



2011

S E N S I B I L I S E R

A S S I S T E R

C O N S E R V E R

C O N N A Î T R E

les actes

1^{ères} rencontres végétales du massif central

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

28 / 30 avril 2010 - Le Puy-en-Velay (Haute-Loire)



RÉFÉRENCE BIBLIOGRAPHIQUE À UTILISER :
Conservatoire botanique national du Massif central, 2012
Actes des premières rencontres végétales du Massif central.
Conservatoire botanique national du Massif central, 164 pages.

DIRECTION DE LA PUBLICATION : Vincent Boulet

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

COMITÉ DE LECTURE : P. Antonetti, O. Bardet, C. Bernard, M. Botineau, V. Boulet, L. Chabrol, G. Choynet, H. Coquillart, H. Cubizolle, B. Descoings, S. Herbet, V. Hugonnot, F. Kessler, G. Largier, L. Lathuillère, J. Molina, P. Mossant, D. Orth, F. Pautz, J.-M. Royer, P. Seliquer, L. Seytre, G. Thébaud, M. Tort, A. Vilks

IMPRESSION : Graphicolor (Limoges)

DÉPÔT LÉGAL : Janvier 2012 - **ISBN : 978-2-9524722-3-4**

CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DU MASSIF CENTRAL, 2012 © 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 droits 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



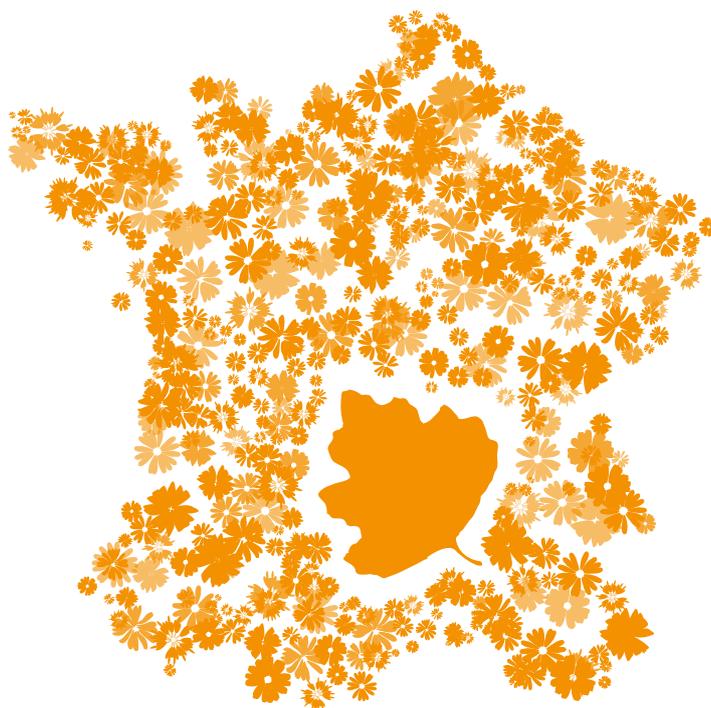
Les Premières rencontres végétales du Massif central, organisées du 28 au 30 avril 2010, ont été une formidable occasion de rassembler, pour la première fois, les botanistes et les acteurs de la préservation de l'environnement à l'échelle du massif. Cet événement n'aurait pu avoir lieu sans le soutien financier et technique du Conseil général de la Haute-Loire, du Conseil régional d'Auvergne, de la Délégation interministérielle à l'aménagement du territoire et l'attractivité rurale du Massif central, et du Ministère de l'Écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer. Nous tenons à leur exprimer nos plus sincères remerciements.

Les communications, riches et passionnantes, et les nombreuses discussions qui les ont suivies ont donné lieu à la publication de ce document qui, nous l'espérons, saura refléter auprès du plus large public, du formidable terreau de compétences et de connaissances dont font preuve, chaque jour, les acteurs de la connaissance et de la préservation de la diversité végétale qu'ils soient botanistes amateurs ou chercheurs professionnels.

Ces actes sont aussi l'occasion, pour le Conservatoire botanique national du Massif central, de remercier les nombreux membres du réseau de botanistes du Massif central (près de 400 personnes) qui nous adressent chaque jour leurs informations botaniques et nous témoignent, ainsi, de leur confiance.

Rien ne pourra remplacer leur vigilance et leur connaissance fine du territoire. À tous, ces actes des Premières rencontres végétales du Massif central leurs sont dédiés.

Robert Flauraud
Président du Conservatoire botanique
national du Massif central



1^{ères} rencontres végétales du massif central

Massif central, un terme sans épithète géographique associé, sans appropriation linguistique à la différence des autres grands massifs montagneux de France : Alpes, Jura, Pyrénées, Vosges, Ardennes !

Une entité aux évidences physiques et naturelles pourtant flagrantes pour les géographes qui ont inventé ce concept de « Massif central », mais une entité aux visages administratifs excentrés et disséquant le massif depuis ses marges. Un Massif antinomique, « central » mais sans « centre » en quelque sorte !

Une évidence végétale aussi qui n'a guère échappé aux botanistes et aux premiers travaux de phytogéographie. Henri LECOQ, au milieu du XIX^e donne le premier au « Plateau central », toute sa dimension végétale et sa place européenne ; et c'est peut-être la spécificité des végétations du Massif central, leur répétition et l'impression d'homogénéité qui s'en dégage qui inspirèrent LECOQ (1834) dans l'une des toutes premières définitions de l'association végétale : «...des plantes caractéristiques et souvent dominantes, qui forment la base des associations et au milieu desquelles certaines espèces apparaissent comme subordonnées...».

Plus proche de nous, Josias BRAUN-BLANQUET, le père de la phytosociologie moderne s'intéressant aux origines de la flore du Massif central (1923), mais aussi Maurice CHASSAGNE (dans son inventaire analytique de la flore de 1956-57 qui, bien que ciblant l'Auvergne, débordé sur les contrées limitrophes des départements voisins) illustrent à leur tour l'originalité, la diversité, mais aussi la solidarité écologique des territoires du Massif central.

Des glaciers et déserts périglaciaires qui couvraient ce plateau central de la France, à la fin de la dernière glaciation, il y a 15 000 ans, les sociétés rurales qui se sont succédées depuis ont légué une biodiversité richement mêlée de nature et de culture, étroitement liée aux agricultures de montagne, dont les prises et déprises agropastorales ont souvent rythmé l'évolution des paysages.

L'héritage naturel, façonné ou non par l'agriculture, est encore spatialement immense et tous les macro-indicateurs récents [Carte des systèmes agricoles à Haute Valeur Naturelle (SOLAGRO 2010), Trame écologique du Massif central (IPAMAC 2011)...] contribuent à faire du Massif central une île de milieux naturels encore relativement bien préservée dans l'ouest de l'Europe. Ce n'est d'ailleurs certes pas un hasard si le Massif central représente une

des plus grandes surfaces en Europe de Parcs naturels (Volcans d'Auvergne, Livradois-Forez, Millevaches-en-Limousin, Pilat, Monts d'Ardèche, Cévennes, Quercy, Périgord-Limousin, Grands Causses) qui devrait s'accroître encore (Haut-Allier Margeride, Aubrac), et s'il concentre les plus importants tonnages de cueillette de plantes sauvages en France...

Le Massif central est de longue date, une terre de recherches sur la flore et la végétation. L'une des premières flores régionales de France, la « Flore d'Auvergne » de DELARBRE, y voit le jour en 1795 et la toute première monographie phytosociologique du jeune Josias BRAUN enracine en 1915 les fondements de la phytosociologie dans les Cévennes méridionales sur les versants de l'Aigoual...

Si depuis, les estives d'altitude, les causses, les tourbières et les grandes vallées (Allier, Loire...) ont focalisé de très nombreux travaux dans une large palette de disciplines, les inventaires généraux de la flore et de la végétation menés depuis les années 2000, l'activité floristique des réseaux naturalistes, la mise en place de réseaux d'aires remarquables (ZNIEFF, Natura 2000...) ont fortement contribué à rééquilibrer la connaissance des territoires du Massif central.

Malgré tout, le Massif central a gardé son premier handicap de territoire écartelé avec ses pôles d'attraction périphériques aux relations rendues difficiles par l'obstacle physique qu'il représente toujours.

Avec les Premières rencontres végétales du Massif central, nous avons souhaité ouvrir la première scène d'expression végétale à l'échelle de ce Massif dans toutes ses composantes géographiques et naturelles, ainsi qu'à la diversité des acteurs qui contribuent à l'évolution des connaissances et la préservation de sa diversité végétale.

Son succès a dépassé nos espérances par la très large représentation des pôles et des compétences scientifiques et végétales du Massif central.

Ces actes en seront, je l'espère, la trace et le reflet.

Vincent Boulet
Directeur du Conservatoire botanique
national du Massif central

Un comité scientifique est associé aux «Premières rencontres végétales du Massif central». Il a essentiellement pour rôle de sélectionner les communications et les posters présentés dans le cadre de l'événement et d'assurer la relecture des actes des rencontres. Il est composé de 25 membres :

Philippe ANTONETTI
(CBN Massif central)

Olivier BARDET
(CBN Bassin parisien)

Christian BERNARD
(Flore du Massif central)

Michel BOTINEAU
(Université de Limoges)

Vincent BOULLET
(CBN Massif central)

Laurent CHABROL
(CBN Massif central)

Guillaume CHOISNET
(CBN Massif central)

Hervé COQUILLART
(Conservatoire régional des espaces naturels Rhône-Alpes)

Hervé CUBIZOLLE
(Université de Saint-Étienne)

Bernard DESCOINGS
(Société botanique d'Ardèche)

Stéphane HERBETTE
(Université de Clermont-Ferrand)

Vincent HUGONNOT
(CBN Massif central)

Francis KESSLER
(CBN Massif central)

Laurent LATHUILLÈRE
(Office national des forêts)

James MOLINA
(CBN méditerranéen)

Pierre MOSSANT
(Conservatoire des espaces et des paysages d'Auvergne)

Gérard LARGIER
(CBN Pyrénées Midi-Pyrénées)

Dominique ORTH
(École nationale d'ingénieurs des travaux agricoles)

Frédéric PAUTZ
(Jardin botanique de Lyon)

Jean-Marie ROYER
(Société française de Phytosociologie)

Pierre SELIQUER
(Conservatoire régional des espaces naturels du Limousin)

Laurent SEYTRE
(CBN Massif central)

Gilles THÉBAUD
(Institut des herbiers universitaires de Clermont-Ferrand)

Maryse TORT
(Digitalis)

Askolds VILKS
(Amicale Charles Le Gendre des botanistes du Limousin)



1^{ères} rencontres végétales du massif central

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

28 / 30 avril 2010 - Le Puy-en-Velay (Haute-Loire)

Thème 1 - Connaissance de la végétation et des habitats du Massif central

<ul style="list-style-type: none"> • Les landes des vallées cévenoles (Parc national des Cévennes, Lozère, France) : synthèse bibliographique, caractérisation phytosociologique et hiérarchisation des enjeux <i>Dwarf shrub vegetation in the lower valleys of the Cévennes National Park (Lozère, Southern France): bibliographical synthesis, phytosociological characterization, hierarchy of conservation values.</i> par Mario Kleszczewski & Jérémie Barret 	15
<ul style="list-style-type: none"> • Une analyse intégrée des végétations des tourbières acides du Massif central. <i>An integrated analysis of the vegetation of acidic mires of french massif central.</i> par Gilles Thébaud, Renée Skrzypczak, Camille Roux & Arnaud Delcoigne. 	23
<ul style="list-style-type: none"> • Un outil simple de diagnostic de la biodiversité des prairies <i>A simple tool to assess grassland biodiversity</i> par Dominique Orth & Claire Balay 	33
<p>Apport de la phytosociologie à la typologie multifonctionnelle des prairies dans les systèmes laitiers des AOP fromagères du Massif central <i>Contribution of phytosociology to a multifunctional grassland typology for the French Massif central PDO cheese farming systems</i> par Laurent Seytre, Dominique Orth, Julien Landrieaux, Mathilde Piquet, S. Hulin, Anne Farruggia, Christophe Chabaliier, Pascal Carrère</p>	39
<ul style="list-style-type: none"> • Étude de la résistance à la sécheresse des populations de hêtres (<i>Fagus sylvatica</i>) du Massif central <i>Study of drought resistance of beech populations in the Massif central</i> par Catherine Lenne, Stéphane Herbette, Boris Fumanal, Rémi Wortmann, Tété Barigah, Hervé Cochard 	47
<ul style="list-style-type: none"> • Suivi du couvert végétal sur les Hautes Chaumes du Forez (Parc naturel régional du Livradois-Forez) d'après des images SPOT. <i>Monitoring vegetation changes of the Hautes-Chaumes du Forez (Massif Central, France) using Spot satellite images.</i> par Christine Jacqueminet et Bernard Etlicher. 	51
<ul style="list-style-type: none"> • Évaluation de l'état de conservation des forêts alluviales à bois tendre sur le site Natura 2000 Val d'Allier, de Jumeaux à Pont-du-Château. <i>Evaluation of conservation level of softwood forests in Natura 2000 site of Val d'Allier - Jumeaux à Pont-du-Château.</i> par Sylvain Pouvaret 	57
<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser Corine Land Cover pour définir une trame écologique du Massif central. <i>Using Corine Land Cover data to define a french Massif central ecological network.</i> par Céline Sacca, Bernard Etlicher et Pierre-Olivier Mazagol. 	63

Thème 2 - Connaissance de la flore du Massif central

- Espèces végétales patrimoniales du territoire de la Communauté d'agglomération Limoges Métropole.
Patrimonial botanical species of Limoges conglomeration.
par Laurent Chabrol, Olivier Dom, Anne Goudour et Mickael Mady. **73**
- Atlas de la flore patrimoniale de la Vallée du Galeizon (Parc National des Cévennes).
Atlas of the rare and priority flora of the « Vallée du Galeizon » (Cévennes National Park).
par Emeric Sulmont. **79**
- Contribution à la connaissance des plantes rares et menacées du Massif central de Midi-Pyrénées.
Contribution to the knowledge of Massif central patrimonial flora.
par Nicolas Leblond. **85**
- 77 ans après : actualisation du catalogue de la flore du massif du Mont Aigoual (Cévennes, Massif central méridional).
77 years later : The catalogue of the vascular plants from the Aigoual mountain région (Cévennes, southern Massif central) updated.
par Mario Kleczewski **89**
- La conservation et le recensement des types nomenclaturaux du Massif central dans les herbiers de M. Lamotte et de H. Lecoq
Conservation and inventory of nomenclatural types from the French central massiv in the herbaria of M. Lamotte and H. Lecoq
par Camille Roux **99**
- Petite histoire botanique de quelques essences forestières de l'Auvergne au travers des flores et atlas de 1800 à 2010
A botanical history of some forest trees of Auvergne through flores and atlas from 1800 still 2010
par Laurent Lathuillère **105**
- Diversité génétique dans le genre *Rosa* : méthodologies d'exploration et premiers résultats sur la conservation de l'espèce *Rosa gallica*
Genetic diversity in the genus Rosa: methodologies of exploration and first results on the conservation of the Rosa gallica species
par Tatiana Thouroude, Sylvain Gaillard, David Lalanne, Gilles Michel, Alix Pernet, avec la contribution de Samir-David Ayata, Charlène Fy et Julien Roboam **113**
- Place des xénophytes dans la flore de l'Ardèche : bilan provisoire et perspectives.
Position of xenophyts in Ardeche'flora : temporary assessment and outlook.
par Francis Kessler & Sylvain Nicolas. **117**
- Architectures souterraines de quelques herbes vivaces européennes.
Subterranean architectures of some perennial herbaceous plants from Europe.
par Maryse Tort & Francis Hallé. **125**
- À propos des Hêtres tortillards.
About twisted beeches.
par Jean-Pierre Guillet. **129**
- Le xylème, élément de la biodiversité des plantes terrestres.
Xylem, element of land plant biodiversity.
par Guy Costa, Sabine Lhernould & Béatrice Compère. **133**
- POSTER - *Epipactis exilis* (Baumann et Baumann) Delforge, espèce nouvelle pour l'Auvergne et la France.
par C. Riboulet, J.-L. Gatién J.-L., J.-J. Guillaumin. **137**

Thème 3 - Conservation & gestion de la flore du Massif central

- Un outil multifonctionnel au service de la préservation des zones humides : la Cellule d'Assistance Technique à la gestion des Zones Humides - Exemple d'application sur le bassin Adour-Garonne dans le département de la Corrèze.
A multifunctional tool to serve the preservation of wetlands : the Cell of Technical Assistance for Wetland Management - Application example on the Basin of Adour - Garonne in the Department of Corrèze.
 par Erwan Hennequin. **141**

- L'observatoire de la flore de Bourgogne dans la zone "Massif central".
 par Olivier Bardet & Eric Fedoroff. **145**

- 1992-2009, 17 ans de suivi floristique et génie écologique sur les landes à lycopodes du Puy de la Tuile.
1992-2009, an botanical and ecological work follow-up during 17 years on moors with lycopods in Puy de la Tuile.
 par Thomas Darnis. **151**

- La conservation des bryophytes épiphytes à l'échelle locale - l'exemple d'*Orthotrichum rogeri* Brid. dans le marais de Moissac-Bas (Haute-Loire, France).
The conservation of epiphytic bryophytes at the local scale - the example of Orthotrichum rogeri Brid. in the Moissac-Bas swamp (Haute-Loire, France).
 par Vincent Hugonnot, Delphine Bénard, Charlotte Dumas, Thierry Vergne, Pierre-Emmanuel Mulot **157**

- Mise en oeuvre partenariale d'un plan de conservation du Sénéçon de Rodez (*Senecio ruthenensis* Mazuc & Timb.-Lagr.) sur le Causse Comtal en Aveyron.
A conservation plan for Senecio ruthenensis Mazuc & Timb.-Lagr., in collaboration with the local partners, on the Causse Comtal in Aveyron.
 par L. Gire, R. Gomez, J. Cambecèdes, A. Pin-Birlinger **163**



1^{ères} rencontres végétales du massif central

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

28 / 30 avril 2010 - Le Puy-en-Velay (Haute-Loire)

Thème 1
**Connaissance de la
végétation et des habitats
du Massif central**

Les landes des vallées cévenoles (Parc national des Cévennes, Lozère, France) : synthèse bibliographique, caractérisation phytosociologique et hiérarchisation des enjeux

Dwarf shrub vegetation in the lower valleys of the Cévennes National Park
(Lozère, Southern France) : bibliographical synthesis, phytosociological
characterization, hierarchy of conservation values.

par Mario Kleszczewski^❶ & Jérémie Barret^❶

❶ Conservatoire des espaces naturels
du Languedoc-Roussillon
474, Allée Henri II de Montmorency
34000 MONTPELLIER
04 67 02 64 98
conservation@cenlr.org
www.cenlr.org

Résumé : Ce travail propose une typologie des groupements végétaux sur sols acides dominés par les ligneux bas pour le secteur des vallées lozériennes du Parc national des Cévennes. 20 unités de végétation sont définies à l'aide de 165 relevés de terrain et comparées avec les syntaxons décrits en littérature. L'intérêt patrimonial des différents groupements est évalué et hiérarchisé. Ce sont trois habitats typiquement méditerranéens qui arrivent en tête du classement.

Mots-clés : landes – phytosociologie – végétation - parc national - Cévennes.

Abstract : This paper presents a classification of the dwarf-shrub vegetation types developed on acid soils in the lower valleys of the Cévennes National Park (Lozère, Southern France). Based on 165 new field relevés, 20 vegetation types are distinguished and compared with the existing literature data. The "conservation value" is calculated for each unit, and a hierarchical classification established three typically mediterranean habitats as most important.

Keywords : heath – phytosociology – vegetation - National Park - Cévennes.

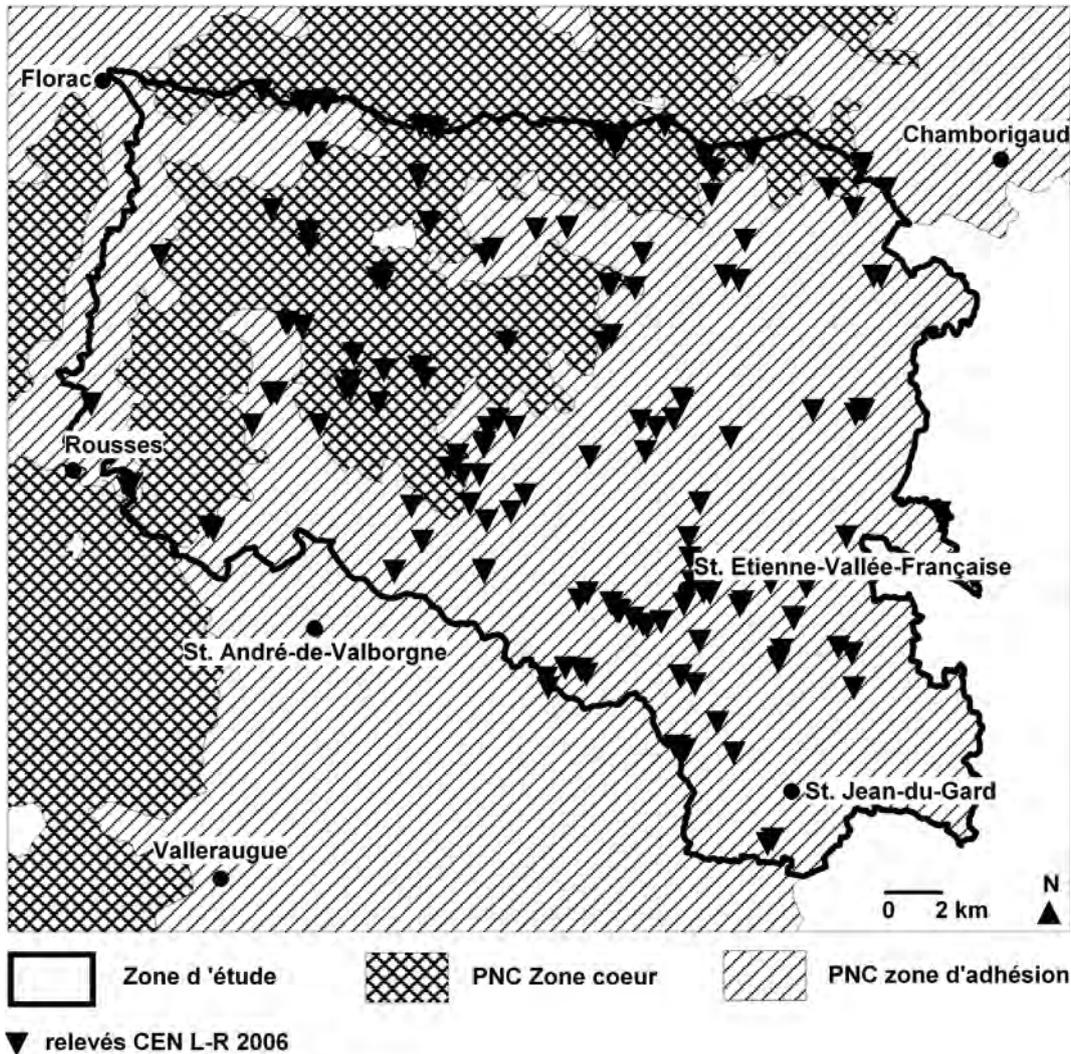
Introduction

Le secteur des vallées cévenoles du Parc national des Cévennes abrite de nombreuses formations à dominance de ligneux bas, communément appelées « maquis » dans le domaine méditerranéen et « landes » dans le domaine atlantique et continental. Le caractère de « carrefour climatique » entre les influences méditerranéenne, atlantique et montagnarde (continentale), si typique des Cévennes, s'exprime au plus haut degré dans la zone d'étude : plusieurs espèces de répartition typiquement atlantique y possèdent des populations isolées.

Dans le contexte de la mise en œuvre du réseau Natura 2000, basé sur la connaissance des habitats d'intérêt communautaire et l'évaluation de leur état de conservation, des données phytosociologiques font défaut en France et dans la région Languedoc-Roussillon en particulier.

Au vu de l'intérêt patrimonial de ces habitats fortement menacés et du déficit en données scientifiques les concernant, le Parc national a confié la présente étude au Conservatoire des Espaces Naturels du Languedoc-Roussillon (CEN L-R).

L'étude se compose de trois parties. La première fait la synthèse de toutes les publications phytosociologiques disponibles portant sur les maquis et des landes de France et des pays voisins. En seconde partie, sont analysés et ordonnés les 165 relevés phytosociologiques effectués durant la campagne de terrain de 2006. Enfin, en troisième partie, est proposé et discuté un système de classification et de hiérarchisation des maquis et landes des vallées cévenoles.



Carte 1 : localisation de la zone d'étude

Localisation de la zone d'étude (carte N°1)

La zone étudiée occupe une superficie de 595 km² dans le quart sud-est de la zone périphérique du Parc national des Cévennes. Entourée approximativement par la ville de Florac et les villages de Rousses, de Saint-André-de-Valborgne, de Saint-Jean-du-Gard et de Chamborigaud, elle comprend notamment les vallées du Gardon de Sainte Croix (vallée française), du Gardon de Miallet, du Galeizon et du Gardon d'Alès. Des groupements à dominance de ligneux bas, objet de la présente étude, se rencontrent dans tous les milieux plus ou moins ouverts, notamment sur les pentes et les crêtes rocheuses.

Méthodes

Définitions et principes

À notre connaissance, ce n'est qu'en 1991 que des propositions claires pour la définition de syntaxons ont été publiées (BERGMEIER *et al.* 1991, voir aussi DIERSCHKE 1994, BERG *et al.* 2004). En voici les principes essentiels, retenus pour le présent travail :

SYNTAXONS

Un syntaxon est une unité de végétation abstraite, composée par des groupes de relevés qui ont une ou plusieurs espèces en commun.

FRÉQUENCE

Les syntaxons sont décrits à l'aide de tableaux phytosociologiques, dans lesquels sont réunis des groupes de relevés. La fréquence d'une espèce est définie par la présence d'une espèce dans tous les relevés d'un syntaxon. La fréquence est

calculée sous forme de pourcentage. Pour faciliter les comparaisons dans des tableaux réunissant de nombreux relevés, des classes de fréquence peuvent y être utilisées :

- r : espèce présente dans ≤ 5 % des relevés
- + : espèce présente dans > 5 à ≤ 10 % des relevés
- I : espèce présente dans > 10 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

CRITÈRES POUR UNE ESPÈCE DIFFÉRENTIELLE

Une espèce différencie un groupe de relevés vis-à-vis d'un autre uniquement, si sa fréquence dans les deux est significativement différente :

Fréquence de l'espèce dans le syntaxon 1	Fréquence de l'espèce dans le syntaxon 2							
	.	r	+	I	II	III	IV	V
V	■	■	■	■	■	■	■	■
IV	■	■	■	■	■	■	■	■
III	■	■	■	■	■	■	■	■
II	■	■	■	■	■	■	■	■
I	■	■	■	■	■	■	■	■
+	■	■	■	■	■	■	■	■
r	■	■	■	■	■	■	■	■

- L'espèce est différencielle du syntaxon 1 vis-à-vis du syntaxon 2
- L'espèce est différencielle, si elle apparaît dans au moins deux fois plus de relevés du syntaxon 1 que de ceux du syntaxon 2
- L'espèce ne différencie pas

ESPÈCE CARACTÉRISTIQUE D'UN SYNTAXON

Une espèce caractéristique est une espèce différencielle significativement liée à un seul syntaxon. Elle doit remplir le critère d'espèce différencielle (voir tableau ci-dessus) vis-à-vis de tous les syntaxons de même rang et de rang supérieur.

ASSOCIATION

Un syntaxon obtient le rang d' « association », si elle possède au moins une espèce caractéristique et si elle ne peut plus être subdivisée en associations avec des espèces caractéristiques qui leur seraient propres. Pour la description originelle d'une association, ne peuvent être utilisés que des relevés qui contiennent au moins une espèce caractéristique.

Analyse bibliographique

L'analyse bibliographique inclut l'ensemble des publications disponibles comportant des relevés phytosociologiques de maquis et de landes de France et des régions voisines. Chaque unité phytosociologique décrite, généralement au rang de l'association, a été synthétisée en une colonne de tableau, sous forme des indices de fréquence définis ci-dessus. Toutes les espèces de ligneux bas fréquentes dans les maquis et les landes ainsi que tous les taxons (plantes vasculaires, bryophytes, lichens) désignés par les auteurs comme caractéristiques d'une association y sont pris en compte, c'est-à-dire que leur indice de fréquence a été calculé dans toutes les publications et reporté dans le tableau.

Campagne de terrain

PROSPECTIONS

Les prospections se sont basées sur :

- la cartographie des formations végétales d'une partie du secteur d'étude réalisée par le Conservatoire des sites lozériens
- l'ensemble de points GPS mis à disposition par le PNC, concernant notamment les espèces d'intérêt patrimonial liées aux maquis ou aux landes.

ÉCHANTILLONNAGE

Il a été réalisé un échantillonnage stratifié en fonction des paramètres suivants :

- type de formation :
 - critère d'espèce dominante
 - critère de présence d'espèce d'intérêt patrimonial (*Halimium* spp.)
- étage de végétation
- exposition
- autres paramètres comme l'humidité de la station (cas de landes à *Erica* spp. sur suintements à Isoètes et Ophioglosse des Açores)

Les relevés correspondant à une même unité ont été, dans la mesure du possible, effectués dans des secteurs géographiques différents.

RELEVÉS PHYTOSOCIOLOGIQUES

Les 165 relevés exhaustifs (plantes vasculaires, bryophytes, lichens), de forme et de taille standard (5 x 5 m²), ont été réalisés dans les formations arbustives de 0,5 à 5 m de haut et où le recouvrement en arbustes, en sous-arbrisseaux ou de la Fougère aigle était supérieur à 50 %, d'après la méthode dite sigmatiste de BRAUN-BLANQUET (BRAUN-BLANQUET 1921). Les placettes de relevés ont été marquées de façon permanente à

l'aide d'aimants de géomètre enterrés à une profondeur de 20 cm environ sur chaque coin du relevé. Ce marquage permettra le cas échéant de retrouver les placettes à l'aide d'un détecteur d'aimants (ou de métal) à quelques cm près. Un suivi ultérieur de l'évolution de la végétation devient ainsi possible.

Analyse des résultats

Les données mésologiques et floristiques des 165 relevés ont été saisies dans la base de données TURBOVEG qui permet le transfert direct vers les logiciels d'analyse statistique et phytosociologique. L'analyse a été effectuée en parallèle par moyens statistiques (AFC) et phytosociologiques dits "classiques" (ordination par présence-absence). Pour des raisons d'espace disponible, l'analyse statistique n'a pu être traitée dans le présent article.

En complément des analyses statistiques, nous avons effectué un tri « manuel » (sous Excel) du tableau des relevés, d'après les principes évoqués ci-dessus. Le tableau final a été trié en prenant en compte l'ensemble des espèces présentes, en principe par ordre d'importance décroissante : ligneux, herbacées vivaces, herbacées annuelles, cryptogames.

Hierarchisation patrimoniale

Une hiérarchisation de la valeur patrimoniale des différentes unités de végétation a été réalisée à l'aide d'un système par points cumulés :

STATUT DE L'HABITAT

Habitat d'intérêt communautaire non prioritaire :
+ 1 point

Habitat d'intérêt communautaire prioritaire :
+ 2 points

Habitat déterminant ZNIEFF-LR (KLESCZEWSKI 2006) : + 2 points

STATUT DES ESPÈCES :

Présence d'une espèce remarquable ZNIEFF-LR (CBNMP 2005 : RZ) : + 1 point

Présence d'une espèce déterminante ZNIEFF-LR (CBNMP 2005 : DZ) : + 2 points

Présence d'une espèce protégée : + 2 points

NOMENCLATURE UTILISÉE

Syntaxons :

- Phytosociologie : BARDAT *et al.* (2004)
- Code CORINE Biotopes : BISSARDON & GUI-

BAL (1997)

Habitats d'intérêt communautaire : COLLECTIF (1999)

Plantes vasculaires : KERGUÉLEN (1993)

Résultats

Analyse bibliographique

Force est de constater que les groupements de ligneux bas, relativement pauvres en espèces, mais formant souvent des faciès de dominance, ont incité les auteurs à la description de syntaxons d'autant plus nombreux. Les espèces *Calluna vulgaris*, *Erica arborea*, *E. cinerea*, *E. scoparia*, *Genista anglica* et *G. pilosa* sont ainsi à l'origine de noms d'associations dans quasiment toutes les combinaisons possibles.

Pour de nombreux auteurs, les landes à Callune sont typiques du domaine biogéographique atlantique : « La formation de la lande est distribuée dans les limites d'un territoire géobotanique, appelé le « domaine atlantique » de l'Europe tempérée...vers l'intérieur du continent, la lande perd rapidement ses caractères originaux...la persistance des feuilles, qui caractérise toutes les Ericinées, n'est compatible qu'avec la tiédeur des hivers atlantiques » (NOIRFALISE & VANESSE 1976 : 3). La présence de groupements à Callune de type médio-européen (appartenant aux *Vaccinio-Genistetalia*) dans le domaine méditerranéen était longtemps méconnue. Par la suite, le caractère d'indicateur de la Callune était nuancé :

« Si depuis la Ligurie jusqu'à la Provence, *Calluna vulgaris* participe à des groupements variés depuis la zone sublittorale jusqu'à 2000-2200 m, il n'en reste pas moins qu'elle rencontre les meilleures conditions de développement au sein des étages méditerranéen et collinéen dans leurs parties les plus arrosées et à un degré moindre au niveau de l'étage montagnard » (AUBERT *et al.* 1971 : 696). On aboutit finalement à une vision très différente de celle du départ :

« ...si la tradition a été de considérer un optimum atlantique et centre-européen pour cette classe [*Calluno-Ulicetea*], peut-être ne s'agit-il que d'un problème de quantité, puisque la diversité ... se présente dans le monde méditerranéen » (IZCO 1981 : 296).

APPROCHE PAR SYNTAXON

D'après les principes évoqués plus haut, tous les syntaxons de rang quelconque devraient disposer d'au moins une espèce caractéristique, donc à fréquence significativement plus élevée dans les

colonnes en question. Souvent, cela n'est pas le cas.

Exemple : le Ciste de Montpellier (*Cistus monspeliensis*) est très fréquent dans presque toutes les associations des *Cisto-Lavanduletea*. Cette espèce peut être considérée comme caractéristique de l'alliance des *Cistion ladaniferi*, puisqu'elle ne débord pas dans les *Cistion laurifolii*, mais pas d'une association.

APPROCHE PAR ESPÈCE

Inversement, les espèces dites caractéristiques d'une association devraient apparaître de façon significativement plus élevée dans les associations qu'elles sont censées caractériser, or ce principe n'est que rarement respecté. Pour exemple, la Callune est donnée caractéristique de pas moins de 10 associations ! Elle abonde non seulement dans toutes les associations de la classe des *Calluno-Ulicetea*, mais également dans presque toutes relevant des *Cisto-Lavanduletea*. Cette espèce devrait être considérée comme une compagne de haute fréquence de plusieurs classes et non comme une caractéristique d'un quelconque syntaxon de rang inférieur. La même observation est valable pour *Erica cinerea*, *Cytisus scoparius*, *Pteridium aquilinum*, pour n'en citer que quelques unes.

Analyse des relevés

Pour des raisons d'espace disponible, ne sont traités ici que les groupements de ligneux bas. L'ordination fait ressortir trois ensembles principaux : espèces typiquement méditerranéennes, espèces typiquement montagnardes et espèces plus ou moins indifférentes. Rares sont les relevés où se côtoient des espèces dites « méditerranéennes » et « montagnardes ».

Les parties les plus intéressantes du tableau sont celles où s'effectuent les transitions. Certains relevés ne possèdent en fait que peu d'espèces ligneuses, et il est nécessaire d'effectuer un choix d'attribution à tel ensemble ou un autre. Nous avons considéré les espèces méditerranéennes comme décisives, sauf pour le Genévrier commun. En l'absence d'espèces méditerranéennes, la présence du Genêt pileux était décisive pour le classement en système montagnard. Les relevés sans espèce méditerranéenne ni montagnarde ont été considérés comme inclassables.

Typologie des groupements (tableau I)

D'après nos résultats, aucune des espèces d'herbacées annuelles ni de cryptogames (espèces ubiquistes comme *Jasione montana* et *Polytrichum piliferum*) indiquée comme caractéristique d'un groupement ne peut être retenue.

Hiérarchisation patrimoniale des syntaxons (tableau II)

Ce sont trois unités typiquement méditerranéennes qui arrivent en tête de la hiérarchisation patrimoniale : les « matorrals à bruyères sur suintements temporaires », les « matorrals à *Cistus salviifolius* » et les « matorrals à *Cistus populifolius* », parmi lesquels deux sont déterminants ZNIEFF-LR. Ce résultat est particulièrement intéressant, puisqu'il met en évidence l'intérêt d'un habitat habituellement peu considéré, ne bénéficiant d'aucun statut mais abritant bon nombre d'espèces d'intérêt patrimonial, les « matorrals à *Cistus salviifolius* ». Les habitats d'intérêt communautaire sont dispersés depuis le premier jusqu'au dernier rang. Les critères qui ont mené à leur désignation ont assurément été différents de ceux utilisés ici.

Conclusions

L'analyse bibliographique sous forme de tableau des fréquences s'est avérée intéressante dans la mesure où elle met en exergue le manque de travaux de synthèse. Bon nombre des syntaxons décrits ne sont pas justifiés, il s'agit dans ces cas de descriptions de synonymes ou d'unités trop faiblement caractérisées.

Conformément aux attentes dues à sa situation géographique, le secteur des vallées cévenoles s'avère particulièrement diversifié, avec 20 unités de matorrals et de landes distinguées au total.

Plusieurs habitats arrivés en tête de la hiérarchisation des enjeux ne bénéficient pas du statut communautaire. Cette différence illustre l'intérêt des hiérarchisations d'enjeux patrimoniaux élaborées à l'échelle d'un territoire, qui prennent mieux en compte les spécificités régionales. Ainsi, le présent travail pourra contribuer à l'identification de secteurs remarquables au sein du réseau de références écologiques du Parc National des Cévennes, travail actuellement en cours.

Unité N°	Etage(s)	Code(s) CORINE	Code EUR15/2	Intitulé Code Corine	Correspondance Prodrôme	Espèces caractéristiques locales	Cortège différentiel local	Association
1		32.351		Maquis centraux méditerranéens à Lavande (<i>L. stoechas</i>)	<i>Cistion ladaniferi</i>	<i>Lavandula stoechas</i>		/
2		32.311 x 22.3411	NC x *3170	Maquis hauts de Méditerranée occidentale sur suintements	<i>Ericion arboreae</i> x <i>Isoetion</i>	<i>Isoetion</i> : nombreuses <i>Ericion</i> : <i>Erica arborea</i> , <i>Phillyrea angustifolia</i>	<i>Sedum rupestre</i>	/
3		32.311		Maquis hauts de Méditerranée occidentale	<i>Ericion arboreae</i>	<i>Arbutus unedo</i>		Cf. <i>Erico arboreae-Arbutetum unedonis</i>
4	Méditerranéen	32.1311	5210	Matorral arborescent interne à <i>Juniperus oxycedrus</i>	<i>Rhamno-Quercion cocciferae</i>	<i>Juniperus oxycedrus</i>		/
5		32.36		Maquis bas épars	<i>Lavanduletalia</i>	<i>Halimium lasianthum</i> ssp. <i>alyssoides</i>	<i>Cistus salvifolius</i>	/
6		32.342		Maquis à <i>Cistus salvifolius</i>	<i>Lavanduletalia</i>	/	présence de <i>Cistus salvifolius</i> , absence d'autres espèces caractéristiques	/
7		32.36		Maquis bas épars silicoles à Callune	<i>Lavanduletalia</i>	/	<i>Calluna vulgaris</i> , <i>Erica cinerea</i> + min. 1 espèce méditerranéenne	/
10		32.343		Maquis à <i>Cistus populifolius</i>	<i>Cistion laurifolii</i>	<i>Cistus populifolius</i>	<i>Genista pilosa</i>	/
8, 12, 16		31.863		Landes supra-méditerranéennes à Fougères et Landes subatlantiques à Fougères	<i>Sarothamnion scoparii</i>	<i>Pteridium aquilinum</i> (dominant)		Cf. <i>Pteridietum aquilini</i>
9, 13, 17		31.861						
		31.8413		Landes du Massif central à <i>Cytisus scoparius</i>	<i>Sarothamnion scoparii</i>	<i>Cytisus scoparius</i> (dominant)		Cf. <i>Calluno-Cytisetum scoparii</i>
11		31		Landes et fruticées [ici : landes à Callune non différenciées]	?	<i>Halimium umbellatum</i> (faible)	Absence de toute espèce différentielle des systèmes méditerranéen et montagnard	/
14	Méditerranéen et Montagnard	31.226	4030	Landes montagnardes à <i>Calluna</i> et <i>Genista</i> [ici : landes de transition]	<i>Genisto-Vaccinion</i>	Absence de toute espèce caractéristique, absence de strate herbacée appartenant aux <i>Violion carinae</i>	<i>Genista pilosa</i>	<i>Genisto pilosae-Callunetum</i>
15		31.226	4030	Landes montagnardes à <i>Calluna</i> et <i>Genista</i>	<i>Genisto-Vaccinion</i>	pas d'espèce caractéristique propre en approche sigmatiste. <i>Genista pilosa</i> caractéristique éventuelle en approche synusiale	<i>Genista pilosa</i> , présence de strate herbacée appartenant aux <i>Violion carinae</i>	<i>Genisto pilosae-Callunetum</i>
18		31.882	5130	Landes à Genévriers communs silicoles	/	<i>Juniperus communis</i> dominant		/
19		31.8421	(5120)	Landes à <i>Cytisus purgans</i> des Cévennes	<i>Cytision oromediterraneum-scoparii</i>	<i>Cytisus oromediterraneus</i> dominant		<i>Cytision oromediterraneum-scoparii</i>
20	Montagnard	31.213	4030	Landes hercyniennes à <i>Vaccinium</i>	<i>Genisto-Vaccinion</i>	<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>V. uliginosum</i> , <i>Alchemilla transiens</i> , <i>Galium saxatile</i> , <i>Rosa pendulina</i> , <i>Seneccio adonidifolius</i>		<i>Genisto pilosae-Callunetum</i>

Tableau II : Hiérarchisation patrimoniale des groupements
 IC : habitat d'intérêt communautaire
 NC : habitat non d'intérêt communautaire

Rang	Unité N°	Code(s) CORINE	Intitulé présent rapport	Codes EUR15/2	Habitat DZ points	Espèces RZ	points	Espèces DZ	points	Espèces protégées	points	Somme
1	2	32.311 x 22.3411	Matorrals à bruyère sur suintements temporaires	NC x *3170	2	<i>Festuca arvernensis</i> <i>Isolepis setacea</i> <i>Spiranthes aestivalis</i> <i>Thymus nitens</i>	4	<i>Isoetes duriiei</i> , <i>Ophioglossum azoricum</i> , <i>Trifolium ligusticum</i>	6	<i>Isoetes duriiei</i> , <i>Ophioglossum azoricum</i> , <i>Trifolium ligusticum</i>	6	20
2	6	32.342	Matorrals à <i>Cistus salvifolius</i>			<i>Festuca arvernensis</i> <i>Thymus nitens</i>	2	<i>Cistus populifolius</i> <i>Halimium umbellatum</i>	4	<i>Cistus populifolius</i>	2	8
3	10	32.343	Matorrals à <i>Cistus populifolius</i>		2	<i>Festuca arvernensis</i>	1	<i>Cistus populifolius</i>	2	<i>Cistus populifolius</i>	2	7
4	14	31.226	Landes à Callune de transition	4030	1	<i>Festuca arvernensis</i>	1	<i>Halimium lasianthum</i> ssp. <i>alyssoides</i>	2			4
	19	31.8421	Fruticées à Genêt purgatif	(5120) IC : Etage montagnard supérieur		<i>Festuca arvernensis</i> <i>Thymus nitens</i>	2	<i>Halimium umbellatum</i>	2			4
5	5	32.36	Matorrals à Hélianthème faux-alysson (<i>Halimium lasianthum</i> ssp. <i>alyssoides</i>)			<i>Festuca arvernensis</i>	1	<i>Halimium lasianthum</i> ssp. <i>alyssoides</i>	2			3
	11	/	Landes à Callune (non différenciées)			<i>Festuca arvernensis</i>	1	<i>Halimium umbellatum</i>	2			3
	4	32.1311	Matorrals à Cade	5210	1	<i>Festuca arvernensis</i>	1					2
	9, 13	/	Formations à Genêt à balai (méditerranéennes)			<i>Festuca arvernensis</i> <i>Thymus nitens</i>	2					2
6	15	31.226	Landes montagnardes à <i>Calluna</i> et <i>Genista</i>	4030	1	<i>Thymus nitens</i>	1					2
	16	31.861	Facies à Fougère aigle			<i>Festuca arvernensis</i> <i>Thymus nitens</i>	2					2
	17	31.8413	Formations à Genêt à balai			<i>Festuca arvernensis</i> <i>Thymus nitens</i>	2					2
	18	31.882	Fruticées à Genévrier commun	5130	1	<i>Festuca arvernensis</i>	1					2
	1	32.351	Stations de Lavande stéchas			<i>Festuca arvernensis</i>	1					1
	3	32.311	Matorrals à bruyère			<i>Festuca arvernensis</i>	1					1
	7	32.36	Matorrals à Bruyère cendrée et Callune			<i>Festuca arvernensis</i>	1					1
	8, 12	31.863	Facies à Fougère aigle			<i>Festuca arvernensis</i>	1					1
	20	31.213	Landes à Callune, Genêt poilu et Myrtille	4030	1	<i>Festuca arvernensis</i>	1					1

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier M. le Directeur du Parc national des Cévennes pour son autorisation de publication des présents résultats, obtenus dans le cadre du Marché à procédure adaptée N°2005/PNC/MAPA/14.

Bibliographie

Pour des raisons d'espace disponible, la bibliographie complète ne peut être détaillée ici.

AUBERT G., BARBERO M. & LOISEL R. 1971. - Les Callunaies dans le sud-est de la France et le nord-ouest de l'Italie. Bull. Soc. Bot. Fr. 118 : 679-700.

BARDAT J., BIRET F., BOTINEAU M., BOULLET V., DELPECH R., GÉHU J.-M., HAURY J., LACOSTE A., RAMEAU J.-C., ROYER J.-M., ROUX G. & TOUFFET J. 2004. - Prodrôme des végétations de France. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 171 p. (Patrimoines Naturels 61)

BERG C., DENGLER J., ABDANK A. & ISERMANN M. (ed.) 2004. - Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung. Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern. Weissdorn-Verlag Jena : 290-300.

BERGMEIER E., HÄRDITZ W., MIERWALD U., NOWAK B. & PEPPLER C. 1990. - Vorschläge zur syntaxonomischen Arbeitsweise in der Pflanzensoziologie. Kieler Not. z. Pflanzenk. Schleswig-Holst. Hamburg 20 (4) : 92-103.

BISSARDON M. & GUIBAL L. 1997. - CORINE Biotopes. Version originale. Types d'habitats français. ENGREF, Nancy, 217 p.

BRAUN J. 1915. - Les Cévennes méridionales (Massif de l'Aigoual). Étude phyto-géographique. Thèse doct. Univ. Montpellier, Soc. Génér. Impr., Genève, 207 p.

CBNMP 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.

COLLECTIF 1999. - Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne. Version EUR 15/2. - Commission Européenne DG Environnement, 132 p.

DIERSCHKE H. 1994. - Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. - UTB Große Reihe. Stuttgart, 683 p.

IZCO J. 1981. - Problèmes spatiaux et altitudinaux posés par la limite entre les Ecosystèmes méditer-

ranéens et atlantiques. Ecol. Medit. 8 (1/2) : 289-299.

KERGUÉLEN M. 1993. - Index synonymique de la Flore de France. Secrétariat de la Faune et de la Flore, Muséum National d'Histoire Naturelle, 197 p. (Collection Patrimoines Naturels 8)

KLESCZEWSKI M. 2006. - Élaboration de la liste des habitats déterminants non marins pour la modernisation et l'actualisation des ZNIEFF en Languedoc-Roussillon. CEN L-R, CSRPN L-R, 13 p. [HTTP://WWW.LANGUEDOC-ROUSSILLON.ECOLOGIE.GOUV.FR/ZNIEFF/MODERNISATION/LISTE_HABITATS_DETERMINANTS.PDF](http://www.languedoc-roussillon.ecologie.gouv.fr/znief/modernisation/liste_habitats_determinants.pdf)

NOIRFALISE A & VANESSE R. 1977. - Les landes à bruyère de l'Europe occidentale. Conseil de l'Europe.

Une analyse intégrée des végétations des tourbières acides du Massif central

An integrated analysis of the vegetation
of acidic mires of french massif central

par Gilles Thébaud¹, Renée Skrzypczak², Camille Roux² & Arnaud Delcoigne²

¹ Pôle de recherche et d'enseignement
supérieur Clermont-Université
9 rue Kessler - BP 10 448
F-63012 CLERMONT-FERRAND cedex 1
① 04 73 40 62 32
✉ gilles.thebaud@univ-bpclermont.fr

² Institut de botanique
Herbiers universitaires CLF
3 Boulevard Lafayette
F-63000 CLERMONT-FERRAND
① 04 73 40 62 36
✉ renee.skrzypczak@neuf.fr
✉ camille.roux@univ-bpclermont.fr
✉ arnaud.delcoigne@univ-bpclermont.fr

Résumé : Les communautés végétales des tourbières du Massif central sont ici caractérisées sur la base de campagnes de terrains, menées de 2003 à 2011, totalisant 615 relevés phytosociologiques, incluant les bryophytes et de révisions européennes ou nationales concernant principalement les classes suivantes : *Oxycocco-Sphagnetea* Kästner & Flössner 1933, *Scheuchzerio-Caricetea fuscae* Tüxen 1937, *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. 1939 et *Vaccinio uliginosi-Pinetea sylvestris* Passarge 1968 ; ces dernières sont issues d'un échantillonnage comprenant 458 communautés et 10485 relevés. Cette approche a permis de rendre compte de la grande diversité des végétations turficoles régionales (32 associations végétales et de nombreuses sous-unités) et les caractères originaux de certaines. Elle a permis aussi l'élaboration d'un référentiel à deux niveaux, régional et européen, pour le diagnostic, la cartographie et le suivi des sites tourbeux du Massif.

Mots-clés : associations végétales - tourbière - classification

Introduction

Cet article présente l'état d'avancement de recherches commencées en 2002 ayant pour but de caractériser les communautés végétales turficoles du Massif central. Les résultats présentés constituent la synthèse, pour le Massif central, de travaux menés à deux niveaux : niveau européen ou national dans le cadre de révisions systématiques et syntaxonomiques ; niveau régional dans le cadre d'études de terrain touchant les différentes régions biogéographiques du Massif central.

Les synthèses européennes ou nationales portent sur les classes de végétation suivantes : *Oxycocco-Sphagnetea* (THÉBAUD & PÉTEL 2008, THEBAUD sous presse), *Scheuchzerio-Caricetea* (THÉBAUD *et al.*, sous presse a), *Vaccinio-Piceetea* et *Molinio-Juncetea*. Ce travail est conduit dans le cadre de la deuxième version du prodrome des végétations de France (PVF2) pour lequel la Société française de phytosociologie nous a confié la responsabilité de ces quatre classes. Les études phytosociologiques de terrain réalisées dans les tourbières du Massif central ont déjà fait l'objet de plusieurs publications parmi lesquelles on peut citer principalement : THÉBAUD *et al.* (2009) et THÉBAUD *et al.* sous presse b) pour le Massif central oriental. Des recherches concernant d'autres régions de ce massif sont en cours.

Abstract : Plant communities of mires of french Massif central are here characterized on the basis of both field studies and global revisions. In the first 615 phytosociological relevés, including bryophytes, have been collected in 130 sites; Secondly They were analysed and compared within a set of 458 syntaxa which represent 10 485 relevés from other countries in France and Europe. Four phytosociological classes have been studied: *Oxycocco-Sphagnetea* Kästner & Flössner 1933, *Scheuchzerio-Caricetea fuscae* Tüxen 1937, *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. 1939 and *Vaccinio uliginosi-Pinetea sylvestris* Passarge 1968 ; the results of these researches show the high diversity and original characters of the plant communities of regional mires (32 associations and a lot of subcommunities). It is now possible to use a tool at two levels for the diagnostic, mapping and monitoring of these vegetation.

Keywords : plant associations - mire - classification

Matériel et méthodes

Nous avons réalisé 615 relevés phytosociologiques incluant les bryophytes, principalement dans les régions suivantes : Morvan, Beaujolais, Montagne bourbonnaise, Forez, Livradois, Pilat, Artense, Cézallier, Ouest-Cantal, Planèze de Saint-Flour, Margeride, Nord-Vivarais, Haut-Languedoc, le tout concernant environ 130 sites. Ils ont été réalisés suivant la méthode «sigmatiste» de J. BRAUN-BLANQUET (1932) et suivant les mises au point et perfectionnement ultérieurs de GUINOCHET (1973), GÉHU & RIVAS-MARTINEZ (1980), DE FOUCAUT (1984 et 1986 b) ; en particulier nos unités de bases répondent à la définition de «syntaxons élémentaires» définis par ce dernier auteur et la caractérisation synécologique des communautés a été faite à partir de «groupes de taxons différentiels». Les échantillons de bryophytes ou de plantes vasculaires appartenant à des genres critiques ont été déposés aux Herbiers universitaires de Clermont-Ferrand (CLF).

Au niveau européen nos synthèses ont été effectuées à partir d'un échantillonnage de 458 syntaxons et 10485 relevés. Elles intègrent notamment des végétations décrites par d'autres auteurs dans le Massif central correspondant pour certaines à des sous-régions biogéographiques que nous n'avons pas ou peu étudiées. En particulier on citera les publications suivantes: monts Dore

(JULVE, 1983, LUQUET, 1926), Aubrac (ALLORGE & DENIS, 1927, DE FOUCAUT, 1986 a), Morvan (GUEUGNON, 1967, ROBBE, 1993), Haut-Vivaraire (DELPECH, 1980), Limousin (GHESTEM & VILKS, 1980; BOTINEAU M., 1985 et BOTINEAU *et al.*, 1986, GHESTEM *et al.*, 1988...), Margeride (VANDEN BERGHEN, 1951; SOUCHON, 1965), Cévennes (NÈGRE-FONTANEL *et al.*, 1980), Forez (HENNEKENS *et al.*, 1986)...

Ces données ont principalement été analysées par classification ascendante hiérarchique (CAH méthode de WARD), analyse factorielle des correspondances (AFC) ou détendancée (DCA, HILL & GAUCH). Le logiciel utilisé est Multi-Variate Statistical Package (KOVACH, version 3.1, 1986-2002). Une trentaine de profils socio-écologiques topostationnels (P.S.E.T.) a été réalisée afin de mieux situer les transitions entre communautés, les relations avec les variables stationnelles et dans le but de décrire un ensemble de sites représentatifs.

