à cause de la mégaphorbiaie située en bordure. Sur l'unité expérimentale, bien qu'une partie des espèces typiques des milieux secs a déjà recolonisé la prairie, le cortège présent reste fortement marqué par les espèces liées aux zones remaniées et aux friches. Le peuplement des orthoptères apporte une analyse cohérente par rapport à celle des rhopalocères. Le peuplement de la parcelle expérimentale UI01GOURNIER est en 2012 en transition et donc relativement déstructuré avec notamment la présence d'espèces forestières tels que le Grillon des bois (*Nemobius sylvestris*), en parallèle de la présence d'espèces des sols écorchées comme le Criquet duetiste (*Chorthippus brunneus*). Une partie des espèces montagnardes des pelouses et des sols frais a également recolonisé la parcelle. L'unité objectif présente quant à elle un peuplement de prairie sèche montagnarde très marquée d'espèces hygrophiles (mégaphorbiaie en bas de parcelle).

Une espèce patrimoniale a été observée sur la prairie objectif : il s'agit du Criquet verte-échine (*Chorthippus dorsatus*), espèce rare en Haute-Loire et inscrite en liste rouge régionale Auvergne, plutôt inféodée aux milieux et prairies humides.

INDICATEURS	Unité témoin		Unité principale		Unité objectif	
	UI 06 GOURNIER Les Champs		UI 01 GOURNIER Les Champs		UI 04 GOURNIER Choriat	
	2012	2013	2012	2013	2012	2013
<b>Richesse spécifique floristique</b>	4	2	36	22	40	36
<b>Diversité spécifique floristique:</b> - Indice de Shannon	0	0	2,3	3,2	3,1	3,9
- Indice d'équitableté	0	0	0,4	0,7	0,6	0,7
<b>Groupes fonctionnels d'espèces végétales :</b>	/	/	-Pionnières acidiphiles - Espèces de milieu frais	-Pionnières acidiphiles - Acidiphiles	- Espèces de fauche - Espèces montagnardes - Espèces méso-oligotrophes	
<b>Espèces indicatrices d'un bon état de conservation (% du cortège attendu)<sup>1</sup></b>	/	/	9 %	0 %	55 %	77 %
<b>Espèces indicatrices de dégradations (% de recouvrement )<sup>2</sup></b>	/	/	14 %	14 %	0 %	0 %
<b>Type phytosociologique</b>	ND		Arrhenatheretalia elatioris			Groupement à Fenouil des Alpes et Avoine élevée
<b>Type AOP</b>	/	/	23			12
<b>Catégories botaniques</b>	/	/	58%  22%  20%	55%  27%  8%	47%  17%  37%	57%  10%  33%
<b>Nombre d'espèces végétales dominantes</b>	/	/	15	15	20	15
<b>Espèces végétales patrimoniales ou parapluies</b>	/	/	/	/	/	/
<b>Indices agronomiques :</b> - Indice de productivité (A+B)	/	/	42 %	15 %	32 %	15 %
- Indice de tardiveté (b+D)			58 %	24 %	4 %	24 %
<b>Type fonctionnel dominant de la prairie</b>	/	/	A – très précoce	bB – assez précoce	CA – assez précoce	CA – assez précoce
<b>Rapport C / N</b>	12	ND	14	ND	10	ND
<b>Richesse spécifique en Rhopalocères</b>	0	0	14	10	18	10
<b>Diversité spécifique en Rhopalocères :</b> - Indice de Shannon	0	0	2,9	2,4	2,9	1,4
- Indice d'équitableté			1,0	0,8	0,9	0,9
<b>Rhopalocères patrimoniaux</b>	/	/	/	/	/	/
<b>Richesse spécifique en Orthoptères</b>	0	0	11	10	10	7
<b>Orthoptères patrimoniaux</b>	/	/	/	Chorthippus dorsatus (LRR)		



◀ Photo 3

Prairie de fauche montagnarde à Fenouil des Alpes et Avoine élevée (Unité objectif)

© Cliché : S. POUVARET / CEN Auvergne

## Conclusion

Sur le site pilote du Haut-Lignon, le suivi mis en place en 2012 a démontré aussi bien sur l'exemple de prairie de fauche de montagne décrit que pour les prairies humides, une recolonisation végétale amorcée des espèces indigènes typiques des milieux rencontrés dans les unités principales restaurées. Ceci malgré la présence d'un certain nombre d'espèces non caractéristiques telles que les Houlques et des espèces pionnières typiques de coupes forestières et de clairières.

Un premier bilan au niveau de l'entomofaune semble montrer une diversité et une richesse spécifique aussi importante dans les parcelles restaurées que les parcelles objectif, ce qui semble d'emblée positif et à confirmer dans les prochains suivis.

De manière générale, en fonction de leur diversité et de leur type fonctionnel dominant, les prairies restaurées seront intégrées à l'exploitation agricole partenaire du projet, en vue d'une récolte à une période optimale.

Les données agronomiques et naturalistes feront l'objet d'un partage d'informations et d'une analyse globale en lien avec les travaux du CEN Rhône Alpes et du PNR Pilat sur le Haut Bassin de la Semène, dans la Loire.

## Bibliographie

BENARD D., 2010 – Plan de restauration des sources du Gournier, Saint-Romain-Lachalm (43). CEPA, 42 p + annexes.

BILLY F., 2000. – Prairies et pâturages en Basse-Auvergne. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest, N.S.*, N° spécial 20, 253 p.

FOUCAULT B. de, 1986. – Contribution à une étude systémique des prairies de l'Aubrac (Massif central français). *In : Documents phytosociologiques*, Vol. X. XXII : 255-305

MARTINANT S. et COLL, 2012 – Projet Milieux ouverts herbacés du Massif central – volet sites pilotes - Note de cadrage des protocoles. CEN Auvergne, 22 p.

IPAMAC, 2011 – Trame écologique du Massif central : identification d'une trame écologique du Massif central avec extension vers les Pyrénées. Rapport de synthèse, 55 p.

THEAU J.-P., CRUZ P., FALLOUR D., JOUANY C., LECLOUX E., DURU M. , 2010 – Une méthode simplifiée de relevé botanique pour une caractérisation agronomique des prairies permanentes. Fourrages 2010, 19-25.



# Plan interrégional d'actions sur *Trifolium retusum* L. (Trèfle tronqué, Fabaceae). Contribution départementale : Loire. Synthèse des connaissances et des actions 2008 - 2013

Interregional action plan for *Trifolium retusum* L. (Teasel clover, Fabaceae)  
Departmental contribution: the Loire. Summary of knowledge and actions 2008 - 2013

● Conservatoire botanique national  
du Massif central  
Le Bourg  
43230 CHAVANIAC-LAFAYETTE.  
① 04 71 77 55 69  
✉ conservatoire.siege@cbnmc.fr  
✉ www.cbnmc.fr

par Ariane MOREL ①



Figure 1 ▶

*Trifolium retusum* L.  
Trèfle tronqué, plante  
entière à port prostré.  
Cliché : S. NICOLAS - CBNMC ©

## Résumé

*Trifolium retusum* L. est rare en France, cantonné à quelques localités du Massif central et de l'est des Pyrénées. Après description morphologique de ce trèfle discret, des précisions sont apportées sur sa biologie et son écologie. L'étude de sa répartition révèle la nécessité de préserver les populations actuelles, telles les populations ligériennes, situées en contexte fortement anthropisé. Face aux menaces compromettant la pérennité du Trèfle tronqué dans le département de la Loire, différentes mesures de sauvegarde sont entreprises.

Mots clefs : *Trifolium retusum* L. ; Trèfle tronqué ; département de la Loire ; conservation

## Abstract

*Trifolium retusum* L. is rare in France, residing in a few localities in the Massif Central and Eastern Pyrenees. After a morphological description of this discreet clover, details about its biology and ecology are presented. The study of its distribution reveals the necessity of protecting the current populations, including those in the department of the Loire, located in highly anthropized contexts. In light of the serious threats compromising the continued existence of Teasel clover in this department, various measures have been taken to safeguard this plant.

Key words : *Trifolium retusum* L. ; Teasel clover; department of the Loire (France) ; conservation

## Introduction

***Trifolium retusum* L.**, le **Trèfle tronqué** (**Fabacées**) est une espèce **très rare en France** : elle n'est signalée que dans quelques localités du **centre et de l'est du Massif central**, ainsi qu'à **l'extrême orientale de la chaîne des Pyrénées**. L'un de ses principaux foyers se situe dans le **département de la Loire, dans la plaine du Forez**. Les populations ligériennes actuellement connues se développent dans des **milieux très anthropisés** ; elles sont par conséquent fragiles et menacées par diverses activités humaines.

Le **département de la Loire** a donc une **forte responsabilité en matière de conservation de cette espèce à intérêt patrimonial exceptionnel**. C'est pourquoi le Trèfle tronqué fait partie d'une **liste de 29 taxons à préserver en priorité** dans le cadre d'un programme de « **Préser-**

**vation de la flore patrimoniale du département de la Loire** » porté par le Département de la Loire et la Région Rhône-Alpes. Ce programme a été **initié en 2008** conjointement par le Conservatoire botanique national du Massif central (CBN Massif central) et le Conservatoire d'espaces naturels de Rhône-Alpes (CEN Rhône-Alpes), avec l'appui de nombreuses autres structures partenaires (MORREL et SENACQ, 2009) et avec le soutien financier de la Région Rhône.

**Entre 2008 et 2013**, de nombreuses actions ont été entreprises en faveur de *T. retusum*, visant à la fois à **améliorer les connaissances sur la biologie et l'écologie de l'espèce, sur sa répartition locale, et à sauvegarder l'ensemble des populations de la Loire**.

## Bilan des connaissances sur l'espèce

### Systématique - nomenclature

***Trifolium retusum* L.** (synonymes : *Trifolium parviflorum* Ehrh., *Amoria parviflora* (Ehrh.) C.Presl) appartient à l'ordre des *Fabales* Bromhead et la famille des *Fabaceae* Lindl.

On doit sa publication originale à C. von Linné, dans *Species plantarum, Demonstr. Pl. Horto Upsaliensi* : 21 (1953). Le lectotype figurant dans l'herbier original de Linné est conservé au Natural history museum de Londres. L'échantillon pro-

vient d'Espagne ; il a été désigné comme type par Lassen (*in Turland et Jarvis (ed.)*, *Taxon* 46 : 481 (1997)).

Le nom de genre vient du latin *tres*, *tria*, trois, et *folium*, *-ii*, feuille, car chaque feuille est composée de trois folioles, et le nom d'espèce, de *retusus*, *-a*, *-um*, émoussé, obtus, en raison de la forme du sommet des folioles.

### Description

*T. retusum* est une plante **annuelle** glabre de petite taille, comprise entre 10 et 30 cm de hauteur (fig.1). Elle développe des tiges fermes, rameuses, diffuses, **couchées-ascendantes ou dressées**, et émet une racine grêle pivotante. Il s'agit d'une espèce méconneue, pouvant facilement être confondue avec d'autres petits trèfles annuels.

La phyllotaxie est alterne. Chaque feuille est composée de trois folioles obovales de 8 à 15 mm de long, denticulées et munies de nervures courbes saillantes à la face inférieure. Le pétiole est long, compris entre 0,5 et 2 cm, jusqu'à 7 cm au plus, pourvu à sa base d'une paire de stipules membraneuses entières, triangulaires à la base puis acuminées, de 8 à 12 mm de longueur.

Les inflorescences, **axillaires**, sont des **capitules** de dimensions réduites (7 à 10 mm de diamètre), globuleux, regroupant plusieurs fleurs en une tête dense. Chaque capitule est porté par un pédoncule raide et épais de 1 à 3 cm de longueur, toujours plus court que la feuille sous-tendant (critère d'identification important) ; dans le bas des tiges, ces pédoncules égalent le pétiole, alors qu'ils sont très courts voire pratiquement inexistant vers l'extrême des tiges.

Les fleurs, petites, **blanchâtres à rosées**, sont **hermaphrodites**. Chaque fleur est portée par un minuscule pédicelle, 2 à 3 fois plus court que le tube du calice, ce dernier paraissant presque sessile. Le pédicelle est muni à sa base de deux bractéoles toujours plus longues que lui. Le calice est constitué d'un tube obconique allongé, sillonné, à 10 nervures, glabrescent, terminé par des dents glabres ou peu velues. Celles-ci sont très inégales, les supérieures étant plus longues que le tube et la corolle. Les dents du calice ont la forme de pointes subulées qui se réfléchissent à maturité. La corolle mesure 4 à 5 mm de longueur. Son étandard est obovale, non émarginé, obtus ou presque aigu au sommet. Le style est assez court et courbé. Les fleurs de ce trèfle ne sont pas réfléchies à l'anthèse.

Les fruits du Trèfle tronqué sont des **gousses** sessiles incluses dans le calice, largement obovales, non bosselées ni crénelées ; la corolle fanée persiste autour de la gousse, devenant alors membraneuse. Lors de la fructification, les pédicelles se réfléchissent. La gousse, indéhiscente, contient **deux graines** jaunes, ovoïdes, mesurant de 1 à 1,2 mm de diamètre.

## Biologie

*T. retusum* est un **thérophyte** cespiteux, à ramifications basales dressées et à feuillage printanier à estival. Sa forme architecturale se rapporte aux « **Gypsophilids** » d'après le système de classification de BARKMAN (1988).

Le **cycle de vie** du Trèfle tronqué est **très court**. La germination des graines a lieu au printemps. Le développement de l'appareil végétatif est alors rapide ; les capitules axillaires émergent dans un second temps, après élongation des tiges feuillées. La **floraison** s'échelonne **entre mai et juin**, voire parfois dès avril et jusqu'à juillet.

L'expression de cette plante est fortement **tributaire des conditions météorologiques** : lorsque le printemps est pluvieux et frais, la fenêtre d'observation de l'espèce aux stades floraison - fructification peut être assez longue, de l'ordre de plusieurs semaines ; elle est en revanche très brève en cas de sécheresse et de chaleur, voire même inexiste, la germination ne se produisant pas ou les plantules se desséchant avant d'avoir atteint le stade adulte. Par conséquent, dans une même localité, selon les années, le décalage phénologique peut être important, de l'ordre de quinze jours à trois semaines.

La pollinisation des trèfles est en général **entomogame** (abeilles et bourdons attirés par le nectar produit par les fleurs), d'où une **allogamie** (BOTINEAU 2010). Cette dernière est d'ailleurs favorisée par l'existence de systèmes d'incompatibilité gamétophytique. Quelques espèces de trèfles font néanmoins exception en s'autofécondant, comme *T. subterraneum* L. par exemple. Nous ne disposons pas de données spécifiques à *T. retusum*, mais il est fort probable qu'il soit entomogame.

Les gousses indéhiscentes de *T. retusum* restent sur la plante fanée ; les tissus de la gousse pourrissent ou se déchirent suite à des frottements mécaniques et les graines sont alors libérées. On peut ainsi considérer que les graines sont disséminées à proximité immédiate de la plante-mère par **barochorie**. Le transport des graines est parfois assuré par les fourmis (**épizoochorie**). L'eau de pluie peut aussi entraîner les graines par ruis-

sellement (**hydrochorie**). Quel que soit le mode de dispersion, on constate *in situ* d'une année sur l'autre que les individus émergent toujours dans les mêmes secteurs, signe que la plupart des graines ne sont pas dispersées à longue distance des plantes-mères.

Les conditions de germination et la capacité germinative de *T. retusum* ont été étudiées par le CBN Massif central (LE GUEN 2007). Les graines **germent très rapidement** lorsqu'elles sont placées en alternance jour / nuit dans une gamme de températures douces, à condition de procéder à la **scarification préalable des téguments**. Le **taux de germination** est alors **excellent**.

Concernant la **banque de semences du sol**, nous ne disposons pas de données sur *T. retusum* en particulier. Cependant, on sait que la **longévité** de la plupart des semences de Fabacées, dites semences dures, est **importante** grâce à leur propension à ne s'imbiber que difficilement en conditions naturelles (CÔME et CORBINEAU 2006). L'imperméabilité des téguments s'acquiert lors de la fin de la phase de maturation des semences sur la plante-mère. Les graines libérées avant maturation complète sont capables de germer rapidement, alors que les autres peuvent mettre plusieurs mois ou années avant de devenir perméables et donc aptes à germer. Le **stock de semences viables du sol** peut par conséquent être **considérable** et les germinations s'échelonner dans le temps. En milieu naturel, les téguments des semences dures finissent par s'altérer et devenir perméables à l'eau suite à l'attaque de micro-organismes, aux micro-frottements contre des cailloux ou des grains de sable, aux alternances gel - dégel, à leur digestion partielle par les sucs digestifs des animaux...

Le Trèfle tronqué ne se multipliant pas par voie végétative, il ne développe donc qu'**une unique stratégie de régénération**, dite « **stratégie B<sub>s</sub>** » (GRIME 2001), impliquant une banque de semences persistante dans le sol.

Le nombre de chromosomes de l'espèce est  $2n = 16$  (CASTROVIEJO 2000).

## Écologie

Le spectre écologique de *T. retusum* est limité à des **milieux ouverts** (pelouses à annuelles des bords de champs, des tonsures au sein de parcs, des friches et lieux incultes) des **étages planitaire et montagnard** (entre 200 et 1 500 m d'altitude d'après la littérature, jusqu'à 1 750 m d'après des découvertes récentes (F. Andrieu, CBN méditerranéen, comm. pers.)).

L'espèce, **oligotrophe**, croît sur des terrains filtrants, sablonneux, pauvres en matières organiques (2 à 3 % seulement), mais aussi sur sols argilo-marneux ou fluvio-glaciaires (F. Andrieu, comm. pers.). À tendance **acidiclinophile**, elle affectionne des sols peu profonds plus ou moins pauvres en bases tels les substrats siliceux (en Anatolie, elle pousse sur des sols basaltiques proches de la neutralité (pH = 6,6) (KAYA et al.

2009), et en Bulgarie (pH moyen de 6,2) (SOPOTLIEVA et APOSTOLOVA 2007)). Elle **tolère une salinité moyenne** : ainsi, en Autriche (MUCINA et al. 1993), on la note sur solonetz, un sol salin dans lequel les colloïdes dispersés sont lessivés, entraînant la formation d'un horizon B compact (GÉHU 2006).

Il s'agit d'une espèce **héliophile très sensible à la compétition** (JAUZEIN 1995). Elle marque une tendance **mésophile à xérophile**. Cela explique sa présence à la fois dans des prairies plutôt fraîches voire humides en hiver (F. Andrieu, comm. pers.) et sur des talus colonisés par des pelouses sèches (A. Morel, obs. pers.). Elle est **thermocli-nophile**.

Plusieurs **données synécologiques** concernant le Trèfle tronqué sont **disponibles pour l'Eurasie, hors France**. Ainsi, en **Turquie** (Anatolie), *T. retusum* est une espèce relativement constante (fréquence de 50 %) de l'*Acantho dioscoridi-Viticetum agni-casti* Kaya, Ketenoglu et Bingöl 2009, au sein de laquelle elle participe aux communautés annuelles inféodées à un groupement de manteau à *Vitex agnus-castus* (KAYA et al. 2009).

En **Bulgarie**, *T. retusum* est signalé dans l'*Erysimo diffusii-Trifolietum angustifolii* Micevski 1977, association continentale à affinités méditerranéennes où il est relativement peu fréquent (dans 3 relevés sur 18) (SOPOTLIEVA et APOSTOLOVA 2007). Ce groupement est rattaché au *Trifolion cherleri* Micevski 1970, alliance des *He-lianthesmea guttati* (Braun-Blanq. ex Rivas Goday 1958) Rivas Goday et Rivas-Martínez 1963, qui regroupe les **pelouses annuelles silicicoles à caractère subméditerranéen** de Macédoine et de Grèce du Nord.

ROYER (1991) précise que l'espèce transgresse rarement dans le *Ceratocarpo-Euphorbion* : le *Ceratocarpo-Euphorbion stepposae* Mititelu 1970 fait partie de l'ordre des *Festucetalia valesiacae* Braun-Blanq. et Tüxen ex Braun-Blanq. 1949, qui regroupe les pelouses steppiques xérophiles ouvertes riches en annuelles d'Ukraine méridionale, Roumanie et Bulgarie.

En **Autriche**, *T. retusum* est cité comme taxon diagnostique du ***Festucion pseudovinae* Soó 1933** (MUCINA et al. 1993). Cette alliance regroupe les **pelouses salées steppiques continentales** de l'est et du sud-est de l'Europe.

En **Espagne**, le Trèfle tronqué est probablement lié aux **stades pionniers saxiphiles annuels** de la série de l'*Hylocomio splendentis-Pinetum catalaunicae* Vigo 1968 (DE BOLÒS et VIGO 1984), aux **pinèdes** des *Pino sylvestris-Juniperetea sabinae* Rivas-Martínez 1965, ainsi qu'aux **végétations des stations primaires des falaises et des rochers** de l'alliance du *Juniperio intermediae-Pinion catalaunicae* Rivas-Martínez 1983 corr. Rivas-Martínez et J.A. Molina in Rivas-Martínez, Fern.-Gonz., Loidi, Lousá et Penas 2000.

Pour la **France**, on ne dispose pas à ce jour de **données synécologiques précises**. En **Auvergne**, *T. retusum* s'observe dans les **pelouses annuelles basaltiques** du *Thero-Airion* Tüxen ex Oberd. 1957 inféodées à des lithosols acidoclines à neutroclines, généralement situées en bordure des chemins, des routes et près des villages (ANTONETTI et al. 2006).

Dans le **département de la Loire**, l'analyse du matériel phytosociologique réuni montre que *T. retusum* participe à des **pelouses annuelles méso-trophiles à eutrophiles** développées sur **sols neutroclines**. Des liens sociologiques existent entre le groupement ligérien et la composante annuelle du *Trifolietum dubio-subterranei* Billy 2000 nom inval. décrit en Auvergne. L'étude de ce groupement et de son statut phytosociologique est à poursuivre au regard d'une étude plus large, non cantonnée aux seules stations de *T. retusum*.

Les localités hébergeant le Trèfle tronqué dans la Loire constituent des **stations artificialisées vraisemblablement de substitution**. L'espèce semblerait être liée à l'origine à des **pelouses annuelles saxiphiles des sols neutroclines** de l'*Alyso alyssoidis-Sedion albi* Oberd. et T.Müll. in T.Müll. 1961, comme l'indique la présence de quelques éléments floristiques relictuels de ces pelouses au sein des communautés analysées (SEYTRE, 2008).