Pour la nomenclature des différentes unités d'ordre supérieur à l'association et à l'alliance, nous nous sommes plus particulièrement référés à la première version du prodrome des végétations de France. Nous avons suivi les règles du code international de nomenclature phytosociologique de WEBER *et al.* (2000). La nomenclature utilisée pour les plantes vasculaires est celle de l'Index synonymique de la flore de France de 1993 de KERGUÉLEN sauf pour certains taxons dont le nom d'auteur est alors cité; pour les mousses et sphaignes celle de HILL *et al.* (2006) et pour les

hépatiques celle retenue dans SCHUMACKER & VAÑA (2000).

Résultats : synopsis des communautés végétales des tourbières acides du Massif central

On présente ci-dessous une typologie encore provisoire compte tenu des recherches en cours dans d'autres régions géographiques du Massif central et en attendant la publication définitive des classes concernées dans le PVF2. On recense actuellement 32 associations végétales et de nombreuses sous-unités, sous-associations ou variantes. Pour plus de lisibilité dans le texte ces associations végétales et leurs sous-unités sont présentées en gras. À noter que ne sont concernées ici que les tourbières acides : les groupements plus basiphiles comme le *Molinion caeruleae* Koch 1926 et les *Caricetalia davallianae* Br.-Bl. 1949 ne sont pas abordés, car en cours d'analyse. Enfin les communautés marginales, non directement turficoles, telles que communautés lacustres, communautés de prés tourbeux sur sols organo-minéraux, communautés arbustives sur gley, communautés rhéophiles, mégaphorbiaies... n'ont pas été présentées ici. En raison des impératifs de la présente édition, nous ne sommes pas en mesure de développer ici les résultats détaillés de notre travail et renvoyons le lecteur vers les publications citées.

1. Communautés asylvatiques ombrotrophiles ou ombro-minérotrophiles (hauts-marais)

1.1. Alimentation hydrique mixte (soligène et ombrogène) (*Sphagnion magellanicum* M. Kästner & Flössner 1933)

- Communautés mésohygrophiles, alticoles, sur coussins exondés et banquettes ombrominérotrophes turfigènes à *Sphagnum papillosum*, *S. magellanicum* (***Carici nigrae-Sphagnetum magellanicum* Bick 1985**, *Sphagnion magellanicum* Kästner & Flössner 1933, *Carici nigrae-Sphagnenion magellanicum* Thébaud et Pétel 2008). Mélange entre taxons du *Caricion nigrae* et du *Sphagnion magellanicum*; présence de taxons turficoles boréo-montagnards. Stades d'initiation de l'ombrotrophie.

- Communautés mésophiles à mésohygrophiles de buttes ombrominérotrophes plus ou moins turfigènes et plus ou moins isolées, surtout à basse altitude, ou dans le sud du Massif central; parfois communautés de hauts-marais dégradés et minéralisés; *Sphagnum capillifolium*, *S. rubellum*, *Polytrichum commune* (***Avenello flexuosae-Sphagnetum capillifolii* Thébaud & Pétel 2008**; *Sphagnion magellanicum* Kästner & Flössner 1933, *Carici nigrae-Sphagnenion magellanicum* Thébaud et Pétel 2008).

- Communautés mésophiles de buttes à dessiccation estivale : ***Avenello flexuosae-Sphagnetum capillifolii typicum* Thébaud & Pétel 2008**.

- Communautés mésohygrophiles de basse altitude sur coussins exondés et banquettes ombrominérotrophes à *Sphagnum magellanicum* et divers *Sphagnum* (***Avenello flexuosae-Sphagnetum capillifolii sphagnetosum magellanicum* Thébaud & Pétel 2008**); mélange entre taxons du *Juncion acutiflori* et du *Sphagnion magellanicum*; appauvries en taxons du *Sphagnion*. Parfois sous couvert forestier clair.

- Communautés hygrophiles turfigènes actives à *Eriophorum vaginatum*, *Sphagnum angustifolium*, *S. fallax*, correspondant à des stades de redémarrage ou de cicatrisation de hauts-marais, en rapport avec la nappe (***Eriophoro vaginati - Sphagnetum angustifolii* K. Hueck corr. Thébaud & Pétel 2008**; *Sphagnion magellanicum* M. Kästner & Flössner 1933; *Carici nigrae-Sphagnenion magellanicum* Thébaud & Pétel 2008).

1.2. Alimentation hydrique ombrogène

1.2.1. COMMUNAUTÉS DE GOUILLES ACIDES OLIGOTROPHES DES HAUTS-MARAIS OMBROTROPHES

- Communautés aquatiques oligotrophes hyperacidiphiles et paucispécifiques à *Sphagnum cuspidatum* des mares des hauts-marais et tourbières bombées (**Drepanocladetum fluitantis Gams et Ruoff 1929 Kästner et Flössner 1933**, *Sphagno cuspidati-Utricularion minoris* Muller & Gors 1960).
- Communautés de gouilles acides et oligomésotrophes à sphaignes et utriculaires (**Sphagno-Utricularietum ochroleucae (Schum. 1937) Oberd. 1957** ; *Sphagno cuspidati-Utricularion minoris* Muller & Gors 1960).
- Communautés hygrophiles et oligotrophes, à affinités atlantiques, pionnières des tourbes nues, à *Rhynchospora alba* et *Sphagnum tenellum* des dépressions peu profondes inondées en permanence dans les hauts-marais et les tourbières bombées (**Sphagno tenelli-Rhynchosporietum albae Oswald 1923** ; *Rhynchosporion albae* Koch 1926).
- Communautés des dépressions sur tourbe nue inondées temporairement des hauts-marais et tourbières bombées à *Sphagnum tenellum*, *S. compactum* (**Sphagno tenelli-Trichophoretum cespitosi Oswald ex Thébaud & Pétel 2008** ; *Sphagnion magellanici* M. Kästner & Flössner 1933).

1.2.2. COMMUNAUTÉS DE BUTTES ET BANQUETTES EXONDÉES

Communautés médio-européennes ou boréales (**Sphagnion magellanici M. Kästner & Flössner 1933**)

- Communautés mésohygrophiles à mésophiles sur coussins exondés ou buttes ombrotrophes turfigènes à *Sphagnum magellanicum*, *S. rubellum*, *Vaccinium oxycoccos* (**Sphagnetum magellanici Kästner & Flössner 1933**, *Sphagnion magellanici* M. Kästner & Flössner 1933) ; stades jeunes, actifs du haut-marais.
 - Communautés mésohygrophiles sur coussins exondés et banquettes ombrotrophes turfigènes à *Sphagnum papillosum*, *S. magellanicum*, *Carex pauciflora* (*Sphagnetum magellanici caricetosum pauciflorae* J. & M. Bartsch ex Thébaud & Pétel 2008). Communautés paucispécifiques et oligotrophes correspondant à des stades d'initiation de l'ombrotrophie au bord des gouilles dans les tourbières bombées, ou dans les zones « internes des complexes tourbeux en dehors des connections soligènes. »
 - Communautés mésohygrophiles à mésophiles, alticoles ou cryophiles à *Sphagnum fuscum*, *S. rubellum*, *S. magellanicum* ... de stades ombrotrophes turfigènes jeunes (*Sphagnetum magellanici sphagnetosm fusci* Kästner & Flössner ex Thébaud & Pétel 2008).
 - Communautés mésophiles des hauts-marais et buttes ombrotrophes turfigènes très actifs à *Sphagnum rubellum*, *S. magellanicum* et *S. capillifolium* (*Sphagnetum magellanici typicum* Kästner & Flössner ex Steiner 1992). Formant surtout des buttes en pourtour des réseaux de dépressions humides et des tourbières bombées.
 - Sous-unité type.
 - Sous-unité à *Sphagnum capillifolium* : stades actifs plus évolués en transition avec l'*Eriophoro vaginati-Vaccinietum uliginosi* de Foucault 1999.
- Communautés mésophiles aérohygrophiles et cryophiles, plutôt alticoles, de stades actifs évolués à *Vaccinium microcarpum* et *Sphagnum fuscum* (**Vaccinio microcarpi-Sphagnetum fusci Thébaud & Pétel 2008** ; *Sphagnion magellanici* M. Kästner & Flössner 1933).
 - Sous-unité type sur hauts-marais bombés du nord du Massif central oriental (*Vaccinio microcarpi-Sphagnetum fusci typicum* Thébaud & Pétel 2008).
 - Sous-unité à *Polytrichum strictum* sur buttes évoluées du sud du Massif central oriental, mont Lozère, Margeride (*Vaccinio microcarpi-Sphagnetosum fusci polytrichetosum strictae* Thébaud & Pétel 2008).
- Communautés mésophiles peu actives, plus ou moins humifiées des stades évolués des hauts-marais à *Vaccinium myrtillus* et/ou *V. uliginosum* et mousses pleurocarpes (**Eriophoro vaginati-Vaccinietum uliginosi de Foucault 1999** ; *Sphagnion magellanici* M. Kästner & Flössner 1933) ; souvent en contexte forestier.
 - Sous-unité encore active à *Sphagnum capillifolium*.
 - Sous-unité humifiée et peu active.
- Communautés mésophiles des buttes asséchées ombrotrophes à *Calluna vulgaris*, *Dicranum bergeri* et *Cladonia* (*Dicrano bergeri-Callunetum vulgaris* Thébaud & Pétel 2008; *Sphagnion magellanici* M. Kästner & Flössner 1933).
- Communautés mésophiles des stades terminaux humifiés à *Trichophorum cespitosum*, *Leucobryum glaucum*, *Juncus squarrosus*, des tourbières bombées (**Eriophoro vaginati-Trichophoretum cespitosi Oswald ex Steiner 1992** ; *Sphagnion magellanici* M. Kästner & Flössner 1933).

Communautés atlantiques (*Oxycocco palustris* – *Ericion tetralicis* Nordh. ex Tüxen 1937)

- Communautés de buttes et banquettes de sphaignes ombrotrophes actives jeunes à *Erica tetralix* et *Sphagnum magellanicum* [*Erico tetralicis* – *Sphagnetum magellanicum* (Osvald 1923) J.J. Moore 1968] ; *Oxycocco palustris* – *Ericion tetralicis* Nordh. ex Tüxen 1937) ; présentes en Limousin, Artense, ouest Cantal.
- Communautés de buttes et banquettes de sphaignes actives évoluées à *Erica tetralix*, *Sphagnum rubellum* et *S. capillifolium* [*Erico tetralicis* – *Sphagnetum rubelli* (Allorge 1926) Lemée ex Thébaud sous presse] ; *Oxycocco palustris* – *Ericion tetralicis* Nordh. ex Tüxen 1937) présent en Limousin.

2. Communautés asylvatiques minérotophiles, à alimentation hydrique soligène

2.1. Communautés de gouilles acides (surtout *Rhynchosporion albae*)

- Communautés hydrophiles des gouilles mésotrophes des tourbières de transition à Utriculaire (*Scorpidio-Utricularietum minoris* Th. Müll. et Gors 1960, *Sphagno cuspidati-Utricularion minoris* Muller et Gors 1960).
- Communautés paucispécifiques hydrophiles à hygrophiles de gouilles acides oligotrophes à oligomérotophiles, peu profondes à *Carex limosa*, *Scheuchzeria palustris* (*Caricetum limosae* Br. Bl. 1921 ; *Rhynchosporion albae*) ; présentes dans les tourbières lacustres des monts Dore.
 - Communautés paucispécifiques (*Caricetum limosae typicum*).
 - Communautés à tendance oligomérotophile à *Scorpidium scorpidioides* (*Caricetum limosae* sous-association à *Scorpidium scorpidioides*) ; radeaux tremblants des complexes d'atterrissement des lacs tourbeux.
- Communautés atlantiques et subatlantiques, pionnières, hygrophiles et oligotrophes de gouilles acides sur histosols ou organosols dénudés (*Rhynchosporium albae* Koch 1926 ; *Rhynchosporion albae* Koch 1926) ; surtout Artense. *Rhynchospora alba*, *R. fusca*, *Drosera intermedia*, *Lycopodiella inundata*
 - Communautés acidiphiles et oligotrophes paucispécifiques à *Sphagnum cuspidatum* (*Rhynchosporium albae sphagnetosum cuspidati*).
 - Communautés types (*Rhynchosporium albae typicum*).
 - Communautés plus oligomérotophile (*Rhynchosporium albae caricetosum paniceae* Julve 1983 nom ined.) à *Carex panicea*.
- Communautés hydrophiles oligomérotophiles de tremblants fixés ou de gouilles à *Menyanthes trifoliata*, *Carex curta*, *Carex limosa* et *Sphagnum* en bordure des « lagg » périphériques ou internes des complexes tourbeux des tourbières non lacustres, du Massif central cristallin (*Carici curtae-Menyanthetum trifoliatae* Thébaud Skrzypczak Roux & Delcoigne sous presse, *Rhynchosporion albae* Koch 1926, transition avec le *Caricion lasiocarpae* Vanden Berghen 1949).
 - Sous-association type : à *Carex limosa*, alticole (*Carici curtae-Menyanthetum trifoliatae typicum* Thébaud Skrzypczak Roux & Delcoigne sous presse) ; Forez, Margeride.
 - Sous-association à *Juncus effusus* : à plus basse altitude ; renferme des taxons du *Caricion lasiocarpae* (*Carici curtae-Menyanthetum trifoliatae juncetosum effusi* Thébaud Skrzypczak Roux & Delcoigne sous presse) ; Morvan, Livradois-Forez, Pilat, Margeride.

2.2. Communautés de tremblants et magnocariçaies turficoles de transition, mésotrophes (*Caricion lasiocarpae* Van den Berghen 1949)

- Magnocariçaies à *Carex rostrata* hydrophiles pionnières oligotrophes à oligomérotophiles (*Caricetum rostratae* Rubel. 1912 em. ; *Caricion lasiocarpae* Van den Berghen 1949).
 - Magnocariçaies hydrophiles pionnières oligotrophes, à *Carex rostrata*, paucispécifiques oligomérotophiles (*Caricetum rostratae* Rubel. 1912 em.).
 - Magnocariçaies oligomérotophiles, à *Carex rostrata*, *Veronica scutellata* et *Sphagnum* (*Caricetum rostratae veronicetosum scutellatae* Thébaud et al. prov., *Caricion lasiocarpae* Van den Berghen 1949) ; sous-association présente sur tremblants instables autour des étangs tourbeux montagnards du Livradois et du Pilat.
- Magnocariçaies hydrophiles à hygrophiles, mésotrophes à *Carex lasiocarpa* des tremblants de bordures plus ou moins atterris, des tourbières lacustres (*Caricetum lasiocarpae* Koch 1926 ; *Caricion lasiocarpae* Vanden Berghen 1949) ; Monts Dore, Cézallier.
 - Communautés initiales les plus hydrophiles et paucispécifiques (*Caricetum lasiocarpae* sous-association à *Cicuta virosa*) ; *Cicuta virosa*, *Equisetum fluviatile*, *Carex diandra*.
 - Communautés terminales plus sèches et plus riches en espèces (*Caricetum lasiocarpae* sous-association *ligularietosum sibiricae* Julve 1983 nom. ined.).
 - Communautés typiques (*Caricetum lasiocarpae typicum*).
- Communautés hydrophiles à hygrophiles, mésotrophes, acidoclines à neutroclines, des marais de transition et tremblants à *Carex diandra* (*Caricetum diandrae* Jonas 1932 em. Oberdorfer 1954 ; *Caricion lasiocarpae* Vanden Berghen 1949) ; monts Dore ; *Carex diandra* ; taxons du *Caricion nigrae*.

- Communautés paucispécifiques de tremblants plus ou moins stabilisés à *Ligularia sibirica*, *Polygonum bistorta* et *Calamagrostis lanceolata* (**Ligulario sibiricae-Polygonetum bistortae** Julve 1983 prov. ; cf *Caricion lasiocarpae* Vanden Berghen 1949).

2.3. Parvocariçaias et communautés de bas-marais acides oligotrophes montagnards (*Caricion nigrae* Koch 1926 em. Klika 1934)

- Parvocariçaias de bas-marais sur histosols, hygrophiles à tendance minérotrophile ou rhéophile à *Carex* et *Sphagnum* (**Epikeros pyrenaei-Caricetum nigrae** (Issler) Oberdorfer ex Thébaud Skrzypczak Roux & Delcoigne sous presse, *Caricion nigrae* Koch 1926 em. Klika 1934, *Sphagno-Caricion curtiae* Passarge 1964). Prennent place sur substrats tourbeux stabilisés et écoulements soligènes diffus surtout dans les zones externes des tourbières des montagnes cristallines. De nombreuses variantes au sein desquelles on peut distinguer des stades pionniers plus hygrophiles et des stades plus atterris enrichis en graminées ; *Epikeros pyrenaei*, *Sphagnum teres*, *Dactylorhiza maculata*, *Luzula sudetica*, *Saxifraga stellaris*.

- Communautés types, acidiphiles (*Epikero pyrenaei-Caricetum nigrae typicum* Thébaud et al) présentent elles-mêmes différentes sous-unités : différents faciès graminéens où à *Juncus acutiflorus* ; renferment des taxons rhéophiles du *Cardamino-Montion*.

- Communautés plus neutroclines (*Epikero pyrenaei-Caricetum nigrae parnassietosum palustris* Thébaud et al.) ; Margeride.

- Parvocariçaias hygrophiles de bas-marais, sur histosols, oligotrophes et paucispécifiques à petits *Carex* et *Sphagnum* (**Caricetum nigrae** Braun 1915 ex Thébaud Skrzypczak Roux & Delcoigne sous presse ; *Caricion nigrae* Koch 1926 em. Klika 1934 ; *Sphagno-Caricion curtiae* Passarge 1964) ; monts Dore, Margeride, Forez, Pilat, Aigoual.

- Communautés typiques paucispécifiques (*Caricetum nigrae typicum*).

- Communautés inondées des gouilles plus profondes, dominées par *Carex rostrata* (*Caricetum nigrae caricetosum rostratae* (Sofron 1980) Thébaud et al.

- Communautés en voie d'ombrotrophie (*Caricetum nigrae vacciniotosum oxycocci* Passarge 1999) ; *Eriophorum vaginatum*, *Vaccinium oxycoccos*, *Sphagnum magellanicum*.

- Parvocariçaias hygrophiles subalpines sur histosols (**Junco filiformis-Caricetum nigrae** (Oberdorfer 1957) Rivaz-Martinez et Gehu. 1978 ; *Caricion nigrae* Koch. 1926 em. Klika 1934 ; *Carici nigrae-Trichophorenion cespitosi* Thébaud Skrzypczak Roux & Delcoigne sous presse) ; au dessus de 1400 m ; *Juncus filiformis*, *Warnstorfia exannulata*, *Trichophorum cespitosum* subsp. *cespitosum*.

- Communautés hygrophiles types (*Junco filiformis-Caricetum nigrae typicum*) ; *Warnstorfia exannulata*.

- Communautés en voie d'assèchement (*Junco filiformis-Caricetum nigrae trichophoretosum cespitosi* Braun-Blanquet 1949).

- Parvocariçaias mésotrophes sur sols organominéraux (**Caro verticillati-Caricetum nigrae** (de Foucault 1984) Thébaud et al. ; *Caricion nigrae* Koch 1926 em. Klika 1934) ; monts-Dore, Cézallier ; *Carum verticillatum*, *Carex panicea*, *Myosotis lamottiana*, *Veronica scutellata*.

- Communautés types (*Caro verticillati-Caricetum nigrae typicum* (de Foucault 1986) Thébaud Skrzypczak Roux & Delcoigne sous presse).

- Communautés à *Mentha arvensis* (*Caro verticillati-Caricetum nigrae menthetosum arvensis* (de Foucault 1986) Thébaud Skrzypczak Roux & Delcoigne sous presse) situées en zone plus ou moins inondables des plateaux basaltiques de l'Aubrac ; *Mentha arvensis*, *Glyceria fluitans*, *Veronica scutellata*.

- Communautés mésotrophes, plus riches en espèces, (*Caro verticillati-Caricetum nigrae typicum caricetosum paniceae* (Julve 1983) Thébaud Skrzypczak Roux & Delcoigne sous presse) en transition avec le *Juncion acutiflori*.

2.4. Bas-marais et suintements subalpins (> 1400 m) (surtout *Caricion nigrae* Koch 1926 em. Klika 1934)

- Communautés des suintements tourbeux subalpins chionophiles (**Sphagno denticulati-Trichophoretum cespitosi** Thébaud Skrzypczak Roux & Delcoigne sous presse ; *Caricion nigrae* Koch 1926 em. Klika 1934 ; *Carici nigrae-Trichophorenion cespitosi* Thébaud Skrzypczak Roux & Delcoigne sous presse) ; présents dans les monts du Forez.

- Communautés des suintements subalpins chionophiles (cf. **Bartsio alpinae-Caricetum nigrae** J. et M. Bartsch 1940, *Caricion nigrae* Koch 1926 em. Klika 1934, *Carici nigrae-Trichophorenion cespitosi* Thébaud Skrzypczak Roux & Delcoigne sous presse.) ; à rechercher dans les monts-Dore et le Cantal.

- Communautés de marais et tremblants subalpins à alpins à *Eriophorum alpinum* (**Eriophoretum scheuchzeri** Hadack 1939) ; monts-Dore, Cantal, présence à confirmer.

3. Communautés forestières et stades boisés des tourbières

3.1. Successions ombrotrophes et mésophiles des hauts-marais et tourbières bombées

- Stades pionniers héliophiles à *Pinus sylvestris* et *Betula pl. sp.* (parfois *Picea abies*) avec végétation des *Oxycocco-Sphagnetea* (**Eriophoro vaginati-Vaccinietum uliginosi de Foucault 1999** ; *Sphagnion magellanici* M. Kästner & Flössner 1933) ; stades de boisements clairs en transition vers le *Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris* Dziubaltowski 1928).
- Pinède ou boulaie à *Pinus sylvestris* et *Betula pl. sp.* (**Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris Dziubaltowski 1928 nom. invers non Kleist 1929**, *Vaccinio uliginosi-Pineta sylvestris* Passarge 1968, *Vaccinio uliginosi-Pinion* Passarge 1968), hémihéliophile, ombrotrophile avec relictuelle des *Oxycocco-Sphagnetea*, notamment *Eriophorum vaginatum*. Peut comporter de jeunes *Abies alba*.
- Pinède de pins à crochets alticole, héli-héliophile ombrotrophile à *Pinus uncinata* subsp. *uncinat* (**Pinetum rotundatae Kästner & Flössner 1933 corr. Mucina in Steiner 1993; Vaccinio pinetea sylvestris**). Uniquement dans les tourbières de la Pigne dans les monts du Forez et de la Barthe dans les monts Dore.
- Sapinière mature à *Betula pubescens* (**Betulo pubescentis-Abietetum albae Lemée ex Thébaud 2006**, sous-unité mésophile ; *Piceion abietis* Pawl. in Pawl. et al. 1928).

3.2. Successions minérotrophes et hygrophiles des bas-marais et prés tourbeux

- Stades pionniers héliophiles à *Betula pubescens* et/ou *Pinus sylvestris* et végétations des *Scheuchzerio-Caricetea*.
- Boulaie pubescente ou boulaie à *Pinus sylvestris*, héli-héliophile à hémisciaphile, mésohygrophile à hygrophile, oligomésotrophile à mésotrophile (**Sphagno palustris-Betuletum pubescentis Mériaux & al. nom. inval.** ; *Betulion pubescentis* Lohmeyer & Tüxen in Scamoni & Passarge 1959).
 - Sous-unité hygrophile dominée par *Betula pubescens*.
 - Sous-unité mésohygrophile à buttes ombrominérotrophes (*Sphagnum magellanicum*, *S. capillifolium*).
- Sapinière mûre à *Betula pubescens* mésohygrophile sciaphile et mésophile (**Betulo pubescentis-Abietetum albae Lemée 1995 ex Thébaud 2006**, sous-unité mésohygrophile ; *Betulion pubescentis* Lohmeyer et Tüxen in Scamoni & Passarge 1959).

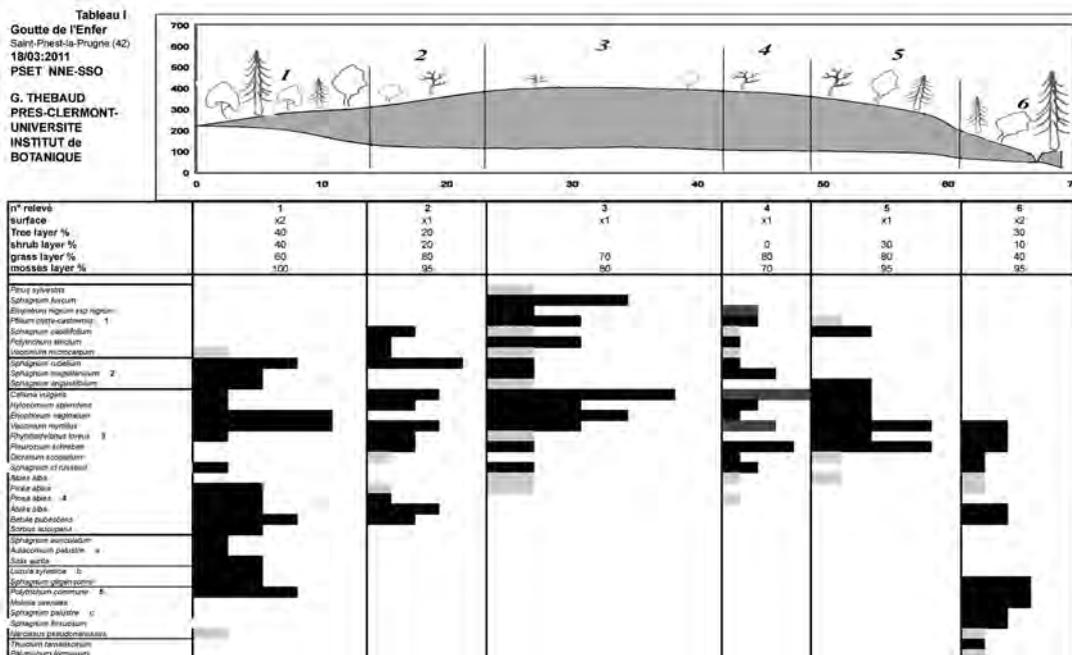
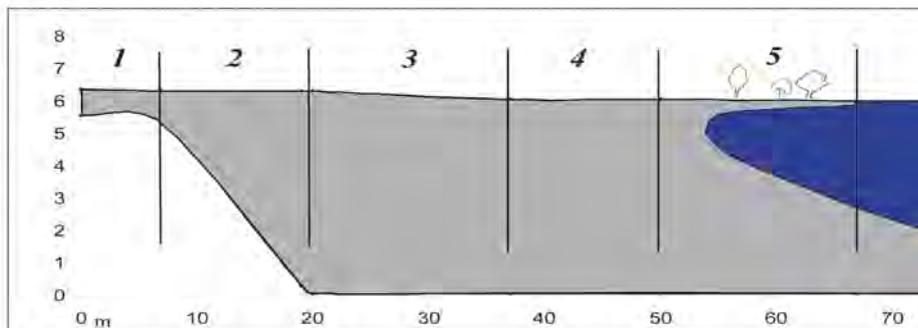


Tableau I : P.S.E.T. dans une tourbière bombée ombrotrophe de la goutte de l'Enfer (montagne bourbonnaise) : *Betulo pubescentis-Abietetum albae* (1, 6) ; *Vaccinio microcarpi-Sphagnetum fuscum* (3,4), *Vaccinio uliginosi-Eriophoretum vaginati* (2,5).

Tableau II

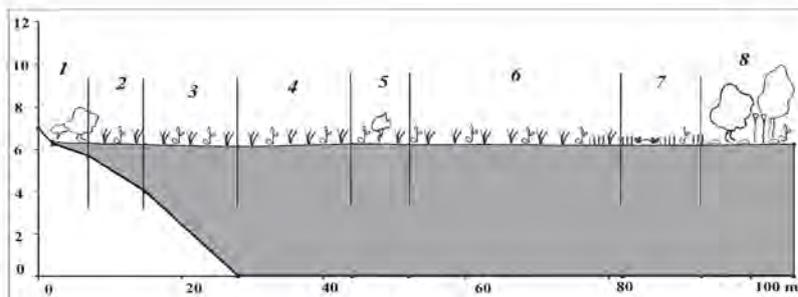
Coinde
(Trémouille, 15)
Profil socio-écologique
topostationnel (T5)
16/07/10



Syntaxon	1	2	3	4	5
surface	7 x 2	12,0 x 0,5	18,0 x 0,5	13,0 x 0,7	17,0 x 0,5
couv. Totale %	95	100	80	70	100
couv. arbust. %			<5		20
couv. herb. %	95	90	70	50	50
couv. musc. %	<5	60	30	80	100
<i>Salix x. acuminata</i> (h) Ia					
<i>Alnus glutinosa</i> (h)					
<i>Alnus glutinosa</i> (a)					
<i>Calluna vulgaris</i> Ib					
<i>Betula pendula</i> (a)					
<i>Cirsium dissectum</i>					
<i>Myosotis nemorosa</i>					
<i>Pedicularis sylvatica</i>					
<i>Carex nigra</i>					
<i>Agrostis canina</i> II					
<i>Anthoxanthum odoratum</i>					
<i>Carum verticillatum</i>					
<i>Aulacomnium palustre</i>					
<i>Scutellaria minor</i>					
<i>Luzula multiflora</i>					
<i>Potentilla erecta</i>					
<i>Calliergonella cuspidata</i>					
<i>Sphagnum inundatum</i>					
<i>Lotus pedunculatus</i>					
<i>Holcus lanatus</i>					
<i>Juncus acutiflorus</i>					
<i>Carex echinata</i>					
<i>Lysimachia vulgaris</i>					
<i>Juncus effusus</i> III					
<i>Lycopus europaeus</i>					
<i>Succisa pratensis</i>					
<i>Galium palustre</i>					
<i>Carex curta</i>					
<i>Potamogeton polygonifolius</i>					
<i>Potentilla palustre</i>					
<i>Carex rostrata</i>					
<i>Viola palustris</i>					
<i>Hydrocotyle vulgaris</i> IV					
<i>Carex panicea</i>					
<i>Molinia caerulea</i>					
<i>Menyanthes trifoliata</i>					
<i>Carex demissa</i>					
<i>Eriophorum angustifolium</i>					
<i>Eleocharis multicaulis</i>					
<i>Sphagnum contortum</i>					
<i>Drosera rotundifolia</i>					
<i>Sphagnum palustre</i>					
<i>Rhynchospora alba</i> V					
<i>Parnassia palustris</i>					
<i>Drosera intermedia</i>					

Tableau II : P.S.E.T. dans une tourbière lacustre atlantique sur granite, le lac de Coinde (Artense). *Caro verticillati-Caricetum nigrae* (1); *Caro verticillati-Juncetum acutiflori* (2); *Carici curtae-Menyanthes trifoliatae* (3 et 4), complexe de buttes exondées minérotrophes du *Potentillo erectae-Sphagnetum palustris* et dépressions inondées du *Rhynchosporium albae*

Tableau III
Transect 1 Espinasse (63)
11/07/07
N-E/ S-O



	0	20	40	60	80	100 m
% tree layer	0	0	0	0	0	0
% shrub layer	40			20	10	60
% grass layer	80	80	90	90	90	80
% moss layer	20	10	0	0	5	40
% cover	100	90	80	90	90	100
A et a						
<i>Salix acuminata</i>	■					
<i>Salix pentandra</i>				■		
<i>Betula X pubescens</i>					■	■
H						
<i>Epilobium tetragonum</i>						
<i>Calamagrostis canescens</i>	■	■	■	■	■	■
<i>Ligularia sibirica</i>					■	■
<i>Galium uliginosum</i>					■	■
<i>Equisetum palustre</i>					■	■
<i>Potentilla palustris</i>					■	■
<i>Polygonum bistorta</i>					■	■
<i>Angelica sylvestris</i>					■	■
<i>Filipendula ulmaria</i>					■	■
<i>Carex lasiocarpa</i>					■	■
<i>Festuca rubra rivularis</i>					■	■
<i>Lotus pedunculatus</i>					■	■
<i>Epilobium palustre</i>					■	■
<i>Equisetum fluviatile</i>					■	■
<i>Agrostis canina</i>					■	■
<i>Lychnis flos-cuculi</i>					■	■
<i>Viola palustris</i>					■	■
<i>Carex rostrata</i>					■	■
<i>Poa trivialis</i>					■	■
<i>Valeriana dioica</i>					■	■
<i>Caltha palustris</i>					■	■
<i>Cardamine pratensis</i>					■	■
<i>Galium palustre</i>					■	■
M						
<i>Brechythecium cf rutabulum</i>	■					
<i>Plagiomnium affine</i>		■				
<i>Calliergonella cuspidata</i>						
<i>cf Eurhynchium praelongum</i>						
<i>Auleacomnium palustre</i>						
<i>Tomenthypnum nitens</i>						
<i>Climacium dendroides</i>						
<i>hépatique</i>						
<i>Sphagnum sp.</i>						
<i>Dicranum sp.</i>						

Tableau III : P.S.E.T. dans une tourbière mésotrophe de Maar, la Narse d'Espinasse (chaîne des puys) : *Caricetum lasiocarpae* et saulaie oligomésotrophes vers le centre de la tourbière (7 et 8) et *Ligularia sibiricae*-*Polygonum bistortae* mésotrophe en pourtour (1 à 6)

Bibliographie

- ALLORGE P. & DENIS M. 1927. - Notes sur les complexes végétaux des lacs-tourbières de l'Aubrac. *Archives de Botanique* 1 : 17-36.
- BOTINEAU M. 1985. - Contribution à l'étude botanique de la haute et moyenne vallée de la Vienne (phytogéographie et phytosociologie). *Bulletin de la Société Botanique du Centre Ouest* 6: 1-352.
- BOTINEAU M., DESCUBES-GOUILLY C., GHES-TEM A. & VILKS A. 1986. - Les prairies montagnardes du Limousin ; essai d'appréciation de leur valeur pastorale. *Documents Phytosociologiques*, Camerino X (I) : 76-95.
- BRAUN-BLANQUET J. 1932. - *Plant sociology*. Fuhler & Conard (ed.), New York, 439 p.
- DELPECH R. 1980. - Les prairies tourbeuses du Haut-Vivarais (Ardèche, France). *Colloques Phytosociologiques*, VII : 265-275.
- FOUCAUT B. de 1984. - *Systématique, structuralisme et systématique des prairies hygrophiles des plaines françaises*. Thèse de doctorat d'état Université de Lille II et Rouen, 671 p.
- FOUCAUT B. de 1986 a. - Contribution à une étude systématique des prairies de l'Aubrac (Massif Central français). *Documents Phytosociologiques*, N.S., 11 : 256-305.
- FOUCAUT B. de 1986 b. - *La phytosociologie sigmatiste : une morphophysique*. Mémoire Université. Lille, 147 p.
- GEHU J.-M. & RIVAS-MARTINEZ S. 1981. - Notions fondamentales de phytosociologie. *Bericht. Intern Symposium. Intern. Verein. Vegetationkunde* IV-V : 5-33.
- GHESTEM A. & VILKS A. 1980. - Contribution à l'étude phytosociologique des tourbières acides du Limousin. *Colloques Phytosociologiques* VII : 165-182.
- GHESTEM A., BOTINEAU M., DESCUBES-GOUILLY C. & VILKS A. 1988. - Le site du Longereux (Corrèze) : premiers documents phytosociologiques (bas marais tourbeux, tourbière active et landes tourbeuses). *Annales scientifiques du Limousin* 4 : 43-54.
- GUEUGNON S. 1967. - *Recherches phytosociologiques sur les jonçaises et sphagnaies de quelques tourbières du Haut-Morvan*. Diplôme d'étude supérieure, Université de Dijon, 65 p.
- GUINOCHET M. 1973. - *Phytosociologie*. Masson, Paris, 227 p.
- HENNEKENS S.M., MARBUS M., MEERTENS H. & NOBBE C. 1986. - *De vegetatie van de Hautes-Chaumes van de monts du Forez (Frankrijk)*. Mém. Botanisch laboratorium Nijmegen, 134 p.
- 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.
- LUQUET A. 1926. - *Essai sur la géographie botanique de l'Auvergne. Les associations végétales du Massif des monts Dore*. Brulliard, St-Dizier, 266 p.
- NEGRE-FONTANEL F., FONTANEL P. & POISSONNET P., 1980. - Contribution à l'étude des tourbières du mont Lozère. *Colloques Phytosociologiques* VII: 277-286.
- ROBBE G. 1993. - *Les groupements végétaux du Morvan*. Société d'Histoire Naturelle d'Autun, 160 p.
- SOUCHON C. 1965. - Etude de la localisation stationnelle de *Betula nana* L. en Margeride. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne* 31, 59-71.
- THÉBAUD G. & PÉTEL G. 2008. - Contribution à une révision des végétations des tourbières ombrotrophes et ombrominérotrophes médioeuropéennes. *Phytocoenologia* 38 (4) : 239-256.
- THÉBAUD G., GOUBET P., SKRZYPCZAK R., & SOURP E. 2009. - Communautés végétales des tourbières ombrotrophes du Massif central oriental. *Acta Botanica Gallica* 156 (3) : 341-377.
- THÉBAUD G., PÉTEL G., DELCOIGNE A., & ROUX C., sous presse a. - Contribution à une révision des bas-marais acides d'Europe tempérée occidentale. *Phytocoenologia*.
- THÉBAUD G., SKRZYPCZAK R., ROUX C. & DELCOIGNE A. sous presse b.- Communautés végétales hydrominérotrophes des tourbières du Massif central oriental (France). *Documents Phytosociologiques* N. S, Chavaniac-Lafayette.
- THÉBAUD G. sous presse. - Contribution au pro-drome des végétations de France : les *Oxycocco - Sphagnettea* Braun-Blanq. & Tüxen ex V. Westh., Dijk, Passchier & Sissingh 1946. *Journal de Botanique de la Société Botanique de France*.
- VANDEN BERGHEN C. 1951. - Note sur la végétation de quelques tourbières de la Margeride méridionale. *Bulletin de la Société Royale Botanique de Belgique* 83 : 365-372.
- WEBER H.E., MORAVEC J., & THEURILLAT J.-P. 2000.- International Code of Phytosociological nomenclature. 3rd edition. *Journal of Vegetation sciences*, 11 : 739-768.

Un outil simple de diagnostic de la biodiversité des prairies

A simple tool to assess grassland biodiversity

par Dominique Orth¹ & Claire Balay¹

¹ VetAgro Sup
Campus agronomique de
Clermont-Ferrand
89 avenue de l'Europe - BP35
F-63 370 LEMPDES
☎ 04 73 98 13 87
☎ 04 73 98 13 80
✉ dominique.orth@vetagro-sup.fr
www.vetagro-sup.fr

Résumé : Un outil simple de diagnostic de la biodiversité des prairies d'Auvergne accessible à des non spécialistes de la reconnaissance d'espèces a été élaboré. Il repose sur des notations d'éléments paysagers et des comptages de flore et de faune à partir de leur physionomie (forme, couleur, taille). Trois groupes animaux (oiseaux, papillons, orthoptères) et deux composantes floristiques (fonds prairial et diversité paysagère) sont diagnostiqués. L'outil est mobilisé actuellement dans la recherche - développement et l'enseignement agricole.

Mots-clés : prairie permanente - biodiversité - diagnostic - indicateurs

Abstract : A simplified tool to assess Auvergne's grassland biodiversity at plot scale was built in order to be used without species recognition. The method is based on field observations of landscape elements and simplified counting of flora and fauna using the species' physiognomy (size, shape, colour). The assessment is made for three animal groups (birds, butterflies, orthopterans) and two floristic components : herbaceous vegetation and landscape diversity. This tool has been used in research work with farmers and in agriculture schools.

Keywords : grassland - biodiversity - assessment - indicators

Introduction

La connaissance de la biodiversité des prairies mobilise des compétences scientifiques et techniques multiples (Fiers V., 2004) et demeure ainsi souvent affaire de spécialistes. De ce fait, les études ciblent plutôt des milieux réputés riches en espèces et s'intéressent peu aux milieux plus ordinaires, cependant essentiels pour assurer une gestion durable de la biodiversité à l'échelle des territoires. La mise au point de méthodes de diagnostic basées sur des indicateurs aisément accessibles permet l'appropriation de ce concept par un public plus vaste, contribuant ainsi à développer la sensibilisation à la conservation de la biodiversité. C'est pourquoi la DIREN (DREAL) Auvergne a souhaité pouvoir proposer aux professionnels agricoles (techniciens, formateurs, administrations...) un outil simple pour évaluer la diversité floristique et faunistique des prairies permanentes de la région.

Initié en 2002, ce projet a mobilisé un vaste comité de pilotage régional composé d'agronomes de la prairie, de naturalistes spécialistes de la flore et de la faune et de gestionnaires de sites. La concep-

tion et la réalisation de l'outil ont été confiées à une équipe d'agro-écologues de l'ENITA Clermont (aujourd'hui VetAgro Sup) qui ont ensuite utilisé la méthode de diagnostic dans des actions de recherche/développement et dans l'enseignement. Cet article présente les principes de base de l'outil et ses premières applications.

Choix fondamentaux pour le diagnostic

Le cahier des charges de la méthode de diagnostic s'inspire d'une clé d'évaluation de la qualité écologique des prairies proposée en Suisse (Charollais *et al.*, 1998). Celle-ci doit être basée sur des observations de terrain adaptées à des non spécialistes de la reconnaissance d'espèces. Une démarche pédagogique visant à cerner les différentes composantes de la biodiversité prairiale doit être proposée. Des indicateurs simples issus des observations de terrain doivent conduire à un diagnostic global, à l'échelle de la parcelle, de l'état actuel de la diversité floristique et faunistique des prairies permanentes et pe-

louses d'Auvergne. Il faut aussi pouvoir hiérarchiser les parcelles entre elles en les positionnant sur une échelle de valeurs. Enfin, le diagnostic est vu comme un support de discussion avec le monde agricole.

L'outil réalisé tente de répondre à ce cahier des charges en intégrant les connaissances disponibles sur la flore et sur la faune prairiales et en tenant compte des limites scientifiques et techniques identifiées au cours du projet.

L'outil repose ainsi sur l'observation qualitative ou quantitative rapide d'éléments naturels présents sur la parcelle ou aux alentours. Il s'agit d'éléments du paysage, de la faune et de la flore appréhendés à partir d'une approche physiognomique. Par choix, les pratiques agricoles ne sont pas utilisées dans le diagnostic de façon à éviter un jugement a priori de leur impact sur la biodiversité et pour pouvoir mobiliser ces éléments dans la discussion du diagnostic avec l'agriculteur. D'autre part, l'absence de reconnaissance d'espèces conduit à ne pas intégrer la notion de rareté dans le diagnostic mais à privilégier la richesse globale en espèces plutôt que des espèces particulières.

Le diagnostic distingue cinq composantes de biodiversité : trois pour la faune et deux pour la flore. Le diagnostic de la diversité faunistique repose sur trois groupes animaux bien représentés dans les prairies et facilement observables : oiseaux, papillons et orthoptères qui constituent chacun une composante distincte du diagnostic. Ces trois groupes sont étudiés à l'échelle de la parcelle avec une prise en compte de la surface de celle-ci.

Les deux composantes du diagnostic de la diversité floristique sont, d'une part, la diversité du fonds prairial et, d'autre part, la diversité en éléments paysagers (= diversité paysagère). Le fonds prairial correspond à l'ensemble des espèces herbacées présentes habituellement dans une prairie. La diversité paysagère vise à appréhender indirectement les espèces végétales supplémentaires liées à la présence d'éléments paysagers (flore de la haie, du rocher...) en faisant l'hypothèse qu'une forte diversité en éléments paysagers favorise l'installation d'espèces. Ces deux composantes sont diagnostiquées à l'échelle du faciès de végétation c'est-à-dire une zone homogène en terme de physiognomie végétale globale et de composition floristique. Pour limiter la complexité du diagnostic, une surface minimum de 0.5 ha est proposée pour distinguer un faciès au sein d'une parcelle. D'autre part, la mise en évidence de potentiels de diversité floristique différents selon les modes d'exploitation et les conditions pédo-climatiques (Orth *et al.*, 2008) nous a conduit à dis-

tinguer quatre types de prairies pour le diagnostic (appelées classes « usage-milieu ») : fauche, pâture de montagne, pâture de plaine fertile, pâture de plaine de milieu pauvre.

Démarche d'élaboration de l'outil

Pour élaborer l'outil, l'enjeu était de trouver et d'étalonner des indicateurs de la biodiversité prairiale, faciles à mettre en œuvre et pertinents par rapport à la diversité réelle mesurée par des spécialistes. La recherche de ces indicateurs s'est appuyée sur une double description, par un expert et par un non spécialiste, d'un vaste échantillon de plus de 150 prairies permanentes représentatif des milieux prairiaux auvergnats (126 faciès de végétation pour la flore, 66 parcelles pour la faune). Pour la flore, les inventaires experts ont été réalisés par faciès au moyen d'un relevé linéaire (Daget, Poissonnet, 1971) complété par la liste des autres espèces présentes dans l'aire minimale. Les descriptions de non spécialistes ont reposé sur une approche physiognomique (taille, forme, couleur) de la flore et de la faune et la notation des éléments paysagers. Des indicateurs ont été identifiés parmi les 80 descripteurs relevés en confrontant le niveau de biodiversité déterminé à partir des inventaires experts et les descriptions simplifiées. Le choix s'est effectué sur la base de corrélations linéaires significatives entre la biodiversité des experts (référence) et les valeurs des descripteurs. Les indicateurs sélectionnés ont ensuite été étalonnés graphiquement pour obtenir des valeurs seuils pour chaque niveau de biodiversité de référence (Orth *et al.*, 2008). Cette démarche a permis d'obtenir les indicateurs des trois groupes animaux et ceux de la diversité du fonds prairial. Par contre, les indicateurs de la diversité paysagère ont été étalonnés à partir de leurs histogrammes de distribution en l'absence de corrélation entre descripteurs de la diversité paysagère et biodiversité des inventaires floristiques. Les indicateurs ont ensuite été combinés dans des grilles de diagnostic distinctes pour chacune des cinq composantes étudiées. Ces grilles ont fait l'objet d'une double validation, sur les échantillons ayant servi à leur élaboration et sur un nouveau lot de prairies (59 faciès de végétation pour la flore). La phase de validation s'est achevée en 2008.

Présentation de la méthode de diagnostic

La méthode comporte trois étapes : phase de terrain, calcul des indicateurs, remplissage des grilles de diagnostic pour chaque composante (Orth *et al.*, 2009).

La première étape se déroule principalement en période de floraison, de mi mai à mi juillet, à l'exception des observations d'orthoptères qui sont effectuées plus tardivement. La démarche proposée sur le terrain (figure 1) vise à optimiser le recueil des informations en intégrant les contraintes liées à la visibilité de la faune et à structurer les observations du non spécialiste pour lui permettre d'aborder dans un ordre logique les différentes composantes et échelles de la biodiversité prairiale. On passe ainsi d'une vision globale de la parcelle et de ses éléments paysagers au niveau fin de la différenciation physiologique des espèces. Les observations de faune et de flore reposent sur des comptages simplifiés. Pour la faune, ils sont effectués le long de transects définis à partir de la distribution spatiale des éléments paysagers dans la parcelle. Pour la flore de chaque faciès, les comptages sont réalisés dans dix cercles de 1 mètre de diamètre. Au sein des cercles l'utilisateur prélève un individu de chaque espèce de physiologie différente (possibilité de comptage avec ou sans les Poacées et carex) et relève le nombre d'espèces d'allure différente, les couleurs, et les formes de fleurs parmi 24 types proposés dans des fiches d'aide à l'observation. Lorsque la parcelle comporte plusieurs faciès de végétation une procédure de comptage supplémentaire est proposée pour pouvoir définir le nombre total d'es-

pèces à la parcelle et la dissemblance entre faciès. L'ensemble de la phase de terrain dure deux heures pour une parcelle de 2-3 ha avec un seul faciès de végétation.

Les valeurs des indicateurs sont obtenues par calcul simple (somme, moyenne) à partir des observations et sont reportées dans les grilles de diagnostic. Pour les trois composantes de la faune, les grilles comportent un indicateur paysager (note paysagère basée sur l'abondance des éléments paysagers) et des indicateurs de comptage du groupe animal considéré (ex : nombre de catégories simplifiées de papillons).

Pour la flore, les deux grilles de diagnostic (fonds prairial et diversité paysagère) s'appliquent à l'échelle du faciès et se déclinent pour chacune des quatre classes usage-milieu avec des valeurs seuils différentes selon les classes. Les grilles de diagnostic de la diversité du fonds prairial comportent de six à neuf indicateurs issus des comptages de flore et parfois de papillons (figure 2). Les grilles de diversité paysagère comportent deux indicateurs basés sur le nombre total d'éléments paysagers différents et sur leur distribution au sein de quatre types de conditions de milieu (humide, sec, ombragé, sur ou sous exploité).

Les grilles fonctionnent toutes à l'identique. Elles définissent ainsi pour chaque indicateur les gammes de valeur correspondant à une diversité faible, moyenne ou forte, en référence à la diversité mesurée par les experts en Auvergne. Le diagnostic est établi en comptabilisant le nombre d'indicateurs affecté dans chacun de ces trois niveaux de diversité et en comparant les scores obtenus (figure 2). En cas de scores proches, un niveau de diversité intermédiaire est diagnostiqué

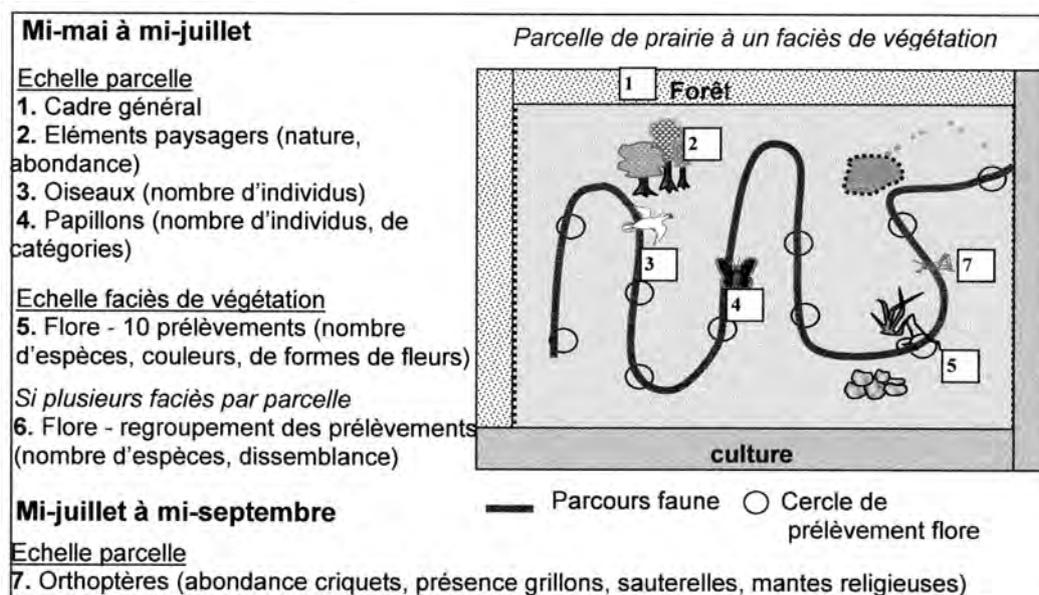


Fig. 1. Démarche sur le terrain

Biodiversité de référence

DIVERSITE DU FOND PRAIRIAL - PATURE DE MONTAGNE			
indicateur de biodiversité	diversité faible	diversité moyenne	diversité forte
FLORE			
<i>COMPTAGE DE TOUTES LES ESPECES</i>			
Nombre total d'espèces	moins de 32	32 à 41	plus de 41
Nombre moyen d'espèces par prélèvement	moins de 10 10 à 15		plus de 15
<i>COMPTAGE SANS CONSIDERER LES GRAMINEES ET LES CAREX</i>			
Nombre total d'espèces, sans les graminées et carex	moins de 21	21 à 30	plus de 30
Nombre moyen d'espèces par prélèvement, sans les graminées et carex	moins de 6 6 à 9		plus de 9
Nombre de formes de fleurs	11 et moins		plus de 11
Nombre de couleurs de fleurs	moins de 6	6 à 8	plus de 8
Nombre moyen de couleur de fleurs par prélèvement	moins de 2,5 2,5 à 4,5		plus de 4,5
Nombre de prélèvements ayant ou du bleu ou du violet ou du rouge ou du rose	moins de 5 5 à 7		plus de 7
PAPILLONS (pour la diversité floristique)			
Nombre de catégories de papillons sur le faciès	moins de 4	4	plus de 4
Nombre de croix par niveau de diversité	0	2	7

Valeurs seuils

Diagnostic : diversité forte

Fig. 2 : Grille de diagnostic de la diversité du fonds prairial des pâtures de montagne

ce qui conduit à disposer au final de cinq niveaux possibles pour le diagnostic de chaque composante.

Les résultats des diagnostics sont synthétisés dans un diagramme radar à 5 branches pour une parcelle avec un faciès de végétation, chaque faciès supplémentaire conduisant à rajouter deux branches pour la diversité floristique. Les parcelles à faciès multiples font l'objet également de calculs de dissemblance entre faciès.

En complément du diagnostic, des pistes d'analyse des résultats de chaque composante sont proposées ainsi qu'une démarche pour comparer les parcelles entre elles. Des éléments d'interprétation des niveaux de diversité floristique et faunistique obtenus sont également suggérés à partir de tableaux de synthèse identifiant les facteurs à considérer (milieu, pratiques, éléments paysagers, histoire) et leur impact potentiel sur la biodiversité (Orth et Balay, 2010). C'est à ce stade de la démarche que sont abordés la gestion de la prairie et l'entretien des éléments paysagers.

Une diversité d'applications

L'outil a été mis en œuvre dans un programme de recherche/développement intitulé « Biodiversité et Indications Géographiques » qui a contribué au programme national DIVA 2 « Action publique, Agriculture, Biodiversité » (2008-2010). Il s'agis-

sait d'étudier la biodiversité prairiale en zone fromagère d'Appellation d'Origine Protégée (AOP) en Auvergne. Des diagnostics ont été réalisés par des non spécialistes dans 40 exploitations laitières des zones AOP Saint Nectaire et Salers soit 120 parcelles. Ils ont permis d'obtenir rapidement une vision globale de la biodiversité prairiale de ces zones. Des facteurs explicatifs de cette diversité ont été identifiés en lien avec les pratiques parcelaires et les systèmes d'exploitation (Gueringer *et al.*, 2010). L'outil a également joué son rôle de sensibilisation par des retours individuels des résultats qui ont permis des échanges riches avec les agriculteurs sur leur perception de la biodiversité prairiale et les éléments qui la déterminent.

Destiné initialement à un public adulte, cet outil constitue aussi un support privilégié pour l'enseignement. Il permet d'aborder la biodiversité de façon concrète et pratique tout en soulevant les questions fondamentales que pose son évaluation (échantillonnage, échelle d'observation, fiabilité...). Le diagnostic proposé n'occulte pas la complexité du sujet en distinguant de multiples composantes dont les résultats parfois divergents favorisent la discussion. C'est ainsi que différentes activités pédagogiques ont été mises en place dans l'enseignement supérieur agronomique : apprentissage de l'outil (licence professionnelle), diagnostic sur un territoire (formation ingénieur), conception méthodologique (master recherche). Des formations à destination des enseignants des lycées agricoles d'Auvergne ont

été réalisées et ont conduit à la publication d'un manuel pédagogique (Orth et Balay, 2010). Cet ouvrage détaille les fondements de la méthode de diagnostic et son application avec mise à disposition de l'ensemble des documents qui composent l'outil : fiches de terrain, fiches d'aide à l'observation, grilles de diagnostic. Il propose aussi une démarche d'interprétation des résultats et une synthèse des connaissances sur les déterminants de la biodiversité prairiale. Des exemples de parcours pédagogiques réalisés par des enseignants à partir de l'outil illustrent les utilisations possibles dans l'enseignement. Le manuel est complété par un CD-ROM qui propose notamment une vingtaine d'exercices interactifs sur la biodiversité prairiale, son diagnostic et ses déterminants.

Conclusion

Les différentes utilisations de l'outil montrent que la méthode de diagnostic est opérationnelle et répond au cahier des charges initial. Si l'outil est simple, l'approche n'en est pas pour autant simpliste : elle exige des choix pertinents et une observation attentive sur le terrain et ne fait pas abstraction des différentes dimensions de la biodiversité. Les simplifications nécessaires à l'élaboration de l'outil ont d'ailleurs été source de connaissance tant sur la diversité réelle que sur la diversité physiologique des prairies. Le diagnostic proposé est encore perfectible et gagnerait certainement en sensibilité en intégrant des indicateurs plus en lien avec l'abondance des espèces et pas uniquement des indicateurs de richesse. Rappelons aussi que la méthode a été calibrée pour les prairies et pelouses d'Auvergne et qu'elle nécessite donc des adaptations hors de son domaine de validité, notamment pour les valeurs seuils des indicateurs.

Enfin, en ce qui concerne la sensibilisation à la biodiversité, l'outil a confirmé sa richesse pédagogique et ses potentialités pour la formation. Les premières applications avec le monde agricole ont aussi montré que cette méthode de diagnostic constituait un support favorable au dialogue et permettait aux agriculteurs d'exprimer et partager leurs savoirs sur la biodiversité des prairies.

Bibliographie

- CHAROLLAIS M., MULHAUSER G., GONSETH Y., PEARSON S., 1998. - Qualité des surfaces de compensation écologique : un outil d'appréciation à la portée de chacun, *Revue Suisse d'Agriculture*, n°30, p107-117
- DAGET P., POISSONET J., 1971. - Une méthode d'analyse phytologique des prairies. Critères d'application. *Annales d'Agronomie* 22(1), 5-41
- FIERS V., 2004. - *Guide pratique - Principales méthodes d'inventaire et de suivi de la biodiversité*, Réserves Naturelles de France, 263p.
- GUERINGER A., ORTH D., BALAY C., LANDRE F., 2010. - *Contribution of different farming and forage systems to biodiversity : an example in a PDO cheese area in French mountains*, Proceedings of the 9th European IFSA Symposium, July 2010, Austria, p. 1740-1748
- ORTH D., BALAY C., BONAFOS A., DELEGLISE C., LOISEAU P., 2008. - Proposition d'une démarche simple pour évaluer la diversité floristique d'une prairie permanente, *Fourrages* n°194, 233-252
- ORTH D., BALAY C., LOISEAU P., DULPHY J.P., 2009. - Un outil simple de diagnostic de la biodiversité des prairies d'Auvergne, *Revue d'Auvergne*, Tome 123 « L'environnement un pôle de compétences en Auvergne », p.353-365
- ORTH D., BALAY C., 2010. - *Biodiversité des prairies permanentes, une méthode simple de diagnostic*, Editions Educagri, 140 p. + cédérom.

Apport de la phytosociologie à la typologie multifonctionnelle des prairies dans les systèmes laitiers des AOP fromagères du Massif central

Contribution of phytosociology to a multifunctional grassland typology for the French Massif central PDO cheese farming systems

par Laurent Seytre¹, Dominique Orth², Julien Landrieux^{3,4}, Mathilde Piquet^{5,6}, Sophie Hulin⁷, Anne Farruggia⁸, Christophe Chabalière⁹, Pascal Carrère¹⁰

¹ Conservatoire botanique national du Massif central
Le Bourg
F-43230 CHAVANCIAC-LAFAYETTE
☎ 04 71 77 55 65
☎ 04 71 77 55 74
✉ laurent.seytre@cbnmc.fr
www.cbnmc.fr

² VetAgro Sup
Campus agronomique de Clermont-Ferrand
89 avenue de l'Europe - BP35
F-63370 LEMPDES
☎ 04 73 98 13 87
✉ d.orth@vetagro-sup.fr
www.vetagro-sup.fr

³ Pôle fromager AOP Massif central
20 Côte de Reyne
F-15000 AURILLAC
☎ 04 71 43 07 60
☎ 04 71 43 07 61
✉ hulin.pole.fromager@wanadoo.fr
www.pole-fromager-aoc-mc.org

⁴ Institut national de la recherche agronomique
UR 874 Écosystème Prairial
Site de Crouël - 234, avenue du Brézet
F-63100 CLERMONT-FERRAND
☎ 04 73 62 44 35
☎ 04 73 62 45 72
✉ carrere@clermont.inra.fr
www.clermont.inra.fr

⁵ Institut national de la recherche agronomique
UR 1213 Herbivores
F-63122 SAINT-GENÈS-CHAMPANELLE

⁶ Chambre d'agriculture du Cantal
26 rue du 139ème Régiment d'Infanterie,
F-15000 AURILLAC
☎ 04 71 45 55 00
☎ 04 71 43 30 33
✉ ca.cantal@cantal.chambagri.fr
www.cantal.chambagri.fr

Résumé : Une typologie multifonctionnelle des prairies des systèmes laitiers des AOP fromagères du Massif central a été créée pour mieux valoriser les potentialités des différentes prairies. Reposant sur un partenariat fort entre recherche et développement, la typologie se base sur une double description phytosociologique et agronomique des prairies. Elle comporte 60 types parmi lesquels 23 types majoritaires font l'objet d'une caractérisation agro-écologique détaillée. Organisés au sein d'une clé de détermination, ils constituent la typologie simplifiée proposée comme un outil opérationnel aisément accessible aux acteurs des filières AOP.

Mots-clés : typologie - prairie - AOP fromagères - agro-écologie - phytosociologie.

Abstract : A multifunctional grassland typology for the French Massif central PDO cheese farming systems was created to encourage a better use of the various grasslands' potentialities. Built with a strong partnership between research and development, the typology bases itself on the combination of both phytosociological and agronomical approaches. It contains 60 types among which 23 majority types are described by a detailed agro-ecological characterization. Organized within a key of determination, they constitute the simplified typology proposed as an operational tool easily accessible to the actors of the PDO cheese network.

Keywords : typology - grassland - cheese PDO - agro-ecology - phytosociology.

Introduction

À fin de consolider la spécificité et la typicité des produits, les filières fromagères AOP* du Massif central se sont dotées de cahiers des charges qui renforcent la place des prairies dans les systèmes de production agricoles laitiers. Pour accompagner cette transition, un programme interdisciplinaire et multipartenarial « PRAIRIES AOP » a démarré en 2007 dans le but de fédérer des forces de recherche (INRA, Conservatoire botanique, Cemagref, etc.), de développement (Pôle AOP fromager, chambres d'agriculture, EDE, etc.) et de formation (VetAgroSup, lycées agricoles, etc.) autour de la production d'outils favorisant une meilleure valorisation des prairies et de leur diversité. L'un des axes de ce programme consiste en la réalisation d'une typologie multifonctionnelle des prairies présentes dans les systèmes bovins laitiers des zones AOP du Massif central (CARRERE *et al.* 2012). L'objectif est de construire un outil opérationnel destiné au conseil agricole qui permette l'acquisition de connaissances sur les différentes végétations prairiales et leurs propriétés agronomiques et écologiques. Il s'agit de fa-

valoriser la prise en compte de la diversité des types de prairie dans la gestion des systèmes fourragers dans une perspective d'optimisation des ressources herbagères et de conciliation entre production agricole et environnement.

Cet article présente l'approche menée pour élaborer la typologie multifonctionnelle des prairies, à la croisée des apports de la phytosociologie, de l'écologie et de l'agronomie. Il décrit plus particulièrement les types de végétation, leur organisation pour une identification par des non spécialistes, et les éléments mobilisés pour renseigner les caractéristiques agro-écologiques des types.

Démarche globale d'élaboration de la typologie

La construction de la typologie repose sur quatre étapes principales ayant permis de définir les unités typologiques, les clés d'entrée des types et leurs propriétés :

1. Identification des types de végétation à partir d'une approche phytosociologique ;
2. Mise en relation des types avec les conditions

*AOP : Appellation d'origine protégée

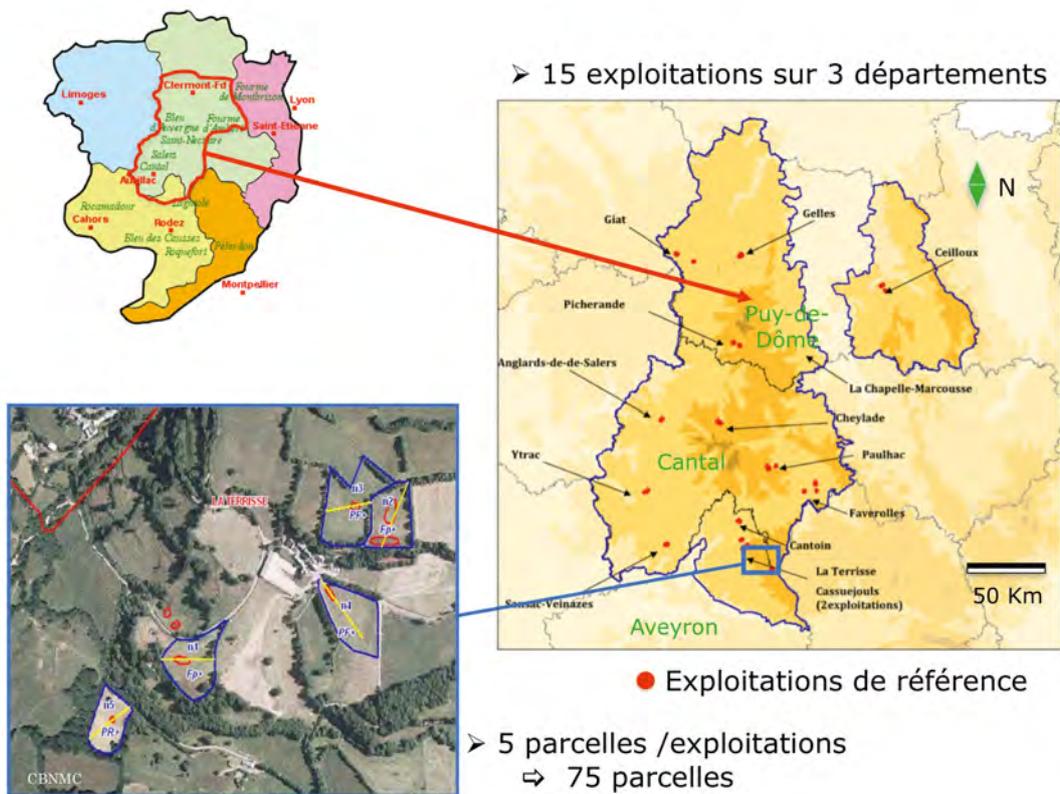


Fig. 1 : aperçu du réseau des parcelles de référence à l'échelle du Massif central et zoom sur une exploitation-test.

écologiques et les pratiques agricoles conduisant, d'une part, à établir des clés de détermination des types et, d'autre part, à identifier les facteurs d'évolution entre types ;

3. Interprétation des données agronomiques et phytosociologiques pour définir les valeurs et services agricoles et environnementaux des types de prairie ;

4. Validation des correspondances entre clés d'entrée / types de prairie / propriétés décrites.

Ces différentes étapes ont mobilisé conjointement des données bibliographiques, de l'expertise et des données de terrain acquises spécifiquement sur un réseau de parcelles de référence. Ce réseau s'appuie sur 15 exploitations agricoles laitières du nord Aveyron, du Cantal et du Puy de Dôme caractéristiques des aires de production des 6 AOP fromagères au lait de vache : bleu d'Auvergne, cantal, fourme d'Ambert laguiole, saint nectaire, salers (figure 1). Cinq parcelles de référence ont été sélectionnées sur chaque exploitation pour leur représentativité (sachant que les prairies saines ont été privilégiées) et ont fait l'objet de relevés phytosociologiques ainsi que de mesures agronomiques en 2008 et en 2009. Les données agronomiques ont été acquises sur le faciès dominant de chaque parcelle au sein de trois quadrats alignés suivant une diagonale et complétés d'une mise en défens pour les pâtures. Les mesures consistent en des relevés des espèces dominantes et des prélèvements d'herbe à quatre périodes de l'année pour quantifier l'accumulation de biomasse et l'évolution de la qualité fourragère. La description phytosociologique des prairies a été réalisée à l'échelle de l'individu d'association

(recherche de l'homogénéité des conditions de milieu, de structure et de composition floristiques), en ciblant l'ensemble des communautés végétales présentes dans la parcelle, autrement dit dans le faciès dominant décrit par les agronomes et hors faciès dominant. Quelques relevés phytosociologiques complémentaires ont été effectués hors parcelles du réseau pour inclure des groupements végétaux intéressants et compléter ainsi la diversité des types potentiels. C'est ainsi que 193 relevés phytosociologiques ont été réalisés selon la méthode de Braun-Blanquet (1928) dont 108 sur les faciès dominants des 75 parcelles.

Les types de végétation

Les relevés phytosociologiques ont été analysés et triés sous forme de tableaux phytosociologiques (figure 2). Nous avons principalement procédé par tri manuel en fonction des affinités des espèces (indicateurs écologiques et phytosociologiques issus de la bibliographie ou de connaissances de terrain). L'analyse du matériel récolté comprend deux étapes classiques : mise en évidence de communautés végétale élémentaires (syntaxonomie), puis comparaison de ces communautés élémentaires avec les données bibliographiques régionales et extra-régionales (principalement FOUCAULT 1986, BILLY 2000) dans le but de les nommer (synonymie). Le référentiel synsystème retenu est constitué par le Prodrôme des végétations de France (BARDAT *et al.* 2004), adopté au niveau national jusqu'au niveau de la sous-alliance.

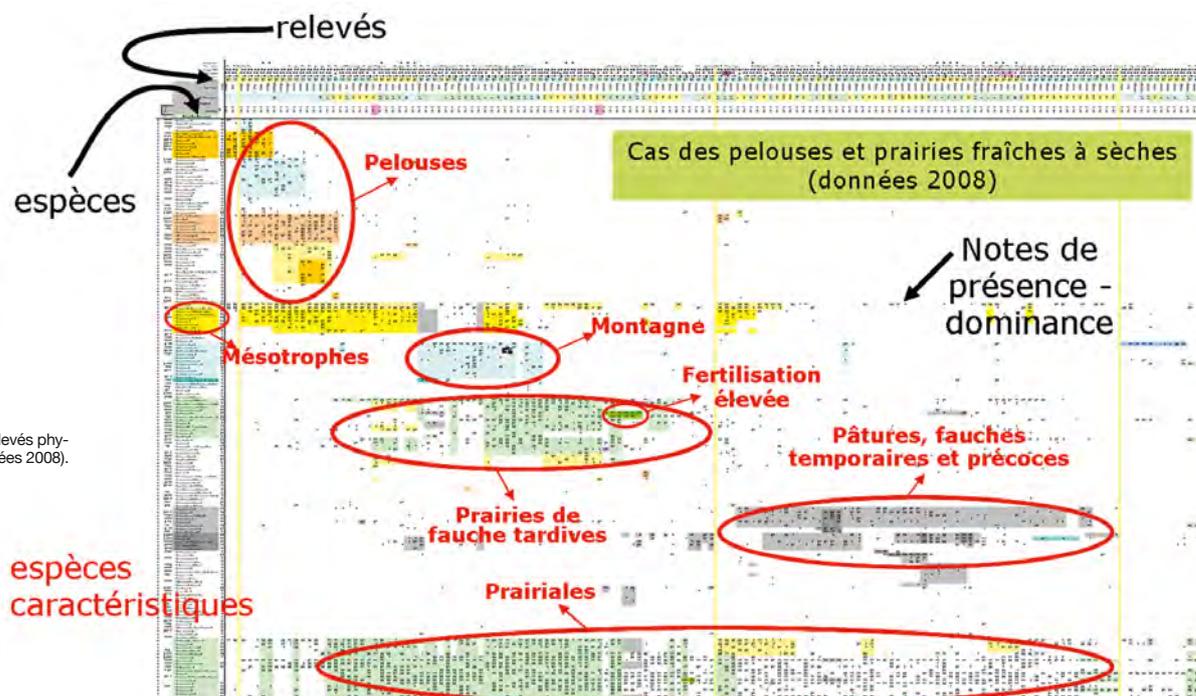


Fig. 2 : analyse des relevés phytosociologiques (données 2008).

L'analyse des relevés phytosociologiques effectués dans les parcelles de référence a globalement mis en évidence des communautés végétales à niveau trophique relativement élevé, ce qui semble constituer une caractéristique du système laitier. La majorité des prairies observées dans le réseau s'inscrivent logiquement dans les unités de l'*Arrhenatherion elatioris* (collines) et du *Viola sudeticae-Trisetenion flavescens* (montagnes) pour ce qui concerne les prairies de fauche et du *Cynosurion cristati* pour les prairies pâturées. Au sein de ces unités, l'aile eutrophile domine souvent (*Rumici obtusifolii-Arrhenatherenion elatioris*, *Bromo mollis-Cynosurenion cristati*). Les communautés maigres des pelouses vivaces acidiphiles (*Violion caninae*, *Galio saxatilis-Festucion filiformis*) et basiphiles (*Mesobromion erecti*, *Koelerio macranthae-Phleion phleoidis*) sont par contre faiblement représentées. Les communautés des zones humides (bas-marais et prairies tourbeuses relevant principalement du *Juncion acutiflori*, *Nardo strictae-Juncion squarrosi* et *Caricion fuscae*) sont encore plus mal représentées du fait des choix de l'échantillonnage initial qui a privilégié les prairies saines. Des unités sont enfin absentes, à l'image des landes extensivement pâturées (*Genisto pilosae-Vaccinion uliginosi*) qui peuvent se rencontrer, en système laitier, dans les estives des sommets des monts du Cantal et des monts Dore. À l'inverse, des unités de végétation liées aux perturbations et aux dégradations ont pu être mises en évidence : tassement (prairies surpiétinées du *Lolio perennis-Plantaginion majoris*, *Polygono*

arenastri-Coronopodion squamati), rudéralisation (friches de l'*Arction lappae*, *Sisymbrium officinalis*), sous-utilisation (ourlets de l'*Aegopodion podagrariae*, *Holco mollis-Pteridion aquilini*, etc.). Ces communautés annexes présentent toutefois une emprise spatiale généralement limitée à l'échelle des parcelles.

Le cahier des charges du programme « PRAIRIES AOP » spécifiait l'élaboration d'un outil opérationnel et simple d'accès aux utilisateurs de terrain (conseillers agricoles). À cette fin, il a été convenu que le nombre de types principaux de prairie, c'est-à-dire représentatifs du réseau de parcelles de référence et renseignés à la fois au plan agronomique et au plan écologique, ne devait pas excéder un nombre trop important (une vingtaine de types environ était souhaité). Cela a conduit à ne pas faire coïncider le nombre de types principaux de prairie avec celui, nettement plus élevé, de la typologie phytosociologique, mais à procéder dans certains cas à des regroupements de plusieurs communautés végétales élémentaires phytosociologiquement définies au sein de mêmes types génériques de prairies. Il en résulte que le niveau alliance (ou sous-alliance) est apparu le plus pertinent pour la mise en correspondance phytosociologique des types de prairie génériques. Le niveau association s'est avéré trop précis et non adapté à l'échantillonnage retenu pour le réseau des parcelles de référence (impossibilité de couvrir toute la diversité des situations écologiques des systèmes bovins laitiers AOP du Massif cen-

tral). Toutefois, lorsque le regroupement concerne des unités phytosociologiques trop éloignées du point de vue écologique (cas des pelouses acidiphiles et basiphiles par exemple), des sous-types ont été créés au sein du type de prairie générique.

Au final, la typologie propose 60 types de prairie se distribuant de la manière suivante :

- un premier niveau à 19 types principaux de prairie permanente et 4 types principaux de prairies semées renseignés sur les indicateurs agronomiques. Le tableau 1 en fournit la liste ainsi que quelques-unes de leurs caractéristiques ;

- un second niveau rassemblant 37 types complémentaires, n'ayant pas fait l'objet de mesures agronomiques sur les faciès dominants des parcelles de référence, mais dont l'existence a été attestée sur le terrain (hors faciès dominants et parcelles voisines) ou anticipée d'après la connaissance du territoire à dire d'expert (cas des estives par exemple). On y retrouve les unités très maigres (bas-marais et prairies tourbeuses, prairies de fauche maigres, pelouses de haute altitude, etc.) ainsi que les unités liées aux perturbations et aux dégradations.

Tableau 1 : types principaux de prairie et quelques-unes de leurs caractéristiques.

Code du type	Intitulé du type et correspondance phytosociologique (niveau alliance)	Nombre de relevés phytosociologiques	Nombre de données agronomiques	Nombre de parcelles du réseau concernées	Altitude B(basse) E (élevée)	Classe d'humidité de 1 (niveau faible) à 5 (niveau fort)	Pratique dominante	Classe de fertilité de 1 (niveau faible) à 5 (niveau fort)
1	Prairie de fauche d'altitude moyenne sur sol sain et moyennement fertile à Knautie d'Auvergne et Fromental <i>Centaureo jaceae-Arrhenatherenion elatioris</i> de Foucault 1989	22	60	8	B	2	Fauche (tardive)	4
2	Prairie de fauche d'altitude moyenne sur sol sain à frais et fertile à Ombellifères <i>Rumici obtusifolii-Arrhenatherenion elatioris</i> de Foucault 1989	9	32	4	B	2	Fauche (assez tardive)	5
3	Prairie de fauche d'altitude moyenne sur milieu sain à frais et très fertile à Rumex, Chardons et Brome mou <i>Rumici obtusifolii-Arrhenatherenion elatioris</i> de Foucault 1989	13	64	9	B	2-3	Fauche (précoce) ou Pâturage	5
4	Prairie de fauche d'altitude moyenne sur sol frais et peu fertile à Vulpin des prés, Colchique d'automne et Narcisse des poètes <i>Colchico autumnalis-Arrhenatherenion elatioris</i> de Foucault 1989	2	7	1	B	3	Fauche (tardive)	3
5	Prairie de fauche d'altitude moyenne sur sol frais et fertile à Vulpin des prés et Fétuque élevée À préciser	5	15	2	B	4	Fauche	4
6	Prairie pâturée d'altitude moyenne sur sol sec à sain et maigre 2 sous-types : * à Nard raide ou ** à Fétuque ovine (groupe) * <i>Chamaespartio sagittalis-Agrostidenion tenuis</i> Vigo 1982 * <i>Koelerio macranthae-Phleion phleoidis</i> Korneck 1974 * <i>Violion caninae</i> Schwick. 1944 * <i>Galio saxatilis-Festucion filiformis</i> de Foucault 1994	2	8	1	B	1-2	Pâturage	1-2
7	Prairie pâturée d'altitude moyenne sur sol sain et faible à moyennement fertile 2 sous-type : *à Luzule champêtre ou **à Sanguisorbe * <i>Polygalo vulgaris-Cynosurenion cristati</i> Jurko 1974 * <i>Sanguisorbo minoris-Cynosurenion cristati</i> Passarge 1969	8	16	3	B	2	Pâturage	3
8	Prairie pâturée d'altitude moyenne sur sol sain et fertile à très fertile à Crételle et Ray-grass anglais <i>Bromo mollis-Cynosurenion cristati</i> Passarge 1969	22	85	13	B	2	Pâturage	4-5
9	Prairie pâturée d'altitude moyenne sur sol frais et fertile à très fertile à Crételle, Ray-grass anglais et Renoncule rampante cf. <i>Bromo mollis-Cynosurenion cristati</i> Passarge 1969, variante fraîche à <i>Ranunculus repens</i>	5	17	3	B	3	Pâturage	4-5

Clés de détermination des types

La typologie complète (60 types) propose cinq clés de détermination : trois pour les prairies permanentes selon leur classe d'altitude (40 types), une clé des prairies semées (4 types) et une clé des zones de dégradations localisées dans la prairie (16 types) (HULIN *et al.* 2011a). La typologie simplifiée combine dans une même clé les 19 prairies permanentes qui ont été décrites plus précisément au niveau agronomique (HULIN *et al.* 2011b).

Pour qu'elles soient aisément utilisables par des non spécialistes de la botanique, ces clés d'entrée sont basées sur des critères simples. Ainsi, pour les prairies semées, la clé de détermination utilise le nombre d'espèces initialement semées et leur recouvrement actuel. Pour les autres types de végétation, le choix a été fait de proposer des critères de reconnaissance décrivant des conditions de milieu et des pratiques agricoles. L'expertise phytosociologique et la mise en lien des types de végétation avec des variables caractérisant le milieu (analyse factorielle discriminante sur l'altitude, les indices d'Ellenberg pour la température, l'humidité, le pH, la richesse minérale) et les pra-

Code du type	Intitulé du type et correspondance phytosociologique (niveau alliance)	Nombre de relevés phytosociologiques	Nombre de données agronomiques	Nombre de parcelles du réseau concernées	Altitude B(basse) E (élevée)	Classe d'humidité de 1 (niveau faible) à 5 (niveau fort)	Pratique dominante	Classe de fertilité de 1 (niveau faible) à 5 (niveau fort)
10	Prairie pâturée d'altitude moyenne sur sol frais et fertile à Vulpin des prés et Fétuque élevée À préciser	3	16	2	B	4	Pâturage	4
11	Prairie pâturée d'altitude moyenne sur sol humide et très fertile à Renoncule rampante et Agrostide stolonifère <i>Potentillo anserinae-Polygonetalia avicularis</i> Tüxen 1947 [à rapprocher du <i>Potentillion anserinae</i> Tüxen 1947]	6	15	2	B	4	Pâturage	5
12	Prairie de fauche de montagne sur sol sain et moyennement fertile à Knautie d'Auvergne et Trisète jaunâtre <i>Violo sudeticae-Trisetenion flavescens</i> Julve 1993 nom. inval.	7	33	5	E	2	Fauche (tardive)	4
13	Prairie de fauche de montagne sur sol sain à frais et fertile à Ombellifères <i>Rumici obtusifolii-Arrhenatherenion elatioris</i> de Foucault 1989	3	13	2	E	2	Fauche	5
14	Prairie de fauche de montagne sur sol sain à frais et très fertile à Rumex, Brome mou et Fléole des prés <i>Rumici obtusifolii-Arrhenatherenion elatioris</i> de Foucault 1989	7	12	2	E	2-3	Fauche (précoce) ou Pâturage	5
15	Prairie de fauche de montagne sur sol frais et moyennement fertile à Sanguisorbe officinale <i>Violo sudeticae-Trisetenion flavescens</i> Julve 1993 nom. inval.	4	7	1	E	3	Fauche	4
16	Prairie pâturée de montagne sur sol sec à sain et maigre 2 sous-types : * à Nard raide ou ** à Fétuque ovine (groupe) * <i>Chamaespartio sagittalis-Agrostidenion tenuis</i> Vigo 1982 * <i>Violion caninae</i> Schwickerath 1944 * <i>Galio saxatilis-Festucion filiformis</i> de Foucault 1994	15	16	3	E	2	Pâturage	1-2
17	Prairie pâturée de montagne sur sol sain à frais et peu fertile à Alchémilles et Violette jaune <i>Alchemillo xantochlorae-Cynosurenion cristati</i> Passarge 1969	4	6	2	E	2-3	Pâturage	3
18	Prairie pâturée de montagne sur sol sain à frais et moyennement fertile à Alchémilles sans Violette jaune <i>Alchemillo xantochlorae-Cynosurenion cristati</i> Passarge 1969	10	30	5	E	2-3	Pâturage	4
19	Prairie pâturée de montagne sur sol sain à frais et fertile à très fertile à Crételle et Ray-grass anglais - <i>Bromo mollis-Cynosurenion cristati</i> Passarge 1969	2	6	1	E	2-3	Pâturage	5
20 à 23	Prairies semées	8	54	6	B	-	Fauche	-

tiques (fauche, pâture, fertilisation) ont conduit à proposer quatre critères pour identifier les types de prairie permanente :

- L'altitude en tant que première clé d'entrée : même s'il ne s'agit pas toujours du facteur le plus discriminant du point de vue phytosociologique, cette information fait sens pour les techniciens du développement du périmètre d'étude qui distinguent plaine (<900 m) et colline (900-1300 m et > 1300m) dans leurs activités de conseil ;
- L'état hydrique de la prairie défini à partir de la portance du sol selon les périodes de l'année ;
- Le niveau de fertilité de la prairie qui intègre la profondeur de sol et le niveau global des apports de fertilisants (fumure organique et minérale, restitutions au pâturage) ;
- Le mode de gestion dominant : fauche ou pâture.

L'état hydrique, le niveau de fertilité et le mode de gestion sont des critères qui s'organisent différemment selon les types de prairie permanente et les clés utilisées (détaillées ou simplifiées).

Pour les zones de dégradations localisées, un critère spécifique rendant compte des facteurs de dégradation est introduit dans la clé : tassement, fertilisation en excès, sous-exploitation.

Propriétés des types de végétation

La caractérisation agro-écologique des types utilise les relevés et mesures effectués sur les parcelles du réseau de référence (LANDRIEAUX, 2009 ; PIQUET 2010). Pour chaque type de la typologie simplifiée sont décrits la composition de la végétation, les valeurs et les services agricoles et environnementaux.

La composition de la végétation mobilise les inventaires phytosociologiques pour donner la liste des espèces dominantes et les espèces caractéristiques des conditions de milieu (niveau trophique, état hydrique, collinéen/montagnard) et des pratiques. Les relevés agronomiques complètent la description avec l'évolution printanière des proportions de graminées, légumineuses et diverses et celle des types fonctionnels de graminées (CRUZ *et al.* 2010).

Au niveau des fonctions et services environnementaux, les relevés phytosociologiques ont permis d'établir les correspondances avec les référentiels typologiques existants : codes et intitulés CORINE biotopes, Natura 2000, cahiers d'habitats agropastoraux (BENSETTITI *et al.* 2005). Une évaluation de l'intérêt patrimonial au plan botanique de chaque type de prairie a été réalisée en tenant compte de plusieurs critères : intérêt

biogéographique (répartition chorologique), distribution à l'échelle du territoire d'application de la typologie, superficies concernées et leur évolution dans le temps (régression, stabilité, progression), composition floristique (richesse et diversité spécifique, caractère banal ou rare du cortège), présence d'espèces à statut de protection et/ou de rareté-menaces. Il est également pris en compte l'inscription des types de prairie à la directive « Habitats » reconnue à l'échelle de la Communauté européenne, dans l'attente de l'établissement de listes rouges nationale et régionales des habitats. Les inventaires botaniques ont aussi permis de renseigner des services relatifs à la diversité des couleurs de fleurs et à la capacité d'accueil des pollinisateurs (espèces entomophiles) et de la faune en général (structure du couvert prairial).

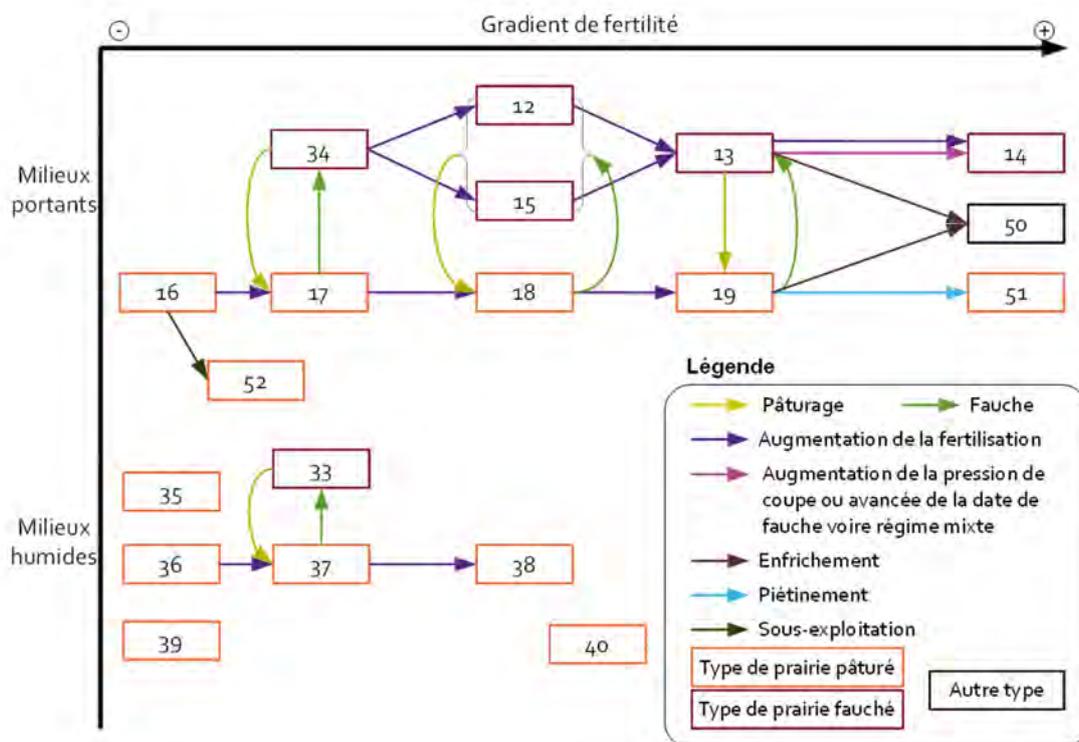
Au niveau agricole, les mesures et analyses agronomiques ont permis de modéliser l'évolution des potentiels de production et de qualité conduisant à identifier des services fourragers (rendement, saisonnalité de la production, qualité nutritive, souplesse d'exploitation, production laitière permise).

Enfin, les indicateurs rendant compte de la qualité des fromages, établis à dire d'expert sur des éléments sensoriels et nutritionnels, mobilisent également la composition botanique des prairies (diversité floristique, abondance des graminées et dicotylédones)

Dynamiques d'évolution

Les trajectoires dynamiques entre différents types ont été reconstituées à partir des observations synchroniques réalisées sur le terrain, sur la base des relevés phytosociologiques, ainsi qu'à partir des enseignements tirés de la littérature spécialisée (notamment FOUCAULT 1986 pour le domaine montagnard). Les évolutions possibles des types suite à une modification des pratiques de gestion ou du milieu ont été proposées sous la forme de diagrammes globaux. Un exemple (figure 3) est fourni pour les types de prairie situés en montagne, entre 900 et 1300 m. Les flèches donnent les tendances évolutives d'un type vers un autre type pour une modification d'un facteur donné. Les vitesses avec laquelle s'opèrent les changements ne sont pas encore suffisamment connues pour les préciser. Des observations diachroniques restent donc à acquérir. On peut toutefois avancer qu'une augmentation de la fertilisation aura un effet plus rapide qu'une diminution de fertilisation de même ordre (effet de résilience).

Figure 3 : évolutions des types de montagne sous l'effet des pratiques. Les numéros renvoient aux types définis dans la typologie multifonctionnelle.



Conclusion

L'application de l'approche phytosociologique comme clé d'entrée de la typologie multifonctionnelle des prairies des zones fromagères AOP du Massif central constitue une des originalités du programme. Les données phytosociologiques ont activement participé à la caractérisation agro-écologique des types, en complément des données agronomiques, ainsi qu'à la définition des fonctions et services environnementaux.

L'obtention de la typologie multifonctionnelle constitue une avancée notable sur la connaissance des potentiels des prairies des zones fromagères AOP du Massif central et des services qu'elles peuvent rendre. Mais cette typologie est à vocation évolutive : l'acquisition de nouvelles mesures permettra d'affiner au fur et à mesure les valeurs agricoles et environnementales des 23 types de prairie majoritaires rencontrés en zones AOP. Il reste d'autre part à compléter la caractérisation des 37 types dégagés par l'approche phytosociologique mais qui n'ont pas pu faire l'objet de mesures agronomiques adéquates dans le cadre du programme.

On soulignera enfin le caractère très bénéfique de la démarche de co-construction générée par le programme Prairies AOP qui a permis de favoriser des échanges fructueux sur les concepts

et les enjeux entre les différents partenaires du programme, agronomes et écologues, impliqués dans la recherche, le développement et la formation.

Bibliographie

- BARDAT J., BIORET F., BOTINEAU M., BOULLET V., DELPECH R., GEHU J.M., HAURY J., LACOSTE A., RAMEAU J.CI., ROYER J.M., ROUX G. & TOUFFET J., 2004. - *Prodrome des végétations de France*. Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 61, 171 p.
- BENSETTITI F., BIORET F., ROLAND J., LACOSTE J.P., GEHU J.M., GLEMAREC M. & BELLAN-SANTINI D., 2005. - *Cahiers d'habitats Natura 2000 : Habitats agropastoraux*. La Documentation Française, Paris, 4, 445 p., 487 p.
- BILLY Fr., 2000. - Prairies et pâturages en Basse-Auvergne. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*, N.S., N°spécial 20, 253 p.
- BRAUN-BLANQUET J. 1928. - *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. J. Springer Ed., Berlin, 7, 330 p.
- CARRERE P., SEYTRE L., PIQUET M., LANDRIEAUX J., J. RIVIERE et D. ORTH D., 2012. *Construire une typologie multifonctionnelle combinant les approches agro-écologiques - Fourrages* (à paraître).

CRUZ P., DURU M., THEAU J.P., JOUANY C., LE-CLOUX E., 2010. - Typologie fonctionnelle de graminées fourragères pérennes : une classification multitraits. *Fourrages* n°201 : 11-17

FOUCAULT B. de, 1986. - Contribution à une étude systémique des prairies de l'Aubrac (Massif central français). *Doc. Phytosociol.*, N.S., X (I) : 255-305

HULIN S., CARRERE P., CHABALIER C., FARRUGIA A., LANDRIEAUX J., ORTH D., PIQUET M., RIVIERE J., SEYTRE L., 2011 a. - *Diagnostic prairial en zones fromagères AOP du Massif central ; typologie multifonctionnelle des prairies ; version complète décrivant les 60 types de prairies identifiés en zones AOP*. Pôle Fromager AOP Massif central / Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire, Fonds national d'Aménagement et de Développement du territoire, Conseil Régional Auvergne, 441 p.

HULIN S., CARRERE P., CHABALIER C., FARRUGIA A., LANDRIEAUX J., ORTH D., PIQUET M., RIVIERE J., SEYTRE L., 2011 b. - *Diagnostic prairial en zones fromagères AOP du Massif central ; typologie multifonctionnelle des prairies ; version simplifiée et de terrain décrivant les types majoritaires rencontrés en zones AOP*. Pôle Fromager AOP Massif central / Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire, Fonds national d'Aménagement et de Développement du territoire, Conseil Régional Auvergne, 145 p.

LANDRIEAUX J., 2009. - *Contribution à l'élaboration d'une typologie des prairies dans la zone AOC Massif central. Renseignement agro-écologique des types*. Mémoire de fin d'études, Université de Bourgogne, AgroSup Dijon, 51p.

PIQUET M. 2010. - *Élaboration d'un outil de caractérisation des prairies en exploitations laitières des territoires AOP : construire et diffuser une typologie de la diversité prairiale*. Mémoire de fin d'études, AgroParisTech - Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement, 145 p.

Prairies AOP : <http://www.prairies-aop.net/>

Étude de la résistance à la sécheresse des populations de hêtres (*Fagus sylvatica* L.) du Massif central

Study of drought resistance of beech populations in the Massif central

par Catherine Lenne^①, Stéphane Herbette^①, Boris Fumanal^①, Rémi Wortemann^②, Tété Barigah^②, Hervé Cochard^②

① Clermont Université
Université Blaise Pascal
UMR 547 Physique et Physiologie Intégratives de l'Arbre Fruitier et Forestier, 24 avenue des Landais, BP 10448
F-63 177 AUBIERE Cedex
① 04 73 40 79 26
② 04 73 40 79 16
✉ catherine.lenne@univ-bpclermont.fr
www.univ-bpclermont.fr

② Institut national de la recherche agronomique - INRA
UMR 547 Physique et Physiologie Intégratives de l'Arbre Fruitier et Forestier, 234 avenue du Brézet
F-63 100 Clermont-Ferrand

① 04 73 40 79 28
② 04 73 40 79 16
✉ stephane.herbette@univ-bpclermont.fr

① 04 73 62 44 71
② 04 73 62 44 54
✉ herve.cochard@clermont.inra.fr

Résumé : Les différents scénarios modélisant les changements climatiques à venir prédisent une augmentation de la fréquence et de la sévérité des événements de sécheresse en Europe occidentale, comparables à ceux de 1976 et 2003. Dans ce contexte, la capacité des arbres à faire face à de sévères épisodes de sécheresse apparaît comme un enjeu scientifique et économique majeur. Parmi les essences forestières dominant les forêts du Massif Central, le hêtre (*Fagus sylvatica* L.) devrait subir une forte régression de son aire de distribution. En effet, cette espèce présente une vulnérabilité spécifique aux stress hydriques, du fait de ses exigences écologiques strictes en termes de précipitations annuelles et hygrométrie de l'air. L'intérêt de l'espèce réside dans sa large répartition géographique et sa forte amplitude écologique, visible à l'échelle du Massif Central qui ne compte pas moins de 4 types de hêtraies, soumises à différentes influences climatiques. L'approche développée au laboratoire pour étudier la résistance des arbres à la sécheresse est celle de l'analyse de leur vulnérabilité à l'embolie gazeuse qui affecte les vaisseaux du xylème lors d'évènements de sécheresse. Le projet développé au PIAF en collaboration avec le CBNMC vise à étudier la variabilité de la résistance à la sécheresse des hêtraies du Massif Central par des approches écophysiologiques novatrices et par la compréhension des bases moléculaires de la vulnérabilité à l'embolie. L'objectif final est d'appréhender les interactions entre les arbres et leur environnement afin d'évaluer le potentiel adaptatif des peuplements de hêtres aux futurs changements climatiques.

Mots-clés : *Fagus sylvatica* L. - résistance à la sécheresse - embolie - P50 - variabilité génétique - plasticité phénotypique.

Abstract : The different scenarios modeling the future climate changes predict an increase in the frequency and severity of drought events in Western Europe, similar to those on 1976 and 2003. In this context, the ability of trees to cope with severe drought appears to be a major scientific and economic challenge. Among the main forest tree species of the Massif Central, beech (*Fagus sylvatica* L.) should suffer a great decline in its range. Indeed, this species has a specific vulnerability to water stress, because of its strict environmental requirements in terms of annual rainfall and air humidity. The interest in this species lies in its wide distribution and high ecological amplitude, visible across the Massif Central, which includes no less than 4 types of beech forests, submitted to different climatic influences. The approach developed in the laboratory to study the tree drought resistance is the analysis of vulnerability to gas embolism that affects the xylem vessels during drought events. The project developed in collaboration with the CBNMC aims to study the variability of the drought resistance of beech forests in the Massif Central using ecophysiological innovative approaches and through the understanding of the molecular basis of vulnerability to embolism. The ultimate objective is to understand the interactions between trees and their environment in order to assess the adaptive potential of beech populations to future climate changes.

Keywords : *Fagus sylvatica* L. - drought resistance - embolism - P50 - genetic variability - phenotypic plasticity.

La durabilité des écosystèmes forestiers est fortement compromise par l'occurrence d'événements climatiques extrêmes tels que les sécheresses de forte intensité. Or les différents scénarios modélisant les changements climatiques à venir prédisent une augmentation de la fréquence et de la sévérité des événements de sécheresse en Europe occidentale, comparables à ceux de 1976 et 2003. Ces sécheresses exceptionnelles ont induits des dépérissements forestiers substantiels en Europe. Dans ce contexte, la capacité des arbres à faire face à de sévères épisodes de sécheresse apparaît comme un enjeu scientifique et économique majeur.

Parmi les essences forestières dominant les forêts du Massif Central, le hêtre (*Fagus sylvatica* L.) devrait subir, d'après les modèles climatiques, la plus forte régression de son aire de distribution (modèle construit dans le cadre du programme CARBOFOR, 2006, INRA). L'importante régression du hêtre prédite par les modèles climatiques repose essentiellement sur des données climatiques et quelques connaissances de l'écologie de l'espèce. Ainsi, cette espèce présente des exigences écologiques strictes en termes de précipitations annuelles et d'humidité ambiante. Selon les données disponibles dans la Flore Forestière Française (Rameau *et al.*, 1989), le hêtre est une espèce européenne à tendance subatlantique, de forte amplitude écologique. Les données autoécologiques de l'espèce font état d'une très large amplitude édaphique, sur sols à tendance neutrocline; par contre, c'est une espèce aux exigences hydriques très strictes puisqu'il se rencontre dans des zones aux précipitations annuelles supérieures à 750 mm et à l'humidité atmosphérique élevée.

L'intérêt de l'espèce réside aussi dans sa large répartition géographique à l'échelle européenne. La forte amplitude écologique de l'espèce décrite dans l'aire de répartition européenne est aussi visible à l'échelle du Massif Central qui ne compte pas moins de 4 types de hêtraies, soumises à différentes influences climatiques, c'est-à-dire un affaiblissement des influences océaniques en un gradient ouest-est et la diminution rapide des remontées méditerranéennes en un gradient sud-nord. On décrit classiquement : 1 - la hêtraie humide à scille lis-jacinthe (le *Scillo-Fagenion*) de l'étage montagnard sur le versant ouest d'un axe nord-sud Monts du Cantal - Monts-Dores et MontsDômes -, caractérisée par des influences atlantiques marquées (précipitations supérieures à 1000 mm/an), 2 - la hêtraie à aspérules (hêtraie de l'*Asperulo-Fagenion*) sous influences continen-

tales, sur le versant est des Monts-Dômes, dans le Devez et le Velay-est, soumise à un vrai climat continental (moins de 1000 mm d'eau/an, des hivers froids et rudes, des étés secs et chauds), 3 - la hêtraie calcicole à céphalanthères (hêtraies du *Cephalanthero-Fagenion*) sous influences méditerranéennes, une variation méridionale de la hêtraie continentale, et 4 - la hêtraie-sapinière acidiphile à luzules (hêtraies du *Luzulo-Fagenion*) dans les sites les plus froids et les plus humides. Les prédictions des aires de répartition des espèces restent toutefois très incertaines car elles manquent de données écophysologiques, notamment en ce qui concerne la résistance à la sécheresse. Il y a donc une nécessité à alimenter ces modèles de prédiction par des données sur l'écophysologie des espèces et des populations naturelles.

Afin de comprendre l'impact de sécheresses extrêmes sur la répartition du hêtre des forêts du Massif Central, un projet vise à analyser la variabilité de la résistance à la sécheresse de populations naturelles de hêtres. Ce projet est mené au laboratoire PIAF (Physique et Physiologie Intégratives de l'Arbre Fruitier et Forestier) de Clermont-Ferrand, en collaboration avec le CBNMC. Au vu de la répartition actuelle du hêtre et des modèles prédictifs de sa répartition dans les 50 années à venir, plusieurs questions se posent : - Quelle est la vulnérabilité du hêtre à la sécheresse et peut-on la mesurer ? - Peut-on estimer et comparer ce trait écologique entre populations de hêtres ? - Existe-t-il une variabilité de ce trait en lien avec l'écologie des types de hêtraies observée sur le terrain ? L'approche développée au laboratoire pour évaluer la résistance des arbres à la sécheresse est celle de l'analyse de leur résistance/vulnérabilité à l'embolie gazeuse qui affecte les vaisseaux de xylème lors d'événements de stress hydrique.

L'eau circule dans un arbre selon un flux ou-vert ascendant, le long d'un continuum « sol-plante-atmosphère » ininterrompu. L'eau est absorbée par les racines, en même temps que les ions minéraux, pour constituer la sève brute au niveau des vaisseaux du xylème (vaisseaux du bois). En parallèle, l'eau s'évapore au niveau des feuilles et est alors mise sous tension dans les vaisseaux du bois. Le moteur principal de la circulation de l'eau des racines vers les feuilles est donc l'évaporation de l'eau au niveau des feuilles qui crée une force de succion (tension) très forte dans le bois ; l'eau y circule le long d'un gradient de potentiel hydrique décroissant, du sol vers l'atmosphère, en traversant les tissus de la plante. La colonne d'eau présente dans les vaisseaux

du bois s'élève sous tension, grâce aux forces de cohésion des molécules d'eau entre elles (liaisons faibles de type hydrogène) et aux forces d'adhésion des molécules d'eau sur les parois des vaisseaux (capillarité), selon la théorie de circulation de la sève brute par tension-adhésion-cohésion communément admise (Angeles *et al.* 2004). Lors d'une sécheresse, la tension exercée par la succion des feuilles devient plus forte. Si cette tension franchit un seuil, lors d'une sécheresse forte, la colonne d'eau se rompt par perte de cohésion des molécules d'eau. Des bulles d'air envahissent alors les vaisseaux du bois et bloquent la circulation de la sève brute ascendante. C'est le phénomène d'embolie gazeuse. Le vaisseau embolisé n'est alors plus fonctionnel.

Le résultat mesurable de l'embolie est la diminution de la conductivité du rameau. Pour évaluer la résistance à la sécheresse des espèces, on analyse leur vulnérabilité à l'embolie en établissant sur les branches des courbes de vulnérabilité (Figure 1).

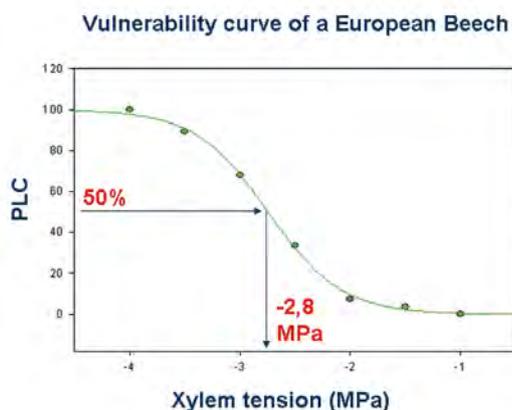


Fig. 1 : Courbe de vulnérabilité à l'embolie établie pour un rameau de bouleau (*Betula pendula* Roth, Bétulacées). PLC = Percentage of loss conductivity.

Pour cela, on mesure la perte de conductivité (PLC, Percentage of loss conductivity) d'un rameau soumis à une force de tension variable dans le xylème, en appliquant une force centrifuge croissante sur le rameau à l'aide du Cavitron ©. Sur cette courbe sigmoïde PLC = f(xylème tension, MPa), on calcule la **valeur de P50**, valeur de tension (en MPa) dans le xylème pour laquelle le rameau a perdu 50% de sa conductivité

La valeur de P50 est une mesure facilement accessible de la résistance à l'embolie gazeuse (Tyree et Sperry, 1989 ; Bréda *et al.*, 2006). Nous avons estimé au laboratoire la valeur de P50 pour un grand nombre d'espèces ligneuses, arbres ou arbustes, et nous avons classé ces espèces en fonction de leurs préférences écologiques. Le résultat est que la valeur de P50 est un paramètre facilement accessible et pertinent pour estimer la résilience (la survie) des espèces à la sécheresse (Figure 2). Les espèces xérophiles sont effectivement beaucoup plus résistantes à l'embolie (P50 plus bas) que les espèces hygrophiles (Cochard *et al.*, 2008). De plus, à l'échelle intra-spécifique, des études récentes montrent des différences dans la vulnérabilité à l'embolie entre des clones chez plusieurs espèces telles que les pruniers (*Prunus sp.*) (Cochard *et al.*, 2008), le peuplier (*Populus sp.*) et le saule (*Salix sp.*) (Cochard *et al.*, 2007), le pin douglas (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) et le pin maritime (*Pinus pinaster* subsp. *hamiltonii* (Ten.) Villar). Cependant, il n'existe aucune donnée sur la variabilité génétique de la vulnérabilité à l'embolie chez des populations naturelles d'arbres.

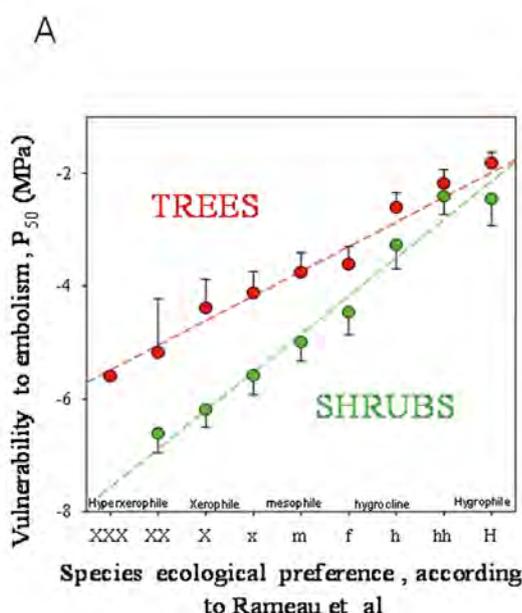
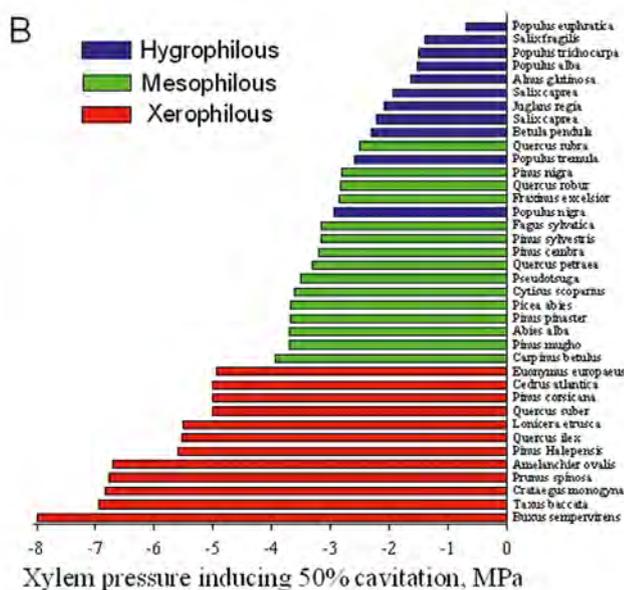


Fig. 2 : classement d'espèces ligneuses en fonction de leur P50. La valeur de P50 est mise en relation avec les préférences écologiques des espèces (fig. 2A : indices d'aridité de Rameau de la Flore Forestière) et leur niveau de xéro/hygrophilie (fig. 2B).