## Chorologie

Le Trèfle tronqué est une espèce **subpontique** (DE BOLÒS et al. 2005). D'après *Flora Europaea* (1968), l'espèce se rencontre dans le centre et le sud-est de l'Europe, s'étendant de façon localisée jusqu'au nord-ouest de l'Espagne et l'est du Portugal. La fig. 2, illustre finement la répartition européenne de *T. retusum*. Hors Europe, ce trèfle se rencontre au nord-ouest de l'Afrique (Algérie, Maroc) ainsi qu'au sud-ouest de l'Asie (Turquie, Irak) (CASTROVIEJO 2000).

*T. retusum* est signalé pour la première fois en France au milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle : découvert par Royer au lieu-dit Fontberland dans le département de la Loire, il est alors qualifié de « rarissime » (LECOQ et LAMOTTE 1847) ; pratiquement en même temps, il est cité dans les Pyrénées-Orientales aux thermes des Escaldes, dans la Cerdagne française (GRENIER et GODRON 1848).



Figure 2 ►

Répartition européenne de *Trifolium retusum* L., d'après DE BOLÒS et VIGO (1984)

Dans sa « Flore de France » (1901), COSTE mentionne le Trèfle tronqué dans la Loire, la Haute-Loire et les Pyrénées-Orientales. Au cours du XX<sup>e</sup> siècle, de nouvelles stations ont été découvertes dans d'autres départements, et des prospections récentes ont permis de compléter et d'actualiser les connaissances sur la répartition française de l'espèce.

Ainsi, **20 populations** de *T. retusum* ont été observées depuis 1995 dans **quatre départements du Massif central : Loire, Haute-Loire, Puy-de-Dôme et Cantal**, avec deux foyers principaux,

l'un dans la plaine du Forez (Loire), l'autre au niveau de la basse vallée de l'Alagnon (Haute-Loire), plus quelques stations éparses ça et là (données du CBN Massif central).

Dans la chaîne des Pyrénées, huit populations ont été recensées entre 1995 et 2013 dans le département des **Pyrénées-Orientales**, en Cerdagne, en altitude, entre Egat et Puigcerdà, plus une neuvième à Font-Romeu en 1987, dans le secteur de la découverte historique de l'espèce ; deux localités isolées ont été trouvées en 2006 et 2009 dans ce même département, dans les Fenouillèdes, à basse altitude. Enfin, une donnée ancienne (1944) serait à confirmer à Amélie-les-Bains, dans le Vallespir. Au total, **10 populations** sont donc **connues actuellement dans le massif des Pyrénées** (données du CBN méditerranéen).

Le **nombre total de stations indigènes** s'élèvant à **30 seulement après 1994 sur l'ensemble du territoire métropolitain**, *T. retusum* peut être considéré comme étant une **espèce très rare en France**.

Dans l'état actuel des connaissances, les populations ligériennes de Trèfle tronqué représentent environ **40 % des populations du Massif central et 27 % des populations françaises** (observations depuis 1995). D'où un **très fort enjeu de préservation de *T. retusum* à l'échelle locale**.

## Statuts de protection ou de menace

*T. retusum* est inscrit au **Livre rouge de la flore menacée de France tome II** (« espèces à surveiller »). Très rare en France et en régression, il a été classé **vulnérable (VU)** pour notre pays selon

la cotation IUCN. Il bénéficie d'une **protection en région Rhône-Alpes**, et est intégré aux **Listes rouges régionales Rhône-Alpes et Auvergne** avec la cote **vulnérable (VU)**.

## Bilan des connaissances sur les stations ligériennes

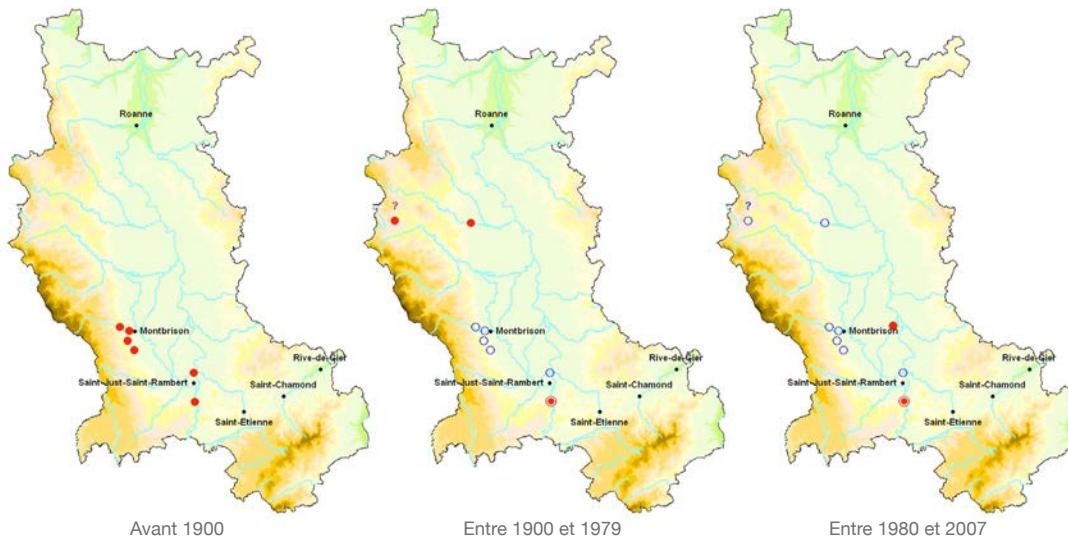
### Historique

Comme nous l'avons vu, la **première observation française de *T. retusum* a été réalisée dans la Loire** par Royer, à Fontberland (commune de Lézigneux). Dans une publication datée de 1869, LE-GRAND confirme la localité historique de Fontberland et informe de ses nouvelles trouvailles dans « trois autres localités très distantes les unes des autres et abondamment », toutes situées dans la **plaine du Forez**. L'auteur est plus précis dans sa « Statistique botanique du Forez » (1873) : « Montbrison, pelouses sèches de la **Blanchisserie** près du moulin, où il est commun ; Bonson, bords de la rivière ; pelouses près le **vieux château d'Essaloire**, dans les gorges de la Loire ; s'élève dans la **vallée du Vizézi jusqu'à Forie**, au bord du chemin ; **Fontberland** ». L'espèce s'observe entre 370 et 600 m d'altitude. LEGRAND la considère **rare dans la Loire**, toutes stations confondues.

CARIOT et SAINT-LAGER (1889) mentionnent une station supplémentaire à **Écotay-l'Olme**, non loin de Montbrison. La Société linnéenne de Lyon reçoit en 1925 des échantillons de Trèfle tronqué récoltés par Pouzet provenant de **Saint-Germain-Laval**. Enfin, dans un des bulletins bimensuels de la Société linnéenne de Lyon où figure le compte-rendu d'une excursion botanique effectuée le 18 juillet 1926, *T. retusum* est cité à l'étang de Royon parmi une liste de plantes des milieux humides, ce qui conduit à douter de l'exactitude de cette détermination.

La pérennité de la station du **château d'Essaloire** est attestée en 1950 par Le Brun ; l'espèce est qualifiée de « très abondante dans cette localité et bien caractérisée » (CHASSAGNE 1957).

Répartition ligérienne de *Trifolium retusum* L.



◀ Figure 3 à 5

Évolution diachronique de la répartition de *Trifolium retusum* L. dans le département de la Loire, de sa première mention à 2007.

Fig. 3 (à gauche) - Répartition ligérienne de *Trifolium retusum* L. avant 1900 (● : présence avant 1900). © CBN Massif central

Fig. 4 (au centre) - Répartition ligérienne de *Trifolium retusum* L. entre 1900 et 1979 (● : présence entre 1900 et 1979 ; ○ : présence avant 1900, confirmée entre 1900 et 1979 ; ○ : présence avant 1900, non confirmée entre 1900 et 1979 ; ? : donnée douteuse). © CBN Massif central

Fig. 5 (à droite) - Répartition ligérienne de *Trifolium retusum* L. entre 1980 et 2007 (● : présence entre 1980 et 2007 ; ○ : présence avant 1980, confirmée entre 1980 et 2007 ; ○ : présence avant 1980, non confirmée entre 1980 et 2007 ; ? : donnée douteuse). © CBN Massif central

À partir des années 1980, nous disposons de données de terrain communiquées au CBN Massif central par les botanistes ligériens. **G. Maret et J. Galtier** ont ainsi fait part de la découverte en 1992 d'une nouvelle population de Trèfle tronqué à la sortie du village de **Boisset-lès-Montrond**. L'espèce s'y est maintenue jusqu'en 1999, date à laquelle elle a été revue par ses découvreurs accompagnés de **Ph. Antonetti**, du CBN Massif central ; des graines ont été récoltées à cette occasion sur la trentaine d'individus observés. La pérennité de la station du **château d'Essalois**,

dans les gorges de la Loire, a été confirmée en 1993 par **Y. Cusset**, puis en 2004 par **O. et M. Faure**.

Les cartes suivantes (fig. 3, 4, 5) résument l'**évolution diachronique de la répartition de *T. retusum* dans le département de la Loire** au fil de la progression de l'exploration botanique du territoire, entre la première mention avant 1850 et le lancement du « Programme de préservation de la flore patrimoniale du département de la Loire » en 2008.

## Localisations ligériennes actuelles

La localité historique de Fontberland a été visitée, sans succès. En revanche, une nouvelle population a été observée par hasard en 2008 à **Vidrieux** (commune de Lézigneur), **tout près de Fontberland**, par **L. Seytre** (CBN Massif central). Puis une deuxième en 2009, non loin de là sur la même commune, à **la Provéra**, découverte par **N. Guillerme** (Département de la Loire). Des prospections complémentaires ont alors été menées par le CBN Massif central (**A. Morel**) en 2010 dans le secteur, en ciblant des biotopes potentiellement favorables : elles ont permis de répertorier deux autres populations, l'une aux abords immédiats du **cimetière de Lézigneur**, l'autre près du bourg de **Saint-Thomas-la-Garde**. Enfin, deux populations supplémentaires ont été trouvées fortuitement en 2012, année particulièrement favorable à l'expression de l'espèce, au lieu-dit **Chantegrillet** (Saint-Marcellin-en-Forez), et au **Château Sainte-Anne** (Marcilly-le-Châtel).

Sur le site d'**Essalois** (Chambles), nous avons vu que *T. retusum* était connu depuis le XIX<sup>ème</sup> siècle et s'était maintenu jusqu'en 2004. Il s'exprime **toujours dans l'enceinte** du château mais aussi à l'**extérieur** de l'enceinte.

Depuis sa dernière observation en 1999, la station de Trèfle tronqué de **Boisset-lès-Montrond** a malheureusement beaucoup évolué : le milieu s'étant fermé (graminées hautes, haie de lilas, arbustes d'ornement), **l'espèce n'est pas réapparue depuis**.

Concernant la mention de l'étang de Royon (les Salles), le site ne paraît pas favorable du tout à *T. retusum*, cette citation est très probablement erronée. Des recherches ont été effectuées en 2013 sur les communes d'Écotay-l'Olme, Saint-Germain-Laval et Bonson, sans succès. La Blanchisserie, autrefois citée par LEGRAND, est aujourd'hui un quartier à part entière de l'agglomération de Montbrison. Le Trèfle tronqué était aussi signalé dans la vallée du Vizézy jusqu'au hameau de Faury, mais n'a pas été revu dans ce secteur.

Figure 6 ►

Répartition ligérienne de *Trifolium retusum* L. entre 2008 et 2013 (● : présence entre 2008 et 2013 ; ○ : présence avant 2008, confirmée entre 2008 et 2013 ; □ : présence entre 1980 et 2007, non confirmée entre 2008 et 2013 ; ○ : présence avant 1980 ; ? : donnée douteuse). © CBN Massif central



Huit populations de *T. retusum* sont donc connues dans le département de la Loire après 1995, et sept d'entre elles ont été vues ou revues sur la période 2008 - 2013 (fig. 6). Exception faite de la population de Boisset-lès-Montrond, non revue récemment, qui est localisée au cœur de la plaine du Forez, à 365 m d'altitude, la plupart des populations se situent en marge de cette plaine, au pied des contreforts des Monts du Forez, entre 460 et 560 m d'altitude, avec un **noyau principal** au sud de Montbrison, aux alentours de l'étang de Vidrieux. La population la plus méridionale se trouve **en surplomb des gorges de la Loire**, à 575 m d'altitude, à Essalois. Toutes les stations ligériennes se rencontrent ainsi à l'**étage collinéen**.

## Géologie - pédologie

La plaine du Forez est un fossé d'effondrement tertiaire remblayé par des sédiments argilo-sableux et encadré par le socle cristallin ; ce bassin fermé se situe en effet entre deux chaînes montagneuses orientées nord-sud, les monts du Lyonnais à l'est et les Monts du Forez à l'ouest, et est borné par le seuil de Neulise au nord et le seuil du Pertuiset au sud. Le fleuve Loire y a ménagé un lit large. Les terres sont exploitées pour l'agriculture (grands cultures et élevage bovin) et de nombreux étangs ont été creusés pour la pisciculture. Plusieurs agglomérations et grands axes routiers et ferroviaires traversent également cette plaine.

Les gorges de la Loire, au sud de Saint-Just-Saint-Rambert, sont moins accessibles et ont donc conservé un caractère beaucoup plus naturel, avec des landes et des forêts développées sur

des versants abrupts, la Loire serpentant dans un lit très encaissé.

Les stations du secteur historique de Fontberland se trouvent soit sur **leucogranites calco-alcalins** (Vidrieux et la Provéra), soit sur **migmatites** (Saint-Thomas-la-Garde et cimetière de Lézignieux), les stations d'Essalois et Chantegrillet se développant aussi sur roches granitiques. La station du Château Sainte-Anne se situe sur **basalte**. Celle de Boisset-lès-Montrond est constituée de **pépérites** formant un talus rocheux de près de 2 m de haut en bord de route.

Sur l'ensemble des stations, la roche-mère affleure par endroits ; le **sol** sur lequel se développent les plantes est d'**épaisseur globalement très faible**.

## Données climatiques

Selon JOLY *et al.* (2010), le **climat de la plaine du Forez** est à rattacher au « **climat océanique dégradé des plaines du Centre et du Nord** », caractérisé par des températures intermédiaires et par de faibles précipitations surtout l'été. Les **contreforts des Monts du Forez et les gorges de la Loire** se rapportent plutôt au « **climat semi-continental et climat des marges montagnardes** » qui regroupe les périphéries des mon-

tagnes : les températures y sont moins froides qu'en montagne mais cependant plus froides qu'ailleurs à altitude égale ; les précipitations y sont légèrement plus faibles et moins fréquentes. Pour simplifier, sur le secteur d'occurrence de *T. retusum* dans le département de la Loire, les **été**s sont **chauds**, les **hivers froids**, et la **quantité de précipitations** faible.



◀ Figure 7

Station de *Trifolium retusum* L. de Vidrieux (commune de Lézigneux, Loire), en quartier résidentiel.

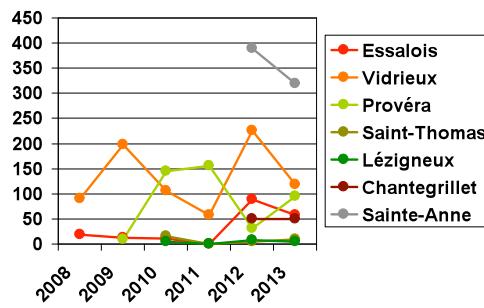
© A. MOREL - CBN Massif central

## Description des populations ligériennes actuelles

Dans la Loire, toutes les populations actuelles de Trèfle tronqué se rencontrent dans des **milieux anthropisés** (fig. 7) : pour le site de la Provéra, emprise de **chemin agricole** à sol tassé, bordé de haies et de monticules de terre recouverts d'espèces nitrophiles, et à Chantegrillet, bord de chemin agricole à végétation mésotrophe et mésophile ; pour Essalois, dalle rocheuse thermophile en cours de banalisation dans l'**enceinte du château**, et **talus** mésotrophe et mésoxérophile légèrement rudéralisé entre le mur d'enceinte et une petite route se prolongeant en sentier de randonnée ; à Vidrieux, talus, **chemin de terre** et **patte-d'oie** en bord de route secondaire, dans un **quartier résidentiel**, et à Saint-Thomas, abords immédiats d'un terrain vague servant de parking, d'un boulodrome et de routes et sentiers empruntés par les promeneurs ; à Lézigneux, bas du talus jouxtant le mur d'enceinte du **cimetière municipal** ; à Boisset, faite de talus rocheux vertical en **bord de route départementale**, à la sortie du village ; enfin, à Sainte-Anne, chemin d'accès à la forteresse.

Dans toutes ces localités, *T. retusum* s'observe au sein de **pelouses pionnières thermophiles à petites Fabacées annuelles et orpins** sur sol squelettique, souvent écorchées. Dans les sites les plus piétinés, ces végétations se banalisent, se rapprochant alors des gazon urbains.

Les **effectifs varient beaucoup** d'une population à l'autre, allant de **moins de 15 individus** (cimetière de Lézigneux, Saint-Thomas), à **près de 400 individus** (Château Sainte-Anne), la majorité des populations oscillant **entre 50 et 200 individus**. L'expression de l'espèce étant très tributaire des conditions météorologiques, des **écart importants** peuvent être observés selon les années dans chaque population (fig. 8).



◀ Figure 8

Évolution des effectifs des sept populations ligériennes de *Trifolium retusum* L. entre 2008 et 2013 (en nombre d'individus).

© A. MOREL - CBN Massif central

## Menaces

Le Trèfle tronqué est une annuelle de petite taille **peu compétitive**, sensible à la concurrence des plantes compagnes ; la **fermeture de son milieu** constitue donc un réel problème. Ainsi, il est probable que cela soit la cause principale de l'absence d'expression de la plante sur le talus de Boisset, les graminées hautes et les arbustes horticoles ayant prolifié au détriment des espèces peloussaires.

Ce taxon est aussi directement affecté par les actions humaines en raison de sa présence dans des **milieux anthropisés**, d'où de fortes menaces liées à la **fréquentation** (piétinement des plantes, tassement du sol, eutrophisation avec progression des espèces nitrophiles, comme cela est constaté à des degrés divers sur la presque totalité des stations ; dépôts de détritus comme à la Provéra...), aux **aménagements urbains** (réfection des routes et chemins, avec un goudronnage d'une partie de la station de Vidrieux, et le régâlage de matériaux sur le chemin rural de la Provéra ; installation de mobilier urbain, construction de bâtiments, plantation de végétaux d'ornement...) et à une **gestion inadaptée des biotopes** (fauches trop rases ou à des périodes inappropriées, avec absence d'exportation des produits de coupe,

comme à Essalois, Vidrieux et Lézigneux ; enrichissement du sol par apport d'engrais, à Boisset notamment ; utilisation d'herbicides...).

De fait, en raison de la nature plus ou moins artificialisée de ses milieux de vie, le Trèfle tronqué est **rarement situé à l'intérieur d'espaces désignés pour leur intérêt écologique** fort et bénéficiant à ce titre d'une protection réglementaire ou contractuelle.

Enfin, comme évoqué précédemment, les **effectifs** de cette fabacée annuelle sont **très variables** selon les années en fonction de la météo printanière. Certaines populations voient leur pérennité menacée du fait du **faible nombre d'individus** qu'elles comportent, sachant toutefois que la banque de semences du sol peut être conséquente, n'attendant que des conditions environnementales plus favorables pour s'exprimer.

Face à ces menaces notamment d'ordre anthropique, on mesure combien il est indispensable de mettre en œuvre dans le département de la Loire, au-delà des suivis annuels, des **actions de préservation en faveur de *T. retusum***.

## Actions de préservation entreprises

Les **actions de préservation** de *T. retusum* mises en œuvre entre 2008 et 2013 par les partenaires impliqués dans le programme de « Préservation de la flore patrimoniale du département de la Loire » sont de nature variée, impliquant **conservation active** et **sensibilisation**.

### Conservation ex situ

Des **graines** ont été prélevées sur certaines des populations ligériennes de Trèfle tronqué afin de les conserver à moyen terme dans la **banque de semences du CBN Massif central** (congélation à -20°C). Ces semences constituent des **stocks de survie** au cas où la population viendrait à décliner voire à disparaître dans son milieu d'origine (comme c'est le cas pour la station de Boisset-lès-Montrond, dont des semences avaient été judicieusement récoltées en 1999 bien avant que l'espèce ne cesse de s'exprimer *in situ*) ; elles pourraient alors être **réintroduites in situ** pour renforcer ou recréer la population initiale.

Des **tests de germination** réalisés en laboratoire permettent d'évaluer la **viabilité** des graines et les **conditions nécessaires à leur germination**. Les plantules obtenues à l'issue des tests peuvent être repiquées et acclimatées avant d'être transférées en jardin. Elles sont ensuite entretenues jusqu'à floraison et fructification. Les graines produites sont alors récupérées pour **accroître le stock de survie** conservé en congélation.

Dans le cas particulier de la **population de Boisset**, une partie des semences prélevées en 1999 avait été mise en chambre froide à 5°C pour une conservation à court terme. Ce lot de semences a été semé directement en terre en 2010 au CBN Massif central, de sorte à obtenir un nombre important de nouvelles graines en vue d'une éventuelle réintroduction dans la station d'origine. Nous disposons donc à ce jour d'environ 1200 graines conservées en congélation datant de 1999, auxquelles s'ajoutent près de 3450 graines obtenues en jardin, soit un **stock d'environ 4650 graines**.

### Gestion

Toutes les populations de Trèfle tronqué de la Loire se trouvent dans des **habitats anthropiques gérés de façon intensive par l'homme**. Il est indispensable de **revoir les pratiques de gestion** et de les adapter afin qu'elles ne nuisent pas à la pérennité des populations et même qu'elles en favorisent l'extension. Connaissant la biologie et l'optimum écologique de l'espèce, sont préconisées une fauche tardive (après libération des semences) avec hauteur de coupe adaptée (5-10 cm) et export des résidus végétaux, la non utilisation d'intrants ou pesticides, l'ouverture du milieu... La gestion à proprement parler est réalisée soit par les propriétaires ou les exploitants guidés par les organismes locaux spécialisés dans la flore sauvage, soit directement par les

partenaires gestionnaires d'espaces naturels. La signature de **conventions** entre les propriétaires ou les exploitants et l'un des porteurs du programme, la rédaction de **plans ou notices de gestion**, peuvent venir officialiser les orientations de gestion souhaitées.