Pour les populations naturelles de hêtres en France, nous cherchons à caractériser la diversité des ressources du hêtre dans nos peuplements et d'autre part, en raison des diverses situations écologiques dans lesquelles le hêtre se développe, nous testons l'existence d'une variabilité génétique qui refléterait différents processus d'adaptation. Pour cela, nous avons d'abord comparé la résistance à l'embolie de plusieurs populations provenant de 3 sites différents en France aux conditions écologiques contrastées (forêts collinéennes de Graouilly et de Hesse dans le nord-est, forêt montagnarde d'Allagnat dans le Puy-de-Dôme et population de hêtres des pentes sud du Mont-Ventoux dans la Drôme). Les mesures de P50 révèlent une grande variabilité inter-populationnelles (Herbette et al, 2010), qui peut s'expliquer soit par une **grande variabilité génétique** et/ou une **grande plasticité phénotypique** (liée aux conditions environnementales) de la résistance à l'embolie.

Pour aller plus loin, des mesures effectuées sur des rameaux provenant tous de hêtres de la forêt d'Allagnat (mesure intra-populationnelle, Figure 3) montrent également une certaine variabilité entre individus et surtout entre conditions environnementales (branches de lumière ou d'ombre). Cette variabilité mesurée de la résistance à la sécheresse démontre qu'au sein d'une même population, il existe une **variabilité génétique** non négligeable ainsi qu'une **plasticité phénotypique** du trait écologique.

Dans un deuxième temps, les diversités génétiques neutre et sélectionnée seront étudiées sur les arbres analysés précédemment afin de déterminer les bases moléculaires de la résistance à la sécheresse. L'objectif sera d'appréhender les interactions entre les arbres et leur environnement et notamment d'analyser les processus démographiques et sélectifs qui affectent les gènes et les populations. Ceci permettra d'évaluer le potentiel adaptatif des peuplements de hêtre aux futurs changements climatiques.

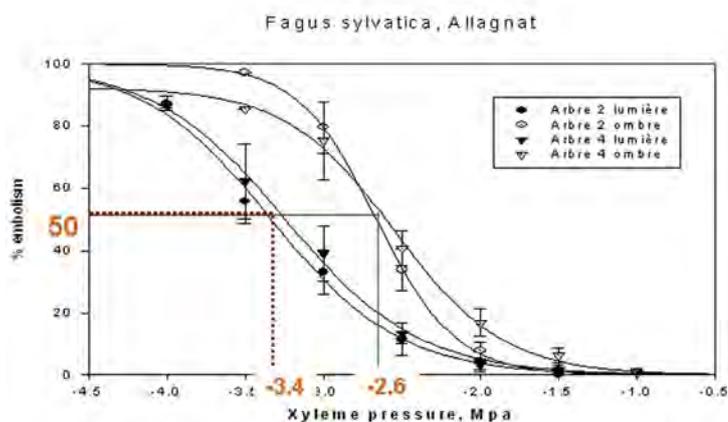


Fig. 3 : mesure du pourcentage d'embolie de rameaux provenant de hêtres provenant de la hêtraie d'Allagnat (Puy-de-Dôme). Les rameaux sont prélevés en différents endroits des arbres, branches de lumière ou branches d'ombre. Les résultats de % d'embolie sont présentés ici pour deux arbres différents (arbre 2 et arbre 4).

Références bibliographiques

- ANGELES G, BOND B, BOYER JS, BRODRIBB T, BROOKS JR, BURNS MJ, CAVENDER-BARES J, CLEARWATER M, COCHARD H, COMSTOCK J, DAVIS SD, DOMEQ J-C, DONOVAN L, EWERS F, GARTNER B, HACKE U, HINCKLEY T, HOLBROOK NM, JONES HG, KAVANAGH K, LAW B, LÓPEZ-PORTILLO J, LOVISOLO C, MARTIN T, MARTÍNEZ-VIALTA J, MAYR S, MEINZER FC, MELCHER P, MENCUCCINI M, MULKEY S, NARDINI A, NEUFELD HS, PASSIOURA J, POCKMAN WT, PRATT RB, RAMBAL S, RICHTER H, SACK L, SALLESO S, SCHUBERT A, SCHULTE P, SPARKS JP, SPERRY J, TESKEY R, TYREE M. 2004. The Cohesion-Tension Theory. *New Phytologist* 163: 451-452.
- BREDA N, HUC R, GRANIER A, DREYER E. 2006. Temperate forest trees and stands under severe drought: a review of ecophysiological responses, adaptation processes and long-term consequences. *Annals of Forest Sciences*. 63:625-644.
- COCHARD H, DAMOUR G, BODET C, THARWAT I, POIRIER M, AMÉGLIO T. 2005. Evaluation of a new centrifuge technique for rapid generation of xylem vulnerability curves. *Physiologia Plantarum*. 124:410-418
- COCHARD H, CASELLA E, MENCUCCINI M. 2007 Xylem vulnerability to cavitation varies among poplar and willow clones and correlates with yield. *Tree Physiology* 27: 1761-1767.
- COCHARD H, BARIGAH TS, KLEINHENTZ M, ESHEL A. 2008. Is xylem cavitation resistance a relevant criterion for screening drought resistance among *Prunus* species? *Journal of Plant Physiology*. 165:976-982.
- HERBETTE S, WORTEMANN R, AWAD H, HUC R, COCHARD H, BARIGAH TS. 2010. Insights into xylem vulnerability to cavitation in *Fagus sylvatica* L.: phenotypic and environmental sources of variability. *Tree Physiology*. 30: 1448-1455
- RAMEAU JC, MANSION D, DUMÉ G. 1989. *Flore Forestière Française – guide écologique illustré*. Institut pour le Développement Forestier Eds.
- TYREE MT, SPERRY JS. 1989. Vulnerability of xylem to cavitation and embolism. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. 40:19-38.

Suivi du couvert végétal sur les Hautes Chaumes du Forez (Parc naturel régional du Livradois-Forez) d'après des images SPOT

Monitoring vegetation changes of the Hautes-Chaumes du Forez (Massif Central, France) using Spot satellite images

par Christine Jacqueminet¹ et Bernard Etlicher¹

¹ Université Jean Monnet
UMR CNRS 5600 EVS - ISTHME
6 rue Basse des Rives
F-42023 Saint-Etienne cedex
① 04 77 42 19 25
✉ christine.jacqueminet@univ-st-etienne.fr
✉ bernard.etlicher@univ-st-etienne.fr

Résumé : Cet article analyse l'intérêt des images satellites pour suivre l'évolution du tapis végétal dans un secteur de moyenne montagne occupé par des landes et des pelouses. L'exploitation d'images Spot à 10 et 20 m de résolution permet de produire à chaque date une carte de la végétation selon ses caractéristiques physiognomiques. Cette information renseigne sur les processus de recolonisation des ligneux et de dégradation ou regain des formations ouvertes.

Mots-clés : télédétection - images haute résolution - végétation - pastoralisme.

Abstract : This paper emphasizes the interest of satellite imagery for the monitoring of vegetation evolutions in a middle range mountainous area covered with moorland and grassland (France, Massif Central). The use of Spot images of 10 and 20 m. resolution allows us to produce vegetation maps revealing the vegetation physiognomic characteristics. So, a better knowledge about the process of ligneous re-colonisation and the evolutions of herbaceous formations can be obtained.

Keywords : remote sensing - high resolution imagery - vegetation - pastoral moor.

Introduction

Les Hautes Chaumes du Forez (4712 ha) occupent le sommet des Monts du Forez (Massif Central, France) entre 1200 et 1634 m, entre les étages montagnard et subalpin. Ces crêtes ont été défrichées par le passé et présentent aujourd'hui, au-dessus de la lisière forestière, une mosaïque de pelouses et de landes façonnées par l'activité pastorale. Cette vaste étendue ouverte (environ 9000 ha) représente l'une des richesses paysagères et écologiques du Parc naturel régional du Livradois-Forez. Cet espace compte un périmètre Natura 2000 et certains secteurs ont le statut de ZNIEFF (Zone Naturelle d'Intérêt Floristique et Faunistique). L'activité pastorale est soutenue par des mesures agro-environnementales.

Ce plateau à vocation d'estive a connu à la fin des années 1990, une exploitation pastorale en déclin qui s'est traduite par un abandon des pâturages, ou dans certains secteurs, leur surexploitation. L'abandon des pâturages et la pratique de la fauche favorisent le regain des espèces ligneuses de landes (callune) au détriment des pelouses. La surfréquentation contribue, par le biais du piétine-

ment, au développement du nard (*Nardus stricta*). On observe également, une extension des surfaces forestières par reconquête naturelle, à partir de la lisière forestière, ou par reboisement volontaire. Cette transformation du couvert végétal compromet l'exploitation pastorale, menace le maintien de biotopes rares et pose le problème de la fermeture des paysages.

L'objectif de ce travail est d'élaborer un outil de surveillance de l'évolution des groupements végétaux et de l'impact des activités pastorales à l'aide de l'imagerie satellite. Les images utilisées sont des images Spot à haute résolution (10 et 20 m).

Cartographie du couvert végétal à l'aide de l'imagerie Spot

Le suivi est conduit entre 1998 et 2005, à l'aide de deux images Spot 3 (visible et proche infrarouge) acquises les 11/09/1997 et 06/07/1998 à 20 m de résolution, pour la première période, et d'une image Spot 5 (visible, proche infrarouge, moyen infrarouge) à 10 m acquise le 27/07/2005. Les dates d'acquisition des images ont été choi-

sies au moment du développement maximal de la végétation.

Le traitement des images satellites repose sur une démarche non supervisée, à l'aide de classifications automatiques emboîtées. Elle se justifie par la grande hétérogénéité intrinsèque des groupements végétaux restituée, pixel par pixel sur les images. Cette hétérogénéité est due à de multiples facteurs naturels (diversité des espèces, variété d'avancement du stade phénologique de ces mêmes espèces à la date d'enregistrement de l'image, taux de recouvrement, ambiance climatique...) auxquels s'ajoutent, localement, les effets des pratiques pastorales (pâturage, fauchage...). De nombreux travaux de caractérisation et de cartographie phyto-sociologique ont été réalisés sur les Hautes-Chaumes (THEBAUD, 1988 ; CREN Rhône-Alpes, 2006). Ils guideront *a posteriori* l'interprétation des images classées.

Le principe des classifications automatiques emboîtées (algorithme des nuées dynamiques) consiste à extraire à chaque date, par étapes successives, les classes de végétation. À titre d'exemple, une première série de classifications, appliquée à l'image de 2005, a permis d'extraire les classes dont les caractéristiques spectrales sont bien distinctes : « Conifères », « Herbacées hautes », « Herbacées basses », « Sols nus » et « Eau ». Une deuxième série de classifications a porté uniquement sur les pixels non classés correspondant aux forêts composées de feuillus et aux landes. Ont alors été extraits, les thèmes « Forêt de conifères et de feuillus », « Forêt de feuillus », « Landes basses » (dominées par les chaméphytes), « Landes mixtes » (mélange de chaméphytes et d'herbacées). Les tourbières présentes sur les Hautes-Chaumes n'ont pu être distinguées, leurs groupements végétaux se confondent avec les classes précédemment distinguées. La confrontation des résultats de classification avec les cartes phyto-sociologiques, des photographies aériennes et des relevés sur le terrain, a souligné l'importance des paramètres liés à la physionomie du couvert dans la réponse spectrale de la végétation. Les descripteurs physiologiques déterminants sont : la composition floristique (espèces dominantes et proportions relatives de ligneux et d'herbacées), la structure verticale, la biomasse chlorophyllienne et le taux de recouvrement (CHERPEAU, 1992 ; JACQUEMINET & THEBAUD, 2000).

Méthodologie du suivi des couverts végétaux entre 1998 et 2005

La carte de 1998 est construite par croisement des deux cartes extraites en 1997 et 1998. La confrontation des deux images met en évidence les changements qui affectent le couvert végétal et notamment les effets de la fauche et du pâturage sur les peuplements herbacés. Sa nomenclature est plus riche que celle de 2005. Pour réaliser le suivi, la nomenclature de la carte de 1998 est réduite aux neuf catégories de la carte de 2005. La superposition des deux cartes de végétation de 1998 et 2005 permet d'analyser pour chaque pixel son affectation à chaque date.

80 % des pixels de 1998 classés en « Conifères » se retrouvent dans la même catégorie en 2005. Les classes « Conifères et feuillus » et « Feuillus » indiquent une stabilité entre 52 et 60 %, les landes (« Landes basses » et « Landes mixtes ») se maintiennent à 66 – 70 % et les pelouses (« Herbacées hautes » et « Herbacées basses ») entre 61 et 70 %. (ETLICHER & JACQUEMINET, 2006). Cette variation importante en 7 ans, reflète d'une part des évolutions du tapis végétal mais aussi, l'empreinte des pratiques pastorales et les biais liés à la comparaison d'images de date, résolution et géométrie différentes.

Le rôle joué par les pratiques pastorales intervient sur les classes de landes, de pelouses et sur la classe « Sol nu ». Il est particulièrement perceptible pour la classe « Herbacées basses ». Cette classe désigne les pelouses où les herbacées sont rases car fauchées ou pâturées ainsi que les pelouses envahies par le nard peu chlorophyllien. Si l'on prend en compte : la réalisation ou l'absence de fauche ou de pâturage qui conduisent à une réponse différente de la végétation ; la date d'enregistrement des images qui varie entre 1998 et 2005 et la différence de réalisation des cartes entre 1998 et 2005, cette faible valeur de similarité révèle avant tout l'état très changeant de ces pelouses. Ces changements ne reflètent pas en réalité une modification du milieu ou du système d'exploitation entre les deux dates.

La comparaison des deux cartes est entachée de biais liés aux images elles-mêmes. La différence de résolution entre les images génère un biais dans cette comparaison de pixel à pixel. Les limites des entités sont plus précises en 2005 (résolution à 10 m) qu'en 1998 (résolution à 20 m). Même si elles n'ont pas bougé entre les deux dates, elles ne peuvent se superposer exactement. Ces effets de limites sont d'autant plus marqués que les entités sont fragmentées spatialement. On remarque

que la classe « Forêt de conifères » d'une grande contiguïté spatiale présente une valeur de similarité élevée entre les deux dates.

Le géoréférencement des images introduit également un biais. Malgré tout le soin apporté à la correction géométrique des images, lors de leur superposition, des décalages sont inévitables, surtout dans les secteurs à forte pente où un glissement de quelques mètres en projection peut

conduire à des décalages d'un ou plusieurs pixels. Ce décalage est d'autant plus sensible que beaucoup de zones de progression forestière se font sur les zones à forte pente précisément.

C'est donc avec précaution que nous interprétons ces valeurs chiffrées de l'évolution du tapis végétal qui s'exerce sur une période relativement courte de 7 ans. L'examen de la répartition spatiale des pixels sur l'image des changements (fig. 1),

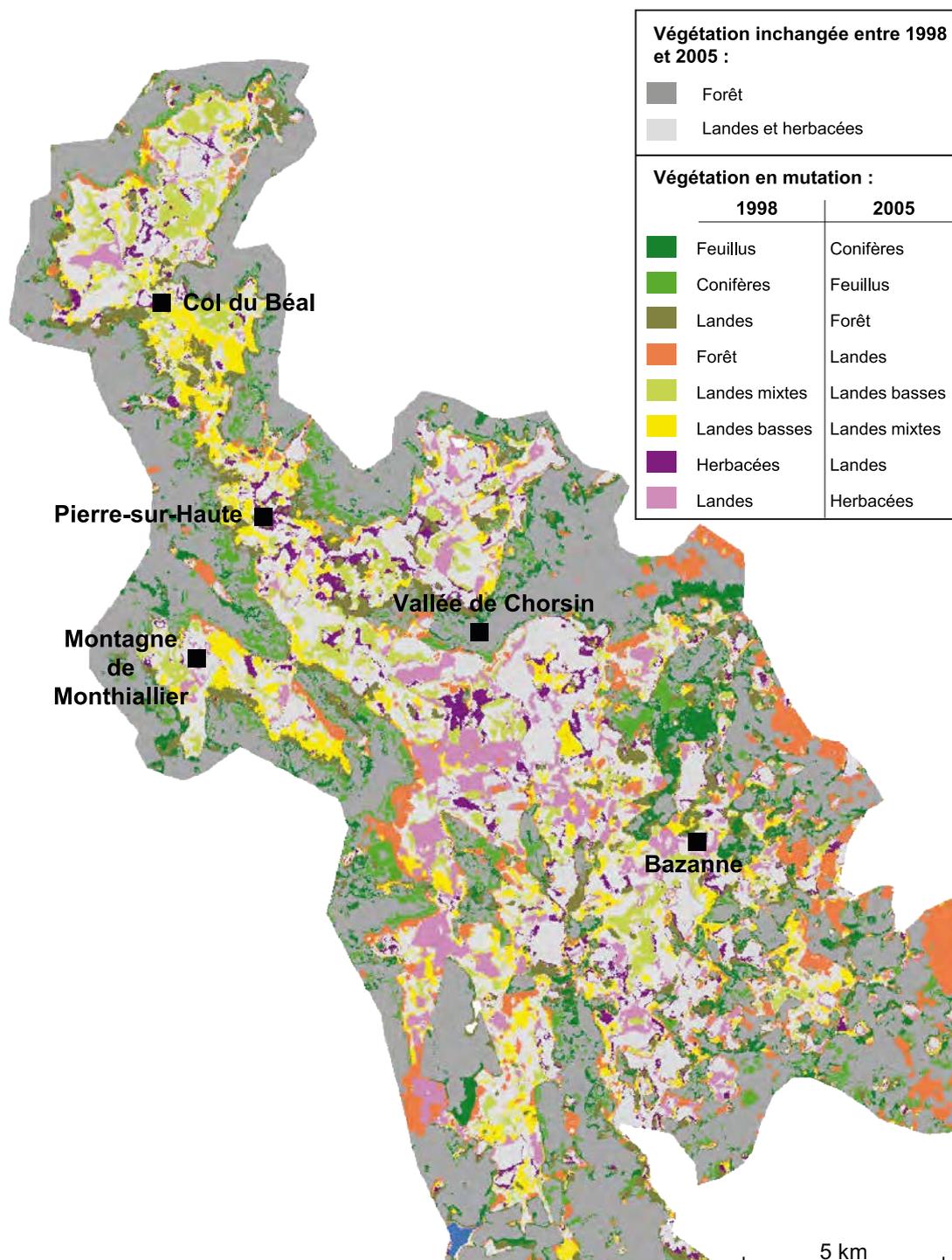


Figure 1 : Carte de synthèse des principales évolutions du couvert végétal réalisée à l'aide des images Spot 4 du 11/09/1997 et 06/07/1998 et d'une image Spot 5 du 27/07/2005.

permet de distinguer parmi les changements d'affectation des pixels entre les deux dates, les évolutions notables et les biais liés à la comparaison des deux cartes. C'est à l'aide de cette carte, que nous procédons à l'étude des changements et nous nous garderons de mesurer des superficies, un chiffre exprimé en hectares pouvant laisser croire à une précision illusoire.

Évolution du tapis végétal

La confrontation des cartes extraites aux deux dates montre globalement une évolution vers la fermeture dans la partie nord des Hautes-Chaumes plus élevée et une évolution vers l'ouverture au sud. La moitié Nord est dominée par l'envahissement des ligneux (en vert, fig. 1) ; la moitié Sud connaît un regain des landes et pelouses sur les ligneux (en orange et jaune, fig. 1). L'examen des mutations montre que les changements d'une classe se font majoritairement vers les classes physiologiquement proches : les mutations des classes de forêts se font vers les autres classes de forêts ou vers les landes. Celles des classes de landes et d'herbacées se font vers les autres classes des mêmes taxons. Les gains des formations ouvertes sur la forêt se font depuis les landes basses.

L'analyse spatiale de ces changements permet de saisir les modes d'évolution propres à chaque formation végétale.

Dans le cas de la forêt, globalement, la comparaison des deux cartes montre une stagnation, voire une très légère décroissance des superficies couvertes (le pourcentage de pixels classés dans cette formation décroît d'un peu moins de 2% entre les deux dates). Les disparitions de la forêt se font au profit de la lande dans des trouées internes à la forêt, dispersées et à basse altitude, résultant d'un défrichement, de chablis ou de coupes. Les trouées liées aux tempêtes de Lothar et Martin de 1999 sont particulièrement perceptibles sur les flancs sud des Hautes-Chaumes (en orange, fig. 1). Une reconquête de la forêt dans des clairières est également visible mais elle affecte des surfaces restreintes.

Inversement, les extensions de la forêt se manifestent majoritairement sur les lisières forestières de l'ensemble du massif. Leur ampleur est variable, mais on assiste clairement à une remontée de la limite supérieure de cette ceinture. Ces extensions sont le fait à la fois d'espèces de feuillus colonisatrices - les éboulis au nord de Pierre-sur-Haute sont envahis par une végétation arbustive à base de sorbiers - et celui d'une progression des

conifères (Pin sylvestre) en tâche d'huile à partir des massifs ou bosquets de résineux.

Ce suivi multitemporel met également en évidence des mutations internes au sein des peuplements forestiers liés à la croissance des individus, notamment celles des résineux dont le recouvrement devient majoritaire dans certains peuplements, ce qui explique le glissement des valeurs de classe des pixels, entre les classes de « Feuillus » vers les classes de « Conifères ». Cet effet est sensible sur les plantations de résineux arrivées à maturité qui en 2005, ont une réponse spectrale de type « conifères » alors qu'en 1998, en raison du sous-bois couvrant, elles se confondaient avec la classe « Conifères et feuillus ».

Les classes de « Landes » ont un pourcentage de stabilité de l'ordre de 70 %. Le retour vers la forêt est sensible : 21 % depuis les landes basses. En revanche il est très faible depuis les landes mixtes. Ce retour se fait sur les lisières et vers les feuillus pour les ¾. Cette évolution corrobore l'avancée des sorbiers observée sur le terrain, qu'il s'agisse de conquêtes nouvelles ou, plus vraisemblablement, d'une densification de la canopée par les sorbiers qui n'avaient pas été détectés spectralement en 1998. Ce recul des "landes", localement entrecoupé d'avancées inverses des "landes" sur la forêt, s'exerce majoritairement dans la partie nord.

L'avancée des "landes" au détriment de la forêt affecte principalement la moitié sud des Hautes-Chaumes, au sud d'une ligne joignant la vallée de Chorsin à la montagne de Monthiallier (fig. 1). Les "landes" progressent en lisière de forêt. Elles se substituent aux forêts également parmi les reboisements en timbre-poste du SE, sous la forme de tâches plus ou moins géométriques traduisant des coupes ou des clairières recolonisées. De nombreuses trouées envahies par les framboisiers, les fougères, les épilobes apparaissent dans la base des Habitats du CREN qui confortent cette interprétation sur le versant oriental (CREN Rhône-Alpes, 2006).

L'analyse des changements internes des classes de "landes" permet de percevoir la densification des ligneux bas au sein des landes ou au contraire le développement des herbacées. Ces deux tendances coexistent sur l'ensemble du massif. Cependant, le secteur situé au nord du col du Béal, est affecté par une prédominance du développement des ligneux bas au sein des landes alors que la partie sud-est du massif, est dominée par une évolution inverse. Ce regain des herbacées est également attesté, dans ce même secteur SE, par le changement d'affectation de pixels classés en landes en 1998 et devenus herbacés en 2005 (fig. 1).

Facteurs naturels et impact des pratiques pastorales

Entre l'étage montagnard et l'étage subalpin, le paramètre topographique qui détermine l'ambiance climatique, joue un rôle important sur l'évolution des couverts. C'est entre 1250 et 1370 m que les gains forestiers sont les plus importants, mais il faut noter qu'entre 1370 et 1510 m, même à ces altitudes, qui sont à la limite de l'étage subalpin (THÉBAUD 2004), la dynamique est significative. Au-delà, la décroissance est progressive traduisant peut-être une limite écologique. En revanche, on constate assez clairement que les altitudes les plus basses (1200-1260 m) sont moins affectées par cette dynamique.

Le constat immédiat à la lecture de la carte est le contraste entre la partie haute, au-dessus de 1450 m et la partie plus basse. La lande subalpine est plutôt le domaine d'un retour vers la forêt, la lande montagnarde, plutôt celui d'un retour à la pelouse.

L'origine de cette opposition est bien évidemment à rechercher dans l'effet des pratiques pastorales : une intensification caractérise les parties basses qui se traduit par des remises en état de pâturages, des améliorations de lande etc. qui conduisent à une régression des landes basses au profit de landes mixtes et de pelouses. Au contraire, au-dessus de 1450 m, c'est davantage la dynamique naturelle suite à l'abandon qui prévaut. Cette remarque générale doit être fortement nuancée, car deux secteurs à basse altitude du département de la Loire échappent à cette intensification, le sud est au-delà de Bazanne, et, dans une moindre mesure le nord est extrême (ETLICHER & JACQUEMINET, 2006).

Conclusion

L'imagerie satellite, même à une résolution décimétrique, est un outil de perception des états du couvert végétal et de ses changements pertinent. L'information échantillonnée sur la base du pixel renseigne sur ses moindres nuances. La reconnaissance des caractéristiques physiologiques de la végétation s'avère bien appropriée pour suivre le développement des ligneux hauts et bas au sein des formations de landes et pelouses. Le suivi a été réalisé à partir d'une typologie en 9 classes. Cette dernière, pourrait être enrichie par l'utilisation de deux images enregistrées à deux saisons différentes, comme cela a été fait pour 1998. L'utilisation de deux dates permet d'une part, une auto-validation des classes distinguées à chaque date et, d'autre part, d'identifier plus précisément les impacts des pratiques pastorales liés à la fauche et au pâturage sur les formations basses.

Bibliographie

- CHERPEAU A. 1992. - *Téledétection et agro-écologie, un essai de cartographie destinée à la gestion des milieux herbacés de haute montagne. Application au Parc national des Ecrins*. Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier-Grenoble I, France, 230 p.
- CREN Rhône-Alpes, 2006, *Cartes au 1/25 000 de la végétation du site Natura 2000 « Hautes Chaumes du Forez »* FR8201756 (mars 2006).
- ETLICHER B., JACQUEMINET Ch., 2006.- *Evolution du couvert végétal entre 1998 et 2005 d'après des images spot ; Hautes Chaumes du Forez : suivi scientifique*. Rapport inédit, Université Jean Monnet, Saint-Etienne, 36p.
- JACQUEMINET C., THEBAUD G. 2000. - Caractérisation et suivi de formations de landes montagnardes à l'aide de l'information satellitale, in J.-M. Dubois, R. Caloz, p. Gagnon (eds), *La téledétection en Francophonie : analyse critique et perspectives - Actes des VIIIe journées scientifiques de Lausanne 1999*. Edit. Agence Universitaire de la Francophonie, Sherbrooke, 379-384.
- THEBAUD G. 1988. - *Le Haut-Forez et ses milieux naturels : apports de l'analyse phytosociologique pour la connaissance écologique et géographique d'une moyenne montagne cristalline subalpine*. Thèse d'Etat Sciences naturelles, Université de Clermont Ferrand II, France, 330 p.
- THÉBAUD G., 2004. - Les sommets subalpins de Pierre-sur-Haute. *Journal de Botanique*, n° 26, 25-29.

Évaluation de l'état de conservation des forêts alluviales à bois tendre sur le site Natura 2000 Val d'Allier, de Jumeaux à Pont-du-Château.

Evaluation of conservation level of softwood forests in
Natura 2000 site of Val d'Allier - Jumeaux à Pont-du-Château.
par Sylvain Pouvaret¹

¹ Conservatoire d'espaces naturels
d'Auvergne
Moulin de la croûte
Rue Léon Versepuy
F-63 200 RIOM
☎ 04 73 63 00 10
☎ 04 73 64 04 73
✉ sylvain.pouvaret@espaces-naturels.fr
www.cen-auvergne.fr

Résumé : Dans le cadre de l'animation du site Natura 2000 Val d'Allier de Jumeaux à Pont-du-Château, le Conservatoire d'espaces naturels d'Auvergne a réalisé une évaluation de l'état de conservation des forêts alluviales à bois tendre, rattachées à l'habitat prioritaire 91E0 « Forêts alluviales à *Alnus glutinosa* et *Fraxinus excelsior* ». La méthode proposée se base sur une notation des peuplements échantillonnés en fonction de critères et indicateurs spécifiques à ce type de forêt, renseignés sur le terrain.

Abstract : For the animation of the Natura 2000 site of Val d'Allier Jumeaux à Pont-du-Château, the Conservatoire d'espaces naturels d'Auvergne conducted an evaluation of conservation level of softwood forests, belonged to the habitat of community interest 91E0 "alluvial forests with *Alnus glutinosa* and *Fraxinus excelsior*". The proposed method is based on a rating of forests sampled according to specific criteria and indicators to this type of forest, filled during the field campaign.

Mots-clés : état de conservation - forêts alluviales - Val d'Allier.

Keywords : conservation level - softwood forests - Val d'Allier.

Introduction

Sur l'ensemble du site Natura 2000, l'habitat générique 91E0 représente 17 % de la superficie totale, ce qui est loin d'être négligeable. Deux habitats élémentaires sont concernés sur ce site : les forêts à Saule et Peupliers du *Salicion albae*, décrites sous le code 91E0-2 (cahiers d'habitats Natura 2000) et les forêts à Aulnes et Frênes de l'*Alnion incanae*, rattachées au code 91E0-6, plutôt liées à l'amont (environs de Charbonnières et Brassac le Mines).

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'habitat générique prioritaire 91E0 à l'échelle du site qui représente un secteur de méandrage important du moyen Allier. Dans le Document d'objectifs, ces forêts sont considérées comme étant en mauvais état de conservation en 2006. En effet les menaces qui pèsent sur cet habitat naturel fragile sont nombreuses : plantations, abaissement du niveau de la nappe alluviale par pompage ou érosion du lit, envahissement par des espèces exotiques....

Étant donné que le site couvre une surface assez importante (2344 ha) et s'étend une grande longueur, plusieurs tronçons ont été distingués, selon la sectorisation hydro-géomorphologique de l'étude de la dynamique fluviale de l'Allier (Diren Auvergne, EPTEAU *et al.*, 1998).

Protocole d'étude

Avant de réaliser une synthèse bibliographique sur les méthodes d'évaluation de l'état de conservation. Parmi celles-ci, il nous a semblé judicieux de retenir le protocole élaboré par le Muséum et l'ONF (Carnino, 2008), qui répondait le mieux à notre questionnement grâce à la mise en place d'un système de notation du peuplement. Il est par ailleurs adapté à nos contraintes de travail en terme de temps, de moyens humains limités et de surface importante à évaluer. Ainsi, compte-tenu du temps imparti, un protocole par relevé phytosociologique par placettes du type suivi des forêts alluviales du Bassin de la Loire (DUPIEUX N., 2004) était trop lourd à mettre en place.

Rappelons avant tout qu'un habitat naturel peut être considéré en bon état de conservation lorsque sa surface est stable, sa structure et ses fonctions spécifiques sont bien présentes, que les espèces qu'ils abritent assurent leur cycle et enfin qu'aucune atteinte n'est à signaler. De manière générale, l'évaluation de l'état de conservation se base sur la comparaison entre une entité observée et une entité de référence, qui correspond au seuil minimal à atteindre pour passer dans un bon état de conservation. Afin de bien distinguer l'évaluation à l'échelle du site Natura 2000 de celle à l'échelle du territoire biogéographique, la nomenclature utilisée est différente :

- Échelle biogéographique : état «favorable», «inadéquat», «mauvais».
- Échelle du site : état «optimal», «bon», «altéré», «dégradé».

Choix des critères et indicateurs

Deux catégories de critères ont été retenues dans cette étude : ceux relatifs à l'intégrité de la structure et de la fonctionnalité de l'habitat et les atteintes sur celui-ci (facteurs de dégradation qui remettent en cause sa typicité, son bon fonctionnement et sa pérennité).

La structure des peuplements a été évaluée à travers plusieurs critères comme la proportion des essences forestières allochtones.

La structuration des classes d'âges a également été prise en compte par l'intermédiaire de l'indicateur du nombre de très gros bois à l'hectare. Considérant que la présence de bois mort au sol ou sur pied est également favorable à l'accueil d'une grande diversité faunistique, trois classes de bois ont été définies selon le diamètre. Des critères spécifiques aux forêts alluviales à bois tendre ont été retenus dans le cadre de cette évaluation : la présence de remaniement par les crues, d'annexes hydrauliques ainsi que la distance au chenal actif sont des indicateurs qui permettent d'évaluer la fonctionnalité hydraulique de l'habitat.

Plusieurs types d'atteintes à l'habitat identifiées au préalable ont été retenus comme critères d'évaluation : la présence d'espèces exotiques envahissantes, notée par le recouvrement de chaque taxon ; les perturbations hydrologiques et morphologiques renseignées par le nombre d'arbres morts dépérissant ainsi que divers impacts liés à la fréquentation humaine, aux déchets déposés par les crues, indiqués selon deux niveaux d'importance.

Échantillonnage

Étant donné la superficie des forêts à bois tendre sur le site, nous avons choisi de réaliser un échantillonnage parmi les polygones cartographiés à l'occasion de la rédaction du document d'objectifs. Les polygones échantillonnés ont été retenus

Tableau 1 : Grille d'indicateurs d'évaluation de l'état de conservation.

Paramètre	Critère	Indicateur	Modalité d'application	Echelle de collecte
Structure et fonctionnalité de l'habitat	Composition dendrologique	Proportion d'essences allochtones	3 catégories : - 0 % : composition typique - Présence < 30 % : composition peu typique - Présence > 30 % : composition transformée	Polygone
	Structuration des classes d'âges (Vieux peuplements)	Quantité de très gros bois (TGB)	3 catégories : - Au moins 3 TGB / ha - 1 ou 2 TGB / ha - Aucun TGB	
	Bois mort (diamètre > 35 cm)	Quantité d'arbres morts sur pieds et au sol	9 catégories : - 10 < D < 30 cm : absent ; 1 ou 2 pieds/ha ; >3 pieds/ha - D > 30 cm : absent ; 1 ou 2 pieds/ha ; >3 pieds - Bois mort au sol : absent ; 1 ou 2 pieds/ha ; >3 pieds/ha	
	Remaniement par les crues	Quantité de sable déposée	2 catégories : - Dépôt important - Dépôt négligeable ou peu visible	
	Fonctionnalité hydraulique	Distance par rapport au chenal actif (Dch) Si $D_{ch} > 40$ m, utiliser l' Indicateur alternatif : présence d'annexes hydrauliques internes ou externes au polygone	Proche / Eloigné (> 40 m) Présence / Absence	
Atteintes 1	Espèces exotiques envahissantes	Recouvrement	3 catégories : - Atteinte généralisée (> 50 % de la surface) - Atteinte présente - Pas d'atteinte	
Atteintes 2	Impact de la pollution causée par les déchets	Déchets déposés par la crue	2 catégories : - Impact important - Impact négligeable ou pas d'atteinte	Site
	Impact de la fréquentation humaine sur l'habitat	Dommages observés sur l'habitat dus à la sur-fréquentation humaine		

de manière aléatoire en fonction des tronçons hydro-géomorphologiques de l'Allier : en effet, la surface échantillonnée dans un tronçon est corrélée à la surface de forêt à bois tendre dans ce dernier. Le renseignement des indicateurs s'est fait de manière systématique par parcours de l'intégralité du polygone, à partir d'une grille d'indicateurs comprenant toutes les modalités d'application décrite dans le tableau I. Certains critères ont été renseignés de manière générale à l'échelle du site Natura 2000 et non du polygone (fréquentation humaine, déchets). Au total, la superficie échantillonnée représente 10 % du total des forêts à bois tendre.

Interprétation des indicateurs

La méthode d'interprétation des indicateurs qui s'est révélée la plus objective est celle de notation établie par le Muséum en 2008.

Une note de départ de « 100 » est attribuée à chaque polygone échantillonné, correspondant à un bon état de conservation optimale (état dit "objectif"), c'est à dire un habitat avec un cortège d'essences typiques, peu d'atteintes, une structuration des classes d'âge équilibrée, et une présence significative de bois mort.

On attribue ensuite une valeur à chaque critère : «0» quand la situation correspond à l'état "objectif" puis une note négative de plus en plus forte à mesure que l'on s'éloigne de cet état (tableau II). La somme de toutes les valeurs des critères à la note de départ permet d'obtenir une note finale sur 100 pour l'habitat à l'échelle du site Natura 2000. L'état de conservation correspondant à la note est obtenu en reportant cette dernière sur l'axe de correspondance note / état de conservation (Figure I).

Tableau II : Exemple de valeurs déclassantes retenues pour des critères d'atteintes

Note de départ du polygone i (Nd)	Indicateur	Cas de figure	Valeur correspondante (V)	(Ni= Nd-V)
100	Recouvrement espèces exotiques	* Pas d'atteinte	0	100
		* Atteinte présente	-15	100 - 15 = 85
	Etat sanitaire des arbres	* Atteinte généralisée (>50% de la surface)	-25	100 - 25 = 75

Fig. 1 : Axe de correspondance note / état de conservation



Trois étapes sont nécessaires pour obtenir une note finale de l'habitat pour l'ensemble du site :

- Dans un premier temps, on attribue une note N_i pour chaque polygone échantillonné en fonction des critères « typicité de la composition dendrologique », fonctionnement hydraulique remaniement par les crues et « atteintes 1 », selon l'exemple exposé dans le tableau III.
- Ensuite, est calculée la moyenne pondérée par la surface des notes N_i selon la formule suivante :
Somme ($N_i \times$ surface du polygone i) / Surface totale échantillonnée = N_{hab}
- Enfin, sont intégrés à la note N_{hab} les valeurs des critères **estimés globalement** à l'échelle du site (structuration des classes d'âges, bois mort, atteintes à l'échelle du site) comme présenté sur le tableau IV.

	N° Polygone	Commune	Lieu-dit	Essence dominante	Espèces de lianes	Proportion essences forestières	Recouvrement espèces exotiques	Présences d'annexes hydrauliques	Remaniement par les crues	Etat sanitaire des arbres	Distance au chenal	
	8	Les Martres de Veyre	Etangs de la Martoise	<i>Populus nigra</i>	<i>Parthenocissus inserta</i> <i>Hedera helix</i> <i>Humulus lupulus</i>	< 30%	> 50% (<i>Reynoutria</i>)	extconnecté+int	visible	-	0-164 m	
Note correspondante	Nd= 100					-15	-25	0	0	0	0	N8=60

Tableau III : Application de la méthode de notation à un polygone de forêt échantillonné.

Habitat	Nhab	Note structuration des classes d'âge	Note « Bois mort »	Note atteintes 2	Note finale	Etat de conservation
91F0	63,6	0	-5	-10	48,6	dégradé

Tableau IV : Intégration des valeurs des critères à l'échelle du site à la note Nhab

Résultats et analyses

L'évaluation par sous-tronçon a mis en évidence un meilleur état de conservation à l'amont (Pont d'Auzon au Pont de Parentignat) qu'à l'aval, certainement lié à la pression anthropique. Les secteurs les plus dégradés sont situés au niveau d'Issoire jusqu'au Pont de Longues ainsi que vers Pont du Château.

L'application de la méthode de notation a permis d'obtenir une note finale de l'habitat sur le site de 48,6 sur 100. Après report sur l'axe de correspondance note / état de conservation (Figure 1), on peut donc déduire que l'habitat est en état « dégradé » à l'échelle du site.

Ceci s'explique en grande partie par la présence récurrente d'espèces exotiques envahissantes dans les peuplements : six espèces sont présentes dans plus de 25 % des polygones (*Impatiens glandulifera*, *Helianthus pl. sp.*, *Robinia pseudoacacia*,

Acer negundo, *Parthenocissus inserta*, *Reynoutria pl. sp.*). Les Renouées exotiques recouvrent dans

près d'un tiers des cas, plus de la moitié de la superficie du polygone : elles sont d'ailleurs très souvent exclusives, entraînant la disparition des espèces autochtones en les privant de lumière.

La structure de la composition dendrologique est aussi fortement modifiée, avec la présence du Robinier et de l'Érable négundo mais également de peupliers plantés : 20 % des polygones montrent ainsi une transformation de la strate arborée.

Nous avons pu observer également un dépérissement de certains arbres que l'on pourrait mettre en relation avec un abaissement de la nappe alluviale.

Sur l'ensemble des forêts prospectées, un tiers d'entre elles ne présente aucune trace de dépôt de sable. Nous devons toutefois émettre une réserve quant à cet indicateur, qui ne reflète pas vraiment l'inondabilité.

Aux dépôts de sable s'ajoute un nombre important de très gros bois sur l'ensemble de la zone échantillonnée, qui prouve dans l'ensemble un vieillissement de ces forêts. Étant donné que les crues participent au rajeunissement des forêts à bois tendre, on peut supposer que la plupart des forêts ne sont plus soumises à un régime intense de crues hivernales, lié très certainement à l'incision du lit de l'Allier.

Discussion et perspectives

La méthode employée a montré ses limites lors de l'application du système de notation qui s'est avéré assez complexe, notamment par l'intégration couplée de critères à l'échelle du polygone et à l'échelle du site. Il est donc proposé dans le cadre d'études ultérieures de considérer directement les moyennes des critères recueillis dans chaque polygone, sans passer par l'étape de calcul d'une note pour le polygone.

Par ailleurs, la fixation arbitraire de seuils et de valeurs dégradantes est discutable : suite à des retours d'expériences, le protocole du Muséum semblerait avoir été amélioré sur ces valeurs seuils.

L'évaluation pose le problème général de la redondance et de la multiplicité des indicateurs utilisés : dans notre cas, cela peut s'illustrer notamment par un caractère commun entre l'indicateur « typicité de composition dendrologique » et « recouvrement en espèces exotiques envahissantes » (exemple du Robinier).

Dans les perspectives de restauration et de conservation de cet habitat naturel à rôle écologique fondamental, il ressort prioritairement une lutte contre les espèces exotiques envahissantes modifiant la strate arborée sur certains sites. De manière générale, la perturbation de la dynamique fluviale entraîne une évolution de la forêt à bois tendre vers une forêt à bois dur, à rôle épurateur moindre. Il doit donc être envisagé dans le cadre de programmes globaux une restauration de la dynamique fluviale dans les secteurs les plus enrochés et à dynamique potentielle importante.

La méthode présentée doit être affinée dans une étude ultérieure du Conservatoire sur l'évaluation de l'état de conservation des forêts à bois dur (habitat 91F0), en réévaluant les seuils ainsi que les calculs de notes.

Bibliographie

CARNINO N., 2008 – *État de conservation des habitats forestiers d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000*. Muséum national d'Histoire naturelle, Office national des Forêts, 35 p + Annexes.

DUPIEUX N., 2004 – *Une proposition de protocole commun pour la description et le suivi des forêts alluviales du bassin de la Loire*. Programme Loire nature, mission scientifique, 41 pages.

EPTÉAU, CEPA, LPO, 1998 – *Étude de l'Allier entre Vieille Brioude et Villeneuve*. DIREN Auvergne, Agence de l'eau Loire Bretagne, 72 p + Annexes.

Utiliser Corine Land Cover pour définir une trame écologique du Massif central

Using Corine Land Cover data to define a french Massif central ecological network

par Céline Sacca¹, Bernard Etlicher¹ et Pierre-Olivier Mazagol¹

¹ Laboratoire ISTHME
(Images, Société, Territoire, Homme, Mémoire, Environnement)
UMR CNRS 5600
Université de Saint-Étienne
6, rue Basse des Rives
F-42023 SAINT-ÉTIENNE cedex 01
04 77 42 19 20
celine.sacca@univ-st-etienne.fr
pierre.olivier.mazagol@univ-st-etienne.fr
bernard.etlicher@univ-st-etienne.fr

Résumé : Suite au Grenelle de l'environnement, la gestion environnementale a intégré une dimension spatiale à travers la notion de trame écologique. Celle-ci composée de réservoirs de biodiversité et de corridors et conçue comme un outil essentiel à la gestion des territoires, nécessite un cadre méthodologique précis. Or, si les concepts relatifs aux réseaux écologiques sont maintenant classiquement définis, leur identification et leur cartographie sont loin d'être satisfaisantes. L'objet de cet article est donc d'alimenter la recherche méthodologique sur ces questions.

Mots-clés : Trame écologique - occupation du sol - Corine Land Cover - réservoirs de biodiversité - corridors.

Abstract : After the Environment Round Table "Grenelle de l'environnement", the environmental management integrated a spatial nature through notion of the ecological network. This one made of core areas and corridors and seen as an environmental management tool demands a specific methodological framework. Whereas concepts about ecological networks are clearly defined, their identification and their cartography are far from being satisfactory. The aim of this paper is to provide element for a methodological research about these questions.

Keywords : Ecological network - Corine Land Cover - core areas - corridors.

Introduction

Suite au Grenelle de l'environnement, la gestion environnementale s'est dotée d'une dimension spatiale en intégrant les logiques d'aménagement territoriales. À ce titre, un nouvel outil de planification a vu le jour : la Trame verte et bleue. Celle-ci vise à (re)constituer un réseau écologique cohérent, à l'échelle du territoire national, pour permettre aux espèces de circuler, de s'alimenter, de se reproduire... en bref, d'accomplir leur cycle de vie. Si sa finalité est opérationnelle, la Trame verte et bleue est sous-tendue par des concepts empruntés à l'écologie et plus particulièrement à l'écologie du paysage. Elle décline ainsi les notions de réservoirs de biodiversité et de corridors (BUREL & BAUDRY 1999). Les premiers appelés également « zones nodales » ou « cœur de nature » correspondent à des espaces au sein desquels la biodiversité est forte. Ils sont reliés entre eux par les seconds. L'ensemble constituant un réseau.

La conception de la Trame verte et bleue comme un outil essentiel de gestion des territoires et dans un proche avenir comme partie intégrante des do-

cuments d'aménagement (PLU, SCOT, SRCE...) a suscité des initiatives aux niveaux régional et local. Malgré sa position au centre de la France et sur un axe majeur en termes de biodiversité, entre la péninsule ibérique et le reste de l'Europe, le Massif central restait jusqu'à récemment à l'écart de tels projets. Aussi et anticipant l'enjeu qu'elle constitue pour cet espace stratégique, l'association des parcs du Massif central (IPAMAC) s'est lancée dans une réflexion portant sur l'identification d'une trame écologique¹ à l'échelle du massif, élargi à la région Languedoc-Roussillon et étendu aux Pyrénées catalanes². L'aire d'étude représente ainsi plus d'1/6 du territoire français métropolitain soit 103 000 km², comprend 23 départements et concerne 6 régions.

Derrière l'objectif général d'identifier une trame écologique à l'échelle d'une grande région au 1/100 000, trois volontés qui confèrent à cette étude un caractère expérimental, apparaissent. Premièrement, si les concepts relatifs aux réseaux écologiques sont maintenant classiquement définis, leur mise en œuvre et leur cartographie sont loin d'être satisfaisantes. Il s'agit donc d'alimenter la recherche méthodologique sur la question.

1. Pour distinguer l'outil d'aménagement de la réalité écologique, c'est le terme de trame écologique qui est utilisé ici pour désigner l'ensemble des réservoirs de biodiversité et les corridors qui les relient.

2. Cette délimitation correspond à celle fixée par le Décret n°2004-69 modifié par le Décret n°2005-1333 du 28 octobre 2005.

Deuxièmement, l'application à une région ou un ensemble plus vaste comme le Massif central, de concepts développés à une échelle bien plus précise pose des difficultés actuellement mal résolues. Il importe donc aussi de contribuer à la réflexion dans cette voie. Enfin troisième et dernière volonté, elle concerne l'utilisation de données disponibles et homogènes sur l'ensemble du territoire. C'est dans cette perspective expérimentale que nous avons été associés à ce projet et que s'inscrit le travail présenté. En raison des limites rédactionnelles imposées à cet article, seule la cartographie de l'occupation du sol, première étape indispensable à l'identification de la trame écologique, sera traitée ici. À l'amont de la démarche, elle vise une caractérisation des milieux présents sur le territoire en termes de biodiversité. L'article s'organisera en deux temps. Après une présentation de la démarche et de la méthode employées, il s'intéressera aux résultats obtenus avec une analyse critique des apports et des limites de la cartographie produite.

Démarche et méthode

À défaut de cartes des habitats naturels pour l'ensemble de la zone d'étude et en adéquation avec le souci liminaire d'utiliser des données homogènes, la démarche s'appuie sur les données d'occupation du sol Corine Land Cover (CLC) de 2006 (UNION EUROPÉENNE 2006). Ces données imposent de fait, l'échelle de travail et une représentation cartographique au 1/100 000. Si l'objet de toute cartographie d'occupation du sol est de décrire les différents types d'occupation, la finalité de chacune conditionne incontestablement la réalisation et notamment la typologie adoptée. Dans notre cas, il importe de pouvoir évaluer qualitativement les milieux selon leur intérêt écologique. Pour cela, deux entrées principales ont été utilisées.

La première consiste, eu égard à l'importance de l'emprise humaine (agricole) sur le Massif, à définir les différents types de milieux présents à partir des systèmes agraires. Inspirée par des travaux de géographes (FEL, 1962), cette logique quoique ancienne, est apparue comme la plus synthétique et la plus pertinente. Elle part, en effet, du principe que certains éléments des paysages ancestraux perdurent et que si, les modèles économiques ont changé, le paysage garde largement une empreinte des traditions ancestrales. Ainsi et à l'exception des milieux humides et aquatiques qui résultent de conditions locales, il est donc proposé de définir les différents milieux de la manière suivante.

Sont distingués premièrement les milieux cultivés. Ils regroupent les paysages les plus artificialisés et cultivés de manière intensive dans les plaines. Ils correspondent le plus souvent à des paysages totalement ouverts, avec une diversité biologique minimale, quelque soit la spéculation dominante, céréaliculture, maïs, riziculture, vignoble en quasi monoculture. En fonction du type de culture dominante, les données CLC nous permettent de distinguer « la grande culture » (code 211) des « autres espaces agricoles » comme la monoculture viticole du Languedoc (code 221).

Viennent ensuite les milieux agropastoraux. Il s'agit de milieux hérités qui combinent des espaces cultivés, souvent de plus petites parcelles que dans le cas précédent, avec une prédominance de fourrages, des milieux pastoraux qui sont le plus souvent des prairies artificielles ou naturelles ainsi que des milieux où l'emprise agricole sur le territoire est partielle et non plus majoritaire. Ce sont donc des milieux moins ouverts et plus diversifiés que les précédents. Au sein de cet ensemble, il faut distinguer les systèmes agropastoraux de basse altitude des milieux pastoraux d'altitude où la prairie naturelle, la lande et les formations mixtes occupent une part majoritaire. Au-delà des espaces sommitaux, (Cantal, Forez, Lozère), sont intégrés dans cette division des systèmes où la prairie naturelle fauchée ou pâturée occupe une surface très importante, comme sur les plateaux volcaniques du Cézallier ou de l'Aubrac. Selon l'importance relative des cultures dans le système, ces milieux ont été subdivisés. Les milieux forestiers constituent le troisième type. Si les codes CLC permettent avec plus ou moins de précision de distinguer les feuillus des conifères, la question essentielle du reboisement ne peut être totalement appréhendée. Compte tenu des enjeux en termes de diversité, il apparaît essentiel d'identifier, là où c'est possible, des formations forestières qui ne relèvent pas des forêts naturelles. Pour cela, plusieurs approches ont été tentées sans qu'aucune ne soit complètement satisfaisante. Celle retenue part du principe que les formations de conifères à des étages où la forêt naturelle est une forêt de feuillus, peuvent être identifiées comme liées à l'extension des reboisements de résineux de production monoculture. Elles ont donc été classées en « autre bois, plantations, accrues ». Aux étages inférieurs, la situation est simple. Elle devient plus complexe au montagnard et au subalpin dans les Pyrénées où la forêt naturelle est respectivement la sapinière et la pinède de pins à crochet. Dans ce cas, un essai a été tenté pour éliminer les trop petits îlots qui résultent de reboisements de parcelles.

Le calcul, pour chaque massif, de la superficie moyenne des zones boisées en conifères a ainsi permis de faire la distinction. Symétriquement, à l'étage supra méditerranéen, la châtaigneraie qui devrait logiquement être placée dans les « autre bois, plantations, accrues », ne peut être dissociée de la forêt naturelle de feuillus. Enfin le statut ambigu du pin sylvestre en Velay est aussi un facteur d'incertitude. Dans cette catégorie, figurent également des espaces de parcours, pelouses sèches, landes voire forêt claire quand la dynamique naturelle est importante.

Partant du constat qu'un même code CLC ne reflète pas systématiquement la même réalité selon l'endroit considéré, la seconde entrée propose d'utiliser les étages de végétation et, dans une moindre mesure, la géologie pour affecter à mieux chaque code CLC aux types de milieux identifiés précédemment. L'intérêt de recourir aux étages de végétation réside dans leur caractère intégrateur de facteurs déterminants pour les formations végétales (altitude, température, précipitations...). Définis par les auteurs comme « les systèmes de groupements végétaux, réunis par une affinité écologique dans une même tranche d'altitude » (SCHRÖTER 1908 ; GAUSSEN 1938),

les étages se fondent sur les variations climatiques altitudinales (en moyenne de 0.55°C /100m). À ce titre, ils reflètent aussi une hiérarchisation des activités agricoles.