Ainsi, le CBN Massif central a réalisé auprès du Syndicat mixte d'aménagement des Gorges de la Loire (SMAGL), qui gère le site d'Essalois, une brève **formation de terrain** à la reconnaissance de l'espèce, et a explicité les modalités de gestion en faveur de la préservation de la plante (le SMAGL veille depuis à mettre la population en défens lors des grandes manifestations festives se déroulant sur le site). Cela a aussi été effectué auprès du propriétaire de la forteresse de Sainte-Anne. Des conseils de gestion ont été prodigues à la municipalité de Lézigneux (particulièrement aux agents techniques chargés de l'entretien des espaces verts), qui a de plus été rencontrée par le Département dans le cadre de la révision du **plan de gestion conservatoire de l'étang de Vidrieux**, dans le but d'intégrer les populations de Trèfle tronqué voisines de l'étang à ce nouveau plan.

### Travaux de restauration écologique

À **Boisset-lès-Montrond**, le milieu a évolué de manière défavorable à l'espèce. Une restauration s'avérait par conséquent nécessaire. Le CEN Rhône-Alpes a obtenu l'accord de la municipalité et du propriétaire privé concerné pour procéder à la **réouverture du talus de pépérites**. Les travaux ont été menés en mars 2012 (coupe des

arbustes ornementaux et fauche de la végétation herbacée), mais n'ont malheureusement pas été suivis de la réémergence de l'espèce. Afin de tenir une remobilisation de la banque de semences du sol, un **griffage** est prévu début 2014. Après cette seconde intervention, il faudra voir si *T. retusum* réapparaît spontanément. Dans la négative, la réintroduction de graines de la population d'origine pourrait être programmée.

### Information, sensibilisation

La destruction des stations de plantes rares est souvent due à une **méconnaissance** de leur présence et de leur intérêt de la part du public et des aménageurs. Cela est particulièrement vrai pour une espèce discrète et peu attractive comme *T. retusum*, qui passe inaperçue, ce qui la protège et la dessert en même temps. Une information des propriétaires ou des gestionnaires et une sensibilisation à l'importance de la préservation des espèces remarquables et de leur milieu de vie sont souvent très fructueuses. Cela a été fait dans la Loire, soit dans le cadre de réunions spécifiques, soit par le biais de porter à connaissance.

Dans l'optique de sensibiliser les habitants et usagers de l'étang de Vidrieux et de ses environs, pour que les gens « s'approprient » la plante et s'impliquent éventuellement directement dans sa sauvegarde, le CBN Massif central a rédigé un article de vulgarisation sur le Trèfle tronqué, destiné à figurer sur les supports de communication institutionnels de la mairie de Lézigneux (site Internet, bulletins municipaux...).

## Conclusion

**En six ans, un important travail a été mené en faveur de la connaissance et de la préservation concrète des populations ligériennes de *Trifolium retusum*. Beaucoup reste encore à faire**, en particulier au niveau de l'**information des personnes en charge de la gestion** des sites accueillant l'espèce. Cette **sensibilisation** est la **seule garantie de pérennité de *T. retusum*** dans le département de la Loire, étant donné les milieux concernés, en contexte urbain, périurbain ou sur des lieux à vocation touristique et de loisirs. Au niveau des municipalités par exemple, les personnels changent au fil des ans ; il est donc indispensable de **poursuivre les actions pédagogiques sur le long terme**.

Le **suivi régulier de la dynamique des populations et de l'évolution des habitats** est fondamental, afin d'être en mesure de réagir à temps pour conserver des conditions favorables à leur maintien. Des **recherches complémentaires** dans des localités anciennes imprécises pourraient s'avérer fructueuses à condition d'y consa-

crer du temps, les talus secs et les chemins de terre qu'affectionne le Trèfle tronqué étant nombreux.

Le cas de la station de Boisset-lès-Montrond montre l'utilité des **récoltes préventives de semences pour conservation ex situ**. Si l'espèce ne réapparaît pas naturellement suite aux travaux de restauration écologique du talus, elle pourrait être réintroduite à partir des graines de la population d'origine. Idéalement, un stock de graines devrait être conservé en banque de semences pour chacune des populations ligériennes de *T. retusum* ; des prélèvements complémentaires sur les populations non encore récoltées sont donc à prévoir.

Pour le CBN Massif central, cet important travail à l'échelon départemental s'inscrit dans un contexte plus large, la conservation de l'espèce devant être envisagée à l'échelle de l'**entité géographique du Massif central**.

## Bibliographie

- ANTONETTI P., BRUGEL E., KESSLER F., BARBE J.P. et TORT M. 2006. - *Atlas de la flore d'Auvergne*. Conservatoire botanique national du Massif central, 984 p.
- BARKMAN J.J. 1988. - New systems of growth forms and phenological plant types, in WERGER M.J.A. et al. *Plant form and vegetation structure*. SPB Academic Publishing, The Hague : 9-44.
- BOLÒS O. de et VIGO J. 1984. - *Flora dels Països catalans : introduccio. Licopodiàcies-Capparàcies*. Editorial Barcino, Barcelona, I, 736 p.
- BOLÒS O. de, VIGO J., MASALLES R.M. et NINOT J.M. 2005. - *Flora manual dels Països Catalans*. Pòrtic Ed., Barcelona, 1310 p.
- BOTINEAU M. 2010. - *Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs*. Lavoisier Technique et Documentation, Paris, 1335 p.
- CARIOT A. et SAINT-LAGER J.B. 1889. - *Flore du bassin moyen du Rhône et de la Loire*. E. Vitte Ed., Lyon, 999 p.
- CASTROVIEJO S. 2000. - *Flora Iberica : plantas vasculares de la Peninsula Iberica e Islas Baleares : Leguminosae (partim)*. Real Jardín Botánico, Madrid, VII (II), 1119 p.
- CHASSAGNE M. 1957. - *Inventaire analytique de la flore d'Auvergne et contrées limitrophes des départements voisins*. Paul Lechevalier Ed., Paris, II, 542 p.
- CÔME D. et CORBINEAU F. 2006. - *Dictionnaire de la biologie des semences et des plantules*. Editions Tec et Doc, Paris, 226 p.
- COSTE H. 1901. - *Flore descriptive et illustrée de la France de la Corse et des contrées limitrophes*. Paul Klincksieck, Paris, I, 416 p.
- GÉHU J.-M. 2006. - *Dictionnaire de sociologie et synécologie végétales*. Cramer éd., Berlin, 899 p.
- GRENIER Ch. et GODRON D.A. 1848. - *Flore de France ou description des plantes qui croissent naturellement en France et en Corse*. F.Savy Ed., I, 766 p.
- GRIME J.P. 2001. - *Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties* - 2nd edition. John Wiley et Sons Ltd, Chichester, 417 p.
- JAUZEIN Ph. 1995. - *Flore des champs cultivés*. INRA Ed., Paris, SOPRA, 898 p.
- JOLY D., BROSSARD T., CARDOT H., CAVAILHES J., HILAL M. et WAVRESKY P. - Les types de climats en France, une construction spatiale. *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Cartographie, Imagerie, SIG, article 501, mis en ligne le 18 juin 2010. URL : <http://cybergeo.revues.org/23155> ; DOI : 10.4000/cybergeo.23155.
- KAYA Ö.-F., KETENOĞLU O., BİNGÖL M.Ü. 2009. - A Phytosociological Investigation on Forest and Dry Stream Vegetation of Karacadağ (Şanlıurfa/Diyarbakır). *Journal of Forestry Faculty* 9(2): 157-170.
- LAMBINON J., DELVOSALLE L. et DUVIGNEAUD J. 2004. - *Nouvelle flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines (Ptéridophytes et Spermatophytes)*. Jardin botanique national de Belgique, 1167 p.
- LE GUEN M. 2007. - *Synthèse des résultats des tests de germination réalisés au Conservatoire botanique national du Massif central de 1999 à 2006*. Conservatoire botanique national du Massif central, 63 p.
- LECOQ H. et LAMOTTE M. 1847. - *Catalogue raisonné des plantes vasculaires du plateau central de la France*. Victor Masson Ed., Paris, 440 p.
- LEGRAND A. 1869. - Quelques remarques sur la végétation de la plaine du Forez. *Bulletin de la Société Botanique de France* XVI : 58-62.
- LEGRAND A. 1873. - *Statistique botanique du Forez*. Théolier Ed., Saint-Etienne, 290 p.
- MOREL A. et SENACQ G., 2009 - *Préservation de la flore remarquable du département de la Loire : étude de faisabilité pour la mise en place d'un programme de préservation*. Conservatoire botanique national du Massif central, Conservatoire Rhône-Alpes des Espaces naturels, 29 p.
- MOREL A. 2011. - *Conservation de la flore vasculaire remarquable du département de la Loire - Synthèse des actions 2008 - 2011 réalisées par l'ensemble des acteurs du réseau*. Conservatoire botanique national du Massif central \ Conseil général de la Loire, Conseil régional de Rhône-Alpes, 51 p.
- MUCINA L., GRABHERR G. et ELLMAUER T. 1993. - *Die Pflanzengesellschaften Österreichs : Anthro-pogene Vegetation*. Verlag Gustav Fischer, Jena, I, 578 p.
- POUZET E. 1925. - Séance du 23 juin : *Trifolium parviflorum* à Saint-Germain-Laval (Loire). *Bulletin Bi-Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon* 4(14) : 108.
- RIEL P. 1926. - Excursion botanique du 18 juillet à l'Etang Royon et à Pierre-sur-Haute. *Bulletin Bi-Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon* 5(13) : 103-104.
- ROYER J.M. 1991. - *Synthèse eurosibérienne, phytosociologique et phytogéographique de la classe des Festuco-Brometea*. *Dissertationes Botanicae* 178, 296 p.

SEYTRE L., 2008 - *Diagnostic de la flore et des végétations du site de l'Étang de Vidrieux (commune de Lézigneux, Loire)*. Conservatoire botanique national du Massif central. 32 p.

SOPOTLIEVA D. et APOSTOLOVA I. 2007. - The association *Erysimo-Trifolietum* Micev. 1977 in Bulgaria and some remarks on its Mediterranean character. *HACQUETIA* 6/2, 131–141.

TUTIN T.G. 1968. - *Flora Europaea : Rosaceae to Umbelliferae*. Cambridge University Press, Cambridge, 2, 469 p.

## Remerciements

Nous remercions M. **Frédéric Andrieu**, botaniste au Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles, antenne de Montpellier, pour les précisions apportées au sujet des populations de *T. retusum* des Pyrénées-Orientales.

# Concilier activités sportives de pleine nature et préservation de la flore sauvage : vers un plan d'action thématique

Reconciling outdoor sport activities and the conservation of (wild) flora: moving towards a multifaceted action plan

● Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées  
Vallon de Salut, BP 70315  
65203 BAGNERES DE BIGORRE Cedex  
① 05 62 95 85 32  
✉ nadine.sauter@cbnpmp.fr  
🌐 www.cbnpmp.fr

par Nadine SAUTER, Jocelyne CAMBECEDES et Gérard LARGIER ①



Photo 1

diagnostic partagé sur via ferrata pour implanter un sentier d'interprétation (projet eco-topoguide Hautes-Pyrénées)  
© Cliché : CPIE/Dornier

## Résumé

Dans le cadre de ses missions, le Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées (CB-NPMP) s'intéresse aux enjeux floristiques des sites de pratiques d'activités de pleine nature (APN), où les superpositions entre enjeux et APN sont de plus en plus nombreux et identifiés.

Le Conservatoire réalise des cartographies des enjeux, afin d'avoir un état des lieux précis et d'informer les acteurs concernés. Il intervient également en appui auprès de diverses structures ; cette démarche doit aboutir à des actions de sensibilisation et de conservation et s'inscrire à terme dans un plan d'action.

Mots-clés : conciliation, conservation, sensibilisation

## Abstract

The botanic Conservatoire, with regard to its mission of wild flora preservation, takes a close look at the relationship between wild vegetation and the practice of outdoor sport activities. The situations in which they overlap have become more and more numerous and identified.

The Conservatoire maps the occurrence of these situations in order to establish a precise overview and to inform those that are concerned. It also supports structures that are working for conservation and to raise awareness. This approach aims at eventually setting up an action plan.

Keywords : reconciliation, conservation, awareness

## Contexte : sport et développement durable

### Les activités de pleine nature : définition et quelques chiffres

Il semble nécessaire de préciser quelques définitions et de donner quelques illustrations de ces activités souvent mal connues dans le monde de la conservation de la nature.

Tentons de définir plus précisément ce que sont les APN, aussi appelées « sports de nature ». Activités sportives, de loisir ou de tourisme, elles sont définies uniquement par les lieux de pratiques (Van Lierde, 2007) ; ainsi d'après l'article L.311-1 du Code du sport " Les sports de nature s'exercent dans des espaces ou sur des sites et itinéraires qui peuvent comprendre des voies, des terrains ou des souterrains du domaine public ou privé des collectivités publiques ou appartenant à des privés, ainsi que des cours d'eau domaniaux ou non domaniaux".

Autrement dit, elles regroupent l'ensemble des activités aériennes, nautiques, terrestres ou souterraines, encadrées ou non, se déroulant en milieu naturel, parfois de manière diffuse, en dehors d'espaces spécifiquement aménagés. Elles peuvent permettre l'initiation, le perfectionnement voire la compétition, et peuvent aussi constituer un moyen d'éducation et de découverte d'un territoire et de ses spécificités naturelles et culturelles (Van Lierde, 2007).

Les constats sur l'analyse de ces activités sont unanimes : les APN connaissent depuis plusieurs années un essor important. Les pratiquants sont de plus en plus nombreux ; une enquête de 2010<sup>1</sup> révèle qu'environ 25 millions de personnes de plus de 15 ans pratiquent, même occasionnelle-

ment, un sport de nature : ski, sports de neige, randonnée, canoë, pêche, équitation, vélo...

On comprend ainsi nettement le phénomène de multiplication des sites pour accueillir l'ensemble de ces pratiquants, ainsi que les superpositions entre pratiques d'activités de pleine nature et enjeux naturalistes notamment floristiques, de plus en plus nombreuses et identifiées.

Or sur les 25 millions de pratiquants, peu exercent au sein de fédérations ; seuls 2,5 millions étaient licenciés en 2006 (Bouffin S., Foirien R., Richard P., 2008). Rech et Mounet (2011) expliquent que « les loisirs sportifs de nature regroupent majoritairement des individus hors de toute organisation », et que « ces électrons libres posent de nombreux problèmes puisqu'ils sont difficilement identifiables pour les gestionnaires et ne sont pas directement représentés au sein des CDESI<sup>2</sup> ». La majorité des pratiquants n'est pas officiellement et/ou réellement représentée, les fédérations et les professionnels des sports de nature étant encore aujourd'hui « les interlocuteurs privilégiés des gestionnaires et des collectivités territoriales dans la mise en place de politiques adaptées ». La problématique ainsi identifiée permet de mieux appréhender les difficultés rencontrées lors des tentatives de rapprochement entre pratiquants d'APN et acteurs de l'environnement. En effet, la diversité des publics concernés, le manque de structuration des réseaux et d'interlocuteurs référents, peuvent être source de conflits et de controverses (Mounet, 2007).

### L'État, responsable de la conduite des politiques sportives en France

Adoptée en 2010, la Stratégie Nationale de Développement Durable (SNDD) pour la période 2010-2013 a posé, à travers 9 défis clés, les bases d'un mode de développement durable organisé autour d'une économie verte et équitable ; un des défis est relatif à la « conservation et gestion durable de la biodiversité et des ressources naturelles ».

Décliné dans la SNDD du sport (SNDDS)<sup>3</sup>, ce défi pose des choix stratégiques, leviers d'actions et chantiers structurants issus d'un processus de plusieurs mois de réflexion et d'élaboration participatif, autour d'une priorité : « engager le monde sportif dans la préservation et la gestion durable de la biodiversité<sup>4</sup> ». Un objectif de cohérence est affiché avec la Stratégie Nationale de la Biodiversité (SNB), qui a pour ambition de « préserver et

restaurer, renforcer et valoriser la biodiversité et en assurer l'usage durable et équitable, réussir pour cela l'implication de tous et de tous les secteurs d'activité »<sup>5</sup>.

Le mot clé « biodiversité » apparaît ici dans la SNDDS et avec, le constat que les pratiques sportives peuvent avoir une incidence sur l'érosion de la biodiversité, mais qu'elles peuvent aussi être contributrices de son maintien. L'ensemble des leviers d'actions et chantiers structurants proposé sous cette bannière tend vers une meilleure connaissance et appropriation des enjeux environnementaux et sportifs par les différents acteurs, et leur préservation au sein d'échanges concertés et partenariaux.

1. Enquête pratiques physiques et sportives 2010, CNDS / Direction des Sports / INSEP, MEOS

2. CDESI : Commissions Départementales des Espaces Sites et Itinéraires mise en place par les conseils généraux.

3. La SNDDS est arrivée à terme en 2013 ; une nouvelle stratégie nationale de transition écologique vers un développement durable 2014 à 2020 est en cours.

4. Priorité d'action n°6 de la SNDD du Sport.

5. Synthèse de la SNB sur le site de l'Observatoire national de la biodiversité.

34 leviers d'actions ont été définis, autour de 3 chantiers structurants consistant à :

- favoriser les partenariats entre le monde sportif et les acteurs de l'environnement, avec comme objectif que la totalité des fédérations de sports de nature et utilisatrices de terrains de grands jeux soit signataire de conventions de partenariat,
- généraliser la mise en œuvre d'un volet biodiversité dans les règlements fédéraux de développement durable,

- promouvoir l'intégration des clubs sportifs dans la gestion des espaces protégés, à travers par exemple, la signature de chartes de sites Natura 2000 par des clubs et comités sportifs.

Les leviers d'actions, propositions devant permettre le travail sur le terrain, traitent aussi bien des aspects d'amélioration des connaissances que de la gestion durable des équipements sportifs, de la responsabilité des fédérations sportives à la gestion durable de la biodiversité, de la contribution des usages sportifs à la préservation du milieu vivant, ou bien encore de la mise en œuvre de la nouvelle SNB 2010-2020.

## Compétences des collectivités territoriales

L'État n'est pas le seul à intervenir sur la gestion des pratiques de pleine nature. La loi a en effet confié aux conseils généraux la compétence en matière de « développement maîtrisé des sports de nature et activités de pleine nature ». À ce titre, chaque conseil général met en place une CDE-SI de pleine nature. Cette commission réunit en 3 collèges l'ensemble des acteurs concernés :

élus, Direction « jeunesse et sport », comités départementaux sportifs, gestionnaires d'espaces et associations environnementales. Elle a pour mission la réalisation d'un Plan Départemental des Espaces, Sites et Itinéraires (PDES) où se pratiquent les APN et de promouvoir les sports de pleine nature dans le respect du milieu naturel, pour une gestion concertée des pratiques.

## Une implication naturelle du Conservatoire botanique

Le Conservatoire s'est trouvé très tôt confronté à la coexistence des enjeux naturels et sportifs, ce d'autant que de nombreux terrains d'exercice d'APN sont mal connus sur le plan de la flore. À la faveur de chartes départementales généralistes

ou ciblées sur l'escalade, ou de programmes d'étude initiés par des partenaires associatifs ou gestionnaires d'espaces, le Conservatoire a progressivement développé et structuré des interventions en la matière.

## Une approche cartographique fine...

Afin d'avoir un état des lieux précis des enjeux floristiques observés sur les sites de pratique d'APN, le Conservatoire effectue des cartographies fines des stations de plantes rares et menacées. Il prospecte également de nouveaux sites de pratique à la recherche d'enjeux encore non identifiés.

Ce travail concerne jusqu'ici essentiellement les sites naturels d'escalade, milieux très particuliers où vivent dans des conditions extrêmes (sécheresse, verticalité, etc.) un certain nombre de plantes rares et protégées. L'utilisation de ces parois pour la pratique de l'escalade peut entraîner des conflits et des tensions entre pratiquants et acteurs de la protection de l'environnement. La cartographie précise des plantes menacées permet d'identifier les réels impacts de ces activités, impacts étant assez souvent ponctuels.

L'objectif de cet état des lieux est d'informer les acteurs concernés (pratiquants, fédérations sportives, propriétaires, etc) en mettant à leur dispo-

sition des données fiables et précises pour une meilleure prise en compte des enjeux à leurs niveaux.

À titre d'exemple, nous pouvons mentionner le cas de la présence d'une plante protégée en France, la Corbeille d'argent à gros fruits (*Homalothecia macrocarpa* (DC.) Küpfer), sur 4 sites d'escalade parmi une dizaine dans les gorges de l'Aveyron. Chacune de ces stations a été soigneusement cartographiée à l'aide des topo-guides existant (schéma des voies dessinées sur la falaise) et les résultats ont été communiqués au comité départemental Tarn-et-Garonne de la Fédération française de montagne et d'escalade (FFME). Par ailleurs, une journée de sensibilisation a permis d'informer des licenciés de la présence de la Corbeille d'argent à gros fruits. Un partenariat se met progressivement en place, avec des échanges devant aboutir à une plus large diffusion et information des grimpeurs via notamment le site internet de la FFME.



◀ *Hormathophylla macrocarpa* (DC.) Küpfer

© photo CBNPMP/Bergès

et pieds d'*Hormathophylla macrocarpa* (DC.) Küpfer sur une falaise équipée, Gorges de l'Aveyron

© photo CBNPMP/Sauter

## Des implications diverses dans des projets partenariaux

Le Conservatoire botanique travaille également auprès de structures telles que collectivités territoriales et Parcs naturels régionaux (PNR), en leur apportant en plus des données disponibles, un appui technique dans des démarches d'analyse de territoire et de prise en compte de biodiversité. Il apporte son expertise sur la flore sauvage et les habitats naturels dans des projets d'inventaires, de caractérisation et de communication des enjeux.

Dans le cadre du schéma de développement durable des activités nautiques non motorisées sur la rivière Aveyron dans le Tarn et le Tarn-et-Garonne, initié et coordonné par le Pays Midi-Quercy, le Conservatoire botanique a mis à disposition ses données et a participé à différentes réunions du comité de pilotage. Des stations d'une plante rare et protégée en France, la Gratiole officinale (*Gratiola officinalis* L.), sont connues le long d'un parcours de canoë-kayak et sur des berges utilisées pour le débarquement. Des mesures de préservation et d'information ont été proposées et discutées ; un plan local d'action, incluant notamment des prospections complémentaires et des suivis de population, permettrait de mieux prendre en compte cette plante sur la totalité du cours d'eau. Les projets d'aménagements réalisés dans le cadre du schéma nécessitent également de porter une attention particulière à la revégétalisation des terrains mis à nus, d'autant plus que des plantes exotiques envahissantes sont présentes au bord du cours d'eau.

Le PNR des Grands Causses travaille depuis 2011 à un programme d'inventaire des pratiques sportives de pleine nature et de caractérisation des enjeux environnementaux et paysagers de son territoire. Ce travail qui fait l'objet d'une concertation élargie a conduit à la mise en place de groupes de travail et d'un comité de pilotage. L'objectif est

de co-construire un outil informatique, renseigné par l'ensemble des partenaires du projet, pour établir l'état des lieux des sites à enjeux environnementaux, ainsi que des sensibilités vis à vis des pratiques d'APN. Dans le cadre d'orientations stratégiques définies, des actions ont également été proposées, telles que le suivi de sites-témoins, la réalisation d'enquêtes auprès des pratiquants et la mise en place d'outils d'information des enjeux naturels.

La charte des bonnes pratiques de l'escalade dans le département du Lot, animée par le PNR des Causses du Quercy, et dont le Conservatoire botanique est signataire, met en œuvre des projets et actions dont l'objectif est de « [...] spécifier les principes d'utilisation des falaises du département du Lot, dans le respect des équilibres naturels » (Charte des bonnes pratiques de l'escalade dans le département du Lot, 2010). Un premier travail de fond a consisté à établir une liste de plantes « sensibles », nécessitant une attention particulière lors de la réalisation de l'état des lieux précédent l'équipement d'une falaise. Les partenaires de la charte ont ensuite élaboré un outil de communication traitant des enjeux environnementaux de ces milieux naturels sous forme d'une affiche/dépliant diffusée largement aux pratiquants et touristes.

En plus de ces actions de mise à disposition de données et d'appui technique, le Conservatoire intervient dans le cadre de projets de sensibilisation (appui à la réalisation d'un guide de bonnes pratiques d'escalade auprès de jeunes d'un club d'escalade), d'information sur le terrain (participation à une journée nettoyage des abords d'un site d'escalade), et projette de participer aux formations des cadres fédéraux organisées par le Comité régional Midi-Pyrénées de la FFME.

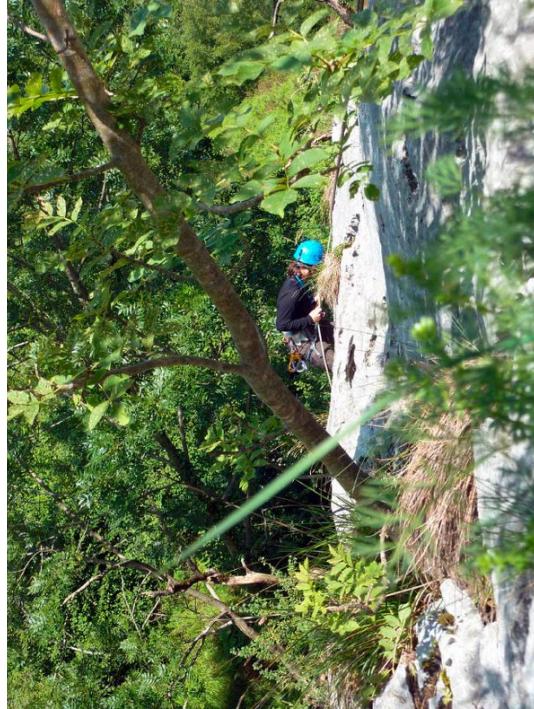
## Vers un plan d'action à l'échelle du territoire d'agrément

### Éco-topoguide des Hautes-Pyrénées : un projet partenarial expérimental et enrichissant

Depuis 2011, le Conservatoire s'engage dans un projet inédit mêlant des partenaires aux compétences très différentes. Ce projet s'inscrit dans la démarche engagée par le Conseil général des Hautes-Pyrénées à travers la Commission Départementale des Espaces Sites et Itinéraires de pleine nature. Le but est de proposer sur le territoire départemental un éco-topoguide escalade sur 17 sites préalablement choisis.

Globalement le projet se déroule en 3 étapes :

- Réalisation de l'état des lieux des sites (technique et topographique), en traitant les abords, la sécurité, l'accessibilité, etc. Il convient de procéder à l'équipement et à la mise aux normes des parois de 17 sites d'escalade, couvrant les six vallées des Hautes-Pyrénées dans un souci de rééquilibrage territorial de l'offre et de son attractivité, en tenant compte des enjeux du patrimoine naturel et des nécessités de préservation de la biodiversité,
- Croisement de cet état des lieux avec les atouts et les richesses révélées par un inventaire environnemental (flore, chauves-souris, oiseaux) sur les accès, les abords et les parois ; préconisations d'usage ;
- Conception d'un éco-topoguide de ces sites et de différents outils de valorisation, dont la réalisation se fait en étroite collaboration avec l'ensemble des partenaires dans un souci de mutualisation des enjeux et des intérêts.



► Prospection sur falaise dans le cadre du projet Eco-topoguide des Hautes-Pyrénées

© photo CENMP/Blanc

La multiplicité et l'hétérogénéité des partenaires impliqués dans ce projet sont à la fois une richesse en termes d'échanges de points de vue et de modes de travail, mais illustrent aussi les difficultés de compréhension que peuvent générer des convergences d'intérêt pour de tels milieux naturels :

Conseil général des Hautes-Pyrénées (Direction du développement local, Mission CDESI) : coordonateur du projet,  
Comité départemental de la Fédération française de la montagne et de l'escalade (CD/FFME),  
Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées,  
Parc national des Pyrénées (PNP),  
Ligue de protection des oiseaux (LPO), coordinatrice du programme « Pyrénées Vivantes »,  
Direction départementale de la cohésion sociale et de la protection des populations (DDCSPP, Service jeunesse, sports, vie associative),  
Conservatoire d'espaces naturels de Midi-Pyrénées (CENMP), Groupe chiroptères,  
Nature Midi Pyrénées (NMP),  
Centre permanent d'initiatives pour l'environnement (CPIE) Bigorre-Pyrénées.

Coordonnée par le Conseil Général, la mise en œuvre du projet global s'appuie sur trois maîtrises d'ouvrage complémentaires, dont celle du Conservatoire qui est en charge du volet « inventaire naturaliste, rédactionnel environnemental de l'éco-topoguide, communication et sensibilisation sur site ».

Les inventaires réalisés directement sur paroi grâce à des techniques de cordage et de sécurisation coordonné par le CD/FFME pour la flore et les chauves-souris, ou depuis les pieds de falaise (exclusivement pour inventaire oiseaux, en partie pour inventaire flore/chauve-souris), ont permis d'identifier les enjeux naturalistes. Un diagnostic partagé a été réalisé : la sensibilité de secteurs d'escalade, ou encore plus précisément de voies d'escalade a pu être identifiée et un travail de superposition a été effectué. Concernant la flore, les plantes protégées recensées sont localisées en dehors des couloirs des voies d'escalade ; n'étant pas directement menacées, aucune proposition de déplacement de voies (ni même au niveau des points et des relais) n'a été faite, sous réserve du respect des tracés initialement prévus pour le rééquipement (mise en conformité/sécurité). De même, les conclusions de l'analyse pour les chauves-souris et les oiseaux ne relèvent pas la nécessité de proposer à l'heure actuelle des préconisations de rééquipement, mais soulignent le besoin d'actions de sensibilisation auprès des grimpeurs sur la biologie et l'écologie des espèces.

À partir des éléments naturalistes sélectionnés pour leur intérêt à être portés à la connaissance des grimpeurs, les parties naturalistes de l'éco-topoguide ont été rédigées, conjointement avec la LPO/Pyrénées vivantes, puis soumises pour

relecture aux autres partenaires (NMP, CENMP et CPIE). Des panneaux au départ des sentiers d'accès de chaque site compléteront ces informations naturalistes ; on y trouvera les éléments descriptifs techniques du site, les préconisations de sécurité de la FFME et un rappel de la démarche de l'éco-topoguide.

2 autres outils doivent voir le jour :

- l'un, un sentier de découverte de la faune et de la flore le long des sentiers d'accès aux différents secteurs d'un site d'escalade permettra également de baliser les tracés qui ont tendance à se multiplier, et éviter le piétinement et le dérangement en-dehors de ces sentiers ;
- l'autre, beaucoup plus original, permettra de découvrir la faune et la flore adaptées aux parois et à ses conditions extrêmes (verticalité, sécheresse, absence de sol, etc.), en suivant le tracé d'une via ferrata.

C'est à partir de ce type de démarche partenariale prenant en compte à la fois la préservation des enjeux naturalistes et la demande grandissante pour des activités de pleine nature, que le Conservatoire botanique souhaite proposer à terme un plan d'action spécifique se basant sur un travail préalable d'état des lieux et d'identification des attentes.

## Préparer un plan d'action thématique en concertation

Le travail visant à concilier activités sportives de pleine nature et préservation de la flore sauvage porteait sur les axes suivants :

### État des lieux :

- compléter la connaissance d'enjeux floristiques déjà connus sur des sites de pratique d'APN (cartographie précise, effectifs, état des populations, etc.),
- prospecter des sites d'activités d'APN abritant potentiellement des enjeux floristiques,
- hiérarchiser des sites à enjeux,
- identifier les acteurs de l'environnement et les acteurs des APN intervenant sur le sujet, et mener une enquête portant sur les actions menées (inventaires, mesures de préservation, formation, sensibilisation, communication), les données disponibles, les partenariats, les difficultés rencontrées, les attentes, les propositions,
- identifier les besoins spécifiques aux espaces protégés et gérés (PNR, réserves, PN, forêts).

### Proposition d'un ou plusieurs scénarios stratégiques par département et à l'échelle régionale concernant :

- l'amélioration de la connaissance et le suivi des enjeux,
- la communication, la formation :
  - informer et communiquer les données de plantes/habitats protégés sur des sites de pratique identifiés et accompagner les acteurs d'APN dans une démarche concertée de préservation et de sensibilisation,
  - concevoir et produire des outils de communication, de sensibilisation et de formation en partenariat avec les acteurs d'APN,
- l'appui aux organisateurs/structures d'APN et gestionnaires d'espaces en mettant à disposition les localisations des enjeux floristiques et habitats naturels à prendre en compte dans leur projet, et en proposant un appui à l'expertise des risques liés à l'activité et à la mise en œuvre de modalités de préservation,
- la coordination au niveau du territoire (et pourquoi pas l'articulation avec les niveaux national et interrégional ?) avec organisation de groupes de travail.

Le travail de concertation entre les acteurs des APN et les acteurs de l'environnement nous semble essentiel. Des exemples de ce type de partenariat existent ailleurs en France (ex : PNR du Vercors avec associations naturalistes, pratiquants d'APN, propriétaires, Conseil général... dans le cadre d'une concertation escalade/especes rupestres et spéléologie/chauves-souris).

Ils relèvent la nécessité de faire un constat précis des situations en identifiant les conflits et les craintes, justifiées ou non, de l'ensemble des acteurs concernés. Ce travail d'échanges et d'écoute aura pour objectif de cibler les connaissances à approfondir (connaissances sur le milieu naturel, sur les pratiques, leurs impacts réels ou supposés...), puis de proposer des actions en conséquences (zone et/ou période d'interdiction ou d'adaptation de pratique, outils de communication, formation, information...).

Les missions du Conservatoire, illustrées par les quelques exemples cités dans cet article, répondent en partie à cette démarche. La formalisation d'un plan d'action thématique et partenarial à l'échelle du territoire d'agrément du Conservatoire, nécessitant la participation d'un plus grand nombre de partenaires, sportifs et naturalistes, et des collectivités territoriales compétentes dans ces domaines, permettra de poser les objectifs et d'envisager des solutions pour une meilleure prise en compte de la biodiversité au sein des pratiques d'APN, et réciproquement une meilleure appréhension de ces activités dans les actions de conservation.

## Bibliographie

BOUFFIN S., FOIRIEN R., RICHARD P. 2008. - Stat-Info, bulletin de la Mission statistique du secteur sport, jeunesse et vie associative du Ministère de la Santé, de la Jeunesse, des Sports et de la Vie associative

Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie, Stratégie nationale pour la biodiversité (SNB) – Synthèse : <http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/thematiques/strategie-nationale-pour-la-biodiversite-snbs-synthese>

Ministère des Sports, de la Jeunesse, de l'Éducation populaire et de la Vie associative, Stratégie nationale du développement durable du sport : [http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/SNDD\\_et\\_acteurs\\_du\\_sport.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/SNDD_et_acteurs_du_sport.pdf)

MOUNET JP. 2007. - Sports de nature, développement durable et controverse environnementale. *Natures Sciences Sociétés*, Vol 15, n°2, p.162-166.

RECH Y. et MOUNETJP. 2011. - Les sports de nature en débat. Développement durable et territoires [En ligne], Vol. 2, n°3, mis en ligne le 04 décembre 2011 : <http://developpementdurable.revues.org/9085>

VAN LIERDE N. 2007. - *Sports de nature : outils pratiques pour leur gestion*. GIP ATEN, Groupeement d'intérêt public, Atelier technique des espaces naturels, 72 p.



# Le suivi temporel des habitats forestiers

The monitoring of French forest habitats

par Fabienne BENEST 1

1 Fabienne Benest  
Chef de département expertise  
IGN Direction interrégionale  
Sud-Ouest  
Rue Pierre Ramond – Caupian  
BP 60104  
33166 SAINT-MEDARD-EN-  
JALLES CEDEX  
① Tel : 05 56 16 60 94  
✉ fabienne.benest@ign.fr

Photo 1 ►

Session de démarrage  
dans la GRECO A

© Cliché : F. BENEST - IGN



## Résumé

Le suivi temporel des habitats forestiers part d'une idée simple : faire contribuer le dispositif statistique d'évaluation de la ressource forestière à la fourniture d'informations constatées sur la distribution et l'état de conservation des habitats. A ce jour, ce sont 7 800 points qui ont été caractérisés par leur type d'habitat potentiel, au niveau de l'habitat élémentaire. Le déploiement du projet sera effectif sur la totalité du territoire en 2017, afin de produire des indicateurs de structure et fonction pour le rapportage 2018.

Mots-clés : monitoring, état de conservation, habitats forestiers

## Abstract

The monitoring of French forest habitats is based on a simple idea: using the national forest assessment focused on timber production to provide new information about natural habitats' conservation status. To date, there are 7800 points that have been characterized by their type of potential habitat, at the elementary habitat level. The project will be deployed throughout the entire French territory in 2017 in order to produce structural and functional indicators for reporting in 2018.

Keywords : monitoring, conservation status, forest habitats

## Introduction

La directive « Habitats-Faune-Flore » a introduit dans la politique de protection de la nature en Europe une notion de conservation d'un échantillon représentatif de certains des habitats naturels présents sur son territoire. Les annexes de la directive recensent les habitats et les espèces « d'intérêt communautaire » en raison de leur rareté, de leur vulnérabilité ou de leur caractère endémique. La conservation de ces habitats et de ces espèces doit être assurée à long terme par la mise en place d'un réseau d'espaces naturels gérés dans un objectif de préservation de la diversité biologique, dénommé réseau Natura 2000, et par des mesures spécifiques de protection pour les espèces concernées.

L'article 17 de la directive prévoit la remise par les états membres, tous les six ans, d'un rapport d'évaluation de l'état de conservation des habitats naturels d'intérêt communautaire et des mesures prises pour leur préservation, le tout à l'échelle du territoire national, à l'intérieur et aussi en dehors du réseau Natura 2000. Cette évaluation peut comprendre une appréciation locale qualitative de l'état de conservation des habitats présents dans chaque zone spéciale de conservation mais doit comporter, de façon systématique, une estimation plus quantitative de chaque type d'habitat à l'échelle nationale, pour chaque zone biogéographique.

L'article 11 de la directive va plus loin et demande la mise en place par les états membres d'un dispositif permanent de surveillance de l'état de conservation des espèces et habitats d'intérêt communautaire.

L'idée qui fut à l'origine du dispositif de suivi temporel des habitats forestiers est simple : utiliser le dispositif statistique d'observation de la ressource forestière mis en œuvre par l'IFN puis l'IGN pour contribuer à mettre en place une surveillance continue des habitats forestiers. Ce type de dispositif de surveillance systématique n'existe pas au moment des rapportages de 2006 et 2012 et l'objectif poursuivi est que celui mis en place pour les habitats forestiers puisse apporter une contribution significative au rapportage 2018.

Pour les rapportages à venir, la France souhaite en effet disposer de données analytiques constatées sur la situation des types d'habitats concernés par la directive afin de produire des bilans plus quantitatifs, notamment pour la production des cartes de répartition par mailles de 10 km sur 10 km et pour l'évaluation de la surface réellement occupée par l'habitat dans son aire de répartition.

L'objectif à terme est donc la fourniture régulière de données constatées sur la distribution des habitats forestiers, les données constatées de présence pouvant être couplées avec des données descriptives de structure et de fonction déjà recueillies par l'IGN sur ces mêmes points.

## Rappel de la méthode d'inventaire statistique utilisée pour l'évaluation de la ressource forestière

L'inventaire statistique des espaces boisés est mis en œuvre en France depuis les années 1960. L'inventaire était réalisé à l'origine département par département avec une périodicité de retour d'environ 12 ans. Depuis novembre 2004, la méthode d'inventaire a été modifiée, l'IFN (puis l'IGN à partir de janvier 2012) procède à des campagnes annuelles et nationales de collecte des données dendrométriques et écologiques. Les campagnes annuelles couvrent une période de végétation : elles commencent en automne (octobre ou novembre) et se poursuivent jusqu'à la même période l'année suivante.

Le dispositif statistique d'inventaire de la ressource forestière s'appuie sur un maillage systématique du territoire métropolitain. Tout point d'inventaire est rattaché à un nœud d'une grille à maille carrée d'un kilomètre de côté. Chaque année, un dixième de ce réseau de nœuds est utilisé pour le tirage aléatoire des points échantillons. Les échantillons annuels sont donc indépendants (nouveaux points chaque année).

Le premier niveau de sondage consiste en une photo-interprétation ponctuelle de l'occupa-

tion du sol et de son usage, et porte sur environ 80 000 points chaque année, tous modes d'occupation du sol confondus.

Le deuxième niveau de sondage, effectué sur une partie de cet échantillon, située essentiellement en forêt, consiste en des visites de terrain, et concerne environ 7 000 points chaque année. En milieu forestier, sur chaque point ainsi visité, une description du sol et un relevé floristique complet sont réalisés ainsi que, bien sûr, le recueil de données sur la composition en essences et la structure des peuplements (sur une placette de 25 m de rayon), les dimensions et l'état sanitaire des arbres (sur des placettes concentriques de 6, 9 et 15 m de rayon).

Le bois mort au sol est inventorié le long d'un transect de direction aléatoire de 12 m centré sur le point d'inventaire, et le bois mort sur pied est inventorié totalement.

Chaque année sont reparcourus les points échantillons décrits cinq ans auparavant (points « retour ») pour l'estimation des prélèvements en forêt.

## Les principes essentiels du projet « suivi temporel des habitats forestiers »

Le projet « suivi temporel des habitats forestiers » a été mis en place en 2011, par une phase expérimentale sur le nord du Massif central. Sa poursuite a été décidée ensuite, et un déploiement progressif sur la totalité du territoire métropolitain est actuellement en cours.

Les principaux choix effectués lors de la définition de la méthode adoptée sont les suivants :

- la méthode retenue est la **caractérisation sur le terrain** par l'équipe chargée du lever, et non *a posteriori* par un système expert travaillant à partir de données analytiques. L'équipe procède donc à un diagnostic synthétique du type d'habitat directement sur chaque point d'inventaire, ce type d'interprétation permettant d'intégrer rapidement un très grand nombre de facteurs floristiques et écologiques dans le travail de détermination ;
- la détermination effectuée concerne **l'habitat potentiel** et fait donc abstraction des faciès sylvicoles liés à la gestion, afin que le couplage avec les données descriptives des peuplements puisse apporter le maximum possible de résultats sur des critères liés à l'état de conservation. Une futaie de douglas du Limousin correspond le plus souvent à une hêtraie acidiphile à houx. C'est donc l'examen, en priorité, de la flore herbacée, moins influencée par la gestion sylvicole, qui doit permettre la détermination du type d'habitat ;

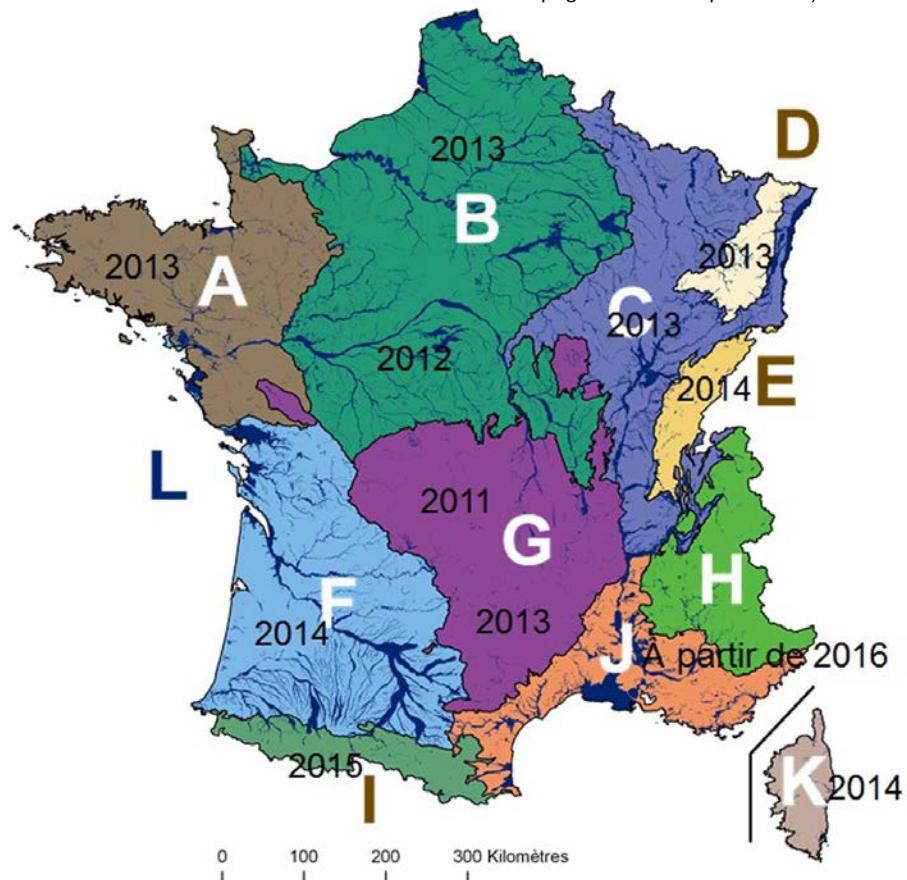
• le référentiel des habitats utilisé est conforme au **Prodrome des végétations de France**, un code est défini pour chaque habitat élémentaire à partir de son code CORINE Biotopes de rattachement plus au moins une lettre ;

• la détermination par l'équipe de lever se fait grâce à l'utilisation d'une **clé de détermination** basée sur des critères écologiques et floristiques élaborée par un expert phytosociologue. L'aire de validité d'une telle clé est le plus souvent la GRECO (grande région écologique, telles que définies par l'IFN en 2010) ;

• le déploiement du dispositif se fait progressivement GRECO par GRECO grâce à la mise au point du référentiel des habitats forestiers présents puis d'une clé de détermination, grâce également à des sessions de formation des équipes, itinérantes sur toute la GRECO au printemps et à une saison de démarrage de la collecte suivie d'une tournée de vérifications et ajustement éventuel de la clé ;

• le dispositif est mis en œuvre sur les points « aller » (campagne en cours) et sur les points « retour » (campagne visitée cinq ans avant).