Au cœur de la méthode, la carte des étagements a été réalisée à partir des références bibliographiques (BRAUN-BLANQUET 1926 ; JOLLY & LE-COMPTÉ 1988 ; SUCHEL 1990 ; OZENDA 1985) notamment des cartes de végétation réalisées lors d'études spécifiques, comme dans le Sancy (COQUILLARD *et al.* 1994) ou plus généralement, les cartes du service de la carte de la végétation de la France et a été obtenue grâce à une modélisation. Complétée ponctuellement par la géologie, elle permet ainsi de préciser l'apport de chaque classe CLC aux différents milieux en ventilant les taxons qui concourent à plusieurs d'entre eux. Le tableau qui suit (cf. tab. I) propose une synthèse de ces contributions. Dans un souci de compréhension, il nous faut préciser que les formations signalées aux intersections ligne/colonne indiquent la combinaison dans laquelle un certain nombre d'entre elles, essentielles au Massif, se trouvent majoritairement. Elles ne signifient en aucun cas qu'il s'agit de la formation exclusive.

code CLC	Classes CLC	Mésoméditerranéen		Supra méditerranéen	De plaine holarctique (planitiaire)	Collinéen	Montagnard	Sub alpin	Alpin
211	Terres arables hors périmètres d'irrigation				Grande culture type Limagne				
212	Périmètres irrigués permanence								
213	Rizières								
221	Vignobles	Vignobles monoculture							
222	Vergers et petits fruits								
223	Oliveraies								
231	Prairies				Bocage ?	Bocage ?	Systèmes pastoraux type Cézaillier		
242	Systèmes cultureux et parcellaires complexes				Bocage ?		Systèmes cultureux des plateaux volcaniques (Devès)		
243	Surfaces essentiellement agricoles interrompues par des espaces naturels			Systèmes agraires méditerranéens (vigne et polyculture)					
311	Forêts de feuillus				Chênaie/Châtaigneraie	Hêtraie/Châtaign.			
312	Forêts de conifères	Pinèdes méditerranéennes (pins salzman, etc.)			Pinède (pins sylvestre, plantations, douglas, épicéas, cèdres)	Sapinière / Pinède (sur perméable) *			
313	Forêts mélangées				Forêts mixtes	Reboisements			
321	Pelouses et pâturages naturels	Pelouses sèches			Pelouses sèches				
322	Landes et broussailles	Formation dégradée (garrigue sur substrat calcaire ; maquis sur le reste)			Landes et formations buissonnantes des versants de vallées	sur substrat volcanique	sur substrat cristallin		
323	Végétation sclérophylle								
324	Forêt et végétation arbustive en mutation	Formation dégradée			Accrues		Lisières forestières à sorbiers, érables, bouleaux...		
332	Roches nues	Formation dégradée (garrigue sur substrat calcaire ; maquis sur le reste)			Landes à callune		Landes à callune, éboulis		
333	Végétation clairsemée								
334	Zones incendiées								
411	Marais intérieurs								
412	Tourbières								
421	Marais maritimes								
422	Marais salants								
512	Plans d'eau								
521	Lagunes littorales								

Tab. 1. Tableau de synthèse

CARTOGRAPHIE AFFINÉE DE L'OCCUPATION DU SOL

Sources : Corine Land Cover 2006, IGN BD-CARTO 2006

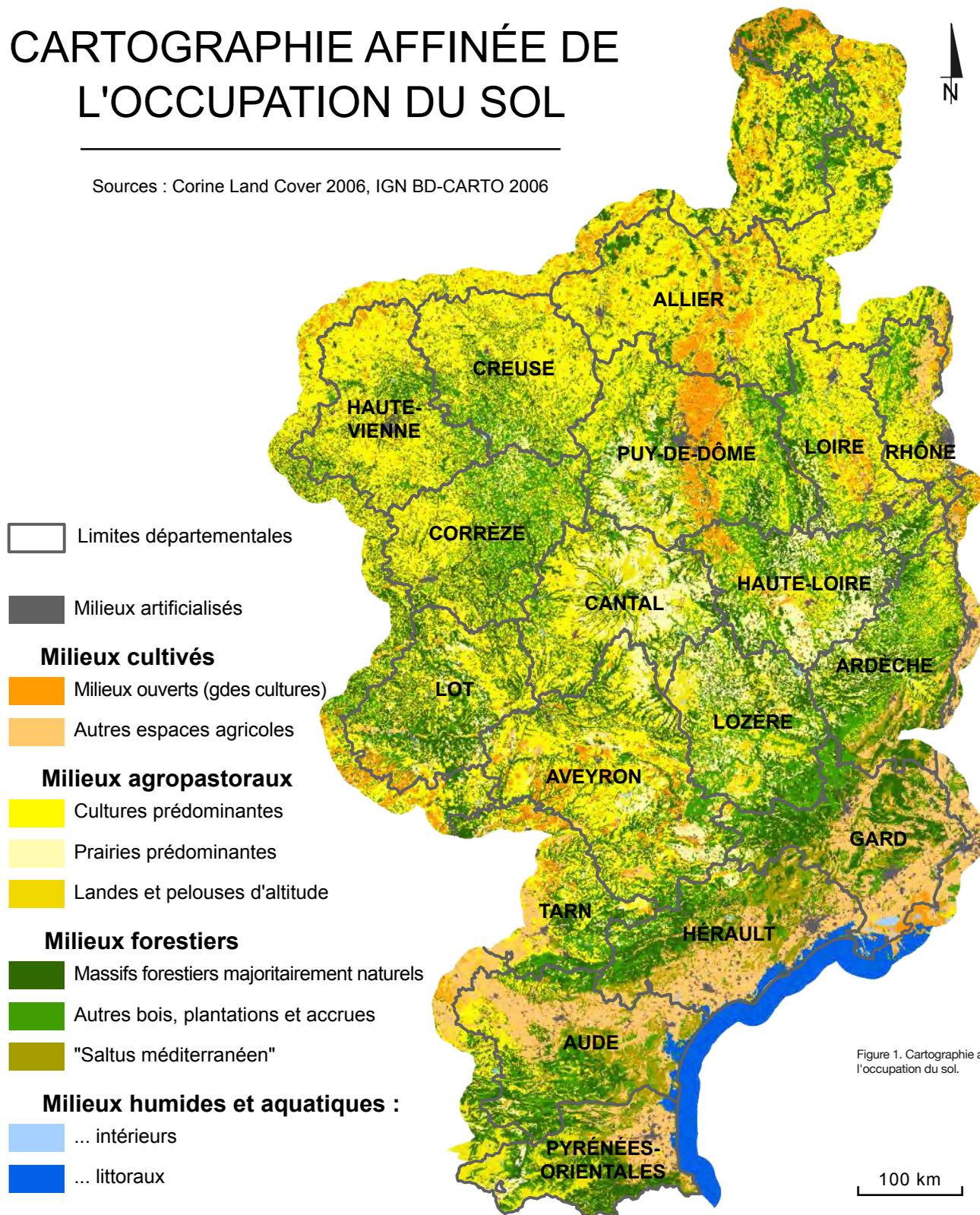


Figure 1. Cartographie affinée de l'occupation du sol.

Résultats et discussion

Le résultat cartographique s'obtient quant à lui grâce aux capacités d'analyse spatiale des Systèmes d'Information Géographique (SIG). L'intégration des informations contenues dans le tableau dans les tables attributaires, l'utilisation de la fonction « combinaison » et le recours aux requêtes spatiales permettent leur représentation géographique. La cartographie produite (cf. fig. 1) permet une vision générale, homogène et affinée de l'occupation du sol pour l'ensemble du Massif central.

Si les milieux agropastoraux apparaissent majoritaires et occupent 40% du territoire, le degré de précision de la carte montre qu'aux étages inférieurs ce sont les « prairies et cultures avec prédominance de culture » qui composent principalement la partie septentrionale du territoire, de la Bourgogne au Limousin en passant par l'Auvergne. Tandis que les étages supérieurs, montagnard et subalpin, sont dominés par les prairies, landes et pelouses d'altitude sur lesquelles pèsent de forts enjeux en termes de biodiversité (IPAMAC, 2011). Sur ce dernier point, la carte souligne aussi la nécessité de conduire une réflexion supra régionale qui s'affranchisse des limites administratives pour prendre en compte ces milieux dans leur globalité.

Les milieux forestiers quant à eux, couvrent 36% de la zone d'étude. Ils sont particulièrement nombreux sur les contreforts méridionaux du Massif central et sur quelques massifs comme le Forez ou les Pyrénées. Le Languedoc présente par ailleurs de grands ensembles de formation méditerranéenne dégradée telle que la garrigue (IPAMAC, 2011).

Ensuite, les milieux les plus anthropisés que sont les milieux cultivés et les zones urbaines, possèdent une surface limitée puisqu'ils représentent respectivement 14% et 4% du territoire d'étude. En outre, ils sont relativement concentrés sur le territoire.

Enfin, les milieux humides et aquatiques, en dehors du littoral et de quelques exceptions ne ressortent pas. Et, c'est sans doute l'une des limites de ce travail de n'avoir pu, malgré des tentatives, mieux les identifier et les caractériser. Nous reviendrons sur ce point.

À l'issue des résultats dont il vient d'être fait une brève présentation, il convient de souligner les apports de cette cartographie dans la perspective de l'étude et également d'en évoquer les limites.

Affiner l'occupation du sol à partir de CLC est une

volonté affichée par tous ceux qui ont en charge la gestion territoriale mais qui souvent, faute de moyens suffisants, sont contraints d'utiliser les données disponibles. En cela, la démarche proposée contribue à alimenter la réflexion et les méthodes sur la représentation cartographique de l'occupation du sol à petite échelle (1/100 000). La typologie des différents milieux en référence aux systèmes agraires et le recours aux étages de végétation et à la géologie relèvent d'une approche nouvelle. Celle-ci associe tout à la fois les rôles déterminants des activités humaines et des facteurs physiques sur les formations végétales. La cartographie produite apporte alors sans conteste une valeur ajoutée aux données brutes de CLC en leur conférant une dimension géographique. Elle permet ainsi de ventiler autrement les taxons de CLC qui contribuent à plusieurs types de milieux. Au final, il ressort une occupation du sol mieux adaptée au territoire étudié en ce sens qu'elle reflète davantage les spécificités des milieux qui s'y trouvent.

Malgré des apports évidents, certaines réserves doivent être émises à l'égard des résultats fournis. La première est inhérente à la qualité des données sources. Cette dernière recouvre deux aspects. L'un concerne l'échelle de restitution des données. Élaborée au 1/100 000, CLC implique la représentation d'éléments supérieurs à 1 hectare et impose une interprétation à cette échelle. La cartographie qui en est résulte possède donc les mêmes propriétés si bien qu'elle interdit une transposition en l'état à plus grande échelle. L'autre aspect a trait aux confusions existantes dans la classification CLC notamment en ce qui concerne les landes et broussailles (code 322) ainsi qu'aux classes très génériques, voire « fourre-tout » qui regroupent des réalités diverses. C'est le cas du code 243 intitulé « surfaces essentiellement agricoles interrompues par des espaces naturels importants ».

La seconde réserve tient à l'impossibilité d'identifier certains milieux pourtant essentiels à la biodiversité. Au premier rang figurent les zones humides qu'il n'a pas été possible d'identifier de manière satisfaisante. Précisons également que les zones humides possèdent généralement des superficies modestes et que par conséquent, la précision du 1/100 000 n'est pas la plus appropriée. Leur localisation requiert en effet, une échelle plus fine. Malgré plusieurs tentatives, la cartographie des ripisylves s'est-elle aussi avérée infructueuse. Enfin, la distinction des prairies naturelles permanentes des temporaires bien qu'importante n'a pu être réalisée à partir des données initiales.

Conclusion

Travailler à petite échelle est une contrainte majeure qui se traduit d'une part par des données souvent hétérogènes, incomplètes et/ou coûteuses et se confronte d'autre part, à des difficultés méthodologiques. Il n'en demeure pas moins que cette échelle s'avère indispensable pour appréhender les problématiques actuelles de la gestion environnementale. Dès lors, il faut chercher des méthodes qui puissent pallier les données lacunaires et offrir une représentation satisfaisante du territoire.

Dans ce cas, la référence aux systèmes agraires présents dans le Massif central et le recours aux étages de végétation et dans une moindre mesure à la géologie ont semblé pertinents pour appréhender les différents milieux de cet espace. La cartographie produite apporte non seulement une vision globale et précisée de l'occupation du sol pour l'ensemble du Massif mais elle s'avère surtout mieux adaptée à l'objectif général de l'étude, celui d'identifier une trame écologique à l'échelle du 1/100000. En s'appuyant sur des paramètres essentiels à la formation, au développement ainsi qu'à la qualité des milieux, cette cartographie offre une assise plus solide à l'identification d'une trame écologique.

Bibliographie

- ASSOCIATION DES PARCS NATURELS DU MASSIF CENTRAL (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.
- BUREL F. & BAUDRY J. 1999. - *Écologie du paysage. Concepts, méthodes et applications*. Tec&Doc Éditions, Paris, 359 p.
- BRAUN-BLANQUET J. 1926. - Le climax complexe des landes alpines (Genisteto- vaccinon) du Cantal, études phyto-sociologiques en Auvergne. *Arvernia* 11 : 22-49.
- COQUILLARD P., GUEUGNOT J., JULVE P., MICHALET R. & MICHELIN Y. 1994. - Carte écologique du Massif du Sancy au 1/25000. Carte et notice. *Ecologia Mediterranea* XX(1/2) : 9-57.
- FEL A. 1962. - *Les Hautes Terres du Massif central, tradition paysanne et économie agricole*. Thèse de doctorat, Université de Clermont-Ferrand, France, 340 p.
- GAUSSEN H. 1938. - Étages et zones de végétation de la France. *Annales de Géographie* 47 269 : 463-48.
- JOLLY M.C. & LECOMPTE M. 1988. - L'origine de l'asylvatisme d'altitude en Auvergne : une question controversée ; l'exemple du Cantal. *Documents de cartographie écologiques* 31 : 49-60.
- OZENDA P. 1985. - *La végétation de la chaîne alpine dans l'espace montagnard européen*. Masson, Paris, 340 p.
- SCHRÖTER C. 1908. - *Das Pflanzenleben der Alpen*. Rastatt, Zurich, 806 p.
- SUCHEL J.B. 1990. - Le climat des Monts du Forez. *Les Monts du Forez, le milieu et les hommes*. Centre d'Études Foréziennes, Saint-Étienne : 81-99.
- UNION EUROPEENE, 2006 – Corine Land Cover, SOeS. <http://sd1878-2.sivit.org/>



1^{ères} rencontres végétales du massif central

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

28 / 30 avril 2010 - Le Puy-en-Velay (Haute-Loire)



Espèces végétales patrimoniales du territoire de la Communauté d'agglomération Limoges Métropole

Patrimonial botanical species of Limoges conglomeration

par Laurent Chabrol¹, Olivier Dom², Anne Goudour²
et Mickael Mady¹

¹ Conservatoire botanique national
du Massif central
Le Bourg
43230 CHAVANCIAC-LAFAYETTE
☎ 04 71 77 55 65
☎ 04 71 77 55 74
✉ laurent.chabrol@cbnmc.fr
✉ mickael.mady@cbnmc.fr
www.cbnmc.fr

² Communauté d'agglomération
de Limoges Métropole
Service des Espaces naturels
64, avenue Georges Dumas
F-87031 Limoges cedex 1
☎ 05 55 45 79 00
☎ 05 55 45 79 79
www.agglo-limoges.fr

Résumé :

Une méthodologie et une liste des espèces végétales patrimoniales à l'échelle des 18 communes du territoire de la Communauté d'agglomération Limoges Métropole sont proposées. À partir d'une liste de plus de 22 520 observations floristiques réalisées entre 1812 et 2009, nous aboutissons à une liste d'espèces patrimoniales composée de 14 espèces prioritaires et de 28 espèces secondaires montrant également un fort besoin d'actualisation des données.

Mots-clés : Méthodologie – Valeur patrimoniale – Communauté d'agglomération de Limoges

Abstract :

A methodology and a list of the patrimonial botanical species for the 18 municipalities of the conglomeration Limoges Métropole are proposed. From a list of more than 22 520 floral observations realized between 1812 and 2009, we succeed in a list of patrimonial species consisted of 14 priority species and 28 secondary species also showing a need of updating of the data.

Keywords : Methodology – Patrimonial value – Limoges conglomeration



Fig. 1. Carte de la communauté d'agglomération de Limoges métropole. © L. Destrem - 2011.

Introduction

Ce travail a été réalisé dans le cadre de la convention d'assistance technique établie entre le Conservatoire botanique national (CBN) du Massif central et la Communauté d'agglomération Limoges Métropole. Lors de la mise en place du Schéma directeur des espaces naturels, il est apparu utile au service des espaces naturels de disposer d'une liste d'espèces à haute valeur patrimoniale à l'échelle des 18 communes du territoire de Limoges Métropole (cf figure 1). pour la préservation de ces espèces. Le CBN Massif central a proposé une méthodologie et une liste des espèces végétales patrimoniales pour répondre à cette attente.

Méthodologie

Afin de mener une réflexion la plus objective possible et de réaliser un choix de taxons pertinents, les critères à prendre en compte portent soit sur le taxon lui-même, soit sur ses populations. En préalable à cette hiérarchisation, il fallait définir les taxons et le niveau taxonomique à prendre en compte. Le processus de hiérarchisation se déroule en plusieurs étapes au cours desquelles des filtres successifs éliminent des lots d'espèces pour ne conserver en fin de processus que les espèces remarquables du territoire d'étude.

Statut d'indigénat

Chaque espèce du territoire d'étude se voit attribuer un statut d'indigénat. Les référentiels utilisés pour les notions d'indigénat sont extraits de l'*Atlas de la flore d'Auvergne* (ANTONETTI *et al.* 2006). Ce dernier reprend, dans une version simplifiée, le référentiel proposé par BOULLET (1999), inspiré des catégories de LAMBINON *et al.* (1992), en les modifiant et les précisant pour les plantes naturalisées et cultivées.

Seuls les taxons indigènes sont retenus pour l'analyse, taxons présents depuis des temps immémoriaux sur le territoire considéré, notion parfois délicate à évaluer.

Les taxons ayant d'autres statuts sont exclus de l'analyse. Il s'agit des taxons assimilés naturalisés (taxon exogène apparu spontanément, se reproduisant par voie végétative ou sexuée et ayant élargi son aire depuis son introduction dans un territoire donné), des taxons accidentels (taxon exogène apparu spontanément, ne se reproduisant pas, finissant par disparaître sans descendance), des taxons cultivés (taxon exogène non spontané, semé ou planté intentionnellement par l'homme et ne pouvant se maintenir dans le lieu de culture sans son aide) et des taxons établis (taxon exogène apparu spontanément, se reproduisant par voie végétative ou sexuée mais ne s'étendant guère au delà de sa première aire d'implantation).

Niveau taxonomique retenu

Pour entreprendre un travail de hiérarchisation d'un lot de taxons, il faut pouvoir disposer de données homogènes. En faisant une analyse rapide des données disponibles, on se rend compte que les données de répartition des rangs infraspécifiques (sous-espèces, variétés, formes...) sont nettement insuffisantes.

De même, il n'est pas judicieux d'entreprendre une hiérarchisation sur les espèces des genres

difficiles et mal connus (*Rubus* ou *Hieracium* par exemple). Enfin, il semble peu pertinent d'intégrer les hybrides, également mal connus et délicats à déterminer.

Ainsi, le rang taxonomique de l'espèce s'impose comme le plus pertinent. Toutefois, les taxons hybrides bénéficiant d'une protection locale seront conservés. C'est le cas en particulier d'*Asplenium x alternifolium*. De même certaines sous-espèces protégées comme *Asplenium obovatum* subsp. *billotii* ont été maintenues dans l'analyse.

Critères propres aux taxons

Quatre critères de choix relatifs aux taxons ont été proposés : la rareté, la régression, la chorologie et l'existence d'un statut de protection et/ou de menace.

RARETÉ

La rareté d'un taxon est sa fréquence à l'échelle d'un territoire donné. Le calcul du coefficient de rareté Cr, (BOULLET 1999), ne peut être envisagé dans notre cas. En effet, ce calcul est basé sur l'analyse de la fréquence d'un taxon dans un maillage homogène (par exemple, un maillage UTM de 5 x 5 km ou 1 x 1 km). Les données disponibles dans le territoire étudié n'ont pas été relevées de manière homogène, il n'y a pas eu d'inventaires systématiques normalisés réalisés sur des unités de surface homogène.

Le paramètre pris en compte pour évaluer la rareté est donc le nombre de « stations » où l'espèce est présente sur le territoire étudié. La localisation de la station pose alors un problème. La dénomination et la précision des localisations des stations n'est pas toujours homogène selon les observateurs. Un gros travail de rattachement des mentions de terrain à une station de référence est nécessaire et demande une bonne connaissance du territoire. Lorsque l'on considère la rareté d'un taxon se pose aussi un problème d'échelle. La plante est-elle rare à l'échelle d'une entité administrative comme le territoire de Limoges Métropole, la Haute-Vienne ou le Limousin ? Est-elle rare à l'échelle d'une entité biogéographique, comme le Massif central ? Est-elle rare à plus petite échelle encore, au niveau de la France ou de l'Europe entière ? Il faut donc définir à quel niveau se situent les enjeux pour la sauvegarde d'un taxon donné. Dans la présente étude, outre le nombre de stations de l'espèce, nous avons aussi pris en compte la rareté de l'espèce à l'échelon régional (BRUGEL *et al.* 2001). Dans le cadre de cette étude, les taxons rares sont ceux mentionnés dans moins de 5 « stations ».

RÉGRESSION

La régression correspond à la raréfaction d'une espèce suite à la disparition de certaines de ses stations. Elle peut se calculer de façons diverses. On peut, par exemple, comparer le nombre de stations où l'espèce est encore présente après une date donnée (1990 par exemple) au nombre total de stations où l'espèce est connue avant et après 1990. Malheureusement, cette comparaison n'est que rarement faisable, les données anciennes étant souvent partielles et mal localisées. D'autre part, il faut prendre en compte le déficit d'informations floristiques dans la période actuelle. Plusieurs indices en témoignent : *Viburnum opulus* ou *Acer campestre* ne sont signalés respectivement que 2 ou 3 localités seulement sur le territoire étudié alors qu'elles sont très communes. Ces informations reflètent donc mal la réalité.

Bien que souvent peu exploitables, les informations anciennes sont à prendre en compte malgré tout. La régression des espèces ne peut s'envisager qu'après une campagne d'actualisation des données. La régression n'a donc pas été prise en compte directement dans ce travail, mais *in fine*, elle a permis quelquefois d'infléchir les choix retenus.

CHOROLOGIE

Les catégories retenues pour le critère « Chorologie » sont par ordre décroissant d'importance :

- les espèces endémiques du territoire étudié ;
- les espèces à aire disjointe ;
- les espèces en limite d'aire.

Le problème des taxons endémiques au territoire d'étude ne se pose pas. Quelques espèces arrivent en limite de leur aire de répartition comme *Erica scoparia* ou *Potentilla montana*. Elles sont rarissimes dans la zone d'étude mais peuvent toutefois être très abondantes non loin de là ; doit-on alors les préserver ou non ?

Les stations à aire disjointe présentent un intérêt scientifique majeur et suscitent une forte responsabilité en termes de préservation. Souvent fragiles en raison de la pauvreté de leur diversité génétique, elles nécessitent une surveillance importante.

Seules les espèces en limite de leur aire de répartition dans le territoire d'étude et en régression sur l'ensemble de leur aire ont été prises en considération ainsi que les espèces possédant des stations isolées dans le territoire.

STATUT DE PROTECTION OU DE MENACE/RARETÉ

Certains taxons bénéficient d'une protection réglementaire internationale, nationale, régionale ou départementale. Il existe également des statuts de menace ou de rareté, comme l'appartenance au *Livre rouge de la flore menacée de France* (OLIVIER *et al.* 1995), aux listes rouges régionales (non encore établie en Limousin). Enfin, la liste des espèces déterminantes pour la création des Zones naturelles d'intérêt écologique, floristique et faunistique (ZNIEFF) a été élaborée en Limousin à dire d'experts sans analyse précise de la rareté ou des menaces. Elle a été établie de manière volontairement large pour combler les déficits d'information sur les habitats. Elle ne sera donc pas prise en compte dans cette analyse.

La plupart des statuts de protection ou de menace/rareté ont été attribués à des taxons vraiment fragiles ; quelques espèces ont été protégées sans être véritablement rares mais indicatrices d'habitats en déclin ou pour d'autres raisons (prévention de risque de cueillette abusive par exemple). À l'inverse, certaines espèces n'ont aucun statut bien que très rares et menacées (*Antinoria agrostidea* est un bon exemple).

Même si plusieurs espèces messicoles bénéficient d'une protection en Limousin, la réglementation sur les espèces protégées exclut de son champ d'application les espèces sauvages poussant dans les parcelles habituellement cultivées (article 1^{er}, Arrêté du 1^{er} septembre 1989). Pourtant, la grande majorité des compagnes des cultures sont en forte régression suite à l'intensification des pratiques culturales. Beaucoup nécessiteraient des mesures de sauvegarde.

Le choix des espèces à retenir ne doit en aucun cas se focaliser exclusivement sur l'existence de statut de protection. Le *Livre rouge de la flore menacée de France* (OLIVIER *et al.* 1995) apporte des éléments sur la rareté effective de certains taxons sur le territoire français. Le statut de protection ou de menace/rareté des espèces n'interviendra donc qu'en dernier lieu pour ne pas laisser de côté des espèces éliminées au cours de la hiérarchisation.

Critères propres aux populations

Deux critères relatifs aux populations d'espèces ont été ajoutés au processus de hiérarchisation : les effectifs dans les différentes stations et les menaces pesant sur les populations. Les critères relatifs à la population ne seront pris en compte que dans l'ultime phase de l'analyse, pour les espèces ayant passé le crible des critères mentionnés plus haut.

EFFECTIFS

Une espèce est représentée par un certain nombre d'individus dans sa « station ». Le terme « station » signifie, dans notre cas, une population. On peut s'interroger sur l'opportunité de préserver une espèce dont les effectifs de ses différentes populations sont élevés. Savoir comment évoluent les effectifs peut également aider dans le choix des taxons à retenir ; pour cela, il faut avoir la chance de posséder des décomptes des individus sur plusieurs années, afin de conclure à une diminution, à une stagnation ou à une augmentation des effectifs. Il faut garder cependant à l'esprit que, chez les espèces dites « à éclipses », la taille d'une population varie beaucoup d'une année sur l'autre, de l'apparente disparition à la prolifération la plus exubérante sans que l'on en connaisse encore les causes. Les populations à effectifs faibles seront retenues dans la liste des espèces prioritaires, tout en sachant que ce paramètre n'est pas toujours disponible.

MENACES

Les menaces sont de nature très diverse : soit d'origine anthropique, liées à l'aménagement des espaces, à la gestion des eaux, aux pollutions, à l'agriculture, la sylviculture, aux loisirs... ; soit d'origine naturelle, qu'il s'agisse de processus physiques (érosion, changements climatiques...), ou biologiques (concurrence interspécifique, dynamique évolutive normale des milieux comme l'enrichissement...). En l'absence apparente de menaces, il faut réfléchir à la pertinence d'une éventuelle préservation. Ce critère souvent difficile à évaluer lors d'un seul passage sur la station sera utilisé en dernier recours pour retenir ou non l'espèce dans la dernière phase de hiérarchisation.

Élaboration de la liste des taxons patrimoniaux

Ce travail concerne les Spermatophytes (Plantes à graines), les Filicophytes (Fougères), les Lycopodiophytes (Lycopodes, Sélaginelles et Isoètes) et les Sphénophytes (Prêles). Le référentiel taxonomique et nomenclatural utilisé est « l'Index de la flore vasculaire du Massif central ». Ce référentiel est mis à jour régulièrement en relation avec le programme national « Référentiels flore et fonge de France » piloté par le Ministère en charge de l'écologie, le Muséum national d'histoire naturelle, la Fédération des conservatoires botaniques nationaux et le réseau Tela Botanica. La démarche de l'élaboration de la liste des espèces patrimoniales repose sur une succession de filtres permettant de ne conserver, par étapes

successives, que les espèces d'intérêt patrimonial croissant.

L'interrogation du système d'information CHLO-RIS® du Conservatoire botanique sur le territoire d'étude a permis :

- d'extraire toutes les citations floristiques réalisées à ce jour (22524 observations réalisées entre 1812 et 2009) ;
- d'obtenir la liste des 1066 taxons cités, que les données soient historiques ou récentes, issues de la bibliographie, des herbiers ou des relevés de terrain.

Premier filtre : élimination des taxons non indigènes. Des 1066 taxons recensés dans le territoire, 238 taxons « non indigènes » sont éliminés. Il reste alors 828 taxons indigènes à analyser.

Deuxième filtre : élimination des taxons mal ou peu connus. Parmi le lot d'espèces indigènes, 81 taxons sont éliminés car mal connus ou d'origine hybride. Au terme de ce tri, on ne conserve que le rang taxonomique de l'espèce pour finaliser la hiérarchisation. Il reste alors 747 espèces à analyser.

Troisième filtre : élimination des espèces présentes dans plus de 5 stations. Les espèces qualifiées de communes, présentes dans plus de 5 stations forment un contingent de 314 espèces. Elles sont éliminées de l'analyse, et nous conservons 433 espèces pour le reste du tri.

Quatrième filtre : élimination des espèces non revue dans le territoire depuis 1990. Ce filtre permet d'éliminer 208 espèces, chiffre très élevé qui révèle un impérieux besoin d'actualisation des connaissances du territoire d'étude. Il reste 225 taxons, ce qui aboutit à une liste encore trop importante pour constituer la liste des espèces patrimoniales.

Cinquième filtre : élimination des espèces communes en Limousin. Parmi les 225 espèces issues du quatrième filtre, 164 sont qualifiées de « communes » à « très communes » à l'échelle du Limousin (BRUGEL *et al.* 2001). Elles sont éliminées de l'analyse, ce qui constitue un lot de 61 espèces encore à trier.

Sixième filtre : élimination des espèces de détermination délicate ou douteuses localement. Ce filtre permet d'éliminer 19 espèces. Il s'agit d'espèces de détermination délicate devant faire l'objet d'une vérification de leur présence réelle dans le territoire d'étude. Au terme du processus,

il reste donc 42 espèces formant la liste des espèces « patrimoniales » de la communauté d'agglomération de Limoges Métropole.

Septième filtre : prise en compte des enjeux de préservation. La liste des 42 espèces « patrimoniales » est scindée en deux lots selon l'urgence des enjeux de conservation.

Un premier lot de 14 espèces d'intérêt « prioritaire » (cf. liste) regroupant des espèces à forte responsabilité pour la communauté d'agglomération qui devra entreprendre des mesures de préservation à court terme. Il s'agit d'espèces rares ou isolées dans le reste de la région ou au plan national. Les travaux à entreprendre prochainement devront s'attacher à quantifier les effectifs des populations existantes, prendre des mesures de gestion pour assurer la pérennité des stations mais aussi mettre en place une campagne de prospection générale pour repérer d'éventuelles autres stations de ces espèces.

Un deuxième lot regroupe 28 espèces d'intérêt « secondaire » (cf. liste) pour lesquelles l'urgence de la mise en place de mesures de conservation est moindre. Il s'agit d'espèces relativement rares mais dont les populations dans le reste du Limousin sont encore en bon état de conservation. Des prospections complémentaires devront être entreprises dans les prochaines années pour s'assurer de leur degré de rareté et de leur caractère patrimonial à l'échelle du territoire d'étude.

Conclusion

La liste des espèces patrimoniales de la communauté d'agglomération Limoges Métropole a donc été élaborée à partir de l'ensemble des données floristiques enregistrées dans la base de données CHLORIS® qui ont été soumises aux différents critères de sélection proposés. Ces critères sont nombreux, certains liés entre eux, d'autres peuvent susciter des controverses (échelle à laquelle considérer la rareté par exemple). Les taxons à conserver à court terme (liste « prioritaire ») ou à moyen ou long terme (liste « secondaire ») ont été choisis après analyse pour éviter l'écueil d'une approche empirique trop imprécise, restrictive et fortement soumise à une part d'affect ou de subjectivité.

Il convient de garder en tête que cette évaluation a été élaborée à partir des données disponibles, un manque flagrant de prospection a été soulevé à diverses étapes de la hiérarchisation. Les deux listes sont donc proposées à titre indicatif, une réévaluation devra être réalisée quand les déficits de prospections auront été comblés. Une actualisation des données floristiques est donc fortement suggérée.

Bibliographie citée

- 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
- BOULLET V., DESSE A., HENDOUX F. et TREPS V. 1999 – Bilan comparé de la flore vasculaire des régions Nord-Pas-de-Calais et Picardie. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest - NS, n° spécial 19 (1999) - Actes du colloque de Brest 15-17 octobre 1997 (Les plantes menacées de France)* : 61-108. Saint Brieuc, 1226 p.
- BRUGEL E., BRUNERYE L. et VILKS A. 2001. - *Plantes et végétation en Limousin : atlas de la flore vasculaire*. Conservatoire régional des Espaces naturels du Limousin, Saint-Gence, 863 p.
- LAMBINON J., DE LANGHE J.-E., DELVOSALLE L. et DUVIGNEAUD J. 1992. - *Nouvelle flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines (Ptéridophytes et Spermatophytes)*, 4ème édition, Jardin botanique national de Belgique, 1092 p.
- OLIVIER L., GALLAND J.-P. et MAURIN H. 1995. - *Livre rouge de la flore menacée de France, Tome I : Espèces prioritaire*, Service du patrimoine naturel, Collection Patrimoine naturel, Vol. 20, 620 p.

Listes des taxons d'intérêt patrimonial

Annexe 1 - Liste des espèces patrimoniales d'intérêt « prioritaire »

Antinoria agrostidea (DC) Parl.
Baldellia ranunculoides (L.) Parl.
Crassula tillaea Lest.-Garl.
Cystopteris dickieana R. Sim
Doronicum pardalianches L.
Isoetes echinospora Durieu
Luronium natans (L.) Raf.
Ophioglossum vulgatum L.
Papaver argemone L.
Ranunculus ololeucos J.Lloyd
Sibthorpia europaea L.
Silene gallica L.
Thalictrella thalictroides (L.) E.Nardi
Utricularia minor L.

Annexe 2 - Liste des espèces patrimoniales d'intérêt « secondaire »

Agrostemma githago L.
Carex brizoides L.
Carex pseudocyperus L.
Colchicum autumnale L.
Cyperus fuscus L.
Daphne laureola L.
Doronicum austriacum Jacq.
Drosera intermedia Hayne
Elatine hexandra (Lapierre) DC.
Eleocharis acicularis (L.) Roemer & Schultes
Eleocharis ovata (Roth) Roemer & Schultes
Eleogiton fluitans (L.) Link
Glebionis segetum (L.) Fourr.
Illecebrum verticillatum L.
Juncus tenageia Ehrh. ex L.f.
Legousia speculum-veneris (L.) Chaix
Medicago polymorpha L.
Neotinea ustulata (L.) Bateman, Pridgeon & Chase
Ornithogalum angustifolium Boreau
Potamogeton nodosus Poiret gr.
Potentilla montana Brot.
Ranunculus arvensis L.
Sedum hirsutum All.
Senecio cacaliaster Lam.
Serapias lingua L.
Spiranthes aestivalis (Poiret) L.C.M. Richard
Utricularia australis R.Br.
Vicia villosa Roth.

Atlas de la flore patrimoniale de la Vallée du Galeizon (Parc National des Cévennes)

Atlas of the rare and priority flora of the « Vallée du Galeizon »
(Cévennes National Park)

par Emeric Sulmont¹

¹ Clerguemort
F-48160 SAINT-ANDÉOL-DE-
CLERQUEMORT
☎ 04 66 41 03 76
✉ emeric.sulmont@cevennes-parcnational.fr
🌐 www.cevennes-parcnational.fr

Résumé : Un projet d'Atlas de la Flore patrimoniale de la Vallée du Galeizon, sur la bordure sud-est du Parc National des Cévennes, a été mis en œuvre entre 2007 et 2011. 25 journées de prospection-formation ont été organisées et ont permis d'inventorier 900 plantes vasculaires. Sur les 67 espèces patrimoniales sélectionnées (dont 5 bryophytes), plus de 400 stations ont été découvertes. Cette initiative est désormais étendue à d'autres territoires voisins dans le cadre des objectifs de l'Agenda 21 Galeizon-Vallée Longue-Calbertain-Pays Grand-combien.

Mots-clés : Flore patrimoniale - Cévennes

Abstract : An atlas of the rare and priority flora of the « Vallée du Galeizon » on the south east border of the PNC was conducted between 2007 and 2011. 25 days of survey and training were organised. 900 vascular taxa were recorded. Among the 67 priority species selected (of whom 5 bryophytes) more than 400 locations were detected. This initiative is now extended to the surrounding territories, in accordance with the « Agenda 21 » objectives for the « Galeizon-Vallée longue-Calbertain-Pays Grand-Combien ».

Keywords : rare and priority flora - Cevennes

Dans le cadre du partenariat qui relie le Parc National des Cévennes (PNC) et le Syndicat Mixte d'Aménagement et de Conservation de la Vallée du Galeizon (SMACVG) depuis 1992 sur la thématique MAB (*Man and Biosphère*), un travail d'atlas de la flore patrimoniale de la vallée a débuté fin 2007 et s'est poursuivi jusqu'en 2011. Il s'inscrit dans une démarche de mise en place d'un observatoire scientifique de la vallée.

Contexte

Le Galeizon est un affluent du Gardon sur le versant méridional des Cévennes entre Gard et Lozère. Il fait partie avec les vallées Française et du Gardon de St-Jean, des vallées cévenoles les plus marquées par l'influence méditerranéenne du climat. La pluviométrie annuelle est de 1200 mm à l'est pour une altitude de 145 m à la confluence avec le Gardon d'Alès, et atteint 1600 mm à l'ouest à 924 m d'altitude, point culminant de la vallée. Sa géologie est dominée par les schistes du socle cévenol, elle est enrichie d'affleurements calcaires et dolomitiques du secondaire, de quelques lam-

beaux de schistes et conglomérat houillers (Carbonifère) ainsi que de restes d'un massif granitique hercynien. L'ensemble est profondément entaillé par un réseau hydrographique très dense dont la Salandre et le Galeizon sont les principaux affluents. Le débit à la confluence du Gardon présente une amplitude typique des rivières méditerranéennes : moins de 50 l par seconde au cours de l'été 2003 à 847 m³ par seconde au cours de la crue de septembre 2002.

La combinaison de l'ensemble de ces facteurs induit une grande variété d'écologies sur une vallée d'à peine 85 km², permettant ainsi à une flore d'une richesse assez exceptionnelle de se développer.

Entièrement comprise dans la zone de Biosphère des Cévennes et la zone d'adhésion du PNC, la vallée a également été désignée comme site Natura 2000 (FR 9101369) et choisi par le Conseil général du Gard comme Espace Naturel Sensible Prioritaire. Cette juxtaposition de statuts qui est coordonné par le SMACVG a permis d'initier depuis près de 20 ans de nombreuses démarches innovantes pour la conservation du patrimoine naturel et culturel de la vallée.

Objectif

Un observatoire scientifique de la vallée du Galeizon a ainsi été mis en place en 2008 avec pour objectif d'une part une meilleure connaissance des richesses patrimoniales de la vallée (flore, faune, habitat, patrimoine culturel et (pré) historique) et d'autre part une amélioration de la diffusion des connaissances auprès des habitants. En couplant inventaire de terrain et formation de la population locale à la reconnaissance de ce patrimoine, l'idée était aussi de pouvoir pérenniser cet observatoire en améliorant la veille du territoire. Les habitants volontaires ont donc été invités à se former aux cours de journées de prospection-formation.

Le projet d'Atlas de la flore patrimoniale du Galeizon s'inscrit dans cette démarche avec la perspective d'initier un dispositif exportable dans les vallées voisines des Cévennes.

Méthodes

Entre 2008 et 2011, le SMACVG a entrepris avec le soutien technique et financier du PNC de programmer 6 journées de prospection-formation par an auxquels s'ajoutent une ou deux sorties terrain pour le grand public de présentation de l'observatoire.

La cartographie au 1/10000 des habitats de la vallée du Galeizon ayant été réalisée en 2005 et 2006 par le bureau d'étude Biotope, le Syndicat disposait d'une bonne vision d'ensemble de la végétation. Par ailleurs les connaissances sur la flore patrimoniale du PNC se rapportaient déjà à une quarantaine de taxons pour la vallée qui après une recherche bibliographique complémentaire ont servi de base pour établir une pré-liste de prospection.

Outre des espèces à fort statut (Spiranthes d'été, Drosera), on comptait également des espèces déterminantes Znieff (Millepertuis à feuille de lin, Petite Brize...), des espèces de la liste rouge Tome 1 (Fougère de l'Ardèche) et pour plus de la moitié des espèces sans statut mais rares à l'échelle des Cévennes ou de la vallée (Lavande papillon, Myrtille, Petasite blanc...). 3 niveaux hiérarchiques du point de vue priorité de protection ont été choisis :

- le niveau 1 : espèce à fort statut de protection pour lesquels un respect strict des stations est légalement exigé.
- le niveau 2 : espèce à statut plus faible (znieff, annexe 5 directive habitat) ou sans statut mais particulièrement rare à l'échelle régionale et mé-

ritant une protection la plus stricte possible.

- le niveau 3 : espèce localement rare ou originale pour la vallée et qui mérite d'être préservée.
- un niveau 4 a concerné les espèces exclues de la liste de prospection car trop courantes et ce, malgré un statut officiel (endémique, déterminante ou remarquable znieff, convention de Washington). Sont notamment concernées les Orchidées relativement communes et les endémiques comme *Thymus nitens*, *Saxifraga clusii*, *Reseda jacquinii*.

La méthode d'échantillonnage ne s'est pas appuyée sur un maillage précis du territoire ni même un échantillonnage de type aléatoire, de façon surtout à optimiser le temps de prospection. La pré-liste d'espèces patrimoniales réalisée confortait l'idée que le gros des espèces patrimoniales était associé au milieu de fond de vallée : ripisylve, suintements, sources, bas de versants colluvionnés.

Il semblait donc inutile d'inventorier au hasard des zones forestières isolées sur les versants et par définition très monotone et pauvre : Chênaie verte, Châtaigneraie, Pinède maritime. De plus, les journées de prospection réunissaient des observateurs de plusieurs compétences : faune de la directive (Castor, loutre, Barbeau méridional), bâti vernaculaire, espèces invasives, espèces patrimoniales. La prospection par linéaire de ruisseaux fut donc bien souvent le compromis le plus fructueux pour l'ensemble de ces thématiques.

D'autres linéaires ont cependant été parcourus et ont permis de compléter l'inventaire : sentiers, routes et crêtes. Par ailleurs, de nombreuses barres rocheuses ou sources isolées qui constituent des stations potentielles pour plusieurs espèces patrimoniales ont été visitées.

En l'absence d'outil informatique de terrain, le SMACVG a édité des fiches d'inventaire de terrain. Un pointage GPS le plus précis possible (de 5 à 15 m) ainsi qu'une photo systématique des stations ont été enregistrés dans la base de données de l'observatoire.

Au terme de chaque saison de prospection, un bilan était réalisé pour permettre d'optimiser les recherches pour l'année suivante sur le plan géographique (secteur sous-prospecté) comme écologique (écologies, géologies ou expositions peu parcourues).

Dés la deuxième année, les données étaient suffisantes pour éditer un pré-atlas de la flore patrimoniale qui a été distribué aux observateurs potentiels de façon à leur donner un état des lieux des prospections tout en testant une mise en forme pratique pour le terrain.

Résultats

Sur 4 ans, de 2008 à 2011, ce sont près de 25 journées de prospection-formation qui ont été organisées réunissant de 2 à 10 personnes et permettant de remplir de 8 à 32 fiches de stations d'espèces patrimoniales.

Au total, ce sont plus de 25 personnes qui ont été formées à la reconnaissance de l'écologie et de la morphologie des espèces patrimoniales de la vallée, sans compter la cinquantaine de participants qui chaque année ont suivi les deux journées d'animation grand public sur cet observatoire.

Outre des agents du PNC et du SMACVG, 4 agents du Conseil général du Gard en charge des espaces naturels sensibles ont participé de même qu'un botaniste du Conservatoire botanique méditerranéen de l'antenne de Montpellier et une dizaine de botanistes locaux.

La méthode d'inventaire a permis de dresser une liste de 900 espèces végétales pour la vallée du Galeizon (soit environ 5500 données géoréférencées).

Parmi elles, 67 ont été retenues comme patrimoniales à l'échelle de la vallée. On comptabilise à ce jour plus de 400 stations patrimoniales dont moins de 10 % sont soumis à une menace (bord de route, zone urbanisée, espèces invasives, eutrophisation).

Le désir de publier ces résultats pour les rendre disponible à la population locale, au grand public comme aux élus a fait pencher vers un classement par habitat naturel au même titre que la récente publication des espèces patrimoniales de la région Midi-Pyrénées. Ce classement a surtout l'avantage d'orienter le regard du naturaliste non spécialiste en proposant une sélection des espèces patrimoniales potentielles pour chaque grand type de milieu qu'il rencontre sur le terrain. Il n'en reste pas moins que certaines espèces plus plastiques du point de vue écologique échappent à la pertinence de ce classement.

Présentation synthétique des 14 grands types d'habitats naturels et de leurs 67 espèces patrimoniales potentielles

À noter que l'ensemble des habitats présents dans le Galeizon n'est pas listé ici car certains d'entre eux n'abritent pas d'espèces patrimoniales : boisements de résineux (issus de plantations ou spontanés), cultures, zones urbanisées, ourlets nitrophiles entre autres.

Milieux humides

- Suintements méditerranéens sur silice (11 espèces + 3) : *Anagallis minima*, *Briza minor*, *Chaetonychia cymosa*, *Hypericum linariifolium*, *Illecebrum verticillatum*, *Isoetes durieaei*, *Lythrum portula*, *Ophioglossum azoricum*, *Ophioglossum vulgatum*, *Spiranthes aestivalis*, *Trifolium ligusticum* et parfois *Carex depressa subsp. basilaris*, *Neotinea maculata*, *Samolus valerandi*.
- Sources ou suintements « froids » : (12 espèces + 1) *Aegopodium podagraria*, *Cystopteris dickieana*, *Drosera rotundifolia*, *Dryopteris dilatata*, *Hookeria lucens*, *Hyocomium armoricum*, *Lysimachia nemorum*, *Oreopteris limbosperma*, *Petasites albus*, *Silene viscaria*, *Sphagnum divers sp.*, *Trichomanes speciosum* parfois *Nardus stricta*.
- Sources ou suintements alcalins : (3 espèces) *Adiantum capillis-veneris*, *Asplenium scolopendrium*, *Samolus valerandi*.
- Ripisylves : (5 espèces + 6) *Carex acuta*, *Doronicum pardalianches*, *Festuca altissima*, *Glaucium flavum*, *Polygonatum multiflorum* avec régulièrement *Carex digitata*, *Galium rotundifolium*, *Lilium martagon*, *Petasites albus*, *Ophioglossum vulgatum*, *Silene viscaria*.

Milieux rocheux

- Rochers méditerranéens exposés au sud : (5 espèces + 1) *Cheilanthes acrostica*, *Cheilanthes tinaei*, *Dryopteris ardechensis*, *Hieracium zizianum*, *Notholaena marantae* et parfois *Pinus nigra subsp. salzmannii*.
- Rochers et escarpement en exposition froide : (3 espèces + 1) *Molopospermum pe-loponnesiascum*, *Saelania glaucescens*, *Vaccinium myrtillus* et plus rarement *Leucobryum glaucum*. À noter que *Alchemilla saxatilis* et *Dryopteris oreades* bien que peu courant dans la vallée n'ont pas été retenues comme patrimoniales.

Milieux ouverts

- Prairie de fauche maigre : (2 espèces plus 1) *Muscari botryoides*, *Serapias vomeracea* avec parfois *Orchis provincialis* (*Anacamptis coriophora* ou *Anacamptis laxiflora* à rechercher).
- Pelouse de crêtes parcourues par les troupeaux : (4 espèces) *Gagea bohemica*, *Galium saxatile*, *Nardus stricta*, *Anthemis saxatilis*.

Landes, maquis-bas et garrigues

- Maquis-bas à ciste et mattorals à génévriers cade : (6 espèces) *Carex oedipostyla*, *Cistus populifolius*, *Cistus pouzolzii*, *Halimium umbellatum*, *Lavandula stoechas*, *Pinus nigra subsp. salzmannii*, notons également la présence occasionnelle d'*Osyris alba* (rare en Cévennes siliceuses) et *Psilurus incurvus* (une localité) graminée sans doute plus discrète que rare et donc non retenue pour l'instant comme patrimoniale.
- Garrigues : (1 espèce) *Cleistogenes serotina* (genre *Ophrys* à rechercher en mars-avril)

Milieus boisés

- Lisières neutrophiles de chênaie pubescente ou de fond de vallon colluvionné : (9 espèces + 3) *Carex digitata*, *Carex olbiensis*, *Euphorbia villosa*, *Iberis intermedia*, *Lilium martagon*, *Neotinea maculata*, *Orchis provincialis*, *Pulmonaria longifolia* subsp. *cevennensis*, *Silene viridiflora* avec rarement *Muscari botryoides*.
- Chênaie verte sur schiste : (1 espèce + 3) *Carex depressa* subsp. *basilaris* avec parfois *Carex olbiensis*, *Orchis provincialis*, *Silene viridiflora*.
- Châtaigneraie sous influence méditerranéenne marquée (d'intérêt communautaire) : (4 taxons occasionnels) *Cistus pouzolzii*, *Osyris alba*, *Carex depressa* subsp. *basilaris*, *Orchis provincialis*.
- Châtaigneraie et boisement mixte collinéen acidiphile à acidophile : (5 espèces + 3) *Leucobryum glaucum*, *Galium rotundifolium*, *Luzula nivea*, *Neottia nidus-avis*, *Prenanthes purpurea* avec parfois *Festuca altissima*, *Saelania glaucescens*, *Vaccinium myrtillus*.

La connaissance de la bryoflore des Cévennes s'améliorant suite aux recherches récentes d'HEBRARD (2002) BARDAT & BOUDIER (2002 à 2006), HUGONNOT (2010) et surtout d'un inventaire plus global de la bryoflore cévenole mené par HUGONNOT & SULLMONT (travaux en cours), il a été possible de sélectionner 5 espèces dont la présence dans cette vallée est suffisamment exceptionnelle pour mériter d'être conservée. D'autres taxons plus rares pourraient être ajoutés mais le choix s'est également porté sur des espèces facilement reconnaissables sur le terrain par un néophyte. *Leucobryum glaucum* et les Sphaignes (*S. auriculatum* et *subnitens*) sont déjà inscrites à l'Annexe 5 de la Directive Habitats, elles sont de plus en limite d'aire sur le versant méridional des Cévennes. C'est également le cas pour *Hyocomium armoricum* ou *Hoockeria lucens* qui souligne l'influence atlantique marquée des ravins escarpés du Galeizon. *Saelania glaucescens* est une originalité de la bryoflore

des Cévennes méridionales. L'espèce étant davantage connue de l'étage subalpin des Alpes ou des Pyrénées, ici elle croit dans les interstices terreux des vieilles murettes exposées au sud ou sud-est entre 450 et 650 m d'altitude sous couvert de Bruyère arborescente, chêne vert ou châtaignier. De telles observations semblent également connues d'Espagne (*in litt.* Vincent Hugonnot).

Soulignons par ailleurs l'importance du cortège de ptéridophytes parmi cette liste (13 taxons), d'une part des spécificités méditerranéennes des rochers siliceux (*Cheilanthes*) ou des suintements (*Isoetes*, *Ophioglossum azoricum*) mais également des taxons soulignant l'ambiance atlantique ou montagnarde de certains ravins (*Oreopteris limbosperma*, *Dryopteris dilatata*, *Trichomanes speciosum*, *Cystopteris dickiana*).

Conclusion et Perspectives

Un tel travail n'aurait pu être mené à bien sans une animation de réseau d'observateurs efficace, rôle important qu'a joué le SMACVG. Sa légitimité reconnue par les élus comme par les habitants a permis de sillonner l'ensemble du territoire sans soulever de méfiance vis à vis de la population. Certains propriétaires ont même souhaité bénéficier de nos compétences d'expertises pour savoir quelles plantes ou milieux seraient à protéger sur leur terrain.

Une expérience autant en animation de réseau, qu'en méthode de prospection comme en reconnaissance des milieux et des espèces à enjeux a été ainsi capitalisée et mériterait d'être exportée sur l'ensemble du PNC riche de plus 2300 espèces vasculaires et probablement de plus de 600 bryophytes.

Actuellement le projet d'étendre cet atlas à l'ensemble du territoire de l'Agenda 21 Galeizon, Vallée Longue, Calbertois et Pays Grand-combien (321 km²) est en cours et porte déjà sur une centaine d'espèces patrimoniales pour un total de plus 800 stations inventoriées.

Ce dispositif de partenariat technique et financier avec le PNC pour des projets d'Observatoire scientifique (naturel et culturel) sera sans doute repris en 2012 par la communauté de communes de la Cévenne des Hauts-Gardons chargée de l'animation du site Natura 2000 du Gardon de Mialet.

Restera cependant à améliorer la saisie et la consultation en ligne des données pour les membres du réseau et ce afin de maintenir la motivation et l'appropriation de cette démarche par la population locale.



De haut en bas et de gauche à droite :

Chaetonychia cymosa et *Trifolium ligusticum* espèces des suintements temporaires méditerranéens.

Pelouses d'annuelles et prairies de fauche en terrasses, le Lunès, Saint Martin de Boubaux (48)

Ripisylve à Osmonde royale du ruisseau de la Fage, Lamelouze (30)

Revers de feuille d'*Oreopteris limbosperma*, espèce des sources et ruisseaux en situation confinée.

Cheilanthes acrostica, espèce calcicole anecdotique à la base de barres rocheuses siliceuses mais à enrichissement ponctuel en carbonates.

Hieracium zizianum, espèce des rochers siliceux thermophiles en transition avec les bas-maquis à cistes

Aspect encaissé de la Salandre, affluent principal du Galeizon.

Bibliographie

- AUBIN P., 1988. Catalogue des plantes vasculaires du Gard. *Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon*, 57 (2) : 57-64
- AUBIN P., 1999. *Catalogue des plantes vasculaires du Gard*. Société Linnéenne de Lyon, 176 p.
- AUBIN P., BOUDRIE M., 1992. Catalogue des plantes vasculaires du Gard : Compléments aux Ptéridophytes. *Bulletin mensuelle de la Société linnéenne de Lyon*, 61 (1) : 25-32
- BARDAT J., BOUDIER P., & GAUTHIER R., 2002 - *La bryoflore des systèmes tourbeux d'altitude du Mont Lozère (Lozère, France)*. Rapport établi pour le compte du Parc National des Cévennes. 20p.
- BARDAT J., BOUDIER P. (2003) *Flore et végétation bryophytiques des pierriers d'altitude du Mont-Lozère (Lozère, France)*. Rapport établi pour le compte du Parc National des Cévennes 25 p.
- BARDAT J., BOUDIER P. (2004) *Flore et végétation bryophytiques des ravins boisés d'altitude du Mont-Lozère (Lozère, France)*. Rapport établi pour le compte du Parc National des Cévennes. 11p.
- BARDAT J., BOUDIER P. (2006) *Flore et végétation bryophytique du Causse Méjean*. Rapport interne du Parc National des Cévennes. Rapport établi pour le compte du Parc National des Cévennes 17 p.
- BOUDRIE M., 1986. Localités nouvelles de Ptéridophytes pour la Flore française. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, 17 : 19-32
- BOUDRIE M., MEJEAN G. & M.-F., 1998. Contributions à l'inventaire de la Flore - Département du Gard. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*, 29 : 239-240
- BRAUN-BLANQUET J., 1933. - Catalogue de la Flore du Massif de l'Aigoual et des contrées limitrophes. *Mémoires de la Société des Sciences Naturelles de Nîmes*, 4, 352 p.
- Collectif des conservatoires alpins et méditerranéens (2008) *Le Var et sa flore, Plantes rares ou protégées*. Naturalia publications. 546 p.
- Collectif du Conservatoire Botanique des Pyrénées et de Midi-Pyrénées (2010) *Guide des plantes protégées de Midi-Pyrénées*. Editions Biotope, Collection Parthénope. 400 p.
- COSTE H. & SOULIE J., 1912. Plantes nouvelles, rares ou critiques (suite 1). *Bulletin de la Société Botanique de France.*, 59 (6) : 560-563.
- DEBUSSCHE M. & G., GRANJANNY M., AFFRE L. 1996. Ecologie d'une espèce endémique et rare à distribution fragmentée : *Cyclamen balearicum* Willk. en France. *Acta botanica Gallica*. 143 (1) : 65-84
- DEJEAN R., DESCOINGS B.M. & MACCAGNO Y., 2001-2003. Catalogue de l'Herbier du département de la Lozère de T. PROST. *Journal Botanique de la Société Botanique de France*. 16: 83-104 (2001), 23: 61-69 (2003)
- DICKINSON O., 1934. *Les espèces survivantes tertiaires du Bas-Languedoc*. Imprimerie Toulousaine Lion et Fils, Toulouse, et Communication SIGMA 31 : 5-158.
- HEBRARD J. p., 2002 - Contribution à l'actualisation des connaissances sur la bryoflore (Sphaignes exclues) de la partie siliceuse du Massif de l'Aigoual (France). *Cryptogamie, Bryologie*, 2002, 23, (3) : 225-247.
- HUGONNOT V. (2004) Contribution à la chorologie et à l'écologie des Ricciacées du Massif Central (France), principalement de l'Ardèche et de la Haute-Loire. *Cryptogamie, Bryologie*, 2004, 25 (1) : pp. 39-67
- HUGONNOT V. (2010) Mousses et hépatiques de Païolive (Ardèche et Gard, France). *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*. Numéro spécial 34. 296 p.
- KERGUELEN M., 1999. *Index synonymique de la Flore de France*, <http://www.dijon.inra.fr/flore-france/>, INRA & MNHN.
- KESSLER F., 1999. - Répartition du genre *Cheilanthes* dans les Cévennes méridionales. *Le Monde des Plantes*, 467 : 1-5
- KESSLER F., 2000. - Découverte de *Trifolium ligusticum* Balbis dans les Cévennes méridionales lozériennes. *Le Monde des Plantes*, 468 : 10
- JESTIN P, SULMONT E., 2008. Quelques plantes nouvelles ou rares des vallées méridionales des Cévennes. *Le Monde des Plantes*, 496 : 1-7
- LECOQ H. & LAMOTTE M., 1847. *Catalogue raisonné 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. *Bulletin de la Société d'Agriculture de Lozère*. 13 : 81-134
- MOULINE C., 1991. Présence de *Cistus varius* Pourret dans le département de la Lozère. *Le Monde des Plantes*, 440 : 23.
- POUZOLZ P. de, 1862. *Flore du département du Gard*. Editions Coulet, Montpellier, 2 volumes, 659 & 644 p.
- SULMONT E., 2005. Quelques éléments remarquables de la Flore de la Haute-Vallée de la Cèze. *Le Monde des Plantes*, 486 : 21-26
- SULMONT E., 2005. Une contrée des Cévennes oubliée des botanistes : la Vallée Longue. *Le Monde des Plantes*, 487 : 20-26

Contribution à la connaissance des plantes rares et menacées du Massif central de Midi-Pyrénées

Contribution to the knowledge of Massif central patrimonial flora

par Nicolas Leblond¹

¹ Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées
Vallon de Salut
BP 315
F-65203 BAGNERES-DE-BIGORRE Cedex
☎ 05 62 95 85 30
✉ nicolas.leblond@cbnmpmp.fr
🌐 www.cbnmpmp.fr

Résumé : Depuis 2001, le Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées réalise un inventaire permanent des plantes protégées, rares ou menacées. Ce programme apporte une importante contribution à la connaissance de la flore patrimoniale du Massif central de Midi-Pyrénées, massif qui représente environ un tiers de son territoire d'agrément. Une sélection d'observations illustrant la diversité biogéographique de ce secteur est proposée.

Mots-clés : connaissance - inventaire - flore - rare - Midi-Pyrénées

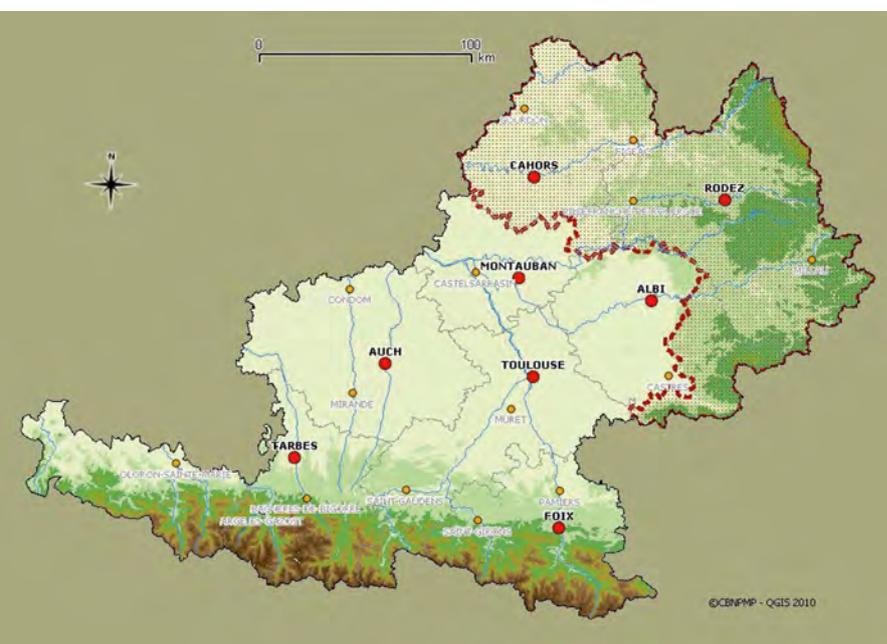
Abstract : since 2001, the Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées is making a permanent inventory of protected, rare or in danger plants. This programme constitutes an important contribution to the knowledge of Massif central patrimonial flora, this sector approximately representing a third of the approval territory. À selection of observations showing the biogeographical variety of this area is proposed.

Keywords : knowledge - inventory - flora - rare - Midi-Pyrénées

Introduction

Créé en 1999, le syndicat mixte Conservatoire botanique pyrénéen a été agréé en 2001 en tant que Conservatoire botanique national de Midi-Pyrénées. Son territoire d'agrément correspondait alors aux huit départements régionaux : Ariège,

Fig. 1. Territoire d'agrément du Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées



Aveyron, Haute-Garonne, Gers, Lot, Hautes-Pyrénées, Tarn et Tarn-et-Garonne. En 2008, ce territoire s'enrichit de la partie pyrénéenne du département des Pyrénées-Atlantiques ; la structure devient Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées (CBNMPMP), en charge de la coordination biogéographique pour le massif des Pyrénées.

Au sens de la Délégation interministérielle à l'Aménagement du Territoire et à l'Attractivité Régionale (DATAR), un tiers du territoire de travail se rattache au Massif central (cf. figure 1).

Le CBNMPMP consacre son activité à la connaissance et à la conservation de la flore sauvage et des habitats naturels. Il gère des données concernant flore vasculaire, bryophytes, champignons, lichens et habitats d'espèces.

Ses propres données sont issues de trois grands types d'inventaires :

- inventaire permanent des plantes protégées, rares ou menacées ;
- inventaire général de la flore vasculaire et des habitats ;
- expertises et inventaires menés pour des programmes partenariaux (modernisation des ZNIEFF de Midi-Pyrénées, cartographies complémentaires Natura 2000, plan de sauvegarde des messicoles, etc.).

L'inventaire des plantes protégées, rares ou menacées

Ce programme permanent fait partie des missions phares des Conservatoires botaniques nationaux. Il s'attache prioritairement à la connaissance de la flore vasculaire :

- à statut, c'est-à-dire protégée au niveau national (arrêté du 20 janvier 1982 modifié par arrêté du 31 août 1995), au niveau régional ou départemental (arrêté du 30 décembre 2004) ;
- inscrite à l'annexe II de la Directive Habitat (M.A.T.E. *et al.*, 2002), au Tome 1 du *Livre rouge de la flore menacée de France* (OLIVIER *et al.*, 1995) ou à la Liste rouge provisoire Massif central de Midi-Pyrénées (LARGIER *et al.*, 2004) ;
- non revue depuis longtemps sur le territoire d'agrément.

Les inventaires visent le plus souvent à actualiser des données anciennes, issues surtout de la bibliographie et des herbiers, mais aussi à prospecter de nouvelles stations.

Pour toute observation de terrain, les effectifs et éventuelles menaces sont précisés, et un relevé géolocalisé avec l'ensemble des espèces compagnes est effectué.

Contribution pour le Massif central de Midi-Pyrénées

La partie de la région Midi-Pyrénées se rattachant au Massif central intéresse quatre départements : l'Aveyron et le Lot dans leur intégralité, une petite moitié orientale du Tarn, et quelques communes de l'extrémité orientale du Tarn-et-Garonne. Elle peut être considérée comme constituée de quinze entités biogéographiques (cf. figure 2).

Nous proposons d'illustrer la variété de ce territoire par un diaporama présentant une sélection de plantes protégées, rares ou menacées observées dans ces quinze entités.

L'ensemble du diaporama proposé le 29 avril 2010 peut-être visualisé à la page www.cbnmp.fr/content/plantes-rares.

Montagne Noire : actualisation pour le département du Tarn de la présence de la Laïche appauvrie (*Carex depauperata* Curtis ex With.) et de la Phalangère à feuilles planes (*Simethis mattiazii* (Vand.) G. López & Jarvis), cartographie des sta-

tions tarnaises de Lis des Pyrénées (*Lilium pyrenaicum* Gouan) et de Salsepareille (*Smilax aspera* L.).

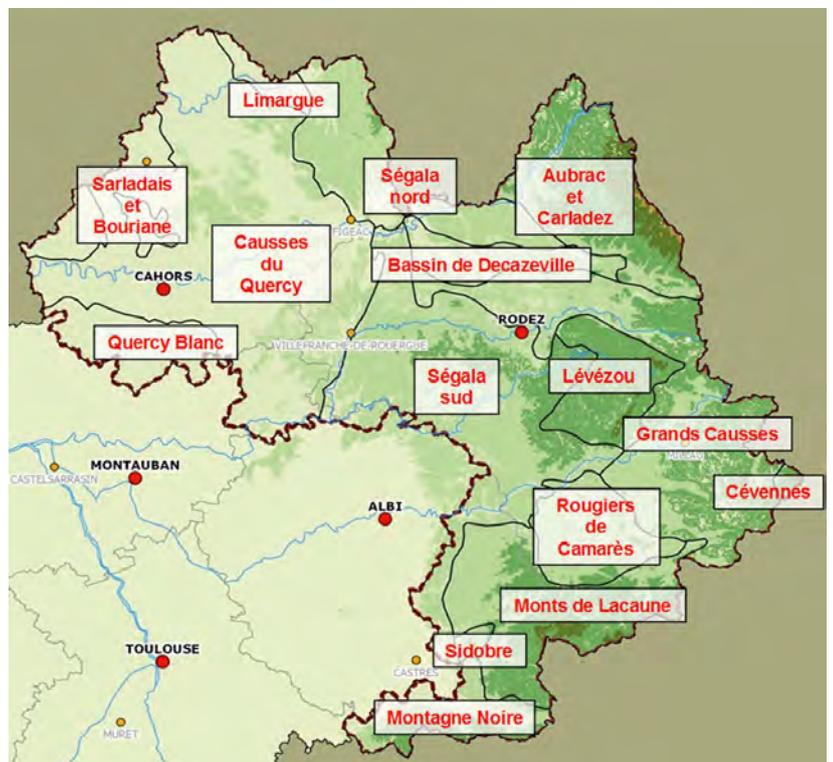
Sidobre : étude d'une station de Littorelle à une fleur (*Littorella uniflora* (L.) Asch.), actualisation pour le département du Tarn de la présence de l'Ail des bruyères (*Allium ericetorum* Thore).

Monts de Lacaune : cartographie des stations de Prêle des bois (*Equisetum sylvaticum* L.) et de Lycopode en massue (*Lycopodium clavatum* L.). Découverte de nombreuses orophytes nouvelles pour le département du Tarn : Géranium des bois (*Geranium sylvaticum* L.), Bugle pyramidal (*Ajuga pyramidalis* L.), Dryoptéris espacé (*Dryopteris remota* (A. Braun ex Döll) Druce)...

Rougiers de Camarès : découverte d'énormes populations de Gagée des rochers (*Gagea bohemica* subsp. *saxatilis* (Mert. & W.D.J.Koch) Asch. & Graebn.) et de nouvelles stations de Tête-de-Méduse (*Taeniatherum caput-medusae* (L.) Nevski). Cartographie de stations de trèfles rares : hérissé (*Trifolium hirtum* All.), à fleurs blanches (*T. leucanthum* M. Bieb.), des bois (*T. sylvaticum* Gérard ex Loisel.), de Cherler (*T. cherleri* L.), de Perse (*T. resupinatum* L.).

Cévennes : découverte de nouvelles stations de Croisette du Piémont (*Cruciata pedemontana* (Bellardi) Ehrend.) et d'Orpin à feuilles embrassantes (*Sedum amplexicaule* DC.).

Fig. 2. Carte des 15 entités biogéographiques de la partie de la région Midi-Pyrénées se rattachant au Massif central (zone grisée).



Grands Causses : redécouverte d'une station historique de Gagée des prés (*Gagea pratensis* (Pers.) Dumort. Cartographie des stations aveyronnaises d'Adonis de printemps (*Adonis vernalis* L.). Découverte d'une station d'Eufragie à larges feuilles (*Parentucellia latifolia* (L.) Caruel).

Lévézou : ce secteur qui accueillait jadis de nombreuses tourbières et landes atlantiques a été littéralement sacrifié ces dernières années. On n'y trouve désormais plus que plantations de résineux, prairies artificielles et alignements d'éoliennes. Pilulaire (*Pilularia globulifera* L.), Bruyère à quatre angles (*Erica tetralix* L.), Malaxis des marais (*Hammarbya paludosa* (L.) Kuntze), Airelle du Mont-Ida (*Vaccinium vitis-idaea* L.), etc., sont aujourd'hui considérés comme disparus de ce massif !

Aubrac et Carladez : redécouverte de l'unique station pour le Massif central du Petit Botryche (*Botrychium simplex* E. Hitchc.) (cf. figure 3). Actualisation d'une station historique (TERRE, 1955) de Géranium des prés (*Geranium pratense* L.). Découverte de nouvelles stations de Laïches pauciflore (*Carex pauciflora* Lightf.) et des bourbiers (*Carex limosa* L.). Cartographie des stations aveyronnaises de Saxifrage de Prost (*Saxifraga pedemontana* subsp. *prostii* (Stemb.) D.A.Webb).



Fig. 3. Petit Botryche (*Botrychium simplex* E. Hitchc.)

Ségala nord : actualisation de la présence d'orophytes signalées jadis dans le département du Lot : Pétasite blanc (*Petasites albus* (L.) Gaertn.), Orpin annuel (*Sedum annuum* L.), Œillet des bois (*Dianthus sylvaticus* Hoppe ex Willd.).

Bassin de Decazeville : cartographie d'espèces endémiques des serpentines du Puy de Wolf (*Noccaea firmiensis* F. K. Mey., *Euphorbia flavicoma* subsp. *costeana* (Rouy) P. Fourn. etc.). Découverte d'une nouvelle station de Gratiolle (*Gratiola officinalis* L.), espèce qui n'avait pas été revue récemment dans le département de l'Aveyron.

Ségala sud : actualisation d'une des rares données régionales de Baldellie fausse-renoncule (*Baldellia ranunculoides* (L.) Parl. subsp. *ranunculoides*), signalée autrefois par BRAS (1877). Redécouverte de la Lobélie brûlante (*Lobelia urens* L.) dans l'Aveyron.

Causses du Quercy : redécouverte de l'unique localité aveyronnaise de Grande Douve (*Ranunculus lingua* L.), et de l'unique localité tarn-et-garonnaise de Buplèvre de Toulon (*Bupleurum ranunculoides* subsp. *telonense* (Gren. ex Timb.-Lagr.) Bonnier), stations signalées jadis par BRAS (1877). Cartographie des stations lotoises de Gagée jaune (*Gagea lutea* (L.) Ker Gawl.). Découverte de stations lotoises d'Agripaume cardiaque (*Leonurus cardiaca* L.) et de Gagée des champs (*Gagea villosa* (M. Bieb.) Sweet), ainsi que d'une station aveyronnaise de Spéculaire de Castille (*Legousia scabra* (Lowe) Gamisans). Redécouverte de la Pivoine mâle (*Paeonia mascula* (L.) Mill. subsp. *mascula*) dans le département du Lot (LEBLOND, 2008).

Limargue : actualisation d'une donnée historique d'Orchis punaise (*Anacamptis coriophora* (L.) Bateman, Pridgeon & Chase subsp. *coriophora*) signalée jadis par MALINVAUD (1889). Découverte d'une nouvelle localité d'Épipactis des marais (*Epipactis palustris* (L.) Crantz).

Sarladais et Bouriane : découverte d'une station de Violette couleur-de-lait (*Viola lactea* Sm.), espèce nouvelle pour le département du Lot. Actualisation de la présence de la Bruyère vagabonde (*Erica vagans* L.).

Quercy Blanc : cartographie des uniques stations lotoise d'Ail de Sicile (*Nectaroscordum siculum* (Ucria) Lindl.) et Rosier de France (*Rosa gallica* L.).

Conclusion

Le programme d'inventaire permanent des plantes protégées, rares ou menacées a permis une mise à jour et une amélioration importante de la connaissance de ces espèces. Ces résultats ont notamment contribué à la publication du *Guide des plantes protégées de Midi-Pyrénées* (CBNPMP, 2010). Les informations engendrées pourront intégrer la base de données Chloris Web développée par le Conservatoire botanique national du Massif central, structure en charge de la coordination biogéographique pour le massif.

Les liens avec la conservation sont forts, avec, en fonction des problèmes rencontrés, le déclenchement d'actions concrètes sur des populations ou secteurs sensibles. On citera par exemple les actions visant à préserver la seule population aveyronnaise de Grande Douve (*Ranunculus lingua* L.), celles de Sénéçon de Rodez (*Senecio ruthenensis* Mazuc & Timb.-Lagr.) sur le Causse Comtal, la flore et les habitats des Rougiers de Camarès etc. Il reste encore beaucoup à faire et ce programme phare sera maintenu en parallèle des inventaires généraux.

Remerciements

Un grand merci à tous nos partenaires contributeurs, qu'ils soient institutionnels, associatifs ou particuliers ; leur aide nous est précieuse. Merci à Christophe Bergès (CBNPMP) pour sa relecture attentive du présent article.

Bibliographie

- BRAS A. 1877. - *Catalogue des plantes vasculaires du département de l'Aveyron*. Imprimerie et librairie de Veuve Cestan, Villefranche, 553 p.
- CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DES PYRENEES ET DE MIDI-PYRENEES (collectif) 2010. - *Guide des plantes protégées de Midi-Pyrénées*. Biotope, Mèze, Collection Parthénope, 400 p.
- LARGIER G., REMAURY M., PENIN D., BERGES C., LEBLOND N., LAY S., GIRE L., CORRIOL G. 2004. - *La liste des espèces végétales protégées en Midi-Pyrénées et la liste rouge provisoire des espèces rares ou menacées de la flore vasculaire de Midi-Pyrénées*. *Isatis* 4 : 27-44.
- LEBLOND N. 2008. - La pivoine coralline, *Paeonia mascula* (L.) Mill. subsp. *mascula*, dans le département du Lot. *Le Mondes Plantes* 496 : 11-12.
- MALINVAUD E. 1889. - Herborisations en 1887-88-89 dans le département du Lot, un *Alyssum* et un *Orchis* hybride nouveaux pour la flore française. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 36 : CCXLVI-CCLXII.
- MINISTERE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT, MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PECHE, MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE 2002. - *Cahiers d'habitat Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 6 : Espèces végétales*. La documentation française, Paris, 271 p.
- OLIVIER L., GALLAND J.P., MAURIN H. (Ed.) & ROUX J.P. (Coord.), 1995. - *Livre rouge de la flore menacée de France. Tome 1 : espèces prioritaires*. Muséum national d'histoire naturelle, Service du patrimoine naturel, Conservatoire botanique national de Porquerolles, Ministère de l'Environnement, Paris, Coll. Patrimoines naturels, 20, CLXII, 486 p.
- TERRE J. 1955. - *Catalogue des plantes de l'Aveyron d'après les notes laissées par le chanoine H. Coste, l'herbier Fourès de Millau et les observations de l'auteur*. Publié par l'auteur avec le concours du CNRS pour le troisième fascicule et celui du Conseil général de l'Aveyron pour la suite, Aurons, 272 p.

77 ans après : actualisation du catalogue de la flore du massif du Mont Aigoual (Cévennes, Massif central méridional).

77 years later : The catalogue of the vascular plants from the
Aigoual mountain région (Cévennes, southern Massif central) updated.

par Mario Kleszczewski¹

¹ 3bis rue des courlis
34000 Montpellier
✉ mél. : mario_kle@yahoo.fr

Résumé : Le présent travail résume l'actualisation du catalogue de la flore vasculaire du massif du Mont Aigoual (Cévennes méridionales : Aveyron, Gard, Lozère) publié par BRAUN-BLANQUET (1933). La liste des espèces présentes est mise à jour en terme de nomenclature et précisée par une délimitation géographique du massif. L'analyse bibliographique et les prospections complémentaires ont permis de recenser un total de 1658 taxons, dont 1314 (79%) ont été revus récemment. 89 taxons ont été ajoutés au catalogue depuis sa parution en 1933, parmi lesquels *Alchemilla tenuis*, espèce nouvelle pour le Massif central.

Mots-clés : Flore – plantes vasculaires - Mont Aigoual – Cévennes - *Alchemilla tenuis*

Abstract : The present article presents the updated catalogue of the vascular flora of the Aigoual mountain (Southern France, Cévennes), initially published by BRAUN-BLANQUET (1933). The catalogue is updated with regard to nomenclature and the geographical delimitation of the studied zone. The bibliographical analysis and additional prospectings lead to a final list of 1658 species, of which 1314 (79%) have been recently recorded. 89 taxons have been added to the catalogue since 1933, e.g. *Alchemilla tenuis*, a new species for the french Massif central.

Keywords : Flora – vascular plants - Aigoual mountain – Cévennes - *Alchemilla tenuis*

Remerciements

L'auteur tient à remercier M. le Directeur du Parc national des Cévennes pour son autorisation de prélèvements d'échantillons (d'espèces non protégées), ainsi que les spécialistes de genres apomictiques pour leur aide à la détermination d'échantillons : S. FRÖHNER (*Alchemilla*) et G. GOTTSCHLICH (*Hieracium*).

Hommage

Cet article est dédié à la mémoire de †Denis DAIGNAT, alpiniste, botaniste et géologue, qui a largement contribué à l'exploration floristique, géologique et historique du massif de l'Aigoual et plus particulièrement de la combe de l'Hort de Dieu.

Nomenclature utilisée : KERGOULEN (1993)

Introduction

Situé à seulement 50 km à vol d'oiseau au nord de Montpellier, le massif du Mont Aigoual attire les botanistes et universitaires héraultais depuis des siècles. Ce n'est donc pas étonnant que de nombreux articles au sujet de la flore de ce massif emblématique et relativement bien délimité par sa configuration géologique aient été publiés depuis le XVI^e siècle. Ainsi, BRAUN-BLANQUET (1933) a pu s'appuyer sur une importante bibliographie pour compiler la première version du *Catalogue de la flore du Massif de l'Aigoual et des contrées limitrophes*. 77 ans plus tard, ce travail reste une référence importante et souvent utilisée. Toutefois, au vu, d'une part, des avancées scientifiques en termes de systématique et de nomenclature, et d'autre part des changements que les milieux naturels peuvent subir, il nous a semblé intéressant d'entreprendre un travail d'actualisation de ce catalogue.

Notre travail se compose de trois parties. La première propose une délimitation précise du massif afin de restreindre la liste des taxons à cette zone clairement définie. En seconde partie, une

première bibliographie spécifique à la flore du massif est compilée et analysée. Enfin, la position biogéographique du massif et son intérêt pour la conservation d'une biodiversité végétale exceptionnelle est présentée à travers quelques exemples d'espèces remarquables.

Le massif du Mont Aigoual

Localisation (carte I)

À cheval sur les départements du Gard, de la Lozère et de l'Aveyron, le massif du Mont Aigoual occupe une superficie de 621 km² dans le quart sud-ouest du Parc national des Cévennes (carte I). Seule sa partie aveyronnaise se trouve hors zone du Parc national. La plus grande partie du massif est comprise dans ce périmètre de protection, avec une large bande médiane en « zone cœur » du Parc.

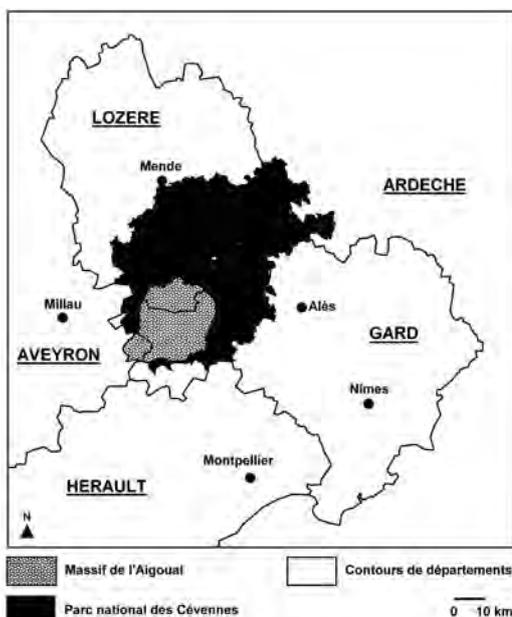
Délimitation (carte II)

Nous avons retenu les propositions de délimitation du massif par BRAUN (1915) et BRAUN-BLANQUET (1933 : 34) : il « comprend le territoire situé entre la vallée de l'Arre au Sud, le cours supérieur de l'Hérault [...] à l'Est, la Jonte au Nord et une ligne qui part du Col d'Alzon, touche le Pas de l'Ase près de Trèves, Montjardin, et vient rejoindre la Jonte à Meyrueis », avec une précision en limite est au niveau du passage des Plantiers par les crêtes au Nord de St.-André-de-Valborgne jusqu'au Pompidou.

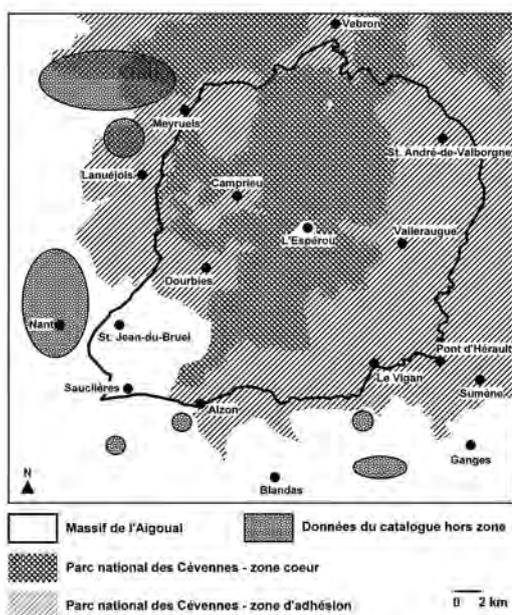
Les localités « limitrophes », ajoutées par BRAUN-BLANQUET (1933 : 35) « pour faire ressortir davantage cette opposition entre le massif siliceux et sa bordure des Causses... », ont été exclues du présent travail. Seules sont prises en compte les données localisées au sein du massif au sens strict (limite indiquée sur les cartes I et II). Ainsi, 119 taxons (7,6 %) des 1566 taxons (espèces sans hybrides) listés par BRAUN-BLANQUET (1933) ont été enlevés du catalogue puisque considérés comme absents du massif.

Géologie et climat

Comme l'indique BRAUN-BLANQUET (1933 : 34), le massif ainsi délimité « ne correspond ni à une unité géologique, ni à une unité climatologique ou biogéographique ». D'un point de vue géologique, le massif est tout de même largement dominé par les micaschistes et granits de l'ancien « horst hercynien » bien que les Grands Causses (calcaires) l'entourent sur ses flancs sud, ouest et nord. Citons pour exemple les calcaires jurassiques au sud du massif (Alzon, Bez-et-Esparron, Molières-



Carte I : Localisation du Massif de l'Aigoual.



Carte II : Délimitation du Massif de l'Aigoual et localisation des « régions limitrophes » de BRAUN-BLANQUET (1933).

Cavaillac), les dolomies entre Saucières et Saint-Jean-du-Bruel au sud-ouest, les petits causses de Canayères, Comeiras et Camprieu à l'ouest, et celui d'Ayres près de Meyrueis jusqu'au Col de Perjuret au nord-ouest. Sont également à noter les filons de calcaires précambriens qui affleurent par endroits au sein des schistes du flanc sud de l'Aigoual et qui portent des îlots de flore calcicole très particulière, parfois unique pour le massif, voire pour l'ensemble des Cévennes.

Si la position du massif comme « carrefour climatique » est évidente, l'interprétation des influences diffère selon les auteurs. Pour BRAUN-BLANQUET (1933 : 37), le massif de l'Aigoual marque

la « transition entre les régimes méditerranéens et atlantiques ». Des études plus récentes comme celles de MARSTEAU & AGRECH (1995) positionnent la partie montagnarde du massif sous influence plutôt continentale qu'atlantique.

La diversité des substrats géologiques et des influences climatiques expliquent une partie importante de la richesse végétale du massif.

Historique

Pour des raisons d'espace disponible, nous renvoyons pour l'historique au texte très détaillé de BRAUN-BLANQUET (1933 : 5-33). Il convient toutefois de citer les contributeurs majeurs à l'exploration de la flore vasculaire du massif (cf. bibliographie en fin d'article) :

P.M.C. DE POUZOLZ (1785-1858) : L'auteur de la « Flore du Gard » a posé des bases déjà très détaillées pour le catalogue de la flore du massif.

B. MARTIN (1813-1897) : Publie les premières listes détaillées de la flore de certaines parties du massif, y compris les données jamais publiées de D. TUESKIEWICZ (1809-1882).

C. FLAHAULT (1852-1935) : Il est assez frappant de constater que le fondateur de l'institut de botanique à Montpellier, sans doute excellent botaniste de terrain, a consacré son activité scientifique à des publications de contenus soit généraux soit horticoles. Il en est de même au sujet de la flore de l'Aigoual. Il y a herborisé pendant de longues années, sans toutefois publier ses résultats. De façon manuscrite, il a réalisé une première compilation des données bibliographiques, complétée par ses propres observations.

G. CABANÈS (1864-1944) : Malgré quelques données erronées, la contribution du Conservateur du Musée d'Histoire naturelle à Nîmes à l'exploration de la flore du massif nous semble mériter une place plus importante que celle accordée par BRAUN-BLANQUET (1933).

J. BRAUN-BLANQUET (1884-1980) : Il réalise sa thèse (BRAUN 1915), œuvre majeure pour le développement de la phytosociologie, sur la végétation du Mont Aigoual, sous la direction de C. FLAHAULT. Pour la rédaction du premier « catalogue », BRAUN-BLANQUET a pu se baser sur la compilation manuscrite de FLAHAULT. Ce manuscrit, annoté par BRAUN-BLANQUET, existe toujours à l'Institut de Botanique de Montpellier.

De nombreux botanistes contemporains se sont intéressés au massif de l'Aigoual :

P. AUBIN (1957-1997) : L'auteur du catalogue actualisé des plantes vasculaires du Gard a prospecté le massif et plus particulièrement les ptéridophytes, en compagnie de M. BOUDRIE.

C. BERNARD : L'auteur de l'excellente Flore des Causses a notamment exploré les petits plateaux calcaires aux alentours de Camprieu, dans la partie ouest du massif.

Le Parc national des Cévennes (PNC), fondé en 1970, ne s'est qu'assez tardivement intéressé à sa flore et végétation. En 1997, il fait réaliser une première compilation des données bibliographiques disponibles (Catalogue de la flore) ainsi que des inventaires et cartographies de zones humides. Depuis, certains agents de terrain (B. & S. DESCAVES, G. COSTES, J. SÉON, E. SULMONT...) et chargés de mission (F. DUGUÉPÉROUX, F. HOPKINS, Y. MACCAGNO, ...) réalisent des prospections ciblées et récoltent de nombreuses données intéressantes. Le PNC transmet ses données au Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles (CBNMED), alimentant ainsi la base de données en ligne (SILENE V2). En 2007, le Parc national des Cévennes publie un guide naturaliste, qui synthétise sous forme de fiches les cortèges faune-flore des milieux naturels de son territoire (CROSNIER (coord.) 2007).

J.-M. BOISSIER : L'auteur de la typologie forestière du massif y a réalisé de nombreux relevés phytosociologiques et redécouvert un certain nombre d'espèces non revues depuis la première édition du catalogue.

M. DEBUSSCHE : Auteur d'une thèse sur les landes à genêts du massif, ce chercheur-écologue a également rédigé une liste exhaustive de la flore de la haute vallée de la Jonte (versant nord du Mont Aigoual).

Les agents de l'OFFICE NATIONAL DES FORÊTS (ONF) récoltent de nombreuses données floristiques, notamment lors des révisions d'aménagements, sans toutefois les structurer sous forme de bases de données. Certains agents ou techniciens de terrain (J.-P. ANSONNAUD, G. GUARDIA, A. LACROIX, F. KESSLER, C. RULLIÈRE, L. ZERAÏA) se sont intéressés de près à la flore du massif et ont signalé des stations remarquables.

L'ONF a largement contribué à l'inventaire du massif par l'embauche sur le massif, pendant plus de trois ans, de l'auteur du présent article comme botaniste. Celui-ci prospecte le massif depuis 1995 et a compilé une première liste actualisée du massif comprenant 1111 taxons de plantes vasculaires (KLESCZEWSKI 1998). Ces résultats sont notamment intégrés à la description des milieux

naturels dans le « guide du naturaliste Causses-Cévennes » (KLESCZEWSKI 2007).

Ci-dessous la liste des personnes ayant contribué de façon plus ponctuelle :

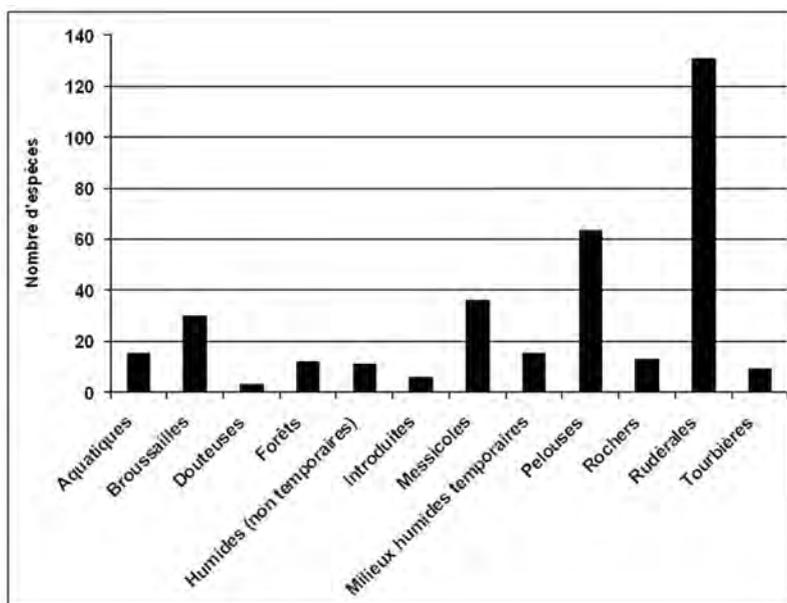
NOM	Prénom	Structure
BAILLS	Vincent	Stagiaire ONF / Université Montpellier 2
BONNEMAISON	Mathieu	Écologistes de l'Euzière
COURTIN	Denise	SESNNG
DAINAT	Denis	
DARDE	Elise	Stagiaire ONF / Université Montpellier 2
DEJEAN	Raymond	PNC
DIGIER	Marion	PNC
GARRONE	Benoît	Université Montpellier 2 / Écologistes de l'Euzière
LASMER	Giacomo	Stagiaire ONF
LEBEAU	Irène	ONF
MARQUIS	Stéphane	Méandre
MATHEZ	Joël	Université Montpellier 2 / Écologistes de l'Euzière
MONZO	Guy	ONF
PIERCOT	Bernard	ONF
SUISSE	Thibaut	Écologistes de l'Euzière

Le catalogue actualisé

Généralités

Au-delà de la mise à jour en termes de nomenclature et de la précision de la zone d'étude évoquée plus haut, nous avons exclu du catalogue les espèces cultivées au sens strict (non ou très rarement subspontanées, 32 espèces) et 27 taxons très probablement erronés, souvent déjà désignées comme telles par BRAUN-BLANQUET (1933) lui-même. Au total, 1658 espèces sont actuellement connues dans le massif, dont 1314 ont été revues durant les vingt dernières années. La figure 1 illustre l'appartenance des 344 taxons non revus aux différents types de milieu.

Le nombre élevé d'espèces liées aux milieux anthropisés dénote non seulement du manque de prospections réalisées sur ces habitats secondaires en termes d'enjeux de conservation, mais aussi de la fugacité des espèces liées aux zones



rudérales. Des efforts de prospection devront être orientés dans les vallées méditerranéennes, notamment sur substrats carbonatés.

Figure 1 : Nombre d'espèces non revues en fonction de leur habitat préférentiel.

Nouveautés

Depuis 1933, 89 taxons nouveaux ont été ajoutés au catalogue par les différents auteurs. Soulignons la découverte de 9 genres nouveaux, dont 3 sont probablement autochtones :

Aphanes : Sur l'Aigoual existent *A. arvensis* et *A. australis*. Cette dernière est une espèce relativement discrète, connue dans le Gard que depuis 2002 (SILENE V2).

Diphasiastrum : *D. alpinum* a été vue par C. BERNARD en 1991 (in PNC 1997) près du Col de la Serreyrède, mais a disparue depuis. L'hypothèse d'une plantation ne semble pas exclue.

Hordelymus : *H. europaeus* a été découverte récemment dans la Forêt des Oubrets vers 1400m d'altitude, dans une hêtraie sur substrat frais.

Plus de la moitié des taxons nouveaux pour le massif sont issus d'introductions récentes. Parmi les découvertes vraisemblablement autochtones, nous nous permettons de signaler la présence d'une espèce nouvelle pour le Massif central, d'après la bibliographie, notamment ANTONETTI *et al.* (2006) et les bases de données en ligne (E-FLORE, SILENE V2). Il s'agit de l'Alchémille ténue (*Alchemilla tenuis* Buser, figure 2), espèce relevée par l'auteur le 13.07.2003 sur la commune de Meyrueis (48), vers 1450 m, sur suintement humide incliné nord-ouest, en compagnie de l'Arabette des Cévennes (*Arabis cebennensis*) et du Doronic d'Autriche (*Doronicum austriacum*).

Le Massif de l'Aigoual abrite donc tout un groupe



Figure 2 : *Alchemilla tenuis*, espèce nouvelle pour le Massif central.

d'espèces largement isolées de leur aire principale, parmi lesquelles *Alchemilla tenuis*, *Carex frigida*, *Corydalis cava*, *C. intermedia*, *Helictotrichon sedenense*, *Hieracium peleterianum*, *Paradisea liliastrum* et *Sedum amplexicaule* sont les plus emblématiques. Les raisons de la présence de ces espèces sur le massif de l'Aigoual, tout comme l'explication de leur absence totale du massif voisin du Mont Lozère, restent à explorer.

Conclusions et perspectives

QUÉZEL & RIOUX (1948 : 398) étaient fort heureusement trop optimistes lorsqu'ils déclaraient « ...que l'on peut considérer comme achevé le recensement des phanérogames de cette région [du Vigan, massif de l'Aigoual]... ». Ce massif particulièrement diversifié, grâce à une complexité d'ordre aussi bien géologique que climatique voire biogéographique, continue à réserver des surprises aux botanistes curieux. L'actualisation du catalogue de la flore du Mont Aigoual est toutefois bien avancée, et la publication de la mise à jour paraît envisageable à moyenne échéance. Un tel ouvrage permettrait notamment d'illustrer la richesse végétale exceptionnelle mais menacée de ce massif emblématique.

Bibliographie

- ANTONETTI P., BRUGEL E., KESSLER F., BARBE J.P. & TORT M. 2006. – *Atlas de la flore d'Auvergne*. Conservatoire botanique national du Massif central, 984 p.
- ARNAUD M.-T., GAMISANS J. & GRUBER M. 1983. – Contribution à l'étude des étages de végétation en Cévennes. *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille* 43 : 15-29.
- AUBIN P. 1985. – Aperçu sur la flore du sud-est de la France (Gard, Vaucluse et Corse). *Bull. Soc. bot. Fr.*, lettres bot., 132 (4/5) : 347-348.
- AUBIN P. 1988. – Catalogue des plantes vasculaires du Gard. Ptéridophytes. *Bull. mens. Soc. linn. Lyon* 57 (2) : 57-64.
- AUBIN P. 1991. – Catalogue des plantes vasculaires du Gard. Révision des Orchidacées. *Monde Pl.* 442 : 24-26.
- AUBIN P. 1999. – *Catalogue des plantes vasculaires du Gard*. Soc. Linn. Lyon, CBN Porquerolles, 176 p.
- AUBIN P. & BOUDRIE M. 1992. – Catalogue des plantes vasculaires du Gard : Complément aux Ptéridophytes. *Bull. mens. Soc. linn. Lyon* 61 (1) : 25-32.
- BAILLS V. 2003. – *Étude des populations de Semi-Apollon (Parnassius mnemosyne L.) et de leurs plantes hôtes (Corydalis spp.) sur le Massif de l'Aigoual*. Mémoire d'initiation à la recherche réalisé sous la direction de J.-C. Bonaric et M. Kleszczewski, Maîtrise BPE, Univ. Montpellier 2 : 20 p. + annexes.
- BARRANDON M. 1897. – Observations nouvelles sur les plantes de la région méditerranéenne comprise entre le Rhône, les Cévennes et les Pyrénées, et rectifications à apporter à la FLORE DE FRANCE de Grenier et Godron. *Bull. soc. ét. sc. nat. Nîmes* 25 : 106-115. [publié par CABANES G.]
- BARRY J.-P. 1960. – Le Causse de Camprieu (Phytodynamisme et Agronomie). *Bull. Soc. Languedoc. Géogr.* 31 (1-2) : 5-47.
- BERNARD C. 1997. – Flore des Causses (Premier supplément). *Bull. Soc. bot. Centre-Ouest*, N. S., N°28 : 61-76.
- BERNARD C. 1999. – Flore des Causses (Deuxième supplément). *Bull. Soc. bot. Centre-Ouest*, N. S., N°30 : 69-88.
- BERNARD C. 1999. – Flore des Causses (Troisième supplément). *Bull. Soc. bot. Centre-Ouest*, N. S., N°31 : 257-268.
- BERNARD C. & FABRE G. 1978. – Contribution à l'étude de la flore des Grands Causses cévenols et régions périphériques. *Monde Pl.* 393 : 6-8.
- BERNARD C. & FABRE G. 1983a. – Observations

- sur la flore du sud du Plateau Central et du Languedoc (Aveyron, Hérault et Lozère). *Bull. Soc. bot. Fr.*, Lettres bot., 130 (3) : 243-247.
- BERNARD C. & FABRE G. 1983b. - Présentation des régions visitées lors de la 9ème session extraordinaire: les Grands Causses cévenols, Lézérou et massif de l'Aigoual. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, N.S., N°14 : 57-78.
- BERNARD C. & FABRE G. 1984. - Contribution à l'étude de la flore du sud du Massif Central (Aveyron, Gard, Hérault et Lozère). *Monde Pl.* 417-418 : 9-10.
- BERNARD C. & FABRE G. 1986. - Contribution à l'étude de la flore des Causses : Aveyron, Gard, Hérault et Lozère. *Monde Pl.* 423-424 : 15-17.
- BERNARD C. 2008. - Flore des Causses. Hautes terres, gorges, vallées et vallons (Aveyron, Lozère, Hérault et Gard). Deuxième édition. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, N° spécial 31, 784 p.
- BOISSIER M. 2002. - *Catalogue des stations forestières et paraforestières des Hautes Cévennes siliceuses. Évaluation patrimoniale et gestion intégrée des ressources.* Ecosylve, PNC, 355 p.
- BOISSIER M. 2009. - *Caractérisation phytosociologique et écologique et évaluation patrimoniale des habitats forestiers de la zone cœur du Parc National des Cévennes.* Ecosylve, PNC, 44 p.
- BONNET A.L.M. 1961. - À propos de *Thymus nitens* Lamotte et de *Thymus froelichianus* Opiz de la flore française. *Nat. Monspel.* Série bot. 13 : 7-13.
- BOUZAT J.-C. & VERNET J.-L. 1983. - Excursions botaniques, Région du Vigan, 5 juin 1983 (principales plantes). *Ann. Soc. Hort. Hist. Nat. Hérault* 123 (3) : 53.
- BRAUN J. 1915. - *Les Cévennes méridionales (Massif de l'Aigoual). Étude phyto-géographique.* Thèse doct. Univ. Montpellier, Soc. Génér. Impr., Genève, 207 p.
- BRAUN-BLANQUET J. 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. 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.* Ed. Lhomme, Paris, Beer & Co., Zurich, 282 p.
- BRAUN-BLANQUET J. 1933. - *Catalogue de la Flore du Massif de l'Aigoual et des contrées limitrophes.* Comm. S.I.G.M.A. 20, Mém. Soc. Ét. Sc. Nat. Nîmes 4 : 1-352.
- BRAUN-BLANQUET J., ROUSSINE N. & NEGRE R. 1952. - *Les groupements végétaux de la France méditerranéenne.* C.N.R.S., 297 p.
- 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.
- CABANES G. 1891. - Catalogue des plantes non mentionnées dans l'ouvrage de DE POUZOLZ et nouvelles pour la flore du département du Gard. *Bull. soc. ét. sc. nat. Nîmes* 19 : 8-81.
- CABANES G. 1895a. - Plantes observées à Valeraugue, sur l'Aigoual, à Camprieux et à la Seyrède en septembre 1894. *Bull. soc. ét. sc. nat. Nîmes* 23 : 1-5.
- CABANES G. 1895b. - Note relative à quelques plantes nouvelles pour la flore du Gard. *Bull. soc. ét. sc. nat. Nîmes* 23 : 9-13.
- CABANES G. 1901. - Notes botaniques. *Bull. soc. ét. sc. nat. Nîmes* 29 : 29-40.
- CABANES G. 1902. - Herborisations dans le Gard en 1902. *Bull. soc. ét. sc. nat. Nîmes* 30 : 57-77.
- CABANES G. 1903. - Plantes observées à Trèves, Saint-Sauveur-des-Pourcils, Camprieux, la Sereyrède, l'Aigoual et environs, en mars-avril 1903. *Bull. soc. ét. sc. nat. Nîmes* 31 : 71-75.
- CABANES G. 1908. - Etude sur l'herbier Diomède Tueskiewicz, de l'Université de Montpellier (Institut de Botanique). Première partie. Les Phanérogames. *Bull. soc. ét. sc. nat. Nîmes* 36 : 19-30.
- CABANES G. 1908. - Etude sur l'herbier Bernardin Martin, docteur-médecin à Aumessas (Gard). *Bull. soc. ét. sc. nat. Nîmes* 39 : 41-63.
- CADOL P. 1911. - Excursion à l'Aigoual (suite et fin). *Ann. Soc. Hort. Hist. Nat. Hérault* 43 (8) : 140-145.
- CARRIERE P. 1966. - Mise au point: Le climat pluviométrique de la Cévenne. *Bull. Soc. Languedoc. Géogr.* 37 (2): 273-294.
- CHASSAGNE M. 1928. - Quatrième liste de plantes (espèces ou variétés) nouvelles ou critiques pour l'Auvergne et les départements limitrophes. *Bull. Soc. Hist. Nat. Auvergne* 14 : 12-40.
- CHAUVET & BROYER C. 1939. - La végétation du Mont Lozère. *Bull. Soc. bot. France* 86 : 52-58.
- COPINEAU C. 1886. - Compte-rendu de la session extraordinaire de la Société à Millau, juin 1886: Rapport sur les herborisations faites les 21 et 22 juin dans la vallée du Bonheur, à l'Aigoual, à Bramabiau et au bois de Saint-Sauveur. *Bull. Soc. bot. France* 33 : CII-CVII.
- COSTE H. Abbé. 1886. - Plantes observées dans la matinée du 16 juin sur le revers septentrional du Larzac, puis entre la Liquisse et Nant. *Bull. Soc. bot. Fr.* 33 : 87-88.
- COSTE H. Abbé 1921a. - Plantes nouvelles ou récemment découvertes dans les Cévennes et le Massif central. *Monde Pl.* 129 : 5-8.
- COSTE H. Abbé 1921b. - Plantes nouvelles ou

- récemment découvertes dans les Cévennes et le Massif central (suite). *Monde Pl.* 130 : 4-7.
- COSTE H. Abbé 1921c. - Plantes nouvelles ou récemment découvertes dans les Cévennes et le Massif central (suite). *Monde Pl.* 132 : 5-7.
- COSTE H. Abbé 1921d. - Plantes nouvelles ou récemment découvertes dans les Cévennes et le Massif central (suite). *Monde Pl.* 133 : 6-7.
- COSTE H. Abbé 1922. - Plantes nouvelles ou récemment découvertes dans les Cévennes et le Massif central (suite et fin). *Monde Pl.* 134 : 6-7.
- COSTE & SOULIE Abbés 1911a. - Plantes nouvelles, rares ou critiques (suite). *Bull. Soc. bot. Fr.* 58 : 412-421.
- COSTE & SOULIE Abbés 1911b. - Plantes nouvelles, rares ou critiques (suite). *Bull. Soc. bot. Fr.* 58 : 577-582.
- COSTE & SOULIE Abbés 1919. - Plantes nouvelles, rares ou critiques (suite). *Bull. Soc. bot. Fr.* 66 : XIV-XXVII.
- CROSNIER C. (coord.) 2007. - *Guide du naturaliste Causses-Cévennes. A la découverte des milieux naturels du Parc national des Cévennes.* - Ed. Libris, Parc national des Cévennes, 336 p.
- DARDE 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.
- DEBUSSCHE M. 1970. - *Présentation de l'herbier réuni l'été 1970 dans les Hautes-Cévennes et essai de cartographie à grande échelle avec interprétation de la tourbière de Montals (Plateau du Lingas).* (Mission d'études du C.E.P.E. Louis Emberger - 1970). D.E.A. d'Écologie (option Écologie végétale), U.S.T.L. Montpellier, 33 p.
- DEBUSSCHE M. 1978. - *Étude de la dynamique de la végétation sur le versant nord-ouest du Mont Aigoual.* Thèse doct.-ing., U.S.T.L. Montpellier, Document C.E.P.E. N° 87 : 74 p.
- DEBUSSCHE M. & G. 2009. - *Liste des espèces recensées dans la Haute vallée de la Jonte (commune de Gatuzières - Lozère).* Manuscrit non publié, 21 p.
- DEJEAN R., DESCOINGS B. & MACCAGNO Y. 2001. - Catalogue de l'Herbier du département de la Lozère de T. Prost. *J. Bot. Soc. bot. Fr.* 16 : 83-104.
- DUPIAS G. 1969. - *Notice détaillée de la feuille 65 - Rodez. Carte de la végétation de la France.* C.N.R.S. Paris : 117 p.
- ELSÄSSER K. & ALBALADEJO C. 1985. - *Analyse intégrée d'un espace montagnard nord-méditerranéen à l'exemple de la vallée de Taleyrac en Cévennes.* Schriftenr. Inst. f. Landespflege Univ. Freiburg 4, 296 p.
- FABRE G. 1899. - Une plante nouvelle pour la flore du Gard "Paradisea liliastrum" (Bertol). *Bull. Soc. Et. Sc. Nat. Nîmes* 27 : 22-23.
- FADAT P. 1911. - Excursion à l'Aigoual. *Ann. Soc. Hort. Hist. Nat. Hérault* 43 (7) : 132-135.
- FIRBAS, F. 1932. - *Contribution à l'Histoire postglaciaire des Forêts des Cévennes Méridionales.* Comm. S.I.G.M.A. 15 : 9-16.
- FLAHAULT C. 1901. - Les limites supérieures de la végétation forestière et les prairies pseudo-alpines en France. *Rev. Eaux et Forêts* 11 : 3-39.
- FLAHAULT C. (sans année A). - *Flore phanérogamique du Massif de l'Aigoual.* Notes manuscrites, annotées par J. BRAUN-BLANQUET : 69 p.
- FLAHAULT C. (sans année B). - *Plantes de la flore française à cultiver aux jardins de l'Aigoual - plantes qui y sont spontanées ou cultivées.* Notes manuscrites, 22+67 p.
- FOGUELMAN D. 1966. - *Étude de l'activité biologique en particulier de la minéralisation de l'Azote, de quelques sols du Languedoc et du Massif de l'Aigoual.* Rapport C.N.R.S., C.E.P.E. Doc. N° 30, Montpellier, 152 p.
- FRÖHNER S. 1995. - *Alchemilla.* In : SCHOLZ H. (éd.). - Band IV. Teil 2B. *Spermatophyta : Angiospermae : Dicotyledones 2 (3).* Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Begr. G. HEGI : 13-242.
- GUYOT J. 1980. - *Chenopodium multifidum L.* dans le Gard. *Monde Pl.* 401 : 2
- HOPKINS F. & SULMONT E. 2010. - *Compte-rendu des sorties de formation-prospection Flore du Parc National des Cévennes en 2009.* Manuscrit non publié, 24 p.
- HUNDT R. 1961. - Einige Beobachtungen über die Höhenstufendifferenzierung der Mähwiesen in der mediterranen Quercus ilex-Stufe von Montpellier. *Vegetatio* 10 : 395-404.
- IMCHENETZKY A. 1955. - Sur la présence dans la région des Causses de deux groupements végétaux caractéristiques des vallées encaissées du Jura dubisien. *Bull. Soc. bot. Fr.* 100, session extraord. Cévennes et Causses : 77-81.
- JESTIN P. 1997. - *Inventaire préliminaire des zones humides du Massif de l'Aigoual-Lingas.* - Parc National des Cévennes, document photocopie, 55 p. + annexes.
- KERGUELEN M. 1993. - *Index synonymique de la Flore de France.* Secrétariat de la Faune et de la Flore, Muséum National d'Histoire Naturelle, 197 p. (Collection Patrimoines Naturels 8)
- KLESZCZEWSKI M. 1998. - *Graslandgesellschaften im Massif de l'Aigoual (Cévennes, Südfrankreich).* - Diplomarb. Albr.-v.-Haller-Inst. f. Pflanzenwissensch., Abt. f. Vegetationskunde u. Populations-

- biologie, Univ. Göttingen : 151 p. + annexes.
- KLESCZEWSKI M. 2000. - Les prés fauchés à Frontental du massif de l'Aigoual (Cévennes, France méridionale). *Tuexenia* 20 : 189-212. [en allemand]
- KLESCZEWSKI M. 2004. - *Inventaire et cartographie des *sources pétrifiantes en Languedoc-Roussillon. Intégration dans le réseau Natura 2000*. Rapport CEN L-R, CBNMP, DIREN L-R : 18 p. + annexes.
- KLESCZEWSKI M. 2007a. - *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*. - Ed. Libris, Parc national des Cévennes : 66-307.
- KLESCZEWSKI M. 2007b. - *Restauration de deux tourbières dans le massif de l'Aigoual (Gard). État des lieux avant travaux avec mise en place d'un dispositif de suivi*. Rapport CEN L-R, ONF 30, PNC et DIREN L-R : 22 p. + annexes.
- KLESCZEWSKI M. 2010. - *Site Natura 2000 FR9101371 « Massif de l'Aigoual et du Lingas »*. *Mise en place d'un suivi scientifique des habitats naturels avant travaux d'ouverture du milieu*. Rapport CEN L-R, ONF30, PNC : 11 p. + annexes.
- LAHONDERE C. 1983. - Troisième journée: mercredi 7 juillet: Les Gorges de la Dourbie, le Causse Noir nord-oriental, le mont Aigoual, les gorges de la Jonte. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest, N.S.*, 14 : 96-108.
- LOMBARD-DUMAS A. & MARTIN B. 1891. - Florule des Causses de Blandas, Rogues et Montdardier (Gard) qui les relient aux vallées adjacentes de la Vis, de l'Arre et de l'Hérault. *Bull. Soc. bot. Fr.* 38 : 108-110, 142-157.
- LORET H. 1862. - L'herbier de la Lozère et M. Prost. *Bull. Soc. Agric. Ind. Sc. Arts Dép. Lozère* 13 : 1-54.
- LORET H. 1880. - *Plantes nouvelles pour le Gard avec des observations préliminaires sur la Flore de Pouzolx et sur son herbier départemental*. Imp. Jouve, Nîmes, 10 p.
- MARSTEAU C. & AGRECH G. 1995. - *Typologie des stations forestières des Grands Causses du Massif Central*. - CEMAGREF, Riom, 178 p.
- MARTIN B. 1875. - Catalogue des plantes vasculaires qui croissent spontanément dans la circonscription de Campestre (Gard). *Bull. Soc. bot. France* 22 : 35-51.
- MARTIN B. 1882. - Indication de quelques plantes, non mentionnées dans la FLORE DU GARD, qui ont droit à une place sur le catalogue botanique de ce département. *Bull. Soc. Ét. Sc. Nat. Nîmes* 10 (8-12) : 1-14.
- MARTIN B. 1886. - Rapport sur l'herborisation faite le 16 juin au Moulin-Bondon. *Bull. Soc. bot. Fr.* 33 : LXXXVIII-XCI.
- MARTIN B. 1886. - Rapport sur l'herborisation faite le 17 juin par la société, au Bois de Salbouz. *Bull. Soc. bot. Fr.* 33 : 91-95.
- MARTIN B. 1888. - Note sur deux *Centaurea* de la flore du Gard. *Bull. Soc. bot. Fr.* 35 : 441-443.
- MARTIN B. 1890. - Florule du cours supérieur de la Dourbie depuis sa source à l'Espérou (Gard) jusqu'au confluent du Trévezel, près de Cantobre (Aveyron) (1). *Bull. Soc. bot. France* 37 : 50-67.
- MARTIN B. 1893a. - Révision des *Rubus*, des *Rosa*, des *Galium* et des *Hieracium* de la Flore du Gard. *Bull. Soc. bot. France* 40 : 289-298.
- MARTIN B. 1893b. - Indication de 250 plantes trouvées dans notre département après la publication de la Flore du Gard et dont l'énumération peut être considérée comme un supplément à la statistique de cette flore. *Bull. Soc. bot. France* 40 : 13-23.
- MARTIN B. 1893c. - Supplément à la florule du cours supérieur de la Dourbie et au catalogue des plantes vasculaires qui croissent spontanément dans la circonscription de Campestre (Gard). *Bull. Soc. bot. France* 40 [2^e série, N°15] : 60-62.
- MARTIN B. 1894. - Le *Scleranthus uncinatus* Sch. des Cévennes doit-il conserver son nom actuel ou prendre à l'avenir la dénomination de *S. polycarpus* L. ? *Bull. Soc. bot. France* 41 [3^e série, N°1] : 203-215.
- MARTIN B. 1895. - Florule de l'Aigoual et de la contrée avoisinante depuis Valleraugue jusqu'aux environs de Saint-Sauveur-les-Pourcils (Gard). *Bull. Soc. bot. France* 42 : 273-285.
- MARTIN B. 1877. - Indication du *Corydalis fabacea* Pers. comme espèce nouvelle pour la flore du Gard. *Bull. Soc. Ét. Sc. Nat. Nîmes* 5 : 84-86.
- MAURIN D. 1991. - *Aperçus sur la richesse floristique de quelques peuplements à Châtaignier cévenols*. D.E.A. Fac. Sc. Techn. St. Jérôme Marseille : 27 p. + annexes.
- MÜLLER D. & U. 1964. - *Bericht über die Exkursion nach Südfrankreich des Instituts für Systematische Botanik und Pflanzengeographie der Freien Universität Berlin vom 20.4.-9.5.1964*. Manuscrit photocopié, 96 p.
- PARC NATIONAL DES CEVENNES 1997. - *Catalogue de la flore du Parc national des Cévennes. Phanérogames et Ptéridophytes* (rédigé par Ph. JESTIN et Ph. ROUSSELLE). Parc national des Cévennes, Florac, 62 p.
- PEREZ F. 1992. - *Étude préliminaire effectuée sur le terrain à la tourbière de Montals, du Trévezel, et au bois tourbeux, parcelle 387 (première série de Montals), pour la création d'un réseau de réserves biologiques sur le Massif de l'Aigoual*. Rapport ONF 30, 14 p. + annexes.