- Programme de déploiement du suivi temporel des habitats forestiers



## État d'avancement du projet début 2014

Début 2014, ce sont trois campagnes annuelles (2011, 2012 et 2013) parmi celles actuellement disponibles dans la base d'exploitation de l'inventaire national qui ont été concernées partiellement par la caractérisation du type d'habitat sur les points d'inventaire.

À cette date et depuis l'été 2013, suite au déploiement progressif du dispositif, les GRECO A, B, C, D et G sont concernées en totalité.

L'élaboration des premières clés de détermination du type d'habitat élémentaire a été confiée à Christian GAUBERVILLE de l'IDF (pour les GRECO A, B et G). Une clé de détermination a été réalisée pour l'ensemble des GRECO C et D par Jacques DRAPIER de l'IGN.

Du démarrage des opérations de caractérisation jusqu'à la fin de la campagne 2013, ce sont **8077** placettes qui ont été visitées au sol dans la zone concernée par le suivi temporel.

**Sur les 8077 points visités, 7797 points ont pu être caractérisés par leur type d'habitat.**

L'impossibilité de la caractérisation peut correspondre à des situations d'habitat non forestier, en dehors du domaine de validité des clés de détermination (milieu fortement anthropisé, milieux ouverts...). En effet, la définition internationale de la forêt incluant les zones arborées à partir de 10 % de couvert, certaines placettes à faible taux de couvert ne correspondent pas à un véritable habitat forestier. Cette impossibilité peut également être liée à une absence d'expression suffisante de la flore spontanée, en saison défavorable.

Elle concerne 4% des points visités.

Sur les placettes, conformément au protocole, est tout d'abord noté l'habitat présent au centre de la placette (piquep repère) puis les un ou deux autres types d'habitat éventuellement présents sur les 20 ares (placette circulaire de 25 m de rayon). Des informations sur la situation de ces habitats multiples sont également notées (habitat linéaire...).

Sur les 7797 points caractérisés, 153 types d'habitat différents ont été trouvés sur les 189 qui étaient possibles dans la zone d'étude. C'est donc 81 % des modalités possibles qui ont été rencontrées. A périmètre constant, ce nombre déjà important va progressivement augmenter avec la description de nouveaux points et l'observation de nouveaux habitats. Le caractère systématique du dispositif d'échantillonnage, non dirigé sur les

habitats rares ou/et localisés, laissait présager une bonne pertinence sur les habitats occupant de grandes surfaces et une moindre efficacité sur les autres. C'est en réalité une très grande diversité de milieux qui est observée et qui donne sans doute une bonne approche de la diversité réelle des milieux forestiers. Le cumul progressif des échantillons successifs va encore améliorer cette bonne perception.

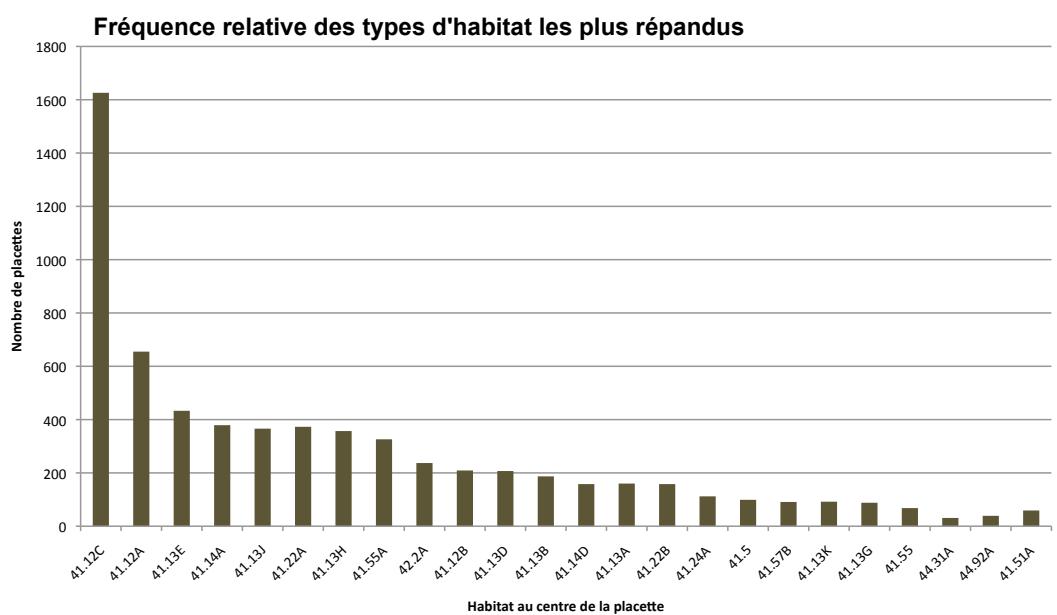
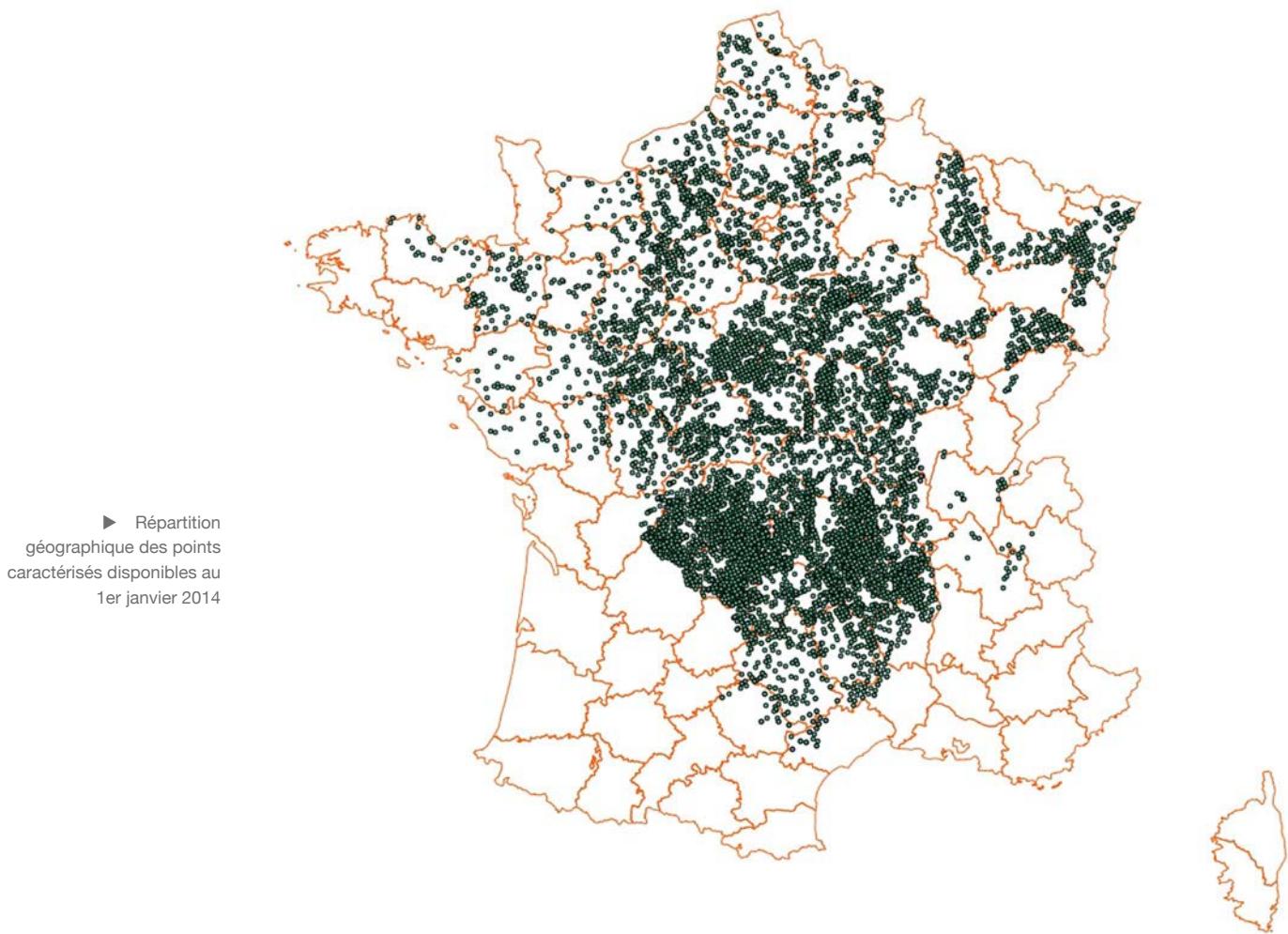
Les données recueillies permettent de produire des cartogrammes de répartition des types d'habitat rencontrés, au niveau de l'association (habitat élémentaire au sens de la directive) ou au niveau des habitats génériques.

Les données recueillies permettent, au-delà des cartes, d'obtenir une évaluation plus quantitative de la fréquence des différents types d'habitats. La surface respective de chaque type d'habitat observé sur la placette n'étant pas notée, il n'est pas possible de produire une estimation statistique de la surface réellement occupée. Cependant, la fréquence relative des différents types d'habitats observés au centre de chaque placette fournit une première approche très intéressante. On peut également quantifier la fréquence relative d'observation en tenant compte de toutes les observations réalisées, au centre de la placette ou plus en périphérie.



◀ Localisation des forêts « de ravin » (habitat 9180)

Globalement, l'habitat le plus fréquent dans la zone d'étude actuelle, la hêtraie collinéenne acide à Houx (HIC, code 41.12C) concerne 20 % des placettes sur la totalité des trois campagnes disponibles. Ce calcul inclut donc les placettes de la première année, qui étaient concentrées sur le nord de la GRECO G où cet habitat est très présent.



## Fourniture d'autres informations concernant l'état de conservation

L'état de conservation d'un habitat naturel est l'effet de l'ensemble des influences agissant sur cet habitat ainsi que sur les espèces typiques qu'il abrite, et qui peuvent affecter à long terme sa répartition naturelle, sa structure et ses fonctions, ainsi que la survie à long terme de ses espèces typiques.

L'état de conservation d'un type d'habitat sera considéré comme « favorable » si :

- son **aire de répartition naturelle** ainsi que les **superficies** qu'il couvre au sein de cette aire sont stables ou en extension,
- la **structure et les fonctions spécifiques** nécessaires à son maintien à long terme existent et sont susceptibles de perdurer dans un avenir prévisible,
- l'état de conservation des **espèces typiques** de l'habitat est favorable (dynamique de population favorable, aire de répartition stable ou en extension, habitat potentiel suffisant).

Le programme d'observation des habitats de l'IGN fournit des informations constatées sur l'aire de répartition naturelle et les fréquences en surface des différents types d'habitats, d'intérêt communautaire ou non.

Sur la définition des critères de structure et fonction, une réflexion assez approfondie a été menée en France pour les milieux forestiers dans une optique de caractérisation de l'état de conservation à l'échelle de l'unité de gestion. Une méthode nationale a été mise au point par le MNHN et l'ONF (dite méthode Carnino) d'évaluation de l'état de conservation à l'échelle du site Natura 2000 pour les forêts. Les différents critères utilisés dans cette méthode sont également largement repris, pour d'autres objectifs, dans l'indice de biodiversité potentielle (IBP). Cet indice composite mis en place par l'IDF est utilisé par les gestionnaires forestiers pour l'établissement de diagnostics en relation avec la biodiversité spécifique potentielle à l'échelle du peuplement.

Parmi ces différents critères de structure et fonction, certains peuvent être appréhendés grâce aux données dendrométriques recueillies sur les plaquettes du dispositif statistique de l'IGN. Cependant, les observations effectuées par l'IGN n'ont de valeur que statistique. Chaque point n'est pas représentatif d'une unité de gestion, leur tirage aléatoire et leur faible surface ne les rendent pas pertinents à cette échelle. C'est par le cumul d'un grand nombre de points sur le même type d'habitat qu'il sera possible de délivrer des résultats sur les critères de structure et fonction.

## Le bois mort

Le bois mort sur pied est inventorié de la même façon que le bois vivant.

L'inventaire du **bois mort au sol** est réalisé depuis la campagne de 2008. Il est effectué à partir de la méthode d'échantillonnage linéaire « *line intersect sampling* » ou chaque pièce de bois mort au sol qui intercepte un transect (de 12 m, centré sur le piquet repère du centre de la plaquette et d'azimut aléatoire) est mesuré.

Une pièce de bois mort au sol est une pièce de bois, détachée de sa souche naturellement ou artificiellement, ou alors un arbre chablis mort, en contact ou non avec le sol, avec toutes les branches qui lui sont restées attachées. Un arbre chablis présentant toujours des signes de vie (mêmes minimes) n'est pas inclus dans le bois mort au sol. Les résidus de coupe récente ou les tas de bois façonnés abandonnés en forêt suite à une exploitation ne sont pas inclus dans l'inventaire du bois mort épars au sol.

La mesure du diamètre de la pièce de bois mort au sol est effectuée au niveau où le transect intercepte le morceau de bois. Le diamètre de pré-comptage est de 2,5 cm. L'état de décomposition est noté pour chaque pièce de bois mort inventoriée.

Il est important de noter que le volume ainsi calculé de bois mort au sol n'est pas un volume bois fort tige et donc il n'est pas comparable avec le

volume de bois mort sur pied, n'étant pas produit avec les mêmes caractéristiques de précomptage.

Ces données permettent de produire un volume de bois mort au sol par grands types de peuplement, ou sur une région donnée, mais pas d'obtenir la proportion des peuplements où le bois mort est supérieur à un seuil donné (car il faudrait inventorier le bois mort sur tout le peuplement). De même, ces volumes de bois mort ne peuvent être ventilés par forêt exploitée/forêt non exploitée (car cette donnée n'est pas recueillie sur les points), ce qui conduit à mélanger des situations tout à fait différentes de ce point de vue.

Les évènements exceptionnels font également fortement varier les grandeurs obtenues, la mise en relation avec un état de référence optimal en terme de diversité biologique est donc à utiliser avec précaution.

Ces données ont été utilisées lors du rapportage 2012 (article 17 de la directive « Habitats ») pour quantifier le critère « bois mort » notamment sur les forêts résineuses acidiphiles d'altitude, en utilisant les résultats obtenus pour les SER sur lesquelles ces forêts sont largement présentes.

Dès la disponibilité de jeux de données complets par GRECO, il sera possible d'évaluer de telles quantités de bois mort par grand type d'habitat sur une aire géographique donnée.

Valeurs obtenues sur trois sylvoécorégions (SER) :

SER	Surface forêt de production (en ha)	Bois mort au sol (en millions de m <sup>3</sup> pré-comptage 2,5 cm)	Bois mort sur pied (en millions de m <sup>3</sup> de bois fort tige)	Bois mort total sur bois vivant
Haute Chaîne Pyrénéenne	326 599 ± 20 235	6,76 ± 1,27 Mm <sup>3</sup>	4,20 ± 1,02 Mm <sup>3</sup>	0,186
Provence calcaire	408 785 ± 27 269	2,87 ± 0,83 Mm <sup>3</sup>	1,14 ± 0,39 Mm <sup>3</sup>	0,163
Boischaut et Champagne berrichonne	160 165 ± 14 305	1,41 ± 0,33 Mm <sup>3</sup>	0,65 ± 0,23 Mm <sup>3</sup>	0,064

## Les gros arbres vivants, le volume des très gros bois

Le volume des très gros bois est souvent utilisé comme indicateur de la qualité biologique des peuplements. Il témoigne du niveau de maturité des peuplements et peut être mis en relation avec la fréquence des microhabitats.

Cet indicateur valorise les stades âgés par rapport aux stades plus jeunes, et doit donc être mis systématiquement en relation avec l'observation du renouvellement des peuplements ou de la distribution des classes d'âge.

La notion de très gros bois est liée à l'IGN à un seuil de diamètre unique quelles que soient les essences et les régions biogéographiques. Cependant, des unités spécifiques pourraient être appliquées à des essences ou à des zones.

Ce type de résultat a été utilisé lors du travail de rapportage sur l'état de conservation des habitats forestiers d'intérêt communautaire en 2012. Il permet d'identifier des différences marquées entre régions naturelles.

Valeurs obtenues sur trois SER :

SER	Surface forêt de production (en ha)	Volume de TGB (en millions de m <sup>3</sup> )	Volume total de bois vivant (en millions de m <sup>3</sup> )	TGB sur bois vif total
Haute Chaîne Pyrénéenne	326 599 ± 20 235	14,81 ± 2,11 Mm <sup>3</sup>	59,0 ± 5,92 Mm <sup>3</sup>	25,1 %
Provence calcaire	408 785 ± 27 269	1,88 ± 0,57 Mm <sup>3</sup>	24,59 ± 3,54 Mm <sup>3</sup>	7,6 %
Boischaut et Champagne berrichonne	160 165 ± 14 305	9,23 ± 1,87 Mm <sup>3</sup>	32,25 ± 4,40 Mm <sup>3</sup>	28,6 %

## Intégrité de la composition dendrologique

Dans la méthode d'évaluation de l'état de conservation des habitats forestiers utilisée dans les sites Natura 2000, l'intégrité de la composition dendrologique est un facteur important. Elle implique de connaître la composition optimale de chaque type d'habitat rencontré et de fixer un seuil de dégradation.

La composition dendrologique du peuplement peut être obtenue grâce aux données IGN concernant le couvert, en particulier le couvert libre relatif, qui concerne les arbres recensables ayant accès à la lumière.

Une première analyse des données de couvert a été effectuée en 2012 sur les points caractérisés en habitats dans le nord de la GRECO G pendant l'été 2011, en utilisant une définition assez restrictive de la composition dendrologique « intégrée », correspondant à la phase mature optimale de l'habitat. On observe alors que la composition dendrologique des trois principaux habitats de cette zone ressort significativement altérée dans la zone géographique étudiée. 81 % des placettes

(soit 47 sur 58) de la hêtraie-chênaie acidicline à Pulmonaire affine présentent un taux de couvert libre d'essences typiques strictement inférieur à 75 %. De la même façon, 73 % des placettes (soit 163 sur 235) de la hêtraie acidiphile atlantique à Houx sont altérées.

Pour les placettes à la composition dendrologique non altérée, cette composition dendrologique dispose en grande partie des essences typiques mais dans des proportions régulièrement faibles. Lorsque ces espèces sont présentes, une nette prépondérance d'espèces dryades (*Abies alba*, *Fagus sylvatica*...) est constatée pour la hêtraie sapinière à Houx et la hêtraie acidiphile atlantique à Houx. Ces deux habitats peuvent être considérés dans leur ensemble en phase mature. Pour la Hêtraie-chênaie acidicline à Pulmonaire, la présence plus importante de chênes (*Quercus sp.*) et de Frêne (*Fraxinus sp.*) en comparaison au Hêtre (*Fagus sylvatica*), indique que l'habitat se trouve sans doute dans une phase moins avancée que celle des deux autres habitats.

A l'échelle de l'habitat, l'altération de la composition dendrologique correspond pour partie à des plantations plus ou moins récentes de résineux (*Pseudotsuga menziesii*, *Picea excelsa*, *Pinus sylvestris*..), des introductions ou une sylviculture favorisant certains feuillus (*Castanea sativa*, *Quercus rubra* ...), où à des peuplements en mélange d'essences non caractéristiques (absence d'essences typiques ou présence négligeable de ces dernières).

Il conviendrait de définir la liste des essences dont la présence porte atteinte à l'intégrité de la composition dendrologique de chaque habitat, une liste fermée de ces essences étant plus simple et plus juste d'utilisation qu'une définition d'une composition optimale dont il ne faudrait pas s'éloigner. En particulier, les stades pionniers, où l'essence principale de l'habitat potentiel est parfois peu présente ne doivent pas être exclus d'une composition dendrologique en bon état car ils font partie intégrante du cycle sylvo-génétique.

## Structure verticale

Une alternative à l'approche exhaustive de la diversité en forêt réside dans une approche indirecte utilisant des attributs « clés » des écosystèmes forestiers, comme les variables de structure. Quelques facteurs simples de diversité structurale sont utilisés dans les méthodologies utilisées par les gestionnaires, en particulier la notion de strates.

Dans différentes approches indirectes de la diversité en forêt, la notion de nombre de strates est utilisée comme facteur positif vis-à-vis de la diversité spécifique, en tant qu'indicateur de diversité structurale. La notion de strate n'existe pas dans l'inventaire statistique de l'IGN jusqu'en 2013. Était noté le type de traitement sylvicole (futaie régulière, futaie irrégulière, mélange de futaie et de taillis, taillis). Depuis la campagne 2014, une donnée concerne directement la structure verticale du peuplement telle que constatée sur le terrain. Un arbre de décision s'appuyant sur la notion de strate haute et de strate basse permet de définir

le type de structure. Les modalités de la variable SVER sont les suivantes : pas de structure (placette momentanément déboisée), boisement ouvert, futaie régulière basse, autre peuplement régulier bas, structure verticale irrégulière, structure verticale régulière haute avec sous-étage, structure verticale régulière haute sans sous-étage.

On appelle hauteur de référence la hauteur moyenne des 10 arbres les plus hauts de la placette de 20 ares (25 m de rayon), en excluant les arbres de hauteur inférieure aux 2/3 de l'arbre le plus haut.