PEYRE DE FABREGUES B. 1962. - *Contribution à l'étude du milieu et de la végétation des Landes du Massif de l'Aigoual*. Thèse doct. 3e cycle, Univ. Montpellier, 104 p.

PLANCHON J.-E. 1880. - La végétation de Montpellier et des Cévennes dans ses rapports avec la nature du sol. *Bull. Soc. Languedoc. Géogr.* 3 : 28-42.

POISSONET J. & GODRON M. 1992. - Évolution des paysages et potentialités pastorales actuelles dans la commune de Dourbies. *Ann. P.N.C.* 5 : 189-216.

PORTAL R. 1999. - *Festuca de France*. Éd. R. Portal, Vals-près-Le-Puy, 367 p.

POUZOLZ de M.C. 1857a. *Flore du Gard – Plantes vasculaires*. Tome 1 : 659 p.

POUZOLZ de M.C. 1857b. *Flore du Département du Gard ou description des plantes qui croissent naturellement dans ce département*. Tome second : 644 p.

QUEZEL P. & RIOUX J.-A. 1948. - Quelques stations botaniques nouvelles dans les Cévennes (région du Vigan). *Bull. Soc. Bot. Fr.* 94 : 393-398.

QUEZEL P. & RIOUX J.-A. 1950. - Plantes adventices de la région de Vigan (Gard). *Bull. Soc. Bot. Fr.* 97 : 2-4.

RIOUX J.-A. 1957. - La Grassette vulgaire (*Pinguicula vulgaris* L.) dans le Massif de l'Aigoual. *Ann. Soc. Hort. Hist. Nat. Hérault* 97 : 88-89.

RIOUX J.-A. & QUEZEL P. 1948. - Notes critiques sur quelques espèces du massif de l'Aigoual. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 95 : 134-135.

RIOUX J.-A. & QUEZEL P. 1951. - Note floristique sur la "Région" de Montpellier. *Monde Pl.* 280-281 : 41-43.

ROISIN P. 1969. - *Le domaine phytogéographique atlantique d'Europe*. - *Les presses agronomiques de Gembloux*, A.S.B.L., Ed. Duculot, Gembloux, 262 p.

SULMONT E. 2006. - *Compte-rendu des sorties de formation-prospection Flore du Parc National des Cévennes en 2006*. Manuscrit non publié, 16 p.

SULMONT E. 2007. - *Compte-rendu des sorties de formation-prospection Flore du Parc National des Cévennes en 2007*. Manuscrit non publié, 21 p.

SULMONT E. 2008. - *Compte-rendu des sorties de formation-prospection Flore du Parc National des Cévennes en 2008*. Manuscrit non publié, 21 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>

La conservation et le recensement des types nomenclaturaux du Massif central dans les herbiers de M. Lamotte et de H. Lecoq

Conservation and inventory of nomenclatural types from the French central massiv in the herbaria of M. Lamotte and H. Lecoq

par Camille Roux¹

¹ Institut de botanique
Herbiers universitaires CLF
3 Boulevard Lafayette
F-63000 CLERMONT-FERRAND
① 04 73 40 62 36
✉ camille.roux@univ-bpclermont.fr

Résumé : Les Herbiers de Clermont-Ferrand (CLF) hébergent plusieurs collections d'intérêts historique et scientifique. Notamment les herbiers Lamotte, Lecoq, qui revêtent un grand intérêt pour la flore du Massif central et comptent un grand nombre de types nomenclaturaux. Le travail réalisé de 2006 à 2009 a permis d'inventorier environ 300 types, dont la plupart proviennent du Massif central. Ces Herbiers constituent encore aujourd'hui un champ de recherches et un outil de référence pour les études de systématique. La conservation de cette collection scientifique et historique majeure à l'échelle du Massif central, est primordiale.

Mots-clés : collection botanique - phytotaxonomie - Clermont-Ferrand

Abstract : The herbarium of Clermont-Ferrand (CLF) includes several historical and scientific collections. In this work we focus our attention on two collections: Lamotte's herbarium and Lecoq's herbarium, which are of great interest for the flora of Massif central and have a large number of nomenclatural types. About 300 types, especially from the Massif Central, have been listed in this study between 2006 to 2009. These Herbaria are still a tool for systematic researches. Their conservation is a priority for knowledge of Massif central's flora.

Keywords : botanical collection - plant systematics - Clermont-Ferrand

Introduction

Cet article expose les premiers résultats de l'inventaire des types nomenclaturaux conservés dans l'herbier Lamotte, appartenant aux universités clermontoises, et dans l'herbier Lecoq appartenant à la ville de Clermont-Ferrand. Cette étude, commencée en 2006 est toujours en cours actuellement. Concernant l'herbier Lecoq, le travail a été possible grâce à une commande du Musée Lecoq passée à l'Institut de botanique – Herbiers Universitaires de Clermont-Ferrand (IBHUC).

La première partie présentera rapidement les collections universitaires conservées à Clermont, puis les différents herbiers sur lesquels a porté l'inventaire des types.

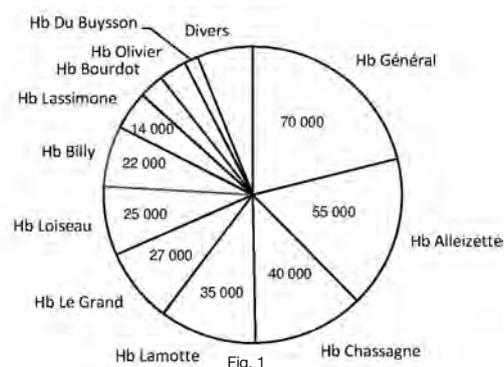
La seconde partie exposera la méthode et les résultats, en particulier les résultats quantitatifs généraux.

Enfin, nous aborderons un certain nombre d'exemples de taxons décrits par ces auteurs.

Présentation des collections Clermontoises

Les collections Clermontoises comprennent les herbiers de la ville de Clermont-Ferrand, gérés par le musée Lecoq, environ 80 000 parts, et les herbiers universitaires, environ 450 000 parts, gérés par l'IBHUC.

Les collections universitaires (dites " herbier CLF" selon l'acronyme de l'*Index Herbariorum*) représentent la 4^e collection nationale, elle comprend un grand nombre d'herbiers (fig.1). Les récoltes s'échelonnent sur 4 siècles, du XVIII^e au XXI^e et proviennent de tous les continents.



Les herbiers CLF accueillent chaque année plusieurs centaines de nouveaux spécimens collectés par des botanistes et chercheurs Français ou étrangers. Ils ont également pour vocation d'accueillir des collections sous forme de dons ou de legs.

Présentation du matériel d'étude : les herbiers Lecoq et Lamotte

L'herbier d'Henri Lecoq est constitué d'environ 20000 parts, il a été réalisé de 1826 à 1849, soit sur une période de 23 ans.

L'herbier de Martial Lamotte est constitué d'environ 35000 parts, il a été réalisé de 1836 à 1879 soit sur une période de 43 ans.

Ensemble, ces botanistes ont écrit le *Catalogue raisonné des plantes vasculaires du plateau central de la France* (Lecoq et Lamotte, 1847), qui présente les récoltes effectuées avant 1848. Cet ouvrage représente une première étape, car de nombreux taxons ont été révisés ensuite et d'autres décrits par M. Lamotte dans le cadre de son *Prodrome de la flore du plateau central de la France* (Lamotte, 1877 et 1881), malheureusement cet ouvrage est resté inachevé.

À l'occasion de cette exploration dans ces deux herbiers, nous avons été amenés à consulter systématiquement l'herbier Chassagne, présent dans les collections universitaires. Cet auteur a, en effet, abondamment utilisé les herbiers Lecoq et Lamotte, dans son inventaire analytique (Chassagne, 1956 et 1957), ouvrage de référence, qui fait le point de la connaissance et des populations de toutes les plantes d'Auvergne et des régions limitrophes ainsi que les stations existantes.

Méthodologie

Ce travail a été réalisé en combinant la recherche des planches, dans les herbiers Lamotte, Lecoq et Chassagne, et la bibliographie.

Pour pouvoir déterminer si l'échantillon d'herbier est un type, il faut rechercher au préalable la diagnose publiée dans les ouvrages de ces auteurs, catalogue et prodrome. La diagnose énumère les caractères du nouveau taxon qui servent à le distinguer des espèces voisines.

Pour reconnaître un type parmi plusieurs parts d'herbier, il est nécessaire que les données figurant sur l'étiquette remplissent plusieurs conditions. Tout d'abord la date de récolte doit être antérieure à la date de publication de la diagnose ; d'autre part, la localité où la plante a été collec-

tée doit être la même que celle citée dans la diagnose ; enfin l'étiquette doit mentionner le nom du nouveau taxon accompagné du nom du ou des auteurs.

Une fois qu'un type est reconnu dans les herbiers, il faut déterminer son statut ; dans cette étude nous en avons rencontré quatre :

- *Holotypes* : un spécimen unique conservé dans un seul herbier ;
- *Syntypes* : plusieurs spécimens de l'herbier pouvant correspondre à la diagnose ;
- *Lectotypes* : un spécimen désigné par un auteur ultérieur à partir des parts d'herbier de l'auteur original ;
- *Types* : statut indéterminé.

Dans cette étude, la vérification des caractères de la diagnose sur l'échantillon, n'a pas été systématique. Ce travail est en cours.

Résultats

Nos travaux ont permis, en tout, d'inventorier les types correspondant à 174 taxons (293 parts d'herbiers). 81 ont été décrits par Lecoq & Lamotte et 93 par Lamotte. Les 81 taxons Lecoq & Lamotte représentent 177 parts d'herbiers qui sont réparties comme suit : 55 taxons (5 holotypes et 88 syntypes) dans l'herbier Lecoq et 74 taxons (22 holotypes, et 62 syntypes) dans l'herbier Lamotte. Les 93 taxons décrits par Lamotte représentent, quant à eux, 116 parts d'herbiers tous contenus dans l'herbier Lamotte. Ces dernières se classent de la façon suivant : 63 holotypes, 47 syntypes, 4 lectotypes et 2 types. Le tableau ci-dessous récapitule les résultats et montre le remarquable intérêt scientifique de ces deux herbiers.

	Herbier Lecoq	Herbier Lamotte
Holotypus	5	85
Syntypus	88	109
Lectotypus		4
Typus		2
Total	93	200

En particulier l'herbier de Martial Lamotte revêt un intérêt considérable : il héberge pratiquement tous les types des taxons décrits et en particulier presque tous les holotypes. En effet la découverte des taxons nouveaux, parmi lesquels plusieurs endémiques et micro-endémiques, a surtout été l'oeuvre de cet auteur, qui a consacré toute sa vie à la botanique. La liste complète des types recensés lors de cette étude se trouve à la fin de l'article. On trouvera ci-contre quelques exemples de taxons décrits par Lecoq et Lamotte et par Lamotte.



Genista delarbrei
Lecoq & Lamotte

- Auvergne et Pyrénées
- Landes montagnardes (1400 et 1800m)
- Feuilles plus larges, gousses plus larges et brusquement terminées en pointe très courte
- Holotypus présent dans l'herbier Lamotte

Arenaria ligericina
Lecoq & Lamotte

- Endémique des Cévennes dolomitiques
- Roches calcaires et sables dolomitiques
- Feuilles linéaires molles, souche épaisse sous-ligneuse, plante pubescente glanduleuse
- Syntypus dans les herbiers Lecoq et Lamotte



Myosotis lamottiana (Braun-Blanq.) Grau
(= *M. aspera* Lamotte)

- Massif central et Pyrénées
- Prés tourbeux, étage montagnard
- Stolons souterrains, tige élevée, poils de la face inférieure des feuilles de la base retournés vers le pétiole et poils de la face supérieure retournés vers le sommet du limbe
- Lectotypus présent dans l'herbier Lamotte (Jitka Štěpánková, 2001)

Artemisia verlotiorum
Lamotte

- Introduit, Asie orientale, méditerranéen
- Fiches xérophiles
- Feuilles vertes et glabres en dessus, feuilles moins divisées et à division plus larges, floraison tardive
- Syntypus présent dans l'herbier Lamotte



Thymus nitens
Lamotte

- Endémique des Cévennes siliceuses
- Coteaux arides entre 400 et 1500 m
- Tiges ligneuses, petit buisson, feuilles luisantes, non ciliées à la base, à nervures très apparentes, glandes abondantes
- Syntypus présent dans l'herbier Lamotte

Conclusion et perspectives

Ce travail constitue les premiers résultats de recherches qui doivent se poursuivre, notamment dans une perspective de caractérisation des micro-endémiques du Massif central.

Tout d'abord les diagnoses devront être systématiquement vérifiées sur les types inventoriés avant de procéder à la typification définitive.

Il sera aussi important d'approfondir les recherches bibliographiques afin de séparer parmi les taxons décrits, ceux non reconnus par les systématiciens, et mis en synonymie, ceux unanimement acceptés et d'autres dont la pertinence reste à démontrer. Pour ces derniers s'ouvrir un vaste champ de recherches faisant appel à de nouvelles collectes de terrain, mises en culture, utilisation des techniques de caractérisations chromosomique et phylogénétique. Dans cette perspective, Il sera aussi intéressant de rechercher dans l'herbier de Martial Lamotte, d'éventuels nouveaux taxons qui n'ont pu être traités dans le prodrome, suite au décès de ce dernier, en particulier parmi les monocotylédones.

Ce travail a ainsi permis de souligner l'importance de la conservation de ces collections, qui représentent un outil phytotaxonomique majeur pour la flore du Massif central.

Bibliographie

CHASSAGNE M., 1956-1957 - *Inventaire analytique de la Flore d'Auvergne et contrées limitrophes des départements voisins*, Tome 1 & 2, Ed. Paul Lechevallier, 458 p. & 540 p.

LAMOTTE M., 1877-1881 - *Prodrome de la flore du plateau central de la France, comprenant l'Auvergne, le Velay, la Lozère, les Cévennes, une partie du Bourbonnais et du Vivarais*, Masson, Paris, 628 p.

LECOQ H. & LAMOTTE M., 1847 - *Catalogue raisonné des plantes vasculaires du plateau central de la France, comprenant l'Auvergne, le Velay, la Lozère, les Cévennes, une partie du Bourbonnais et du Vivarais*, Masson, Paris, 440 p.

ŠTĚPÁNKOVÁ J., 2001. Non-adaptative hypothesis of allopatric cytotype distribution in *Myosotis lamottiana* (Boraginaceae). *Folia Geobotanica* 36: 147-161.

Types de Lamotte, et Lecoq & Lamotte

Famille	Genre	Espèce	Auteur	Rang infraspécifique	Auteur	Type statut
Alliaceae	<i>Allium</i>	<i>intermedium</i>	DC.	var. <i>bulbiferum</i>	Lecoq & Lamotte	Holotypus
Anacardiaceae	<i>Pistacia</i>	<i>terebinthus</i>	L.	var. <i>angustifolia</i>	Lamotte	Holotypus
Apiaceae	<i>Bupleurum</i>	<i>falcatum</i>	L.	var. <i>proliferum</i>	Lecoq & Lamotte	Holotypus
Apiaceae	<i>Bupleurum</i>	<i>falcatum</i>	L.	var. <i>angustifolium</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Apiaceae	<i>Chaerophyllum</i>	<i>aureum</i>	L.	var. <i>involutatum</i>	Lecoq & Lamotte	Holotypus
Apiaceae	<i>Daucus</i>	<i>carota</i>	L.	var. <i>ochroleucus</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Apiaceae	<i>Daucus</i>	<i>carota</i>	L.	var. <i>gracilis</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Apiaceae	<i>Laserpitium</i>	<i>nestleri</i>	Soyer-Willemet	var. <i>hispidum</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Apiaceae	<i>Laserpitium</i>	<i>siler</i>	L.	var. <i>asperum</i>	Lecoq & Lamotte	Holotypus
Asteraceae	<i>Artemisia</i>	<i>campestris</i>	L.	var. <i>fulvopilosa</i>	Lamotte	Syntypus
Asteraceae	<i>Artemisia</i>	<i>campestris</i>	L.	var. <i>scoparioides</i>	Lamotte	Holotypus
Asteraceae	<i>Artemisia</i>	<i>campestris</i>	L.	var. <i>glabrata</i>	Lamotte	Syntypus
Asteraceae	<i>Artemisia</i>	<i>verlotiorum</i>	Lamotte			Syntypus
Asteraceae	<i>Barkhausia</i>	<i>taraxacifolia</i>	(Thuill.) DC.	var. <i>multicaulis</i>	Lamotte	Holotypus
Asteraceae	<i>Barkhausia</i>	<i>taraxacifolia</i>	(Thuill.) DC.	var. <i>praecox</i>	Lamotte	Holotypus
Asteraceae	<i>Carduus</i>	<i>deflora-carlinifolius</i>	Lamotte			Holotypus
Asteraceae	<i>Carlina</i>	<i>orophila</i>	Lamotte			Lectotypus
Asteraceae	<i>Centaurea</i>	<i>endressii</i>	Lamotte			Holotypus
Asteraceae	<i>Centaurea</i>	<i>maculosa</i>	Lam.	var. <i>macrocephala</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Asteraceae	<i>Centaurea</i>	<i>maculosa</i>	Lam.	var. <i>albida</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Asteraceae	<i>Centaurea</i>	<i>nigra</i>	L.	var. <i>cano-hispida</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Asteraceae	<i>Chrysanthemum</i>	<i>cebennense</i>	(DC.) Lecoq & Lamotte			Syntypus
Asteraceae	<i>Chrysanthemum</i>	<i>leucanthemum</i>	L.	var. <i>pinnatifidum</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Asteraceae	<i>Cirsium</i>	<i>arvense</i>	(L.) Scop.	var. <i>horridum</i>	Lecoq & Lamotte	Holotypus
Asteraceae	<i>Cirsium</i>	<i>bulbosum</i>	(Lam.) DC.	var. <i>dissectum</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Asteraceae	<i>Cirsium</i>	<i>eriphorum</i>	(L.) Scop.	var. <i>mite</i>	Lecoq & Lamotte	Holotypus
Asteraceae	<i>Cirsium</i>	<i>glutinatum</i>	Lam.	var. <i>purpureum</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Asteraceae	<i>Cirsium</i>	<i>lanceolato-eriphorum</i>	Lamotte			Holotypus
Asteraceae	<i>Cirsium</i>	<i>lanceolatum</i>	(L.) Scop.	var. <i>araneosum</i>	Lamotte	Holotypus
Asteraceae	<i>Cirsium</i>	<i>lanceolatum</i>	(L.) Scop.	var. <i>horridulum</i>	Lamotte	Holotypus
Asteraceae	<i>Crepis</i>	<i>nicaeensis</i>	Balb.	var. <i>integrifolia</i>	Lamotte	Holotypus
Asteraceae	<i>Eupatoria</i>	<i>cannabina</i>	L.	var. <i>simplicifolia</i>	Lecoq & Lamotte	Holotypus
Asteraceae	<i>Gnaphalium</i>	<i>norvegicum</i>	Gunnerus	var. <i>pallidum</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Asteraceae	<i>Gnaphalium</i>	<i>sylvaticum</i>	L.	var. <i>chloroticum</i>	(Lamotte) Chass.	Lectotypus
Asteraceae	<i>Hieracium</i>	<i>auricula</i>	L.	var. <i>unicapitatum</i>	Lamotte	Holotypus
Asteraceae	<i>Hieracium</i>	<i>auricula</i>	L.	var. <i>glacialiforme</i>	Lamotte	Syntypus
Asteraceae	<i>Hieracium</i>	<i>piilosella</i>	L.	var. <i>subincanum</i>	Lamotte	Syntypus
Asteraceae	<i>Hypochaeris</i>	<i>radicata</i>	L.	var. <i>prolifer</i>	Lamotte	Holotypus
Asteraceae	<i>Inula</i>	<i>britannica</i>	L.	var. <i>uniflora</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Asteraceae	<i>Lactuca</i>	<i>lactucarii</i>	Lamotte			Syntypus
Asteraceae	<i>Lactuca</i>	<i>ramosissima</i>	All.	var. <i>integrifolia</i>	Lamotte	Holotypus
Asteraceae	<i>Leontodon</i>	<i>hispidus</i>	L.	var. <i>alpinus</i>	Lecoq & Lamotte	Holotypus
Asteraceae	<i>Leucanthemum</i>	<i>delarbrei</i>	Timb.-Lagr. ex Lamotte			Typus
Asteraceae	<i>Picris</i>	<i>hispidissima</i>	Lecoq & Lamotte			Holotypus
Asteraceae	<i>Picris</i>	<i>monticola</i>	Lamotte			Holotypus
Asteraceae	<i>Podospermum</i>	<i>laciniatum</i>	DC.	var. <i>humifusum</i>	Lamotte	Holotypus
Asteraceae	<i>Pulicaria</i>	<i>dysenterica</i>	(L.) Bernh.	var. <i>ramosissima</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Asteraceae	<i>Senecio</i>	<i>cacaliaster</i>	Lam.	var. <i>radiatum</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Asteraceae	<i>Senecio</i>	<i>fuscio-cacaliaster</i>	Lamotte			Holotypus
Asteraceae	<i>Silybum</i>	<i>marianum</i>	(L.) Gaertn.	var. <i>longispinum</i>	Lamotte	Holotypus
Asteraceae	<i>Taraxacum</i>	<i>palustre</i>	DC.	var. <i>runcinato-hastatum</i>	Lamotte	Syntypus
Asteraceae	<i>Taraxacum</i>	<i>salsugineum</i>	Lamotte			Syntypus
Asteraceae	<i>Tragopogon</i>	<i>longifolius</i>	Lamotte			Lectotypus
Boraginaceae	<i>Myosotis</i>	<i>aspera (=lamottiana)</i>	Lamotte			Lectotypus
Boraginaceae	<i>Pulmonaria</i>	<i>alpestris</i>	Lamotte			Syntypus
Brassicaceae	<i>Biscutella</i>	<i>coronopifolia</i>	Lecoq & Lamotte			Syntypus
Brassicaceae	<i>Brassica</i>	<i>cheiranthos</i>	Vill.	var. <i>rupicola</i>	Lamotte	Holotypus
Brassicaceae	<i>Brassica</i>	<i>cheiranthos</i>	Vill.	var. <i>sabulicola</i>	Lamotte	Holotypus
Brassicaceae	<i>Cardamine</i>	<i>hirsuta</i>	L.	var. <i>umbrosa</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Brassicaceae	<i>Cardamine</i>	<i>resedifolia</i>	L.	var. <i>integrifolia</i>	Lecoq & Lamotte	Holotypus
Brassicaceae	<i>Rapistrum</i>	<i>intermedium</i>	Lamotte			Typus
Brassicaceae	<i>Thlaspi</i>	<i>virgatum</i>	Lecoq & Lamotte			Syntypus
Brassicaceae	<i>Thlaspi</i>	<i>vulcanorum</i>	Lamotte			Holotypus
Campanulaceae	<i>Campanula</i>	<i>glomerata</i>	L.	var. <i>angustifolia</i>	Lamotte	Holotypus
Campanulaceae	<i>Campanula</i>	<i>rotundifolia</i>	L.	var. <i>scopulicola</i>	Lamotte	Syntypus
Caprifoliaceae	<i>Lonicera</i>	<i>etrusca</i>	G. Santi	var. <i>quercifolia</i>	Lecoq & Lamotte	Holotypus
Caprifoliaceae	<i>Viburnum</i>	<i>lantana</i>	L.	var. <i>glabrescens</i>	Lamotte	Syntypus
Caprifoliaceae	<i>Viburnum</i>	<i>lantana</i>	L.	var. <i>glabrescens</i>	Lamotte	Syntypus
Caryophyllaceae	<i>Alsine</i>	<i>mucronata</i>	L.	var. <i>pubescens</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Caryophyllaceae	<i>Arenaria</i>	<i>ligericina</i>	Lecoq & Lamotte			Syntypus
Caryophyllaceae	<i>Cerastium</i>	<i>alpinum</i>	L.	var. <i>densifolium</i>	Lecoq & Lamotte	Holotypus
Caryophyllaceae	<i>Cerastium</i>	<i>arvense</i>	L.	var. <i>grandiflorum</i>	Lecoq & Lamotte	Holotypus
Caryophyllaceae	<i>Dianthus</i>	<i>girardinii</i>	Lamotte			Holotypus
Caryophyllaceae	<i>Dianthus</i>	<i>monspessulano-seguieri</i>	Lecoq & Lamotte			Syntypus
Caryophyllaceae	<i>Dianthus</i>	<i>sylvaticus</i>	Hoppe	var. <i>fasciculatus</i>	Lamotte	Holotypus

Famille	Genre	Espèce	Auteur	Rang infraspécifique	Auteur	Type statut
Caryophyllaceae	Stellaria	alpicola	Lamotte			Holotypus
Caryophyllaceae	Stellaria	media	(L.) Vill.	var. <i>alpicola</i>	Lamotte	Holotypus
Chenopodiaceae	Atriplex	patula	L.	var. <i>intermedia</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Cistaceae	Helianthemum	italicum	(L.) Pers.	var. <i>glabrum</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Corylaceae	Carpinus	betulus	L.	var. <i>rubrifolia</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Crassulaceae	Sempervivum	affine	Lamotte			Syntypus
Crassulaceae	Sempervivum	ambiguum	Lamotte			Holotypus
Crassulaceae	Sempervivum	brachiatum	Lamotte			Holotypus
Crassulaceae	Sempervivum	cebennensis	Lamotte			
Crassulaceae	Sempervivum	frigidum	Lamotte			
Crassulaceae	Sempervivum	monticulum	Lamotte			
Crassulaceae	Sempervivum	pyrenaicum	Lamotte			Holotypus
Crassulaceae	Sempervivum	speciosum	Lamotte			Holotypus
Crassulaceae	Sempervivum	verlotii	Lamotte			Holotypus
Crassulaceae	Sempervivum	villosum	Lamotte			Syntypus
Crassulaceae	Sempervivum	x pomelii	Lamotte			
Cyperaceae	Carex	vulgaris	Fries	var. <i>fusca</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Cyperaceae	Scirpus	setaceus	L.	var. <i>intermedius</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Fabaceae	Anthyllis	vulneraria	L.	var. <i>rubida</i>	Lamotte	Holotypus
Fabaceae	Anthyllis	vulneraria	L.	var. <i>villosa</i>	Lamotte	Holotypus
Fabaceae	Genista	delarbrei	Lecoq & Lamotte			Holotypus
Fabaceae	Lathyrus	pratensis	L.	var. <i>montanus</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Fabaceae	Lathyrus	sylvestris	L.	var. <i>intermedius</i>	Lamotte	Holotypus
Fabaceae	Lens	biebersteinii	Lamotte			Holotypus
Fabaceae	Lotus	corniculatus	L.	var. <i>alpestris</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Fabaceae	Lotus	corniculatus	L.	var. <i>rubiflorum</i>	Lecoq & Lamotte	Holotypus
Fabaceae	Lotus	tenuifolius	(L.) Rchb.	var. <i>crassifolius</i>	Lecoq & Lamotte	Holotypus
Fabaceae	Medicago	cinerascens	Jord.	var. <i>longiseta</i>	Lamotte	Holotypus
Fabaceae	Medicago	minima	L.	var. <i>elongata</i>	Lecoq & Lamotte	Holotypus
Fabaceae	Mellilotus	arvensis	Wallr.	var. <i>grandiflorus</i>	Lamotte	Holotypus
Fabaceae	Onobrychis	supina	(Chaix) DC.	var. <i>intermedia</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Fabaceae	Ornithopus	perpusillus	L.	var. <i>elongatus</i>	Lamotte	Holotypus
Fabaceae	Trifolium	ochroleucum	Huds.	var. <i>montanum</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Fabaceae	Vicia	arenivaga	Lamotte			Holotypus
Famille	Genre	Espèce	Auteur	Rang infraspécifique	Auteur	Type statut
Famille	Genre	Espèce	Auteur	Rang infraspécifique	Auteur	Type statut
Famille	Genre	Espèce	Auteur	Rang infraspécifique	Auteur	Type statut
Famille	Genre	Espèce	Auteur	Rang infraspécifique	Auteur	Type statut
Gentianaceae	Gentiana	pneumonanthe	L.	var. <i>latifolia</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Geraniaceae	Geranium	sylvaticum	L.	var. <i>brachypetalum</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Hypericaceae	Hypericum	quadrangulum	L.	var. <i>hybridum</i>	Lecoq & Lamotte	Holotypus
Juncaceae	Luzula	multiflora	(Ehrh.) Lej.	var. <i>nigricans</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Juncaceae	Luzula	spicata	(L.) DC.	var. <i>nigricans</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Lamiaceae	Origanum	vulgare	L.	var. <i>exile</i>	Lamotte	Holotypus
Lamiaceae	Salvia	pratensis	L.	var. <i>parviflora</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Lamiaceae	Salvia	pratensis	L.	var. <i>minor</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Lamiaceae	Thymus	nitens	Lamotte			Syntypus
Lentibulariaceae	Pinguicula	vulgaris	L.	var. <i>macrantha</i>	Lamotte	Syntypus
Linaceae	Linum	limanense	Lamotte			Holotypus
Malvaceae	Malva	moschata	L.	var. <i>gracilis</i>	Lecoq & Lamotte	Holotypus
Malvaceae	Malva	rotundifolia-silvestris	Lamotte			Holotypus
Oleaceae	Phillyrea	angustifolia	L.	var. <i>dilatifolia</i>	Lamotte	Holotypus
Onagraceae	Epilobium	anceps	Lamotte			Syntypus
Onagraceae	Epilobium	obscurum-origanifolium	Lamotte			Holotypus
Onagraceae	Epilobium	palustre	L.	var. <i>nanum</i>	Lecoq & Lamotte	Holotypus
Papaveraceae	Papaver	argemone	L.	var. <i>laciniatum</i>	Lamotte	Syntypus
Papaveraceae	Papaver	lecoqii	Lamotte			Syntypus
Poaceae	Anthoxanthum	puelii	Lecoq & Lamotte			Syntypus
Poaceae	Festuca	rubra	L.	var. <i>montana</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Poaceae	Koeleria	cristata	Pers.	var. <i>villosa</i>	Lecoq & Lamotte	Typus
Poaceae	Melica	ciliata	L.	var. <i>macrostachia</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Poaceae	Phleum	bohmeri	Wibel	var. <i>scabrum</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Polygonaceae	Polygonum	aviculare	L.	var. <i>polycnemiforme</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Polygonaceae	Rumex	scutatus	L.	var. <i>glaucus</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Polygonaceae	Rumex	scutatus	L.	var. <i>montanus</i>	Lamotte	Syntypus
Ranunculaceae	Caltha	palustris	L.	var. <i>abortiva</i>	Lamotte	Holotypus
Ranunculaceae	Ranunculus	auricomus	L.	var. <i>grandiflorus</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Ranunculaceae	Ranunculus	martini	Lamotte			Holotypus
Ranunculaceae	Ranunculus	repens	L.	var. <i>villosus</i>	Lamotte	
Ranunculaceae	Thalictrum	Delarbrei	Lamotte			Syntypus
Rosaceae	Cerasus	ebroliensis	Lamotte			Holotypus
Rosaceae	Cotoneaster	tomentosa	L.	var. <i>intermedia</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Rosaceae	Cotoneaster	tomentoso-vulgaris	Lamotte			Holotypus
Rosaceae	Potentilla	aurea	L.	var. <i>umbrosa</i>	Lecoq & Lamotte	Holotypus
Rosaceae	Potentilla	fagineicola	Lamotte			Syntypus
Rosaceae	Potentilla	rupestris	L.	var. <i>villosa</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Rosaceae	Potentilla	tormentilla	Sibth.	var. <i>humifusa</i>	Lecoq & Lamotte	Holotypus
Rosaceae	Potentilla	verna	L.	var. <i>debilis</i>	Lecoq & Lamotte	Syntypus

Famille	Genre	Espèce	Auteur	Rang infraspécifique	Auteur	Type statut
Rosaceae	Potentilla	verna	L.	var. major	Lecoq & Lamotte	Holotypus
Rosaceae	Potentilla	verna	L.	var. villosa	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Rosaceae	Poterium	sanguisorba	L.	var. proliferum	Lecoq & Lamotte	Holotypus
Rosaceae	Prunus	ballota	Lamotte			Holotypus
Rosaceae	Prunus	cerasifera	Lecoq & Lamotte			Holotypus
Rosaceae	Prunus	cinerascens	Lamotte			Holotypus
Rosaceae	Prunus	dumetorum	Lamotte			Holotypus
Rosaceae	Prunus	rubescens	Lamotte			Holotypus
Rosaceae	Prunus	rustica	Lamotte			Syntypus
Rosaceae	Prunus	sanctae-catharinae	Lamotte			Holotypus
Rosaceae	Pyrus	aestivalis	Lamotte			Holotypus
Rosaceae	Pyrus	tardevicta	Lamotte			Holotypus
Rosaceae	Rosa	alpina	L.	var. bicolor	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Rubiaceae	Asperula	galioides	M.Bieb.	var. elatior	Lecoq & Lamotte	Holotypus
Rubiaceae	Galium	albo-verum	Lamotte			Holotypus
Rubiaceae	Galium	dumetoro-elatum	Lamotte			Holotypus
Rubiaceae	Galium	laeve	Thuill.	var. montanum	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Rubiaceae	Galium	vero-elatum	Lamotte			Syntypus
Rubiaceae	Galium	verum	L.	var. nanum	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Rubiaceae	Galium	verum	L.	var. altissimum	Lecoq & Lamotte	Holotypus
Rubiaceae	Galium	virgultorum	Lamotte			Holotypus
Scrophulariaceae	Linaria	striato-vulgaris	Lamotte			Holotypus
Sparganiaceae	Sparganium	simplex	Huds.	var. intermedium	Lecoq & Lamotte	Syntypus
Valerianaceae	Centranthus	angustifolius	Lecoq & Lamotte			Syntypus
Valerianaceae	Valerianella	carinata	Loisel.	var. foliosa	Lecoq & Lamotte	Syntypus

Petite histoire botanique de quelques essences forestières de l'Auvergne au travers des flores et atlas de 1800 à 2010

A botanical history of some forest trees of Auvergne through flores and atlas from 1800 still 2010

par Laurent Lathuillière¹

¹ Office National des Forêts
Service Environnement
Réseau naturaliste « Habitats-Flore »
12 allée des eaux et forêts
Marmilhat sud, BP 106
F-63 370 LEMPDES
☎ 04 73 42 01 32
☎ 04 73 42 01 66
✉ laurent.lathuilliere@onf.fr
www.onf.fr

Résumé : Nous disposons depuis 2006 avec l'Atlas de la Flore d'Auvergne d'une image fiable de la répartition des espèces arborées forestières de la région, des plus communes aux plus anecdotiques.

Il n'en a cependant pas toujours été ainsi, et l'examen des différentes flores et catalogues botaniques depuis 1800 montre que la transcription des essences dans la littérature ne correspondait pas forcément à leur occupation réelle dans notre région.

Nous allons évoquer, au travers de quelques exemples, cette « histoire de la botanique forestière auvergnate ».

Mots-clés : flores - essences forestières - historique - répartition.

Abstract : We disposed since 2006 with the atlas of flora of Auvergne of a reliable image of the distribution of the sorts raised by the region, of the most common to the most trivial.

It was not however still so and the examination of the various floras and botanical catalogs since 1800 shows that the transcription in the literature of sorts did not correspond necessarily to their real occupation in our region.

We are going to evoke through some examples, this history the forest botany of Auvergne.

Keywords : floras - forest sorts - history - distribution

Introduction et contexte

En Auvergne, les premiers travaux botaniques sont mentionnés dès le ^{xvi}^e siècle, mais bien que de nombreux botanistes aient parcouru la région avant la fin du ^{xviii}^e siècle, c'est la flore d'Auvergne de l'abbé Antoine DELARBRE (1724-1807), dont la deuxième édition date de 1800, qui apparaît comme l'ouvrage fondateur de la botanique auvergnate.

En consultant celui-ci pour connaître la situation de l'Épicéa commun (*Picea abies*), espèce allochtone bien implantée en Auvergne, nous avons pu lire les informations suivantes : « À l'Oradou, maison de campagne à l'orient de Clermont, il y a des *epicia*, *abies tenuiori folio*, *fructu deorsium inflexo*. *T. Pinus abies*. Linn [1753]. Ces arbres sont très élevés et très beaux ; le tronc a environ deux pieds de diamètre ; les feuilles étroites, assez courtes, roides et piquantes ; ils ne donnent point de té-rébinthine. Leurs cônes ont la pointe tournée en bas, et de la même forme et longueur que ceux du sapin. »

Le « sapin rouge » semblait donc très rare, ou du moins très peu connu au tout début du ^{xix}^e siècle.

Quelques dizaines d'années plus tard, il devait être massivement introduit par les forestiers et reboiseurs, durant la première période de la restauration des terrains de montagne. Il faudra pourtant attendre la flore d'Auvergne de CHASSAGNE en 1956 pour que son extension dans la région soit « reconnue ».

Cet écart entre les approches forestières et floristiques à propos de l'Épicéa, nous a amené à nous intéresser au traitement des principales essences forestières présentes en Auvergne.

Une analyse systématique des ouvrages ci-après cités, et pour chacune des espèces forestières (de production, d'accompagnement ou d'ornement), a abouti à une synthèse présentant à la fois leur nomenclature (évolutive notamment au tout début du ^{xix}^e siècle), et les mentions de leur répartition, complété par l'importante base de données CHLORIS du Conservatoire botanique national du Massif central [CBNMC] pour les éditions cartographiques.

Nous présentons ainsi au travers de quelques exemples, les résultats de cette analyse historique et bibliographique.

Flores et atlas botaniques d'Auvergne de 1800 à 2006

Nous dressons ci-après la liste des flores et atlas botaniques consultés pour cette analyse, en ne retenant que les ouvrages de portée régionale (au moins dans le titre car certains concernent essentiellement le Puy-de-Dôme et le Cantal).

- 1. 1800. *Flore de la ci-devant Auvergne, ou recueil des plantes observées sur les montagnes du Puy-de-Dôme, du Mont-D'Or, du Cantal*. Antoine DELARBRE. 892p.
- 2. 1847. *Catalogue raisonné des plantes vasculaires du plateau central de la France comprenant l'Auvergne, le Velay, la Lozère, les Cévennes, une partie du Bourbonnais et du Vivarais*. Henri LECOQ et Martial LAMOTTE. 440p.
- 3. 1873. *Clef analytique de la Flore d'Auvergne permettant de déterminer le nom spécifique de toutes les plantes vasculaires qui croissent spontanément dans cette province ou qui y sont cultivées en grand*. Barthélemy SERINDAT (frère GUSTAVE). 504p.
- 4. 1877-1881. *Prodrome de la flore du plateau central de la France comprenant l'Auvergne, le Velay, la Lozère, les Cévennes, une partie du Bourbonnais et du Vivarais*. Martial LAMOTTE.
- 5. 1883. *Flore d'Auvergne*. Jean-Baptiste CAUMEL (frère Joseph HERIBAUD).
- 6. 1904. *Flore du centre de la France contenant la description de toutes les espèces indigènes disposées en tableaux analytiques, et illustrée de 2165 figures*. A. ACLOQUE. 812p.
- 7. 1915. *Flore d'Auvergne*. Jean-Baptiste CAUMEL (frère Joseph HERIBAUD). Nouvelle édition. 638p.
- 8. 1956-1957. *Inventaire analytique de la Flore d'Auvergne et des contrées limitrophes des départements voisins*. Maurice CHASSAGNE. 998p.
- 9. 1960. *Clef analytique de la Flore d'Auvergne (Plantes croissant dans les départements du Puy-de-Dôme et du Cantal et les régions limitrophes)*. Commandant Charles Aymar d'ALLEIZETTE. 478p.
- 10. 1992. *Flore d'Auvergne*. Ernest GRENIER. 654p.
- 11. 2006. *Atlas de la Flore d'Auvergne*. CBNMC. Philippe ANTONETTI et al. 984p.

Celui-ci constitue l'ouvrage de référence de la flore d'Auvergne, et permet, compte-tenu de la méthodologie de prospection systématique de l'ensemble de la région (couvrant 1180 mailles du quadrillage UTM de 5x5 km, et auxquelles nous ferons régulièrement référence), d'avoir une très bonne image de la répartition des espèces, y compris les plus communes.

Nous proposons pour illustrer notre démarche d'évoquer 9 essences forestières, réparties en trois catégories :

1. Hêtre, chênes, Sapin pectiné, Pin sylvestre
2. Robinier faux-acacia, Épicéa commun, Mélèze d'Europe
3. Chêne rouge d'Amérique, Sapin de douglas

NB : pour ce qui concerne les cartes illustrant le texte, lorsqu'il y a plusieurs couleurs, leur signification est la suivante :

- rouge : donnée antérieure à 1850
- vert : donnée antérieure à 1900
- bleu : donnée antérieure à 1950
- violet clair : donnée antérieure à 2000
- violet foncé : donnée issue de l'Atlas de la Flore d'Auvergne (2006)

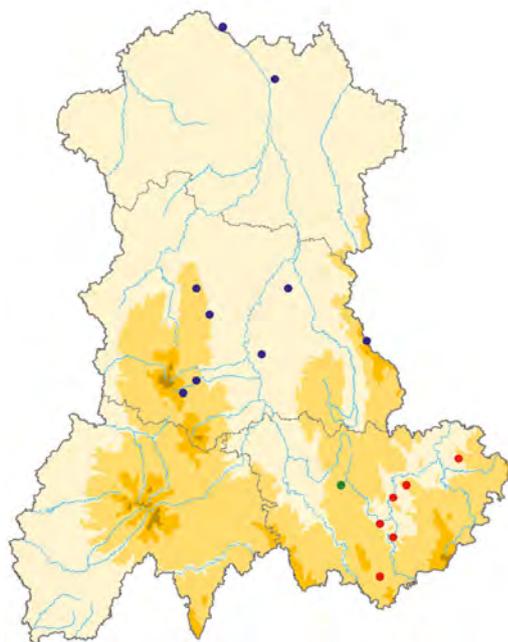
1. Cas d'espèces autochtones et communes

Chacune des espèces présentées étant notée comme « commune à très commune » dans les flores, elles ne bénéficient que de très rares localisations précises, ce qui ne permet pas d'évaluer dans le temps (à l'échelle du siècle) les mouvements de répartition des espèces.

Ces espèces communes dont nous savons qu'elles ont - à l'échelle de la botanique auvergnate - été toujours bien présentes (même si la couverture boisée était beaucoup plus faible au XIX^e siècle) nous permettent d'apprécier l'approche des botanistes de l'époque.

Leurs mentions traduisent d'abord les zones de prospections et/ ou de villégiature (le secteur de Châteauneuf-les-Bains dans le Puy-de-Dôme par exemple étant régulièrement cité, à une époque de plein dynamisme des thermes), et souvent également la reprise des mentions de leurs prédécesseurs.

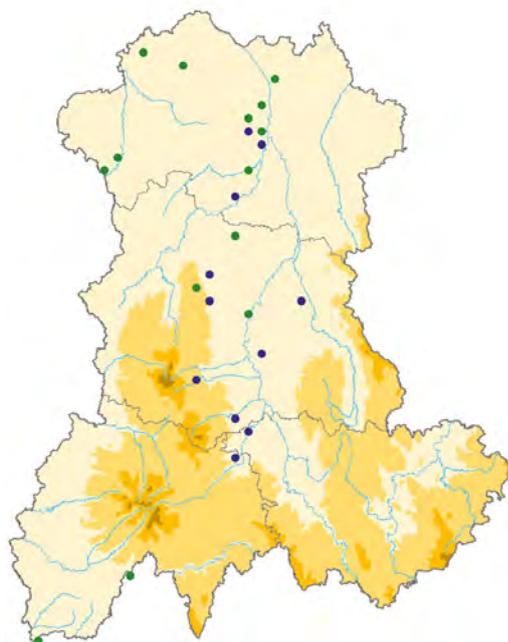
Ainsi, ce n'est qu'à partir de CHASSAGNE (1956) que les essences comme le Hêtre commun (*Fagus sylvatica*) donné par DELARBRE (1800) comme « l'un des plus beaux [arbres] de nos forêts », réparti sur toute la région (924 mailles en 2006), sont notées de manière plus précise, sans être pour autant systématique. Il y donne en outre de nombreuses informations sur la répartition et l'origine des essences forestières.



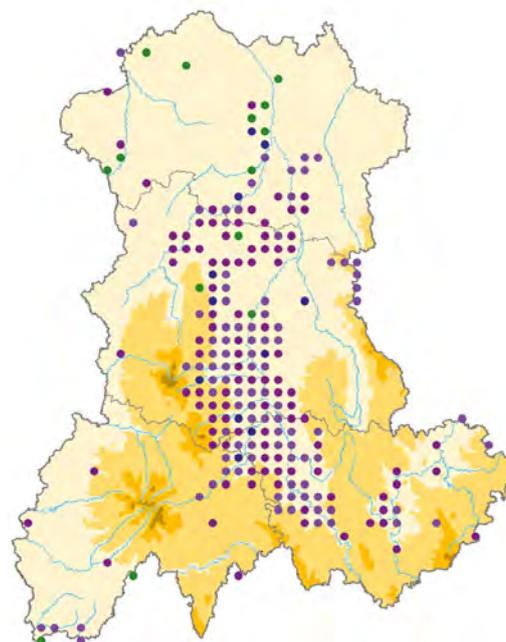
Carte 1 - Distribution du Chêne pédonculé en 1950



Carte 2 - Distribution du Chêne pédonculé en 2010



Carte 3 - Distribution du Chêne pubescent en 1950



Carte 4 - Distribution du Chêne pubescent en 2010

Les chênes sessile (*Quercus petraea*) et pédonculé (*Quercus robur*) présents également sur toute la région (occupant respectivement 812 et 987 mailles [carte 2]) ne disposent que d'une quinzaine de stations précises en 1950 [carte 1], soit presque autant que le Chêne pubescent (*Quercus pubescens*) à la même époque [carte 3], pourtant bien plus localisé au val d'Allier et ses affluents, et qui est présent en fait sur seulement 180 mailles [carte 4]. Pour ce dernier d'ailleurs, les localisations anciennes ne correspondent pas aux principales zones de présence (val d'Allier).

Le Sapin pectiné (*Abies alba*) est presque toujours donné « commun à très commun », mais il faut attendre CHASSAGNE en 1956, pour avoir une analyse approfondie de sa répartition, qui ne sera vraiment établie qu'à l'aube du xxi^e siècle (30 mailles seulement occupées dans CHLORIS en 1950, 740 en 2006).

Nous notons, comme le souligne ANTONETTI *et al.* (2006), que « l'aire du sapin, essence de reboisement, plantée sous abri de feuillus et de pins, parfois dans les landes abandonnées par le pâturage, a été artificiellement étendue par rapport à

son aire potentielle naturelle à des fins de production de bois d'œuvre ».

Il constitue aujourd'hui l'une des premières essences forestières de la région en surface et en volume.

Le Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) est noté par DELARBRE en 1800 comme étant « 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 ».

Nous retrouvons ici la logique de plus grande précision des localisations des espèces dans les secteurs où elles sont moins présentes.

À l'instar du Sapin pectiné, le Pin sylvestre a été beaucoup utilisé comme essence de reboisement, notamment en dehors de sa zone de présence ancienne, et cela dès la moitié du XIX^e siècle et le début de la période de restauration des terrains de montagne (RTM), bien que cela ne soit absolument pas transcrit dans les atlas et cartes de répartition, puisqu'en 1900 il n'apparaît qu'en quelques points de l'Allier. Il occupe aujourd'hui 916 mailles.

CHASSAGNE (1956) précise que « 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 - [essentiellement Haguenau jusqu'en 1870, période à partir de laquelle les français ont perdu, avec l'Alsace-Moselle, leur approvisionnement en graines de cette race] -, et la race autochtone dite Pin d'Auvergne », que les forestiers auvergnats utilisèrent alors préférentiellement en s'organisant au niveau local pour produire graines et plants.

GRENIER (1992) indique à ce sujet que cette race locale « se distingue par : son tronc élancé et droit, ses rameaux courts partant du tronc à angle droit, ses feuilles vertes (et non glauques), courtes, en plumet au bout des rameaux, ses cônes plus courts, obtus, avec des écailles très légèrement prolongées en crochet du côté extérieur ».

2. Cas des espèces allochtones et introduites anciennement

Le Robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*), espèce introduite en France depuis plusieurs siècles est mentionné pour la première fois dans la flore du centre de la France de BOREAU (1857) comme « cultivé sur les avenues, les promenades, les routes et naturalisé dans quelques bois ». Il n'est pas cité en Auvergne avant GUSTAVE (1873),

et LAMOTTE (1877) qui le donne « commun » et « subspontané dans les haies, dans les fourrés des bords des rivières. Cultivé partout dans les terrains arides et sur le bord des routes »

Il n'est cependant pas repris par HERIBAUD en 1915, alors que CHASSAGNE en 1956 indique qu'il est « extrêmement répandu sur les coteaux de la Limagne, y compris le Lembron et la Comté où il remplace les anciennes vignes à toutes les expositions ».