La structure est dite irrégulière quand la strate haute (arbres de hauteur totale supérieure au 2/3 de la hauteur de référence) a un couvert libre inférieur à 2/3.

Cette nouvelle donnée permettra de qualifier la structure verticale des peuplements dans chaque type d'habitat.

## Microhabitats

La diversité taxonomique en forêt représente plusieurs milliers d'espèces sur des surfaces faibles (Rameau *et al.* 2000) et il est donc illusoire de la recenser exhaustivement. Une approche indirecte consiste à recenser les habitats potentiels pour des groupes taxonomiques importants dans ces écosystèmes.

Malgré des lacunes concernant la connaissance de certaines relations, les microhabitats sont maintenant reconnus comme des éléments de structures pertinents qui influencent directement la diversité taxonomique à l'échelle du peuplement forestier. Ils contribuent à expliquer les assemblages taxonomiques observés, par exemple les coléoptères saproxyliques. Ces assemblages taxonomiques étant des points clés dans le fonctionnement de l'écosystème forestier, la prise en compte d'un critère nommé « microhabitats » en vue d'une surveillance de la qualité biologique des forêts semble particulièrement intéressante.

Les arbres à cavités ne font pas, pour le moment, l'objet d'observations particulières dans le protocole national de l'IGN.

## Autres facteurs

Plusieurs critères de structure et fonction habituellement utilisés pour les milieux forestiers concernent les stades matures du cycle sylvigénétique, comme le bois mort, les microhabitats ou la proportion de très gros arbres. Il est nécessaire, quand on travaille à l'échelle biogéographique comme dans le cas du suivi temporel, d'ajouter au moins un critère relatif au renouvellement des peuplements. L'expression d'un tel critère synthétique reste à définir à partir des données collectées par l'IGN, à partir des données sur l'âge des arbres et/ou leurs dimensions.

D'autres facteurs de l'état de conservation également utilisés dans les rapportages sont les informations concernant les atteintes portées aux habitats. Peu de variables collectées par l'IGN sont relatives à ces atteintes. La sensibilité au tassement peut être approchée à l'aide des descripteurs pédologiques.

## Perspectives

L'IGN a mis en place en 2011 un outil reproductible d'observations sur la distribution et la structure des habitats forestiers, dans l'objectif de suivre leur état de conservation à l'échelle nationale. Au départ, le projet a été lancé sur une zone pilote : le nord de la GRECO G. En 2012, le dispositif a été déployé sur une partie de la GRECO B. Depuis juin 2013, le dispositif s'étend sur la totalité des GRECO A, B, C, D et G.

L'objectif est d'atteindre un déploiement sur l'ensemble du territoire métropolitain avant fin 2017, afin de produire des informations constatées sur l'ensemble des GRECO, à l'échelle biogéogra-

phique, pour le prochain rapportage prévu en 2018.

Des informations sur l'aire de répartition et la fréquence des habitats d'intérêt communautaire (mais aussi des autres) pourront être produites pour chaque région biogéographique, ainsi que des indicateurs sur la structure et les fonctions, au sens de la directive. La définition de ces indicateurs n'est pas encore figée et tiendra compte des évolutions de méthode dans le domaine de l'évaluation de l'état de conservation des habitats forestiers à l'échelle des sites Natura 2000.

## Bibliographie

BENSETTITI F. (coord.) - *Cahiers d'habitats Natura 2000 – Habitats forestiers* – Muséum national d'histoire naturelle – Volume 1 : 339 pages – Volume 2 : 423 pages.

Institut national de l'information géographique et forestière, 2013 - *Instruction pour les mesures et observations de terrain (IMOT) – Campagne d'inventaire 2014* – 265 pages.

RAMEAU J.-C., GAUBERVILLE C. et DRAPIER N., 2000 - Gestion forestière et diversité biologique – Identification et gestion intégrée des habitats et espèces d'intérêt communautaire –*Éditions Institut du Développement Forestier – Classeur Domaine atlantique - Classeur Domaine continental*.



# Le patrimoine floristique de la réserve naturelle nationale de Chastreix-Sancy (Puy-de-Dôme) : état des connaissances, prospection et suivi 2011-2012

Endangered, threatened, rare and symbolic plant species of the national nature reserve Chastreix-Sancy (Puy-de-Dôme): current knowledge, prospection and monitoring 2011-2012

par Camille THOMAS ①, Thierry LEROY ①, Philippe ANTONETTI ②, Éric VALLÉ ③

① Réserve naturelle nationale Chastreix-Sancy  
Le bourg  
63680 CHASTREIX  
② 04 73 21 59 43  
✉ reserve.chastreix-sancy@orange.fr

② Conservatoire botanique national du Massif central  
Le bourg  
43230 CHAVANIAC-LAFAYETTE,  
③ 04 71 77 55 70  
✉ philippe.antonetti@cbnmc.fr  
www.cbnmc.fr

③ Réserve naturelle nationale de la Vallée de Chaudefour  
63790 CHAMBON-SUR-LAC  
④ 04 73 88 68 80  
✉ reserve.chaudefour@wanadoo.fr

Jasione crépue  
d'Auvergne ►

© Thierry LEROY



## Résumé

Avec ses 81 espèces patrimoniales de flore vasculaire, la réserve naturelle nationale de Chastreix-Sancy est un haut lieu de biodiversité pour le Massif central. Une synthèse bibliographique approfondie a permis de rassembler 1568 données floristiques antérieures à 2011, d'actualiser la liste des espèces patrimoniales, de les hiérarchiser et de les cartographier. Pour faire suite à cet état des connaissances, 38 plantes ont fait l'objet d'une recherche approfondie durant deux ans (2011-2012) qui a permis de répertorier 202 populations et micro-populations et d'apporter 258 données complémentaires.

Mots-clés : flore patrimoniale - réserve naturelle - suivi - hiérarchisation - monts Dore.

## Abstract

With its 81 endangered, threatened, rare and symbolic species of vascular flora, the national natural reserve of Chastreix-Sancy is an important location for biodiversity in the Massif Central. A thorough bibliographical study has made it possible to bring together 1568 documents from prior to 2011, update the endangered, threatened, rare and symbolic species list, establish a hierarchy and map them. Adding to this research, nearly 40 plants were the subject of extensive study over two years (2011-2012). The results indicated 202 locations and micro-habitats and include 258 additional reports.

Keywords: Endangered, threatened, rare and symbolic plant species - natural reserve - monitoring - hierarchy - monts Dore.

## Introduction

En raison de sa situation géographique, de ses milieux naturels variés et de son étendue de 1895 ha, la réserve naturelle nationale de Chastreix-Sancy (RNNCS) accueille un grand nombre de plantes vasculaires, en particulier patrimoniales : 644 espèces sont actuellement recensées dont de nombreuses à valeur patrimoniale.

Créée par décret ministériel du 13 juillet 2007, cette réserve est située dans le massif volcanique des monts Dore en Auvergne. Les gestionnaires sont le syndicat mixte du Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne (PNRVA) et l'Office national des Forêts (ONF).

Les activités socio-économiques y sont particulièrement présentes. Le tourisme et les sports de pleine nature marquent fortement les crêtes de la réserve et les menaces pesant sur le patrimoine naturel sont assez nombreuses. Les espèces et

habitats naturels, en particulier de l'étage subalpin, font donc partie des enjeux majeurs de conservation.

Afin de préciser l'état des connaissances sur la flore vasculaire patrimoniale, une synthèse bibliographique a été menée en 2011 par l'équipe de la réserve naturelle en collaboration avec le Conservatoire botanique national du Massif central (CBNMC). En parallèle, 38 des 81 espèces patrimoniales de la RNNCS ont fait l'objet d'une recherche approfondie. Étalees sur 2011 et 2012, ces prospections apportent de nombreuses connaissances sur les effectifs et la répartition des espèces remarquables sur le territoire de la réserve naturelle et complètent les connaissances régionales, voire nationales. Ce travail s'inscrit dans un suivi à long terme et dans une perspective d'évaluation des mesures de protection et/ou de gestion.

## Matériel et méthodes

### Démarche et origine des données

Un premier travail de collecte des données a permis de mettre à jour la liste des espèces dites patrimoniales. Une espèce peut être considérée comme patrimoniale si elle présente un statut de protection réglementaire, ou un statut de menace (livres et listes rouges) ou si cette espèce est très rare sur le territoire (espèce exceptionnelle) (ANTONETTI *et al.* 2006 et 2010).

La base de données Chloris® du CBNMC a fourni l'essentiel des données. Dans une moindre mesure, certaines sont issues de diverses études du PNRVA. Les fiches ZNIEFF apportent aussi un complément d'information mais sans précision sur les localisations. L'extraction a été étendue à un périmètre de 500 mètres autour de la réserve.

Ces données ont été classées en quatre périodes. Les données historiques sont antérieures à 1957, les anciennes sont comprises entre 1958 et 1989, les récentes entre 1990 et 1999 et les actuelles entre 2000 et 2010. Leur localisation est plus ou moins précise. Seules les données récentes et actuelles du CBNMC sont géolocalisées avec une précision suffisante.

### Hiérarchisation patrimoniale

Il est apparu nécessaire, au regard du grand nombre d'espèces patrimoniales recensées et dans le but de distinguer les priorités de conservation, d'établir une évaluation de la valeur patrimoniale de ces espèces.

Une méthode d'évaluation appelée hiérarchisation a donc été créée. Dans un souci d'intégration et de cohérence régionale, les critères d'évaluation s'inspirent de ceux utilisés par le CBNMC pour l'évaluation de la flore vasculaire du PNRVA (ANTONETTI *et al.* 2010).

Celle-ci est construite à partir de nombreux critères renseignant la responsabilité patrimoniale, la vulnérabilité de l'habitat et la rareté locale : statuts de protection et de menace, répartition française, indigénat, rareté dans le PNRVA et en Auvergne, responsabilité du PNRVA, effectifs des populations, régression, état de conservation, endémicité, caractère emblématique, qualité intrinsèque du milieu, nombre de données sur la RNNCS. Elle permet une vision globale de la situation de chaque espèce au niveau national, régional et local. Ces critères ont permis, grâce à un système de notation, de hiérarchiser les 81 espèces patrimoniales et de les répartir selon quatre classes de valeurs (A, B, C et C-).

## Campagne de terrain

Toutes ces espèces patrimoniales n'ayant pas pu faire l'objet de recherche, seules celles présentant un intérêt majeur pour la RNNCS et méritant un complément d'information ont été retenues. Elles possèdent pour la plupart un statut réglementaire, un caractère exceptionnel en Auvergne ou sur la réserve, un statut d'endémisme ou de micro-endémisme, des populations de petite taille et/ou un nombre de populations faible sur la réserve naturelle. 38 espèces parmi les 81 ont donc été sélectionnées et des prospections complémentaires ont été effectuées sur celles-ci.

L'essentiel de l'activité a été la vérification des stations citées dans la littérature et la réalisation des prospections sur les zones favorables.

Pour chacune des stations trouvées, une estimation du nombre de micro-populations et des effectifs, une géo-localisation, une évaluation de l'état de conservation ainsi que des menaces avérées ou potentielles ont été faites et résumées sous forme d'une fiche de suivi stationnel. En fonction des espèces, la précision du comptage n'est pas la même. Pour certaines, le nombre de tiges, la plupart du temps le nombre de tiges fleuries, a été compté. Pour d'autres, les effectifs ont été estimés à l'aide de quadrat ou de coefficients d'abondance/dominance et de sociabilité.

## Résultats

### Données bibliographiques collectées et hiérarchisation

1568 données bibliographiques ont été utilisées pour la cartographie : 1302 (83 %) concernent directement la RNNCS et 266 (17 %) sont comprises dans un périmètre de 500 mètres autour de celle-ci. Parmi les 1302 données, 85 % datent de moins de 10 ans. La part des données historiques est peu élevée (6 %). La plus ancienne donnée date de 1797 et concerne *Epilobium alpinum*. La sous-espèce n'est pas indiquée.

Les résultats de la hiérarchisation sont détaillés dans le tableau I.

Tableau I ►

Liste des espèces patrimoniales en fonction de leur classe de valeur patrimoniale et de la note obtenue dans la hiérarchisation.

• classe A :

22 espèces à très forte valeur patrimoniale (note entre 15 et 23) ;

• classe B :

22 espèces à forte valeur patrimoniale (note entre 12 et 14) ;

• classe C :

21 espèces à valeur patrimoniale moyenne (note entre 9 et 11) ;

• classe C- :

16 espèces à valeur patrimoniale faible (note ≤8).

Nom latin	Classe	Note	Nom latin	Classe	Note
<i>Carex vaginata</i> Tausch	A	21	<i>Alchemilla grenieri</i> J.Guillot	B	14
<i>Jasione crispa</i> (Poirier) Samp. subsp. <i>arvernensis</i> Tutin	A	21	<i>Biscutella arvernensis</i> Jord.	B	14
<i>Saxifraga exarata</i> Vill. subsp. <i>lernottei</i> (Luizet) D.A. Webb	A	21	<i>Corallorrhiza trifolia</i> Chatel	B	14
<i>Salix herbacea</i> L.	A	19	<i>Silene ciliata</i> Poirret	B	14
<i>Carlina biebersteinii</i> Bernh. ex Hornem.	A	18	<i>Trifolium pallescens</i> Schreber	B	14
<i>Dryas octopetala</i> L.	A	17	<i>Androsace halleri</i> L.	B	13
<i>Lycopodium inundatum</i> (L.) Holub	A	17	<i>Calamagrostis purpurea</i> (Trin.) Trin. subsp. <i>phragmitoides</i> (Hartm.) Tzvelev	B	13
<i>Veronica alpina</i> L.	A	17	<i>Carex limosa</i> L.	B	13
<i>Veronica fruticans</i> Jacq.	A	17	<i>Carex pauciflora</i> Lightf.	B	13
<i>Viola biflora</i> L.	A	17	<i>Empetrum nigrum</i> L. subsp. <i>hermaphroditum</i> (Hagerup) Böcher	B	13
<i>Carex curvula</i> All. subsp. <i>curvula</i>	A	16	<i>Epilobium gr. alpinum</i>	B	13
<i>Cicuta virosa</i> L.	A	16	<i>Hieracium aurantacum</i> L.	B	13
<i>Diphasiastrum alpinum</i> (L.) Holub	A	16	<i>Hieracium cantalicum</i> Arvet-Touvet	B	13
<i>Omalotheca supina</i> (L.) DC.	A	16	<i>Graphidium norvegicum</i> Gunn.	B	13
<i>Scheuchzeria palustris</i> L.	A	16	<i>Soldanella alpina</i> L.	B	13
<i>Asplenium viride</i> Huds.	A	15	<i>Sorbus chamaemespilus</i> (L.) Crantz	B	13
<i>Epipogium aphyllum</i> Swartz	A	15	<i>Trifolium badium</i> Schreber	B	13
<i>Erigeron alpinus</i> L.	A	15	<i>Phleum alpinum</i> L.	B	12
<i>Hieracium piliferum</i> Hoppe	A	15	<i>Polystichum lonchitis</i> (L.) Roth	B	12
<i>Hieracium viride</i> subsp. <i>trachyticum</i> Arv.-Touvet	A	15	<i>Sagina saginoides</i> (L.) Karsten	B	12
<i>Persicaria vivipara</i> (L.) Ronse Decr.	A	15	<i>Trichophorum alpinum</i> (L.) Pers.	B	12
<i>Saxifraga bryoides</i> L.	A	15	<i>Hieracium falcidens</i> Arv.-Touvet	B	12
<b>Total classe A : 22 espèces</b>			<b>Total classe B : 22 espèces</b>		
<i>Andromeda polifolia</i> L.	C	11	<i>Aconitum napellus</i> L.	C-	8
<i>Bupleurum longifolium</i> L.	C	11	<i>Listera cordata</i> (L.) R. Br.	C-	8
<i>Hieracium peleterianum</i> Mérat subsp. <i>peleterianum</i>	C	11	<i>Lycopodium clavatum</i> L.	C-	8
<i>Hieracium pullatum</i> Arv.-Touvet	C	11	<i>Pedicularis foliosa</i> L.	C-	8
<i>Pulsatilla alpina</i> (L.) Delarbre subsp. <i>apifolia</i> (Scop.) Nyman	C	11	<i>Rumex scutatus</i> L.	C-	8
<i>Pulsatilla alpina</i> (L.) Delarbre subsp. <i>alba</i> Zarnelis	C	11	<i>Salix lapponum</i> L.	C-	8
<i>Sesamoides pygmaea</i> (Scheele) O. Kuntze	C	11	<i>Carex lasiocarpa</i> Ehrh.	C-	7
<i>Gentiana verna</i> L.	C	10	<i>Drosera rotundifolia</i> L.	C-	7
<i>Minuartia verna</i> (L.) Hiern	C	10	<i>Lonicera alpigena</i> L.	C-	7
<i>Pedicularis cornosa</i> L.	C	10	<i>Mecanopsis cambrica</i> (L.) Vig.	C-	7
<i>Vaccinium oxycoccos</i> L.	C	10	<i>Salix bicolor</i> Willd.	C-	7
<i>Allium lusitanicum</i> Lam.	C	9	<i>Silene rupestris</i> L.	C-	7
<i>Cerastium alpinum</i> L.	C	9	<i>Streptopus amplexifolius</i> (L.) DC.	C-	7
<i>Circaea alpina</i> L.	C	9	<i>Huperzia selago</i> (L.) Schrank & C.F.P. Mart.	C-	6
<i>Dactylorhiza fuchsii</i> (Druce) Soó	C	9	<i>Selaginella selaginoides</i> (L.) C.F. Martius	C-	6
<i>Dactylorhiza incarnata</i> (L.) Soó subsp. <i>incarnata</i>	C	9	<i>Lilium martagon</i> L.	C-	4
<i>Dianthus gratianopolitanus</i> Vill.	C	9			
<i>Geum montanum</i> L.	C	9			
<i>Mutellina adonidifolia</i> (J.Gay) Gutermann	C	9			
<i>Plantago alpina</i> L.	C	9			
<i>Thyselinum palustre</i> (L.) Moench	C	9			
<b>Total classe C : 21 espèces</b>			<b>Total classe C- : 16 espèces</b>		

## 81 espèces patrimoniales

Fin 2012, la réserve naturelle compte 81 espèces patrimoniales de flore vasculaire. À ce nombre, s'ajoutent 3 espèces patrimoniales présentes dans un périmètre de 500 mètres autour de la réserve (*Carex chordorrhiza*, *Carex montana*, *Lyco-podium annotinum*) et 2 autres espèces, pourtant citées sur la réserve, mais dont la présence est hypothétique dans la réserve (*Pulsatilla vernalis* et *Carex ericetorum*). Ces 5 espèces ne sont pas comptabilisées dans les totaux.

Près de 70 % de ces taxons sont exceptionnels ou très rares en Auvergne (tableau II). Une espèce n'a pas été revue sur le territoire auvergnat récemment : c'est le cas de *Selaginella selaginoides*. Sur la RNNCS, elle a été citée pour la dernière fois en 1900. Aucune espèce exotique envahissante n'est signalée sur la réserve naturelle ou à proximité immédiate.

Classe de rareté (ANTONETTI et al. 2006)	Nombre de taxons	Pourcentage	Classe de rareté (ANTONETTI et al. 2006)	Nombre de taxons	Pourcentage
Exceptionnel	21	25,9%	Peu commun	1	1,2%
Très rare	33	40,7%	Commun	1	1,2%
Rare	16	19,8%	Disparu	1	1,2%
Assez rare	8	9,9%	<b>Total</b>	<b>81</b>	<b>100,0%</b>

◀ Tableau II

Répartition des espèces végétales vasculaires patrimoniales selon leur rareté en Auvergne.

Ces 81 espèces ne sont pas réparties de façon homogène en Auvergne. Elles sont essentiellement concentrées sur les massifs les plus élevés. La réserve, grâce à son altitude et la qualité de ses milieux, fait partie des zones qui possèdent une grande responsabilité dans la protection de

ces espèces. Les landes, pelouses et rochers de l'étage subalpin cumulent 54 % des espèces vasculaires patrimoniales. Viennent ensuite les tourbières et marais avec 21 % (tableau III). Les autres milieux sont peu concernés par les espèces patrimoniales.

Unités écologiques (ANTONETTI et al. 2006)	Nombre de taxons	Pourcentage
Landes, pelouses et rochers de l'étage subalpin	44	54,3%
Sources, marais, tourbières, bords de lacs et d'étangs, mares temporaires	17	21,0%
Mégaphorbiaies montagnardes et subalpines	8	9,9%
Forêts montagnardes	6	7,4%
Rochers et éboulis collinéens et montagnards	2	2,5%
Landes, lisières, fourrés et manteaux arbustifs des étages collinéens et montagnard	3	3,7%
Pelouses et prairies collinéennes et montagnardes	1	1,2%
<b>Total</b>	<b>81</b>	<b>100,0%</b>

◀ Tableau III

Répartition des espèces végétales vasculaires patrimoniales selon leur unité écologique.

Des espèces de chorologies diverses s'imbriquent sur ce territoire restreint : orophytes, arctico-alpines, circumboréales et européennes pour les dominantes (tableau IV).

Unités chorologiques (ANTONETTI et al. 2006)	Nombre de taxons	Pourcentage	Unités chorologiques (ANTONETTI et al. 2006)	Nombre de taxons	Pourcentage
Orophyte	26	32,1%	Endémique	4	4,9%
Arctocalpine	17	21,0%	Méditerranéenne	1	1,2%
Circumboréale	13	16,0%	Cosmopolite (sub)	2	2,5%
Européenne	11	13,6%	Atlantique	2	2,5%
Eurasiatique	5	6,2%	<b>Total</b>	<b>81</b>	<b>100,0%</b>

◀ Tableau IV

Répartition des espèces végétales vasculaires patrimoniales selon leur unité chorologique.

Le type biologique dominant des espèces patrimoniales dans la réserve est hémicryptophyte.

Types biologiques (ANTONETTI et al. 2006)	Nombre de taxons	Pourcentage
Hémicryptophytes	47	58,0%
Chaméphytes	14	17,3%
Géophytes	15	18,5%
Nanophanérophytes et phanérophytes	5	6,2%
<b>Total</b>	<b>81</b>	<b>100,0%</b>

◀ Tableau V

Répartition des espèces végétales vasculaires patrimoniales selon leur type biologique.

Tableau VI ▶

Nombre de taxons végétaux vasculaires patrimoniaux selon leur statut de protection et/ou de menace.

Statut (ANTONETTI et al. 2006)	Nombre de taxons	Pourcentage
Convention de Berne	0	0%
Directive « Habitats, Faune, Flore »	0	0%
Protection nationale annexe I	8	9,9%
Protection nationale annexe II	1	1,2%
Protection régionale	27	33,3%
Livre rouge national tome I	5	6,2%
Livre rouge national tome II	13	16,0%
Liste rouge régionale liste I	67	82,7%
Liste rouge régionale liste II	6	7,4%
Autres taxons rares sans statut	7	8,6%
<b>Total</b>	<b>81</b>	<b>100%</b>

La plupart des espèces cumulent plusieurs statuts de protection et/ou de menaces. Environ 44 % possèdent un statut de protection et plus de 90 % sont inscrites dans une liste ou un livre rouge. 9 espèces sont protégées au niveau national. Le nombre de taxons patrimoniaux est parmi les plus élevés d'Auvergne pour un seul site (tableau VI).

## Prospection et suivi 2011-2012

Le tableau VII présente la liste des espèces patrimoniales qui ont bénéficié d'un suivi et une synthèse des résultats.

Espèce	Classe	Données bibliographiques	Populations visités	Populations non revues	Populations revues	Populations nouvelles	Populations totales	Populations menacées	Evolution	Effectifs	Surface (m <sup>2</sup> )
<i>Andromeda polifolia</i>	C	12 (1H/1A/1R/9Ac)	1	-	1	-	?	-	?	?	?
<i>Asplenium viride</i>	A	2 Ac	1	1	-	-	-	-	?	?	?
<i>Carex curvula</i> subsp. <i>curvula</i>	A	3 (1R/2Ac)	3	1	2	-	2	2	↘	≈ 5000-10000	≈ 3000
<i>Carex limosa</i>	B	3 Ac	3	1	2	1	2	-	=	> 200 ?	6228,2
<i>Carex pauciflora</i>	B	3 (1H/2Ac)	3	2	1	-	1	-	↘	> ≈ 5 000 ?	1859,9
<i>Carex vaginata</i>	A	3 (1H/2Ac)	3	2	1	2	3	2	=	> 10000	≈ 6000
<i>Carlina biebersteinii</i>	A	7 Ac	6	5	1	-	1	-	↘	≈ 86	1299,6
<i>Cicuta virosa</i>	A	2 (1R/1Ac)	2	1	1	-	1	-	↘	≈ 21	≈ 20-50
<i>Corallorrhiza trifida</i>	B	3 R	3	3	-	1	1	-	↘	≈ 54-60	65768,8
<i>Dactylorhiza incarnata</i>	C	-	-	-	-	1	1	-	?	≈ 26	9385,8
<i>Diphasiastrum alpinum</i>	A	6 Ac	6	2	4	6	10	1	↗	?	≈ 100-200
<i>Dryas octopetala</i>	A	8 (1R/7Ac)	6	4	2	3	5	-	=	= 2000-7500	≈ 500-1000
<i>Epilobium gr. alpinum</i>	B	7 (5H/2Ac)	2	1	1	1	2	-	=	?	?
<i>Epipogium aphyllum</i>	A	3 (2R/1Ac)	1	-	1	-	1	-	=	≈ 11-21	24998,5
<i>Erigeron alpinus</i>	A	5 (1H/1R/3Ac)	2	-	2	-	2	-	=	43	≈ 10-20
<i>Gentiana verna</i>	C	7 (2H/1R/4Ac)	6	3	3	27	30	?	?	?	?
<i>Hieracium aurantiacum</i>	B	6 (2H/4R)	6	6	-	-	-	-	?	?	?
<i>Jasione crispa</i> subsp. <i>arvernensis</i>	A	31 Ac	31	23	8	8	16	16	?	> 10000	≈ 5000-10000
<i>Lonicera alpigena</i>	C-	1 Ac	1	1	-	-	-	-	?	?	?
<i>Lycopodiella inundata</i>	A	1 Ac	1	-	1	-	1 (7)	-	=	?	≈ 35-70
<i>Lycopodium clavatum</i>	C-	1 H NG	-	-	-	5	5	-	↗	?	≈ 200-1500
<i>Meconopsis cambrica</i>	C-	1 Ac	1	1	-	1	1	-	=	≈ 100-200	2522,7
<i>Gnaphalium norvegicum</i>	B	6 (1H/5Ac)	6	4	2	9	11	1	↗	≈ 1000-2500	≈ 5000-10000
<i>Gnaphalium supinum</i>	A	6 (1H/5Ac)	6	3	3	13	16	5	↗	≈ 2000-5000 rosettes ≈ 1500-3000 fleurs	≈ 1000-2500
<i>Phleum alpinum</i>	B	3 (2H/1Ac)	1	1	-	-	-	-	↘	?	?
<i>Persicaria vivipara</i>	A	10 (2H/8Ac)	10	6	4	6	10	1	=	≈ 200-1000	≈ 100-500
<i>Polystichum lonchitis</i>	B	1 R	1	-	1	-	1	-	=	16	≈ 100-500
<i>Salix herbacea</i>	A	2Ac	2	1	1	2	3	-	=	?	≈ 100-500
<i>Saxifraga bryoides</i>	A	15 (1H/1R/13Ac)	12	8	4	13	17	-	=	?	> 500
<i>Saxifraga exarata</i> subsp. <i>lamottei</i>	A	10 (2H/2R/6Ac)	10	5	5	3	8	-	?	≈ 1000-2500 fleurs	≈ 500-1000
<i>Scheuchzeria palustris</i>	A	1 A	1	-	1	-	1 (5)	-	?	≈ 200-500	≈ 100-200
<i>Silene ciliata</i>	B	2 (1A/1Ac)	2	2	-	-	-	-	?	?	?
<i>Soldanella alpina</i>	B	18 (2H/2R/14Ac)	14	8	6	36	42	3	?	= 1000-5000	> 10000
<i>Sorbus charmaemespilus</i>	B	2 (1H/1R)	2	1	1	3	4	-	↗	≈ 100-500	≈ 3500
<i>Streptopus amplexifolius</i>	C-	5 (2H/3Ac)	3	3	-	-	-	-	↘	?	?
<i>Trifolium badium</i>	B	7 (2H/2A/3Ac)	7	4	3	1	4	-	=	?	489285,4
<i>Veronica alpina</i>	A	6 (4H/2A)	-	-	-	-	-	-	?	?	?
<i>Veronica fruticans</i>	A	5 (3H/2Ac)	2	2	-	-	-	-	↘	?	?
<b>Total</b>	<b>38 espèces</b>	<b>217 (37H/7A/22R/151Ac)</b>	<b>167</b>	<b>105</b>	<b>62</b>	<b>142</b>	<b>202 (214)</b>	<b>31</b>			

Tableau VII ▲

N.B. : les effectifs indiqués correspondent aux nombres de tiges ou rosettes.

dans la bibliographie et visitées en 2011-2012 ; nombre de populations visitées et non revues ; nombre de populations visitées et revues ; nombre de populations nouvelles ; nombre de populations cartographiées ; nombre de populations menacées ; évolution des populations dans la réserve : = : stable, ↘ : en diminution, ↗ : en augmentation, ?: information non suffisante ; effectifs estimés ; surface de 2011-2012 en m<sup>2</sup>.

Résultats de la campagne de terrain 2011-2012.

Légende : classe de valeur patrimoniale (A, B, C, C-) ; nombre de données bibliographiques : données historiques (H : <1957), anciennes (A : 1958-1989), récentes (R : 1990-1999), et actuelles (Ac : 2000-2010) ; nombre de populations citées

## Résultats généraux des prospections menées en 2011 et 2012

65 journées de terrains étalées sur deux ans ont permis de réaliser des prospections sur 38 des 81 espèces de flore vasculaire patrimoniale de la RNNCS (soit plus de 45 %). 258 données actualisées ont donc été intégrées dans le système d'information géographique du PNRVA, soit 113 polygones et 145 localisations ponctuelles. 257 fiches de suivi ont été rédigées.

217 données bibliographiques sont recensées dans la littérature parmi lesquelles 167 ont été recherchées en 2011-2012 (soit 77 %). La vérification de ces anciennes citations a été prioritaire. Parmi les données recherchées, 62 ont été revues (soit 37 %). Les données non revues sont au nombre de 105. L'imprécision de certaines données, notamment historiques et anciennes, explique en grande partie le faible nombre de populations revues. 142 nouvelles populations ont été trouvées. 202 populations (ou 214 si l'on compte les micro-populations) ont donc été cartographiées ; 30 % sont des confirmations de populations mentionnées dans la littérature et 70 % issues de prospections complémentaires.

15 % des populations répertoriées sont considérées comme menacées, soit 9 espèces sur les 38 suivies. Par exemple, la quasi-totalité des populations de *Jasione crispa* subsp. *arvernensis*, *Carex curvula* et *Carex vaginata* est menacée.

La comparaison entre le nombre total des données bibliographiques et le nombre de populations cartographiées n'est pas possible car les géolocalisations ne sont pas toujours précises pour les anciennes données et parce qu'une même population peut être mentionnée plusieurs fois à des dates ou par des auteurs différents.

Parmi les 38 espèces suivies, 13 ont un nombre de population qui semble stable. 8 espèces sont considérées en régression ; 5 en progression. Celle-ci est probablement due à un apport de connaissance plus qu'à une réelle augmentation. Les informations ne sont pas suffisantes pour dégager des tendances d'évolution des 12 autres espèces.

Pour 18 espèces, aucune nouvelle population n'a été recensée en 2011-2012 ; leurs répartitions étaient et restent relativement bien connues.

Les effectifs de 21 espèces ont été évalués, ce n'est pas le cas des 17 restantes. Deux causes sont avancées : la biologie de l'espèce ne permet pas de comptage précis et les populations n'ont pas été revues. Les effectifs des autres espèces sont à utiliser avec précaution. De même, la surface de présence de 27 espèces a été évaluée.

La répartition par milieu des espèces suivies est assez similaire à celle de l'ensemble des espèces patrimoniales présentes sur la RNNCS et est révélatrice des milieux échantillonnés. La majorité des espèces suivies se trouve dans l'étage subalpin. En effet, un peu plus de 50 % (23/44) des espèces des landes, pelouses et rochers ont été suivies. Il en est de même pour les milieux humides (8 espèces sur 17). Les forêts ont bien été prospectées, 4 espèces sur 6 (> 60 %) ont été suivies. 2/3 des espèces des « landes, lisières, fourrés et manteaux arbustifs des étages collinéens et montagnards » ont été suivies. Une seule espèce sur les 8 citées dans les mégaphorbiaies montagnardes et subalpines a été suivie (12,5 %). Les autres milieux ne comptabilisent que 3 espèces patrimoniales. Certaines zones ont aussi été sous-prospectées, par manque de temps et/ou inaccessibilité : le val d'Enfer, une partie de la cascade de la Dore, la zone située entre le puy de Sancy et le fond de la Fontaine Salée.

## Commentaires sur les espèces

L'ensemble des populations d'*Epipogium aphyllum*, *Erigeron alpinus*, *Lycopodiella inundata* et *Polystichum lonchitis* ont été vérifiées et revues en 2011-2012. Aucune nouvelle population n'a été trouvée. Ces espèces semblent stables. *E. aphyllum* qui a fait l'objet d'une étude approfondie par le passé (ROBIN, 2000) a été nouveau suivie.

*Lycopodium clavatum* et *Dactylorhiza incarnata*, non prévus initialement dans le suivi, ont été ajoutés car des populations ont été découvertes. Le premier était déjà cité mais non géo localisé, le deuxième a été découvert en 2012 par la Société Française Orchidophilie (SFO) Auvergne.

*Carex curvula* subsp. *curvula*, *Carex vaginata* et *Jasione crispa* subsp. *arvernensis* sont bien présents. Toutes les populations ont été revues dans le secteur. La diminution des surfaces couvertes par ces espèces indique cependant une forte pression. En effet, ces populations sont aujourd'hui menacées par l'érosion due à la surfréquentation touristique. À l'intérieur des populations, des micropopulations présentes il y a moins d'une dizaine d'années ont disparues. Ces informations sont à nuancer, en particulier pour *J. crispa*, dont la dynamique est liée aux zones érodées (dans un premier temps). L'évaluation des effectifs est particulièrement difficile.

Presque toutes les populations de *Carex limosa*, *Carex pauciflora*, *Carlina biebersteinii*, *Cicuta virosa*, *Corallorrhiza trifida*, *Dryas octopetala*, *Meconopsis cambrica* et *Salix herbacea* ont été visitées mais toutes n'ont pas toutes été revues. De nouvelles populations ont parfois été trouvées. Le nombre de données est souvent en diminution mais les tendances sont à confirmer.

La quasi-totalité des données bibliographiques de *Diphasiastrum alpinum*, *Gentiana verna*, *Gnaphalium norvegicum*, *Gnaphalium supinum*, *Persicaria vivipara*, *Saxifraga bryoides*, *Saxifraga exarata* subsp *lamottei*, *Soldanella alpina* et *Sorbus chamaemespilus* ont été recherchées mais beaucoup n'ont pas été revues. En revanche, de nombreuses populations ont été découvertes, améliorant ainsi notablement les connaissances. La répartition de ces taxons était mal connue et sous évaluée. L'évolution est difficile à apprécier car il y a très peu de recul sur les données. *G. verna* et *S. alpina* sont bien présentes sur le massif mais les données sont anciennes et/ou peu précises. Pour *P. vivipara*, *G. norvegicum*, *S. bryoides* beaucoup de populations n'ont pas été revues mais quasiment autant de nouvelles populations ont été trouvées. La stabilité est donc assez relative. Presque toutes les données de *D. alpinum*, *G. supinum* et *S. chamaemespilus* ont été revues. L'augmentation du nombre de population peut en partie être attribuée à l'amélioration des connaissances issue des prospections de 2011-2012.

Une grande partie des populations d'*Epilobium gr alpinum* et *Trifolium badium* ont été revues mais la détermination de ces taxons, assez délicate, est à confirmer.

*Scheuchzeria palustris*, dont la seule donnée était peu précise et ancienne, a été retrouvée par la SFO Auvergne.

Toutes les populations d'*Andromeda polifolia* n'ont pas été prospectées. Peu d'informations sont donc appréciables.

Malgré des recherches, *Asplenium viride*, *Hieracium aurantiacum*, *Lonicera alpigena*, *Phleum alpinum*, *Silene ciliata*, *Streptopus amplexifolius*, *Veronica alpina* et *Veronica fruticans* n'ont pas été revus. Différentes causes peuvent être évoquées (ancienneté des données et, disparition probable de certaines populations, facteurs humains, secteurs difficiles d'accès...). Des déductions sur l'évolution ne sont pas toujours possibles mais une régression est très probable pour certaines de ces espèces.

## Discussion

### Sur la méthode

La quantité et la variété des données utilisées pour la synthèse bibliographique sont très importantes et reflètent la volonté de réaliser un travail le plus exhaustif possible. La hiérarchisation est basée sur de nombreux critères établis par le CBNMC ce qui induit une bonne considération des enjeux de préservation.

Le taux de vérification sur le terrain (77 %) des données bibliographiques est important. Les stations non vérifiées étaient pour la plupart difficiles d'accès et/ou très anciennes et donc peu précises. L'effort de prospection et le nombre d'espèces suivies sont également conséquents.

Les effectifs ainsi que les surfaces de présence de chaque espèce ont été évalués. Si pour certaines, les chiffres sont fiables, pour d'autres, ils sont à utiliser avec précaution. La fonctionnalité des populations est difficile à apprécier (manque de connaissances sur les échanges potentiels entre les différentes populations des espèces considérées). Pour de nombreuses espèces, les tendances évolutives ne sont pas connues faute de données disponibles sur les effectifs et la répartition de population sur ces dernières années. Ce premier bilan donne déjà quelques informations mais seule la comparaison sur le long terme, avec le suivi mis en place, sera efficace.

## Sur les résultats

De nombreux taxons sont exceptionnels ou rares au niveau de la région Auvergne. Certains ne sont présents que sur les massifs les plus élevés du Massif central (*Diphasiastrum alpinum*, *Dryas octopetala*, *Erigeron alpinus...*), voire que sur le massif du Sancy (*Carex vaginata*, *Gnaphalium supinum*, *Persicaria vivipara*, *Salix herbacea*, *Soldanella alpina...*), ou dans une seule maille UTM de 5x5 km, ou sur une seule commune, ou même dans une seule station (*Carex curvula* subsp *curvula*). Ajoutons que les effectifs de certaines populations sont souvent faibles ce qui les rendent plus vulnérables à des phénomènes environnementaux exceptionnels ou à une plus forte pression anthropique. De plus, une dizaine d'espèces patrimoniales citées historiquement n'a pas été revue récemment. La réserve naturelle a une responsabilité importante dans la protection de l'ensemble de ces espèces.

L'étage subalpin concentre un très grand nombre d'espèces patrimoniales grâce à des conditions altitudinaires et climatiques très particulières (neige, froid, exposition...) et une diversité/qualité de milieux (pelouses, rochers, landes...). Le massif des monts Dore est isolé et malgré la présence d'autres massifs élevés en Auvergne, les échanges ne sont certainement pas possibles. Les populations de certaines espèces, souvent des reliques glaciaires, sont parfois le seul relais entre les Pyrénées et les Alpes. L'isolement géographique et la faiblesse du nombre de populations et/ou des effectifs les rendent vulnérables. Malgré un bon état global, quelques populations sont altérées ou dégradées. Les principales menaces sont liées à la surfréquentation touristique des crêtes notamment pendant la saison estivale mais également à la mise en place d'infrastructures liées au tourisme et aux phénomènes d'érosion en découlant. De manière plus sporadique, le pâturage peut partici-

per à cette dégradation par le piétinement répété, la destruction et/ou la consommation de la plante. L'évolution des effectifs de ces espèces patrimoniales de l'étage subalpin reste aussi incertaine au regard des changements climatiques.

D'autres plantes patrimoniales se situent dans les milieux humides principalement dans les tourbières acides. Malgré la bonne qualité de ces milieux et la faible fréquentation touristique, certaines populations peuvent être, ponctuellement et de manière insidieuse, altérées par les pratiques agricoles. Bien que qualifiées d'extensives sur la réserve, les pratiques comprennent des fertilisations et/ou amendements qui, avec le piétinement, peuvent impacter les populations. Les zones concernées sont très limitées et le nombre d'espèces potentiellement touchées ainsi que leur valeur patrimoniale sont cependant assez faibles. La fermeture du milieu peut aussi influencer l'état des populations.

Peu d'espèces patrimoniales présentes sur la réserve naturelle sont liées aux milieux forestiers. Elles sont pourtant révélatrices de l'état de conservation des hêtraies. Même si certaines populations n'ont pas été revues récemment, ces espèces sont peu menacées. Le réseau forestier est conséquent avec des populations relais connues à proximité de la réserve. Ponctuellement et localement, des risques liés aux piétinements et à la destruction de populations lors de l'exploitation forestière sont possibles. Le vieillissement et la non exploitation de certaines hêtraies sont aussi un gage de protection.

## Conclusion et perspectives

Cette étude s'inscrit dans l'optique de l'élaboration du premier plan de gestion (Leroy *et al*, 2013). Malgré un apport important de connaissances (actualisation de la liste, nombre de population, effectif, localisation, état de conservation...), seule la comparaison des données sur le long terme permettra d'évaluer et de dégager les facteurs influençant la fonctionnalité des populations, l'état de conservation, les menaces et les tendances évolutives de ces espèces ainsi que l'efficacité des actions de protection et gestion mise en œuvre sur le territoire de la RNNCS. L'enjeu de préservation est donc important.

Plusieurs études complémentaires sont en projet ou en phase de réalisation. Celles-ci sont axées sur l'évaluation de l'impact de la fréquentation, l'évolution des communautés végétales en lien avec les changements climatiques, la recherche d'espèces patrimoniales mentionnées historique-

ment dans la littérature et dont les populations n'ont pas été retrouvées récemment, ainsi que la poursuite des prospections dans des secteurs peu accessibles.

La collaboration avec la réserve naturelle nationale de la vallée de Chaudéfour (RNNVC) est essentielle car, d'une part, la réflexion doit se faire à l'échelle du massif et non d'une seule réserve naturelle et, d'autre part, les secteurs les plus menacés se situent à la jonction entre les deux réserves naturelles.

Divers partenariats ont d'ores et déjà été mis en place. Quatre placettes de suivi de la *Jasione* crépue d'Auvergne ont été créées sur la RNNCS et la RNNVC. Un partenariat a été mis en place avec la SFO Auvergne pour suivre deux orchidées forestières de la RNNCS.

## Contributions

**Données SIG** : base de données Chloris du CBNMC ; relevés C.H.A.N.ES (cartographie des habitats naturels et des espèces) du site Natura 200 des monts Dore ; fiches ZNIEFF ; plan de gestion et diagnostic paysager, écologique et forestier de l'ENS de la montagne du Mont (ONF) ; Michel ROBIN (Com. Pers.) ; SFO Auvergne.

**Terrain** : Camille THOMAS accompagnée de Thierry LEROY, Eric VALLE, Patrice DEVROYE, Lucie SANDRON, Michel ROBIN et la SFO Auvergne.

**Cartographie SIG** : Camille THOMAS et Olivier ROQUETANIÈRE.

## Bibliographie

- ANTONETTI Ph., KESSLER F., et NICOLAS S. 2010. - *Bilan de la flore vasculaire du Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne*. Conservatoire botanique national du Massif central \ Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne, 72 p.
- ANTONETTI Ph., BRUGEL E., KESSLER F., BARBE J.P. et TORT M. 2006. - *Atlas de la flore d'Auvergne*. Conservatoire botanique national du Massif central, Chavaniac-Lafayette, 984 p.
- LEROY T., DEVROYE P., SANDRON L., CLARY K., THOMAS C., ESCALLE M., ROQUETANIÈRE O., 2013. - Réserve naturelle nationale de Chastreix-Sancy : plan de gestion 2014-2018. Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne, Office national des Forêts, Dreal Auvergne, 145 p. (en cours)
- ROBIN M., 2000. - Evolution d'une population d'*Epipogium aphyllum* : une énigme dévoilée ? *Cahiers de la Société Française d'Orchidophilie* n°6, Paris, p 254-260.



# Le patrimoine naturel de la commune de Brive-la-Gaillarde

Brive-la-Gaillarde's biodiversity

par Mathieu BONHOMME 1 et Dominique GAUDEFROY 2

- 1 Conservatoire d'espaces naturels du Limousin  
6 sentier du Theil  
87510 Saint-Gence  
① 05 55 03 29 07  
✉ mbonhomme@conservatoirelimousin.com  
🌐 www.conservatoirelimousin.com
- 2 4 rue Henri Delsol  
19100 Brive-la-Gaillarde  
① 09 81 98 58 23  
✉ dominique.gaudefroy@bbox.fr



Le sommet nord du Puy Lenty fleuri et une vue sur les collines brivistes. ►

## Résumé

Le patrimoine naturel de Brive, objet d'étude depuis 2009, offre une biodiversité remarquable grâce à une rare convergence de caractères dans les domaines géologiques et morphologiques, climatiques, historiques et même préhistoriques et aussi grâce au travail paysan traditionnel adapté aux conditions du terrain. Dans cette mosaïque de milieux très variés, plus de 1100 espèces de plantes vasculaires et plusieurs centaines de bryophytes ont été recensés. En partenariat étroit avec la commune de Brive, une carte précise et une évaluation de ces espaces ont été réalisées afin d'assurer leur préservation.

Mots clés : Brive-la-Gaillarde, biodiversité, milieux et espèces remarquables.

## Abstract

Brive's biodiversity has been the object of study since 2009. The community offers a remarkable level of biodiversity thanks to a rare convergence of geological, morphological, geographical, climatic, historical and even prehistoric factors, as well as traditional peasant labor adapted to the field conditions. In this mosaic of many different natural environments, at least 1100 botanical taxa and hundreds of bryophytes (estimate 2012) have been observed. In close partnership with the community of Brive, precise mapping and an evaluation of its different areas were performed in order to ensure their conservation.

Keywords : Brive-la-Gaillarde, biodiversity, noteworthy species and habitats.

## Contexte

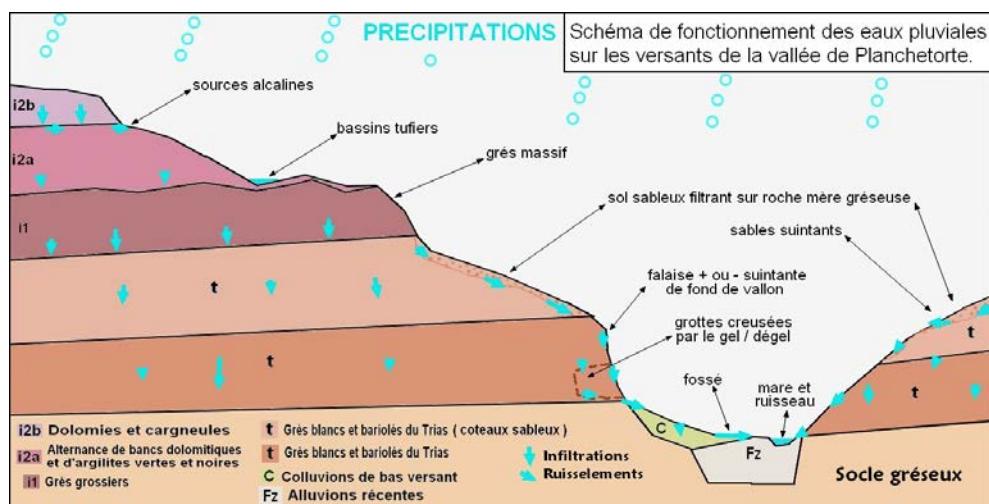
### Les particularités écologiques du territoire sud de Brive-la-Gaillarde

Depuis les sommets calcaires dolomitiques reposant sur des marnes, jusqu'aux fonds de vallons garnies de colluvions et d'alluvions récentes se succèdent divers faciès gréseux, parfois affleurant en dalles très dures, parfois couverts de sols sableux.

La topographie complexe se manifeste par une multitude de vallons profonds entaillant le paysage et souvent bordés de falaises gréseuses suintantes, aux expositions variées. L'érosion de ces falaises gréseuses a ouvert de nombreuses cavités qui ont eu un rôle important dans l'occu-

pation préhistorique de la région et dans la sécurité des habitants durant le Moyen Âge.

La situation géographique en piémont du Massif central en font un carrefour climatique avec des caractères antagonistes : méridional mais aussi continental avec une influence atlantique qui engendre un gradient bio-climatique important, ces conditions sont relayées par une utilisation paysanne des espaces agricoles restée traditionnelle faute de pouvoir faire autrement au vu des conditions topographiques et édaphiques.



En s'appuyant sur le schéma du fonctionnement des eaux pluviales, on rencontre en partant des sommets constitués de puits dolomitiques les différents habitats suivant :

- ceux liés aux crêtes des calcaires dolomitiques,
- puis des prairies marneuses plus ou moins humides selon la proximité des sources et des bassins alcalins,
- un premier escarpement constitué de grès massifs qui apparaissent sous la forme d'affleurements rocheux chaotiques évoquant certains paysages désertiques,
- des pelouses plus sèches et acidiphiles s'étendant sur les pentes moyennes et plus faibles, occupées aussi par de nombreuses landes à bruyères.

Une rupture topographique vers le dernier tiers des pentes se manifeste :

- soit par des affleurements sableux et humides temporairement siège des cortèges remarquables d'espèces annuelles adaptées,
- soit par des escarpements verticaux faits de falaises et d'alvéoles souvent très humides entretenues par des suintements importants où se développent une végétation remarquable de fougères et de bryophytes d'abris rocheux.
- les naissances des vallons sont souvent occupées par des ravins forestiers,
- en s'élargissant ces vallons accueillent des prairies plus sèches sur les pentes des colluvions,
- des prairies très humides ou marécages occupent les fonds en l'absence de drainage.
- la ripisylve occupe quelques zones planes et délaissées de ces fonds de vallons ainsi que la grande vallée de la Corrèze.

Cet espace cloisonné et constitué de dizaines de vallons émaillés de centaines de grottes a vu une occupation humaine préhistorique très importante et ont servi, en étant parfois très aménagées, de refuges dans les temps plus troublés des invasions historiques.

Les paysages ruraux actuels sont issus de la polyculture élevage traditionnelle. Les champs de céréales abritent de nombreuses messicoles. L'élevage des bovins demeure peu intensif et le passage des animaux sur les sols sableux permet l'installation de nombreuses fabacées annuelles également favorisées par le relief et l'assèchement rapide du substrat.

## Objectif

La richesse floristique de la commune de Brive a été particulièrement mise en évidence par le travail de prospection mené par l'association "le Jardin Sauvage". Le CEN s'est appuyé sur ces découvertes et sur les données accumulées de longue date par les botanistes limousins pour convaincre les responsables locaux de la nécessi-

sité de mesures rapides pour protéger cet important patrimoine. C'est ainsi qu'une stratégie de préservation a vu le jour dès 2009 et qu'elle s'est traduite par l'inscription des milieux les plus remarquables dans le plan d'urbanisme alors en cours de rédaction.

## Méthodologie

L'élaboration de cette stratégie a été supervisée par un Comité de Pilotage, composé d'élus, des services de la ville, de personnes ou associations référentes sur le patrimoine de la commune.

Une première phase a permis la réalisation d'un bilan des connaissances du patrimoine naturel. Cette première étape a permis d'identifier et de localiser les milieux naturels et espèces remarquables du territoire d'étude (typiques du secteur, protégés, rares,...). L'essentiel de ce travail a été réalisé à partir de la bibliographie existante, concernant la flore et la faune (taxons pris en compte : herpétofaune, entomofaune, mammifères). L'analyse de ces données bibliographiques a permis de délimiter les sites remarquables de la commune. Un bilan des mesures de protection et de gestion conservatoire existant sur ces sites a été effectué.

Les sites ont été hiérarchisés en trois catégories.

Les sites de niveau 1. Il s'agit de secteurs restreints correspondant à des « Points chauds » de biodiversité écosystémique et taxonomique. Cette importance y a été mise en évidence par de nombreux relevés effectués par des observateurs différents. La localisation des sites de niveau 1 est précise et leur surface est réduite.

Les sites de niveau 2. Il s'agit de secteurs où la diversité biologique et écosystémique est aussi importante. Mais, ces sites souffrent d'une connaissance plus lacunaire que les sites de niveau 1. Leur périmètre a été établi à l'aide d'une analyse des photo-aériennes et des cartes topographiques et géologiques. Ces sites correspondent souvent à une extension des périmètres de ceux classés

de niveau 1. En effet, les conditions géologiques et l'occupation du sol y sont les mêmes mais les inventaires ont été moins systématiques. Par ailleurs ces secteurs peuvent englober des milieux plus « classiques » notamment agricoles ou forestiers.

Les sites de niveau 3 correspondent à ce qu'on peut appeler des « corridors biologiques ». Leur désignation s'appuie en grande partie sur des critères d'intérêt biologique mis en évidence par la bibliographie.

La délimitation et la hiérarchisation de ces différents sites ont été validées par le comité de pilotage en décembre 2009.

La deuxième phase a permis de réaliser pour les sites sélectionnés par le comité de Pilotage, un état des lieux détaillé avec identification des enjeux et menaces. Dans ce but, des prospections complémentaires ont été réalisées par le CEN et des compléments d'enquêtes ont été commandés aux associations naturalistes spécialisées. Le CEN a ensuite proposé alors des actions permettant d'une part de préserver voire de restaurer l'intérêt écologique du site, d'autre part de le valoriser auprès du public, dans le respect de sa préservation.

Suite à ce travail de hiérarchisation, l'ensemble des parcelles cadastrales abritant des milieux remarquables ont été inscrite au Plan Local d'Urbanisme sous un statut réglementaire permettant leur préservation.

## Résultats en termes d'habitats et de flore remarquable

### Les principaux habitats remarquables

12 habitats sont reconnus remarquables à l'échelle européenne couvrant 200 ha.

5 habitats sont remarquables à l'échelle régionale ou nationale couvrant 192 ha.

- **Les pelouses xériques calcaro-marneuses** localisées sur 18 ha des Puy Lenty, Puy de Chèvrecujols, Puy Blanc, Peuch Redon, le Pied du Causse.

**ERC<sup>1</sup>** : *Anthericum liliago*, *Anthericum ramosum*, *Centaurium pulchellum*, *Cephalanthera longifolia*, *Cephalanthera rubra*, *Gladiolus italicus*, *Helychrysum stoechas*, *Limodorum abortivum*, *Lithospermum purpurocaeruleum*, *Ophrys araneola*, *Ophrys scolopax*, *Ophrys lutea*, *Ophrys sphegodes*, *Orchis militaris*, *Orobanche gracilis*, *Polypodium cambricum*, *Staehelina dubia*.



1 ERC : Espèces remarquables caractéristiques

◀ De gauche à droite

*Ophrys lutea*,  
*Staehelina dubia*,  
*Samolus valerandi*,  
*Orobanche gracilis*

- **Les pelouses méso-hygrophiles sur marnes** localisées sur 4 ha des Puy Lenty, Puy de Chèvrecujols, Puy Blanc, Peuch Redon, le Pied du Causse.

**ERC** : *Allium ericetorum*, *Anacamptis laxiflora*, *Epipactis muelleri*, *Gymnadenia conopsea*, *Inula salicina*, *Inula spiraeifolia*, *Melilotus altissimus*, *Ophioglossum vulgatum*, *Plantago maritima*, *Platanthera bifolia*, *Serapias lingua*, *Silaum silaus*, *Tetragolobus maritimus*.

- **Les cultures sur sols calcaro-marneux** localisées sur 3 ha du Pied du Causse et du Puy Blanc.

**ERC** : *Althaea hirsuta*, *Centaurea cyanus*, *Euphorbia exigua*, *Gallium tricornutum*, *Iberis amara*, *Legousia speculum-veneris*, *Lithospermum arvense*, *Myagrum perfoliatum*, *Ranunculus arvensis*, *Rapistrum rugosum*, *Scandix pecten-veneris*.



◀ De gauche à droite

*Allium ericetorum*  
*Cirsium tuberosum*  
*Inula salicina*  
*Spiranthes aestivalis*

- **Bas marais alcalins : sources tufeuses, bassins alcalins et molinaires neutroclines** localisés sur 2,5 ha vers Peuch Redon, Puy Lenty, Puy Blanc.

**ERC** : *Carex viridula* subsp. *brachyrhyncha*, *Cirsium tuberosum*, *Dactylorhiza elata* subsp. *sesquipedalis*, *Eriophorum latifolium*, *Groenlandia densa*, *Phalaris arundinacea*, *Samolus valerandi*, *Spiranthes aestivalis*.

- **Pelouses acidiphiles sèches** sur 15 ha vers les hameaux de Siorat, Labrousse, Marcillac, Lamouroux, les Escrozes, Ouest Chèvrecujols, le Puy Sanier.

**ERC :** *Anthriscus caucalis, Chondrilla juncea, Hypochaeris glabra, Linaria pelisseriana, Lupinus angustifolius subsp. *reticulatus*, Medicago orbicularis, Mibora minima, Odontites vernus, Ophioglossum azoricum, Ophrys sulcata, Orobanche amethystea, Ornithopus compressus, Ornithopus pinnatus, Ornithopus x martinii, Salvia verbenaca, Senecio lividus, Silene gallica, Spiranthes spiralis, Tropaeolum barbata, Trifolium glomeratum, Trifolium maritimum, Trifolium scabrum, Tuberaria guttata, Verbascum blattaria, Veronica acinifolia,*

De gauche à droite ►

*Linaria pelisseriana*  
*Linaria arvensis*  
*Ornithopus pinnatus*  
*Ornithopus compressus*



- **Pelouses acidiphiles à humidification temporaire** localisées sur 5 ha vers les pentes du val à l'ouest de La Chassagne-Marcillac, vers Laumont, Sèchepierre et Ouest Chèvrecujols.

**ERC :** *Cicendia filiformis, Illecebrum verticillatum, Juncus capitatus, Juncus tenageia, Linum trigynum, Lythrum hyssopifolia, Radiola linoides, Serapias lingua.*

- **Les cutures sur terres sableuses** localisées sur 20 ha vers les hameaux de Labrousse, les Escrozes, Puyjarrige, la Chassagne.

**ERC :** *Agrostemma githago, Anthemis mixta, Briza minor, Lathyrus angulatus, Lathyrus aphaca, Lathyrus hirsutus, Legousia speculum-veneris, Linaria arvensis, Ornithopus compressus, Papaver argemone, Stachys annua.*

De gauche à droite ►

*Anthemis mixta*  
*Papaver argemone*  
*Lathyrus angulatus*  
*Halimium umbellatum*



- **Les landes xérophiles à mésophiles et dalles gréseuses** éparpillées sur 70 ha sur les plateaux et pentes des grès au sud du territoire de Brive vers Planchetorte, Marcillac, Lamouroux, Le Mas, Chèvre-cujols, Bellet, Laumont.

**ERC :** *Alyssum alyssoides, Cistus (=Halimium) umbellatum, Crassula tillaea, Moenchia erecta, Simethis mattiazzii, Spergula morisonii, Spergula pentandra.*

- **Les falaises et grottes à fougères et bryophytes remarquables**, plus ou moins humides en fonction de la restitution des eaux pluviales issues des terrains supérieurs.

Ces escarpements creusés de très nombreuses alvéoles constituent un linéaire de 26 km environ bordant de nombreux fonds de vallons du sud de la commune.

**ERC :** *Adiantum capillus-veneris*, *Anogramma leptophylla*, *Asplenium obovatum subsp. billotii*, *Drosera rotundifolia*, *Oreopteris limbosperma*, *Sibthorpia europaea*, *Trichomanes speciosum*. Bryophytes : nombreuses hépatiques remarquables : *Dumortiera hirsuta*, *Fossombronia sp.*



◀ De gauche à droite

*Dumortiera hirsuta*  
*Anacamptis laxiflora*  
*Anogramma leptophylla*  
*Drosera rotundifolia*

- **Les prairies naturelles de fauche** (sur colluvions) localisées sur 96 ha dans les vallons de la Courolle, de la Planchetorte et sur quelques pentes résistantes à l'assèchement estival.

**ERC :** *Anacamptis laxiflora*.

- **Les prairies humides et marécages permanents** localisés sur 8 ha au fonds des vallons de la Courolle, de la Planchetorte et ruisseau de la Combe,

**ERC :** *Alisma lanceolatum*, *Carex acutiformis*, *Carex distans*, *Cucubalus baccifer*, *Lamium maculatum*, *Lysimachia nummularia*, *Oenanthe fistulosa*, *Anacamptis laxiflora*, *Stachys palustris*.



◀ De gauche à droite

*Cucubalus baccifer*  
*Stachys palustris*  
*Pycreus flavescens*  
*Tordylium maximum*

- **Ripisylves et lit de la Corrèze** : les ripisylves occupent sur 8 ha les rives de la rivière Corrèze et de ses principaux affluents (le Pian, la Planchetorte) dans les parties délaissées ou non entretenues.

**ERC :** *Cucubalus baccifer*, *Cyperus fuscus*, *Myosoton aquaticum*, *Pycreus flavescens*, *Tordylium maximum*, *Veronica anagallis-aquatica*.



Les grottes aménagées en refuges sous le hameau de Siorat. ►

## Conclusion et perspectives

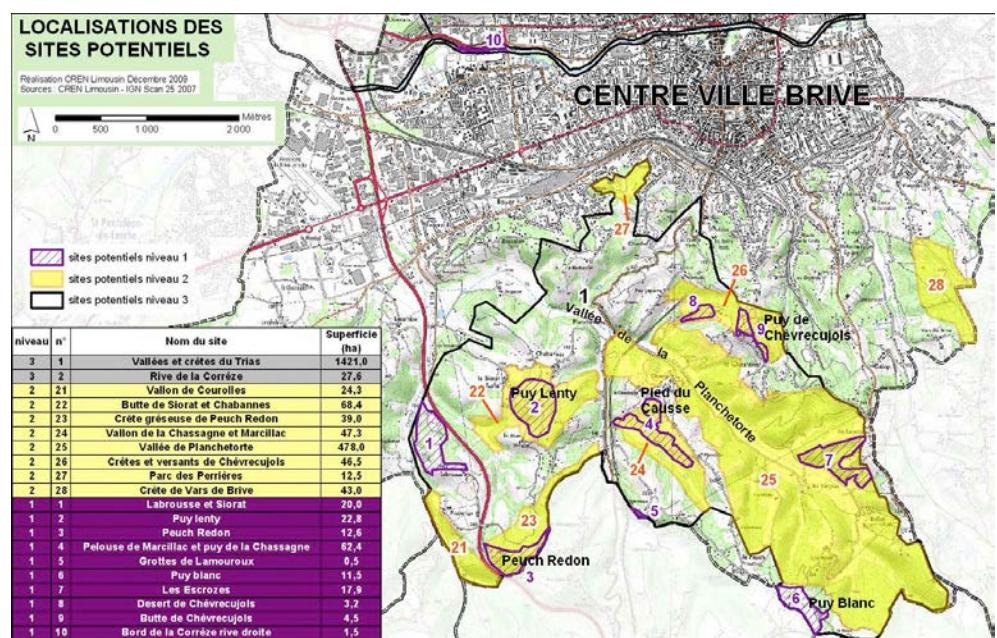
Les prospections qui ont eu lieu depuis 2009 ont permis de relever environ 1100 taxons botaniques (hors Bryophytes) sur les 2000 connus dans la région Limousin. 138 espèces possèdent un « statut » et 36 sont protégées à l'échelle nationale ou régionale.

La hiérarchisation des sites a permis de mettre en évidence :

Niveau 1 : " points chauds " de biodiversité avec 10 sites identifiés couvrant entre 0,5 ha à 23 ha.

Niveau 2 : mosaïque de milieux et de paysages où les connaissances sont lacunaires, 8 sites identifiés couvrant de 12,5 ha à 478 ha.

Niveau 3 : corridors écologiques, entités paysagères fortes avec deux sites couvrant 27,6 ha et 1421 ha.



Ce partenariat exemplaire entre une association naturaliste locale (Le Jardin Sauvage), une association régionale de préservation et de gestion des espaces naturels (CEN Limousin) et une commune urbaine (Brive-la-Gaillarde) a permis de prendre en compte le patrimoine naturel au sein du Plan local d'urbanisme (PLU). Les parcelles cadastrales acquérant alors un statut réglementaire adapté à leur préservation.

Depuis 2012, un accord cadre signé pour 3 années par la ville de Brive-la-Gaillarde et le CEN Limousin a permis de mettre en place une gestion adaptée de sites remarquables et d'entamer des démarches pour l'acquisition de certaines parcelles hébergeant des habitats et des espèces animales et végétales remarquables.

## Bibliographie

CHAMBORD R. ET CHABROL L. (2010) – Etude entomologique des sites naturels remarquables de la commune de Brive-la-Gaillarde (19). Rapport d'étude Société Entomologique du Limousin, 30 p.

CONSERVATOIRE DES ESPACES NATURELS DU LIMOUSIN (2010). Etude stratégique pour la préservation et la valorisation des sites naturels remarquables du territoire de la commune de Brive-la-Gaillarde – Phase 1, CEN – Limousin, Saint-Gence (France), 55p.

CONSERVATOIRE DES ESPACES NATURELS DU LIMOUSIN (2011). Etude stratégique pour la préservation et la valorisation des sites naturels remarquables du territoire de la commune de Brive-la-Gaillarde – Phase 2, CEN – Limousin, Saint-Gence (France), 58p.

ROGER J. (2010) – Inventaire de l'avifaune de la commune de Brive. Rapport d'étude Société d'étude et de protection des oiseaux en Limousin, 25 p.

CAUBLOT G. ET JEMIN J. (2010). Inventaire mammalogique et herpétologique des sites potentiels du Conservatoire Régional des Espaces Naturels à Brive-la-Gaillarde. Rapport d'étude du Groupe Mammalogique et Herpétologique du Limousin, 45p.





+ d'infos :

## Conservatoire botanique national du Massif central

**Siège et antenne Auvergne**  
Le Bourg  
43230 CHAVANIAC-LAFAYETTE  
Téléphone : 04 71 77 55 65  
Télécopie : 04 71 77 55 74  
Courriel : conservatoire.siege@cbnmc.fr  
Site Internet : [www.cbnmc.fr](http://www.cbnmc.fr)

**Antenne Limousin**  
SAFRAN  
2, avenue Georges Guingouin  
CS80912 - Panazol  
87017 LIMOGES Cedex 1  
Téléphone : 05 55 77 51 47

**Antenne Rhône-Alpes**  
Maison du Parc  
Moulin de Virieu - 2, rue Benay  
42410 PÉLUSSIN  
Téléphone : 04 74 59 17 93

**[www.cbnmc.fr](http://www.cbnmc.fr)**



En partenariat avec