Cette espèce introduite depuis longtemps dans la région pour ses multiples usages (mellifère, médicinale, alimentaires, ornementaux, stabilisation des sols, bois dur et imputrescible), a un comportement très envahissant qui lui a permis de s'installer dans une grande partie de l'Auvergne collinéenne (785 mailles, ANTONETTI *et al.*, 2006).

L'Épicéa commun (*Picea abies*), effectivement si commun aujourd'hui dans les paysages auvergnats n'était pourtant, il y a deux siècles, cité par DELARBRE que par la localisation : « A l'Oradou, maison de campagne à l'orient de Clermont ».

Il fut quelques dizaines d'années plus tard introduit en masse par les forestiers pour les campagnes de reboisement du XIX^e siècle (RTM) jusqu'à ces dernières décennies (fonds forestier national entre 1950 et 1975, et encore récemment après la tempête de 1999).

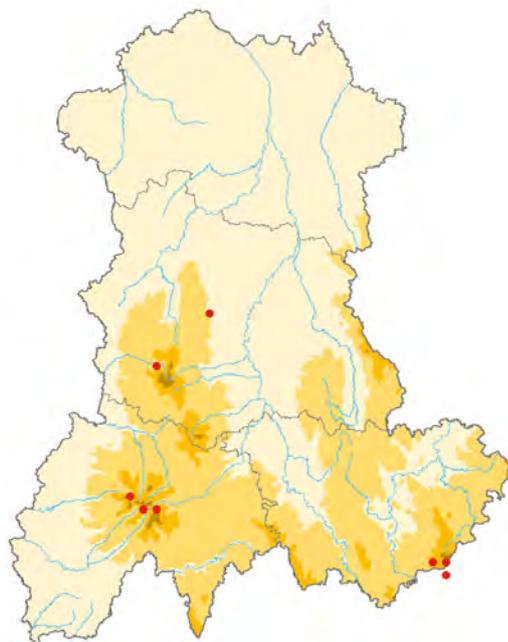
Mais LECOQ et LAMOTTE en 1847 notent seulement que « l'*Abies excelsa* (Poiret in Lam. 1805) est planté dans les bois, mais rarement, et dans les jardins et parcs paysagers ».

HERIBAUD en 1915 l'indique pour le Puy-de-Dôme comme « planté dans les bois et les parcs : Royat, Durtol, Ambert », et pour le Cantal comme rare, « planté au Lioran, le long du chemin de fer », mais aussi « spontané dans les forêts à l'ouest du Puy Mary, notamment dans le bois abbatial (Lamotte) ».

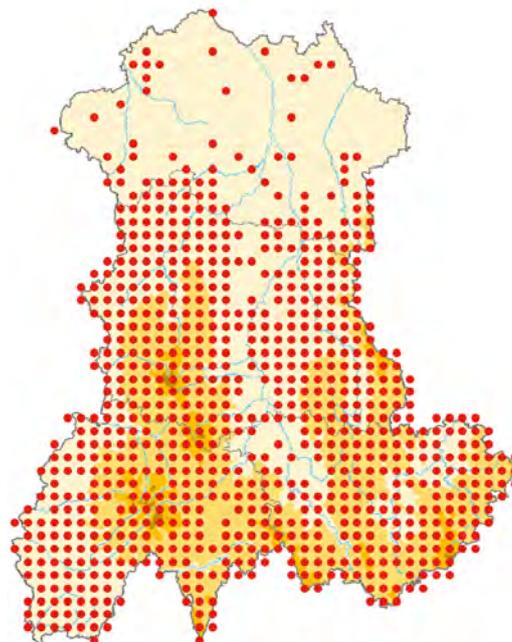
CHASSAGNE (1956) cependant ne reconnaît pas cette autochtonie et précise pour le *Picea excelsa* (Lamk) Link., 1841, que « son indigénat dans le Cantal est très douteux, sa présence n'y est due qu'à d'anciennes plantations, et il en existe un peu partout dans ce département. Originaire de Sibérie, l'épicéa est absent dans toute l'Auvergne à l'état spontané ».

La carte des données antérieures à 1950 [carte 5] n'indique pourtant qu'une dizaine de stations, ce qui ne reflète – au milieu du XX^e siècle – en rien sa répartition de l'époque, puisqu'il était déjà bien présent.

Même en 2000, la carte est largement incomplète quand elle est comparée à celle issue de l'Atlas de



Carte 5 - Distribution de l'Épicéa commun en 1950



Carte 6 - Distribution de l'Épicéa commun en 2010

la flore d'Auvergne de 2006, et de la méthodologie de couverture et de notation systématique qui le mentionne sur 754 mailles [carte 6]. Seul le Cantal avait déjà bénéficié d'une cartographie précise grâce notamment au travail de notre défunt collègue Hervé LASSAGNE.

L'épicéa est aujourd'hui, avec le sapin et le douglas, l'une des trois principales essences forestières de la région.

Le Mélèze d'Europe (*Larix decidua*) est cité par DELARBRE en 1800 pour la taxonomie et la distinction des pins, sapins et mélèzes, mais il n'en fait aucune mention dans le texte comme espèce présente dans la région.

Il a été introduit par les forestiers, en même temps et pour les mêmes raisons de reboisement que l'épicéa, au milieu du XIX^e siècle, mais il n'a pas eu le développement de son compagnon de semis. CHASSAGNE note d'ailleurs à ce sujet en 1956 que « les essais de naturalisation faits en Auvergne ont été d'abord encourageants ; par la suite, les résultats ont été médiocres et l'arbre n'a pas d'intérêt sérieux comme espèce forestière. Cependant au dessus du Lioran dans la forêt domaniale à l'exposition N., des plantations anciennes ont parfaitement réussies ».

Il a néanmoins connu un regain d'intérêt en plantation de production après la tempête qui a sévit en 1999, en accompagnement du Douglas.

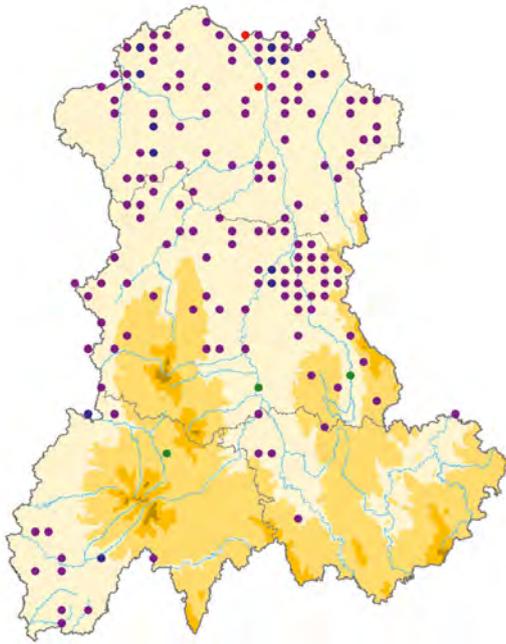
Alors que LECOQ et LAMOTTE en 1847 l'indiquent comme « planté dans les bois. Commun », la base de données CHLORIS du CBNMC ne présente qu'une seule station pour le mélèze

(dans le secteur des Bois Noirs) sur toute la région avant 1950 ! Elles sont aujourd'hui réparties sur 314 mailles, mais sa présence reste souvent ponctuelle : il était en effet régulièrement planté en placeaux ou le long des voies forestières, par exemple dans les peuplements de la chaîne des puys.

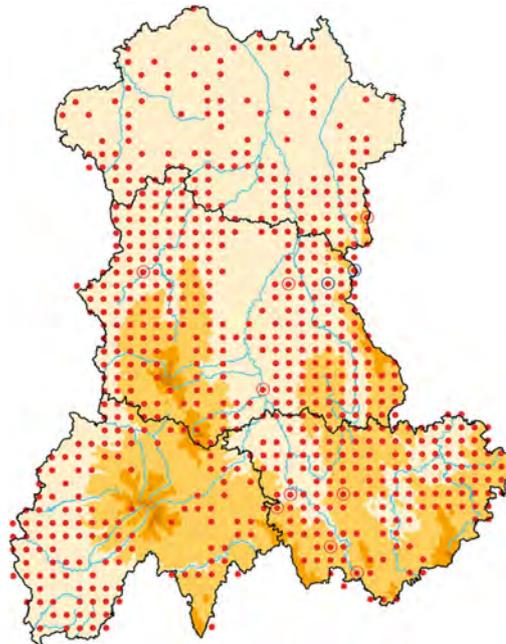
3. Cas des espèces allochtones introduites récemment

Le Chêne rouge d'Amérique (*Quercus rubra*) est une essence d'introduction récente, citée uniquement à partir de CHASSAGNE, 1956 (mais non repris par la clef analytique de D'ALLEIZETTE en 1960), en tant qu'essence d'ornement dans un premier temps « pour la belle teinte automnale de ses feuilles », mais « avec sa résistance au froid, sa croissance rapide même dans des sols très peu fertiles (est silicicole), il s'est acclimaté facilement et est devenu un arbre forestier ».

S'il couvre peu de surfaces forestières, il est désormais présent dans 148 mailles (essentiellement dans l'Allier et le Puy-de-Dôme, cf. carte 7), soit presque autant que le Chêne pubescent (*Quercus pubescens*) [carte 4]. Il était encore utilisé ces dernières années en plantations forestières, mais son caractère envahissant incite à limiter son introduction dans la région.



Carte 7 - Distribution du Chêne rouge d'Amérique en 2010



Carte 8 - Distribution du Sapin de Douglas en 2006

Le Sapin de Douglas (*Pseudotsuga menziesii*) est une essence allochtone introduite récemment en Auvergne (après 1950 avec le fonds forestier national, et surtout après la tempête de 1999), et désormais largement répandue.

CHASSAGNE en 1956 indique que « cet arbre très rustique à développement rapide, très ornemental, est aussi une essence forestière de premier ordre, il demande une certaine humidité, de l'air et du sol. Depuis quelques années il est planté en grand nombre dans nos régions, et principalement dans tout le massif des Bois Noirs où le sol et le climat semblent lui être particulièrement favorables [...] montrant une tendance nette à la naturalisation ».

Seules une quinzaine de stations sont répertoriées dans CHLORIS en 2000, illustrant une fois de plus l'importance d'une prospection systématique de la région pour apprécier au mieux la répartition de ces essences forestières, devenues presque « banales ». Le douglas est devenu la première essence forestière de production et de reboisement dans la région, et occupe aujourd'hui 677 mailles [carte 8], contre 754 pour l'épicéa, même si celui-ci couvre une surface plus importante et paraît beaucoup plus présent dans nos paysages auvergnats.

Nous pouvons encore évoquer le cas du Pin noir (*Pinus nigra*) cité depuis seulement 1950, alors qu'il a lui aussi participé aux reboisements de la RTM au XIX^e siècle dans la région, en particulier dans le Puy-de-Dôme, et qu'il est actuellement

considéré comme « assez commun » avec 210 mailles de présence.

Nous signalons également que plusieurs essences ne sont mentionnées dans la littérature régionale qu'à partir de la flore d'Auvergne de GRENIER en 1992 : *Quercus rubra*, *Abies grandis*, *Picea sitchensis*, *Larix kaempferi*, *Cedrus atlantica*, *Cedrus libani*, alors que certaines ont été introduites plus anciennement (*Cedrus sp.* notamment), mais de manière trop ponctuelle et localisée pour être notées par les botanistes auvergnats.

Conclusion

Ce rapide tour d'horizon des mentions bibliographiques des principales essences forestières de l'Auvergne permet d'apporter plusieurs éclairages sur la manière dont les botanistes auvergnats ont appréhendé et retranscrit la constitution des forêts de notre région.

Les données anciennes étaient peu nombreuses et souvent peu précises. La plupart des essences communes n'étaient pas notées, ce qui ne permet pas d'avoir un recul sur l'évolution (naturelle et/ou anthropique) de leur répartition.

Les mentions anciennes étaient visiblement très liées aux secteurs d'habitation ou de villégiature des botanistes, aux sites « connus », accessibles, et aux axes de communication.

Les milieux forestiers ont longtemps été délaissés par les botanistes, sauf quelques forêts bien connues et régulièrement citées : Randan, Comté, Puy Mary, Chaudesfour etc.

Si la première flore d'Auvergne date de 1800, l'ouvrage de CHASSAGNE en 1956 est vraiment le premier ouvrage de synthèse sur la flore de la région, même si les citations concernent essentiellement les départements du Puy-de-Dôme et du Cantal.

L'important travail d'inventaire général réalisé par le Conservatoire botanique national du Massif central et son réseau de botanistes au début du xx^e siècle permet de disposer désormais d'une connaissance homogène et systématique de la répartition des espèces.

Nous adressons d'ailleurs nos remerciements à l'équipe du conservatoire botanique qui nous a donné accès à la base de données CHLORIS, avec une mention particulière pour Thierry VERGNE qui a réalisé les cartes de répartition qui ont illustré nos propos, et pour Luce MANSOT qui nous a fourni certains des ouvrages consultés que nous ne possédions pas.

Bibliographie

L'essentiel de la matière de cet article provient des flores et atlas cités au début de l'article. Nous indiquons ici 3 ouvrages supplémentaires, de portée plus restrictive (atlas départementaux) ou trop vaste.

ARNAUD J.-A.-M. 1825. - *Flore de la Haute-Loire*. Ed. Pasquet Père et fils, Le Puy-en-Velay, 108 p.

BOREAU A. 1857. - *Flore du centre de la France et du bassin de la Loire*. 3^{ème} édition. Ed. Librairie Encyclopédique du Roret, Paris, 771 p.

MIGOUT Abel. 1866. - *Flore du département de l'Allier. Description des plantes qui y croissent spontanément, classées suivant la méthode naturelle*. Ed. Ducroux et Gourjon Dulac, Moulins, 415 p.

Diversité génétique dans le genre *Rosa* : méthodologies d'exploration et premiers résultats sur la conservation de l'espèce *Rosa gallica*

Genetic diversity in the genus *Rosa*: methodologies of exploration
and first results on the conservation of the *Rosa gallica* species

par Tatiana Thouroude¹, Sylvain Gaillard¹,
David Lalanne¹, Gilles Michel¹, Alix Pernet¹

avec la contribution de Samir-David Ayata, Charlène Fy et Julien Roboam

¹ Institut national de la
recherche agronomique INRA
Centre INRA Angers-Nantes
UMR1259 (GenHort)
INRA / INH / UA
BP 60057
42 rue Georges Morel
F-49 071 BEAUCOUZE Cedex
① 02 41 22 57 70
✉ tatiana.thouroude@angers.inra.fr

Résumé : Depuis 2006, l'UMR GenHort a entrepris un programme de recherche en vue d'étudier l'impact de la sélection, naturelle ou anthropique, sur l'organisation génomique et la diversité génétique des espèces du genre *Rosa* avec des approches phénotypiques, moléculaires, cellulaires et cytogénétiques.

L'objectif est d'améliorer la connaissance des ressources génétiques des *Rosa* et l'histoire de leur sélection pour raisonner leur conservation, leur utilisation et identifier des gènes d'intérêt.

Les premiers résultats montrent une structuration dans la variabilité des *Rosa gallica* cultivés et sauvages et nous permettent d'apporter des éléments pour leur stratégie de conservation.

Mots-clés : Diversité génétique - *Rosa* - *Rosa gallica* - sélection

Abstract : Since 2006, GenHort research team has developed a research program aimed at studying the impact of the human or natural selection on the genomic organization and genetic diversity within the genus *Rosa* by phenotypic, molecular, cellular and cytogenetic approaches.

The objective is to improve the knowledge on genetic resources of the genus *Rosa* and on the selection history to reason their preservation, their uses in selection and to identify genes of interest.

The first results show a structuration of the variability in the cultivated and wild compartments of the *R. gallica* species and allow us to bring some elements for their conservation strategy.

Keywords : Genetic diversity - *Rosa* - *Rosa gallica* - selection

Contexte de l'étude

Depuis 2006, l'Unité Mixte de Recherche en Génétique et Horticulture basée à Angers (UMR GenHort, INRA/ Agrocampus-Ouest/ Université d'Angers) a entrepris un programme de recherche en vue d'étudier l'impact de la sélection, qu'elle soit naturelle ou anthropique, sur l'organisation génomique et la diversité génétique des espèces du genre *Rosa* avec des approches à différents niveaux : phénotypique, moléculaire, et cytogénétique.

L'objectif à long terme du projet est d'améliorer la connaissance des ressources génétiques du genre *Rosa* et de l'histoire de leur sélection pour raisonner la conservation de ces ressources et leur utilisation en sélection, identifier des gènes d'intérêt, prédire l'adaptation des espèces considérées à de nouveaux milieux, en particulier dans le cadre du changement climatique.

Connaître l'impact de la sélection permet de répondre à la fois à des problématiques appliquées (rationalisation de la gestion des ressources génétiques, que ce soit dans les roseraies ou dans le milieu naturel, par exemple pour les populations sauvages de l'espèce protégée *Rosa gallica* L.) et à des problématiques d'adaptation à plus long terme, par la connaissance d'une part de l'évolution générale du génome, d'autre part de la variabilité de certains gènes candidats importants en sélection.

À ce jour, ces recherches portent sur l'espèce *Rosa gallica* L., espèce protégée en France, existant à l'état sauvage et cultivé, à l'origine des variétés modernes par croisement avec *R. chinensis*, et présentant un intérêt important pour la parfumerie et la pharmacie. Elles font suite aux recherches démarrées par l'INRA d'Antibes et poursuivies par l'université de Lyon (GARDES *et al.* 2005).

L'objectif de cette communication est de présenter les premiers résultats obtenus sur l'étude de la diversité génétique de *R. gallica*, en prenant en compte les compartiments sauvage et cultivé, et d'en déduire quelques éléments pour la stratégie de conservation de cette espèce.

Compartiment "sauvages"			Compartiment "cultivés"			
Département	Commune	Nombre d'individus échantillonnés	galliques	cultivés autres		
Bas-Rhin	Altorf	4	Roseraie de Commer	Roseraies de Commer et Nantes et Centre INRA d'Angers		
	Ingwiller	4				
	Ringendorf	4				
	Rosenwiller	4				
Cher	St-Baudel	4				
Hautes-Alpes	Gap*	4				
Loire-Atlantique	St-Aignan de Grand lieu**	4				
	St-Aignan de Grand lieu**	4				
Maine-et-Loire	Beaulieu-sur-Layon**	4				
	Beaulieu-sur-Layon**	4				
	Seiches-sur-le-Loir	4				
Rhône	Grézieu-la-Varenne	4				
	Total	48	79	65		

Tab. 1. Origine et type du matériel végétal caractérisé génétiquement dans cette étude

* : Les quatre individus ont été échantillonnés dans quatre stations différentes du département des Hautes-Alpes.

** : Deux ilots ont été identifiés sur une même station.

Matériel végétal

En collaboration avec les Conservatoires botaniques nationaux, des stations ont été échantillonnées et phénotypées. Dans le cadre de cette communication, les données de 12 origines géographiques dont 11 stations (avec deux stations composées de deux ilots distincts) et un département sont comparées sur le plan génétique avec celles recueillies dans la roseraie de la Cour

à Commer (Mayenne), reconnue Collection Nationale de roses galliques (JOYAUX 1998).

Au total, 192 individus ont été génotypés parmi lesquels 48 individus sauvages issus de ces 12 origines géographiques, 79 individus cultivés issus de la roseraie de Commer et 65 autres rosiers cultivés n'appartenant pas à l'espèce *R. gallica* échantillonnés dans les roseraies de La Beaujoire (Nantes), de la Cour de Commer et du centre INRA d'Angers (cf. tab.1)

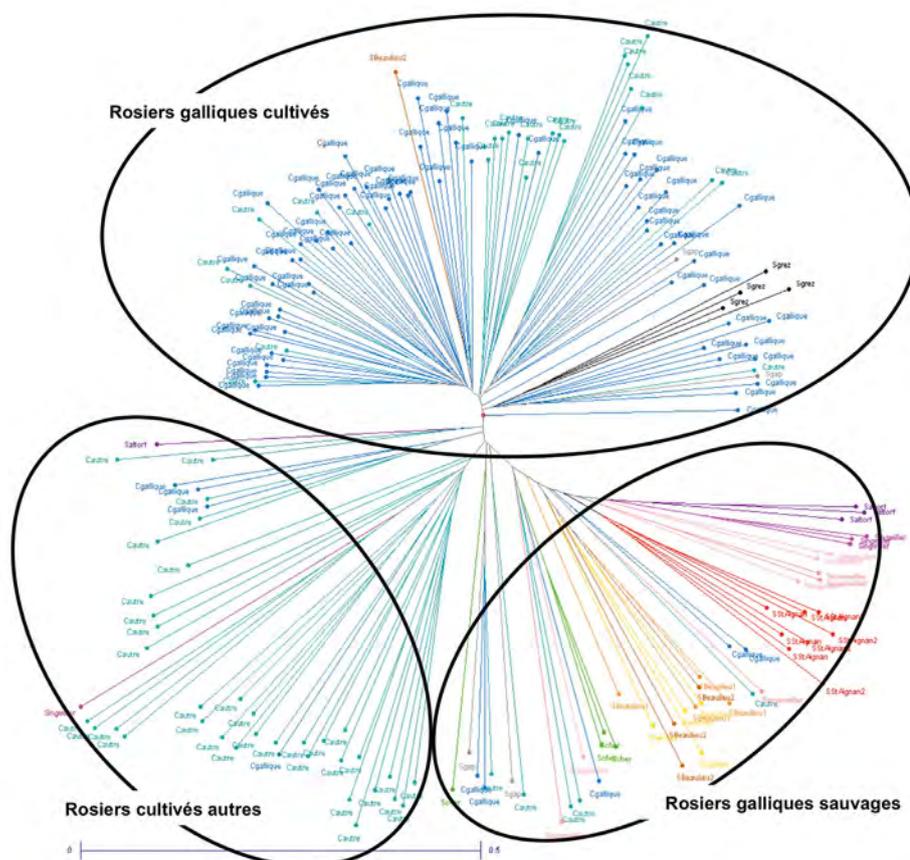


Fig. 1. Structuration de la variabilité génétique (compartiments cultivé et sauvage)

Arbre obtenu en utilisant la méthode de Weighted Neighbor Joining sur matrice de distance de Jaccard avec le logiciel DARwin. Pour la construction de cet arbre, 32 microsatellites développés au laboratoire (HIBRAND-SAINT OYANT et al. 2008) ont été utilisés et 192 individus génotypés : 48 *Rosa gallica* individus sauvages, 79 rosiers cultivés galliques et 65 autres rosiers cultivés.

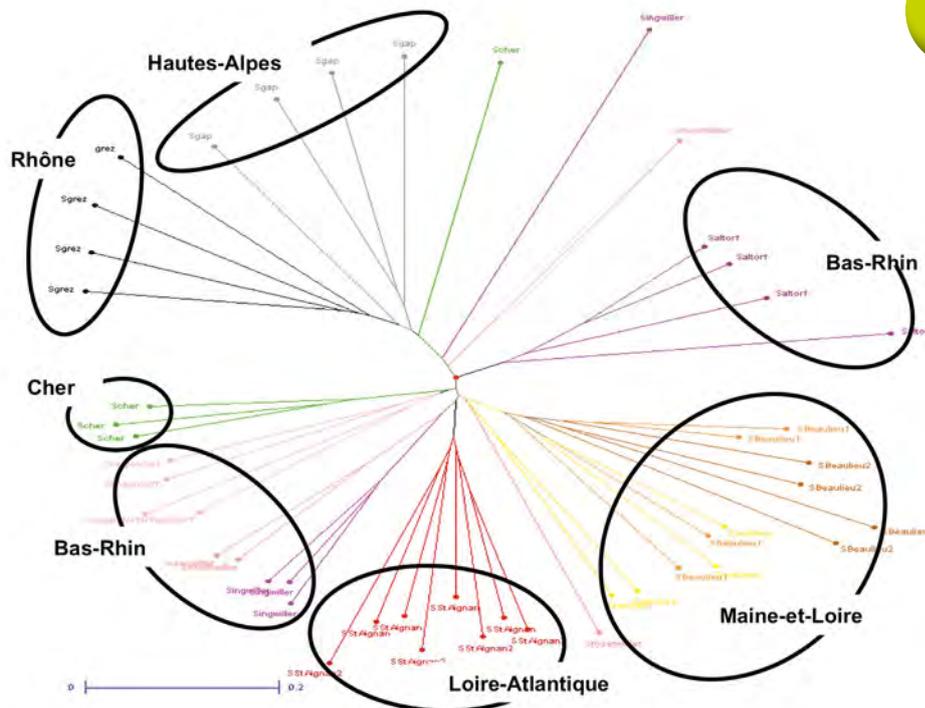


Fig. 2. Structuration de la variabilité génétique du compartiment sauvage de *Rosa gallica*

Arbre obtenu en utilisant la méthode de Weighted Neighbor Joining sur matrice de distance de Jaccard avec le logiciel DARwin. Pour la construction de cet arbre, 32 microsatellites développés au laboratoire (HIBRAND-SAINT OYANT *et al.* 2008) ont été utilisés et 48 individus sauvages de *Rosa gallica* provenant de différentes stations géotypées.

Les individus d'une même nuance de gris appartiennent à la même origine géographique. Les individus d'un même cercle ont été prélevés dans un même département.

Méthodes

Échantillonnage

La méthode d'échantillonnage des populations sauvages de *R. gallica* prend en compte la taille, la forme et la floribondité de la station. Selon sa superficie, le phénotypage est réalisé sur 8 ou 16 individus spatialement répartis et dont on repère la position sur un plan. Le génotypage est réalisé sur une moitié spatialement répartie des individus phénotypés par station, soit 4 à 8 individus. Le nombre d'individus sexués étudiés respecte la proportion d'individus en fleur par rapport à ceux restés végétatifs. Dans cette étude, le département des Hautes-Alpes est représenté par 4 individus collectés de façon isolée sur différentes stations et transmis par l'Université de Lyon.

Caractérisation génétique

Des folioles et/ ou des pétales sont prélevés sur les individus phénotypés pour en extraire l'ADN en vue de leur caractérisation génétique. À partir de l'ADN extrait, les individus sont géotypés avec 32 marqueurs moléculaires microsatellites définis par HIBRAND SAINT-OYANT *et al.* en 2008 et répartis sur l'ensemble du génome. Les microsatellites sont amplifiés par PCR en multiplexe de 4 avec des amorces marquées par fluorescence. Les produits de PCR sont séparés par électrophorèse sur un séquenceur à 16 capillaires qui détecte les 4 couleurs de fluorescence utilisées pour marquer les amorces. Les chromatogrammes générés par individu sont lus en notant la présence ou l'absence des pics de fluorescence grâce au logiciel Genemapper version 3.7 (Applied Biosystems). Un pic d'une taille donnée (en nombre de paires

de bases) correspond à un marqueur génétique. Dans le cadre de cette étude, ces marqueurs permettent d'étudier la diversité et d'identifier une éventuelle structuration de la variabilité.

Analyse des données

Les données moléculaires sont utilisées pour estimer une distance génétique basée sur l'indice de Jaccard entre les individus étudiés. Ces distances sont ensuite représentées sous forme d'arbre, avec le logiciel DARwin version 5.0158 (PERRIER et JACQUEMOUT-COLLET 2006). De plus, une analyse moléculaire de la variance est effectuée avec le logiciel GenAlex6 (PEAKALL et SMOUSE 2006). Les résultats de ces analyses permettent d'étudier la structuration de la variabilité génétique.

Résultats et discussion

Les premiers résultats montrent une structuration de la variabilité génétique entre le compartiment sauvage et le compartiment cultivé de *R. gallica*, ainsi que des rosiers cultivés d'autres espèces : ces trois catégories forment trois groupes distincts (cf. fig.1).

À l'intérieur du groupe « sauvage », les individus prélevés dans une même station sont génétiquement proches et les stations d'une même région sont en général regroupées. Par exemple, les stations du sud-est (Rhône et Hautes-Alpes), ainsi que les stations du Maine-et-Loire apparaissent génétiquement proches, comme leurs quatre individus respectifs étudiés (cf. fig. 2). L'éloignement

de la station Altorf des trois autres stations du Bas-Rhin sera confirmé ou infirmé grâce à l'utilisation de marqueurs supplémentaires et l'introduction d'un nombre plus important de stations échantillonnées sur l'ensemble du territoire français. Ainsi, une faible distance génétique intrastation et entre les stations d'une même région géographique est en général observée. Pour un échantillonnage représentatif de la diversité, il faut donc privilégier le nombre de stations plutôt que le nombre d'individus par station ainsi que des origines géographiques différentes de *R. gallica*. Ces premiers résultats sur la diversité génétique de *R. gallica* montrent d'une part, en accord avec les résultats obtenus par GARDES et al. (2005), un probable effet de la sélection entre les compartiments sauvage et cultivé de cette espèce, d'autre part donnent des indications pour une stratégie de sauvegarde des populations sauvages.

Conclusion et perspectives

De nombreux travaux restent à mener et les premiers résultats sont encourageants. La difficulté réside notamment dans le fait que ce genre est très hétérozygote et avec des niveaux de ploïdie variables.

Par la suite, l'analyse de la variabilité de gènes de fonction connue et l'analyse en cours de la caractérisation phénotypique des individus échantillonnés permettront de conduire des approches de « signature de sélection » et génétique d'association en vue d'identifier les zones importantes du génome. Une approche cytogénétique permettra, d'une part de définir les zones génomiques transmises par les fondateurs de cultivars hybrides, d'autre part de relier la carte physique à la carte génétique disponible (HIBRAND SAINT-OYANT et al. 2008, SPILLER et al. 2011). Différents scénarios pourront être proposés et testés concernant l'histoire évolutive du genre *Rosa*.

La constitution d'une banque d'ADN hébergée dans nos laboratoires permettra à terme d'étudier la diversité génétique d'autres espèces. De plus, en vue de sécuriser la conservation des ressources génétiques de *Rosa*, différentes méthodes de cryoconservation seront testées en prenant en compte l'aptitude des différents génotypes à cette méthode.

À terme, ces travaux pourraient aider à la formation d'une collection-noyau et à l'établissement d'une stratégie de conservation des stations naturelles menacées.

Bibliographie

- GARDES L., HEIZMANN P., JOYAUX F. 2005.- Molecular typing and history of the provins roses horticultural group. *Eur. Journal Horticulture Sciences* 70 : 162-172
- HIBRAND SAINT-OYANT L., CRESPEL L., RAJAPAKSE S., ZHANG L., FOUCHER F. 2008.- Genetic linkagemaps of rose constructed with new microsatellite markers and locating QTL controlling flowering traits. *Tree Genetics and Genomes* 4 : 11-23
- JOYAUX F. 1998. - La rose de France. Imprimerie nationale Editions, 324 p
- PEAKALL R, SMOUSE PE. 2006. - GenAlex 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. *Mol Ecol Notes* 6 : 288-295
- PERRIER X., JACQUEMOUD-COLLET JP. 2006.- DARwin software. <http://darwin.cirad.fr/darwin>
- SPILLER M., LINDE M., HIBRAND-SAINTE OYANT L., TSAI C.-J., BYRNE D., SMULDERS M., FOUCHER F. and DEBENER T. 2011.- Towards a unified genetic map for diploid roses. *Theor. Appl Genet* 122 : 489-500

Remerciements

L'équipe tient à remercier M. Joyaux de la Collection Nationale de *Rosa gallica*, l'équipe de la roseraie du Val de Marne, l'association des Amis de la roseraie de l'Haÿ-les-Roses, M. et Mme Loubert de la roseraie Loubert, M. Pavie et M. Guillet de la roseraie de La Beaujoire à Nantes, M. Pautz et M. Ferry du Parc de la Tête d'Or d'avoir ouvert la porte de leur roseraie et pour les nombreux échanges sur l'histoire de la rose. Merci à M. Zerna, botaniste et Mme Morizot collectionneuse de *R. gallica* de nous avoir guidés vers de nouvelles stations et à l'Université de Lyon de nous avoir transmis les échantillons de *R. gallica* du Rhône et des Hautes-Alpes présentés dans cette communication.

Enfin, nous tenons à remercier également la DIREN de Strasbourg et tous les Conservatoires botaniques nationaux de nous avoir communiqué l'emplacement des stations et d'avoir partagé leur connaissance sur l'espèce. Les données génotypiques présentées ont été obtenues sur la plateforme technologique de Ouest-Genopole, que nous remercions.

Place des xénophytes dans la flore de l'Ardèche : bilan provisoire et perspectives

Position of xenophyts in Ardeche'flora : tempory assessment and outlook

par Francis Kessler¹ & Sylvain Nicolas¹

¹ Conservatoire botanique national
du Massif central
Le Bourg
43230 CHAVANCIAC-LAFAYETTE
☎ 04 71 77 55 65
☎ 04 71 77 55 74
✉ sylvain.nicolas@cbtnmc.fr
✉ francis.kessler@cbtnmc.fr
www.cbtnmc.fr

Résumé : L'inventaire de la flore de l'Ardèche a permis la découverte de xénophytes jusqu'alors inconnus dans le territoire. Les différents statuts d'indigénat de cette flore exogène sont précisés et le caractère invasif globalement analysé. Les régions naturelles et les milieux concernés prioritairement par l'implantation de ces xénophytes sont étudiés.

Mots-clés : Ardèche – xénophytes – indigénat – invasibilité

Abstract : Xenophyts previously unknown in Ardèche were found in the course of a survey of the department' flora. The residence status and invasion status of alien flora are specified and analysed. Preferentially colonized regions and habitats are also studied.

Keywords : Ardèche – alien plants – native - invasive

Introduction

Le Conservatoire botanique du Massif central a réalisé un inventaire systématique (par mailles 5 × 5 km) des trachéophytes du département de l'Ardèche entre 2008 et 2010. Ce travail a permis de recenser de nombreuses espèces non indigènes au territoire étudié. Il nous a paru intéressant d'étudier plus précisément cette flore exogène du département, sous l'aspect tant quantitatif (par rapport à la flore totale) que qualitatif (taxonomie, localisations, conséquences des introductions). Ce travail, effectué en 2009 à partir de la base de données CHLORIS[®] du Conservatoire botanique, ne prend pas en compte les données supplémentaires obtenues en 2010.

Méthodologie

L'observation de populations d'espèces nouvelles sur un territoire doit s'effectuer de manière dynamique.

L'aspect historique, à savoir la comparaison entre des données anciennes et récentes, permet d'avoir une idée des flux entre les arrivées et les disparitions. Cet aspect est néanmoins à relativiser dans la mesure où les observations anciennes

n'ont pas été réalisées avec la même pression sur l'ensemble du territoire (répartition hétérogène avec des secteurs très prospectés et d'autres quasi-inconnus).

Le maintien, la disparition ou l'extension des populations d'une espèce dépendent de sa faculté d'adaptation au nouveau territoire et donc en grande partie à ses potentialités régénératives (que ce soit par voie sexuée ou végétative). Ces caractéristiques déterminent différents statuts d'indigénat, notés à partir des observations de terrain (absence ou présence de régénération) et dans certains cas, suite au calcul d'un coefficient de rareté [Cr (BOULLET 1997)] qui prend en compte (par maille) l'extension actuelle du taxon sur le département. L'attribution de ce statut à chacune des espèces permet en outre de préciser les «bornes» de l'étude (en plus des taxons indigènes, nous avons d'emblée écarté toutes les espèces cultivées non échappées).

Si ces populations d'espèces exogènes semblent a priori s'installer au hasard, les observations de terrain font néanmoins «pressentir» une prédilection pour certains milieux naturels et secteurs biogéographiques. Nous avons voulu vérifier cette hypothèse numériquement : pour chaque taxon, nous avons ainsi noté la ou les régions d'observation ainsi que les différents milieux naturels colonisés.

Données anciennes, données récentes : 1990 constitue la date charnière habituelle entre les observations anciennes et les observations récentes pour les inventaires réalisés au sein de l'établissement.

Du fait de la concurrence exercée sur la flore indigène, ces xénophytes peuvent être à l'origine de modifications importantes des milieux, tant spécifiques (chute de la diversité) que structurelles ou fonctionnelles [simplification écosystémique entraînant une capacité moindre de réaction face aux modifications aléatoires du milieu (résilience)]. Aussi avons-nous tenté d'évaluer l'importance et la nature de l'impact des implantations observées sur le terrain à travers une cotation où chaque taxon est affecté d'un coefficient d'autant plus important que cet impact est prégnant.

Référentiels

Nomenclature taxonomique

Elle suit l'Index de la flore vasculaire du Massif central (Trachéophytes) mis à jour par le Conservatoire botanique national du Massif central dans le cadre du système d'Information Chloris [issu de l'Index de la Flore de France (BDNFF), version 3.02 de septembre 2003, constituant la réactualisation (B. Bock, Tela Botanica) de l'Index Synonymique de la Flore de France de M. KERGUÉLEN (1999)].

Situation géographique et régions biogéographiques de l'Ardèche

L'Ardèche constitue la bordure orientale du Massif central que limite le sillon rhodanien. Ce département bénéficie d'un mésoclimat à la charnière entre le climat méditerranéen dont il constitue une des extrémités septentrionales et un climat subatlantique plus ou moins continentalisé du fait de l'abri procuré par la masse du socle hercynien. Les régions naturelles (phytoécologiques) de l'Ardèche ont été définies par les travaux et publications de DESCOINGS (1970), DENELLE (1985) et MANDIN (1990) ; leurs dénominations et limites sont reportées sur la carte ci-après (fig. 1).

Statut d'indigénat

Le CBN Massif central a engagé un travail de réflexion (non encore finalisé) sur les statuts d'indigénat des espèces permettant *in fine* d'établir des définitions claires et précises. Le socle de ce travail repose sur des publications nationales et internationales (PIŠEK *et al.*, 2004, MITIC *et al.*, 2008...), tout en cherchant à tenir compte des spécificités propres au Massif central. C'est l'option suivie ici.

Rappelons que l'arrivée dans le territoire considéré d'un taxon non indigène (Syn. non natifs, exotiques, allochtones) est toujours imputable à l'homme. Cette introduction peut être intentionnelle ou involontaire. Installée plus ou moins ré-



Fig. 1. Régions naturelles (phytoécologiques) de l'Ardèche définies par DESCOINGS (1970), DENELLE (1985) et MANDIN (1990).

cemment, son origine est extraterritoriale et hors district phytogéographique (non indigène aussi dans les territoires voisins).

Pour ces taxons non indigènes, nous avons retenu les catégories suivantes :

- **Taxons accidentels [A]** : plante ne se reproduisant pas et qui finit par disparaître, même après plusieurs années d'implantation ;
- **Taxons établis [S]** : plante se maintenant dans une station donnée du fait d'une reproduction par voie sexuée ou végétative sans pour autant étendre son aire ;
- **Taxons naturalisés** : plante se reproduisant par graines ou végétativement et étendant son aire à partir de sa zone d'introduction. Cette extension d'aire peut être réduite, localisée, toutes les niches écologiques potentielles n'étant pas encore conquises : on parle de **taxons sténonaturalisés [N]**. Le taxon peut au contraire avoir colonisé l'ensemble du territoire depuis son introduction : il s'agit alors de **taxons eurynaturalisés [Z]**. Ces deux derniers statuts ne sont déterminables qu'à partir du coefficient de rareté Cr.

Coefficient d'invasibilité

Nous nous sommes fortement inspirés d'une échelle existante [LAVERGNE C. *in* V. BOULLET (2007)] pour définir celle qui est présentée ci-dessous. Il ne s'agit pas d'une échelle prospective mais bien d'un constat de terrain, établi sur le territoire concerné. Elle se décline comme suit :

- **Taxon insuffisamment connu [0]** ;
- **Taxon non envahissant [1]** ;
- **Taxon potentiellement envahissant**, pouvant se régénérer localement mais l'ampleur de la propagation n'est pas connue ou reste encore limitée (exemple : *Cyperus glomeratus* L.) [2] ;
- **Taxon envahissant**, se propageant **uniquement dans les milieux régulièrement perturbés** par les activités humaines (bords de route,

cultures, pâturages...) avec une densité plus ou moins forte (exemple : *Sporobolus indicus* (L.) R.Br.) [3] ;

- **Taxon envahissant** dans les milieux naturels sans dominer la végétation (exemple : *Impatiens balfouri* Hook.f.) [4] ;

- **Taxon très envahissant**, devenant dominant dans les milieux naturels et à impact direct sur les écosystèmes en place (exemple : *Ludwigia grandiflora* (Michx.) Greuter & Burdet) [5].

Milieux naturels

Les habitats naturels sont mentionnés uniquement en terme générique (physionomique) sans plus de précisions, comme lors des inventaires. Ces milieux génériques sont néanmoins suffisamment tranchés pour permettre une exploitation statistique et dégager les grandes tendances, exploitables en première approximation. Les milieux retenus sont au nombre de 20.

Exemples

Il s'agit de deux taxons **non signalés avant 1990** dans la dition : **ces exemples** permettent de visualiser l'attribution des différents critères (en gras) décrits ci-dessus.

***Pistia stratiotes* L.** est une Aracée pantropicale utilisée en aquariophilie de loisir. Cette espèce **accidentelle (A)** a été observée en 2008 **dans les eaux libres** du Rhône et du Frayol (**Cr=E, observée sur une seule maille**). Elle peut être envahissante dans des départements proches (Vaucluse, Gard) (**coeff. d'invasibilité 2**).

***Sicyos angulata* L.** est une Cucurbitacée d'origine nord-américaine probablement introduite avec les maïs américains dans le sud-ouest de la France. Elle semble **établie (S)** dans les **forêts alluviales et les bordures aquatiques du Bas Vivarais (Cr=RR, sur 2 mailles)**. Elle peut être **potentiellement envahissante (coeff. 2)** du fait de sa forte capacité (constatée) de recouvrement.

Résultats

Données générales

À ce jour (décembre 2009), **298 taxons exogènes** ont été recensés, tout statut d'indigénat confondu, soit environ **12 % de la flore ardéchoise**. Les sous-espèces ont été comptabilisées contrairement aux variétés.

Plus de 40 % des taxons sont accidentels, près de 40 % sont naturalisés et 11 % sont établis (fig. 2). Depuis 1990, **82 xénophytes nouveaux** ont été signalés et 11 n'ont pas été revus. Signalons par exemple *Hemerocallis lilioasphodelus* L. ou *Sal-*

via verticillata L. parmi les espèces exogènes non revues. Parmi les nombreuses nouveautés, nous citerons trois taxons semblant en expansion : *Achillea crithmifolia* Waldst. & Kit., *Bothriochloa barbinodis* (Lag.) Herter ou encore *Cyperus glomeratus* L.

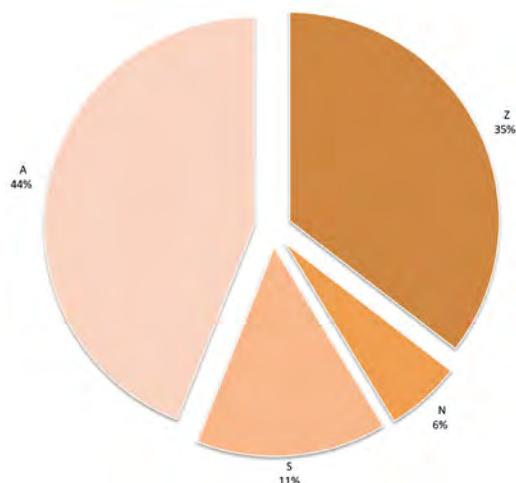


Fig. 2. Répartition des espèces exogènes selon leur statut d'indigénat

Répartition en terme d'invasibilité

Plus de la moitié des espèces exogènes signalées en Ardèche n'ont pas actuellement un caractère envahissant (cotations 3 à 5) constaté (fig 3). Parmi celles-ci, on trouve de nombreuses espèces horticoles signalées comme échappées de jardin ici ou là (ex : *Mirabilis jalapa* L.), des espèces accidentelles d'origine non horticole (ex : *Polypogon monspeliensis* (L.) Desf.) mais également des espèces naturalisées à plus grande échelle (ex : *Euphorbia lathyris* L.).

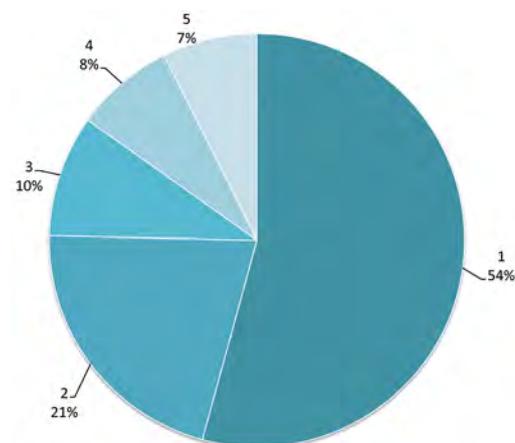


Fig. 3. Répartition des taxons selon leur coefficient d'invasibilité

70 taxons sont constatés sur le terrain comme étant envahissants à très envahissants (en milieux naturels ou non). Malgré l'omniprésence d'espèces très envahissantes dans certains secteurs, leur diversité est moindre avec seulement 21 es-

pèces (soit 7 % de la flore exogène). Parmi celles-ci, signalons des espèces d'apparition récentes en Ardèche, telles que *Paspalum distichum* L. ou *Ludwigia peploides* (Kunth) P.H.Rave.

Enfin, plus de 60 espèces (soit 20 % de la flore exogène) ont été notées 2 (taxon potentiellement envahissant) sur notre échelle. Ce groupe rassemble des espèces à répartition encore très ponctuelle en Ardèche mais connues pour être envahissantes dans les régions voisines. Ces espèces pourraient donc s'avérer plus ou moins envahissantes dans un avenir proche en Ardèche (qu'elles perturbent les écosystèmes ou non).

Répartition par région

Le Bas-Vivarais et la vallée du Rhône sont les deux régions où l'on observe le plus grand nombre de taxons exogènes (respectivement 194 et 174) (fig.4). Il s'agit des 2 régions les plus urbanisées et aux axes de communications les plus développés et fréquentés. Viennent ensuite les Cévennes et les Boutières avec environ 140 taxons signalés. En revanche, peu de xénophytes ont été observés sur le plateau ardéchois et le Coiron (respectivement 41 et 11) : le climat montagnard, la faible urbanisation et par suite la relative carence en milieux perturbés et rajeunis par l'homme (chantiers routiers, terrain vague, gares...) en sont certainement les causes principales.

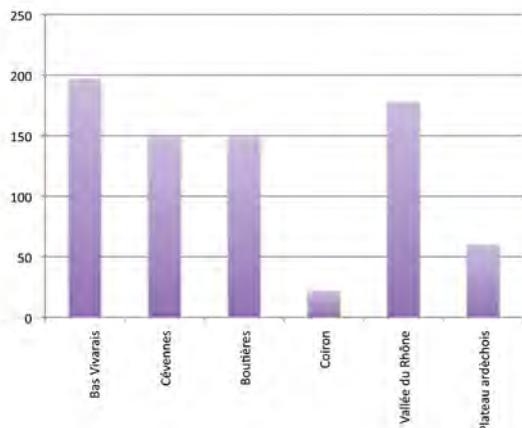


Fig. 4. Nombre de taxons exogènes par régions.

La figure 5 présente le nombre de taxons exogènes par maille UTM (5x5kms). On constate sur cette figure que la vallée du Rhône se démarque nettement avec plus de 20 taxons exogènes différents par maille. Sur les 21 taxons très envahissants présents en Ardèche, 19 ont été observés au moins une fois dans la vallée du Rhône. Outre l'axe de communication naturel (cours d'eau), elle constitue un axe de circulation de premier ordre (voie ferrée, nationale 7) pour les activités humaines (loisirs, commerce...). Par ailleurs, les milieux pionniers, peu concurrentiels et donc plus

favorables à l'implantation d'espèces nouvelles y sont également nombreux (plages de galets, friches alluviales...).

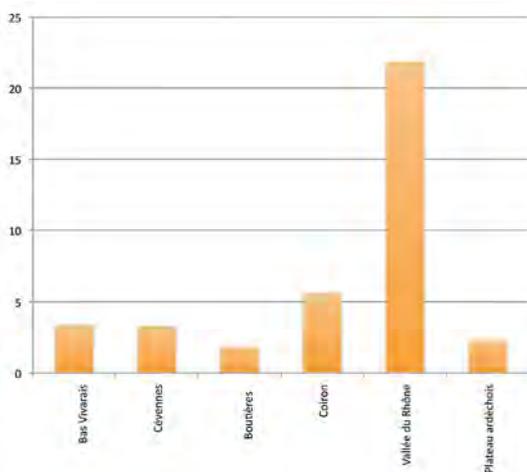


Fig. 5. Nombre de taxons exogènes par mailles selon les régions.

Répartition par milieux naturels

Les milieux accueillant la plus grande diversité de xénophytes sont, sans surprise, les milieux urbanisés et les voies de communications, suivis des plages de sable et de graviers des cours d'eau et des forêts riveraines et alluviales (fig 6). Une analyse plus attentive des données montre que la diversité des taxons très envahissants est la plus forte dans les milieux riverains (bordure aquatique, plages et forêts) (fig 7).

Discussions

Réservoir d'espèces exogènes dans les départements voisins

La plupart des départements voisins de l'Ardèche ont fait l'objet d'inventaires sur leur territoire (AUBIN, 1999 ; GARRAUD, 2003...). Les taxons exogènes y sont donc également connus de nos jours avec plus ou moins de précisions. Il était donc tentant de repérer les taxons signalés hors des limites administratives du département et non encore signalés en Ardèche (les espèces cultivées sont toujours exclues de l'analyse). La liste ci-dessous n'est pas exhaustive :

Alkanna lutea Moris (Gard), *Brachiaria eruciformis* (Sm.) Griseb. (Drôme), *Claytonia perfoliata* Donn ex Willd. (Rhône), *Crassula helmsii* (Kirk) Cockayne (Rhône), *Duchesnea indica* (Andrews) Focke (Drôme, Rhône), *Echinochloa muricata* (P.Beauv.) Fernald (Loire), *Lapsana communis* L. subsp. *intermedia* (M. Bieb.) Hayek (Lozère), *Typha laxmanii* Lepech. (Drôme)...

Fig. 6. Nombre de taxons exogènes par milieu, tous coefficients d'invasibilité confondus.

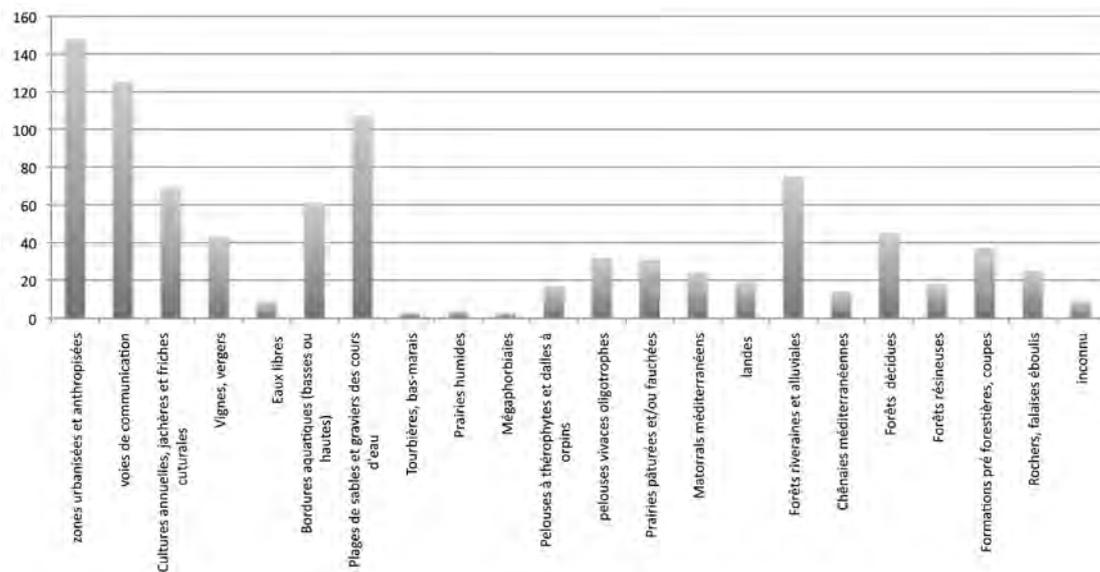
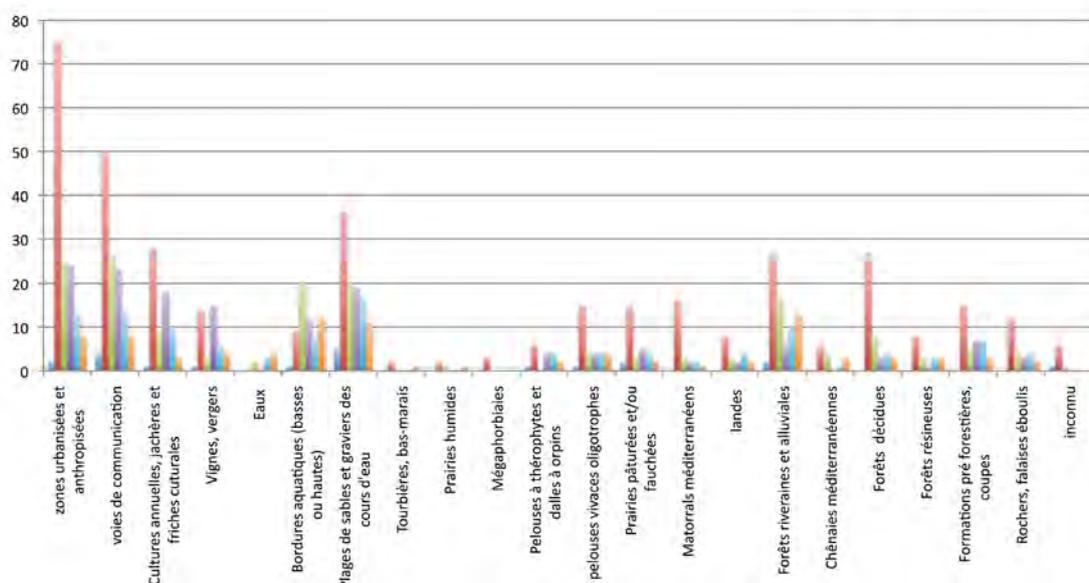


Fig. 7. Nombre de taxons exogènes par milieu selon leur coefficient d'invasibilité.



Potentialités d'invasissement de certaines espèces

Sur la figure 8, on constate logiquement que les espèces envahissantes (notées 3, 4 et 5) sont principalement assez communes à communes alors que les espèces non envahissantes sont pour la plupart très rares [pour une question d'échelle et de facilité de lecture, ces dernières (classe 1) n'apparaissent pas sur cette figure]. Les xénophytes notés 2 (potentiellement envahissants) sont majoritairement cotés rares à exceptionnels. Par définition, ils n'ont pas encore exprimé leur caractère envahissant en Ardèche, ce qui explique leur rareté. La présente étude permet de connaître ces espèces susceptibles de poser des problèmes à court ou moyen terme et donc d'envisager à temps des interventions spécifiques pour limiter leur propagation.

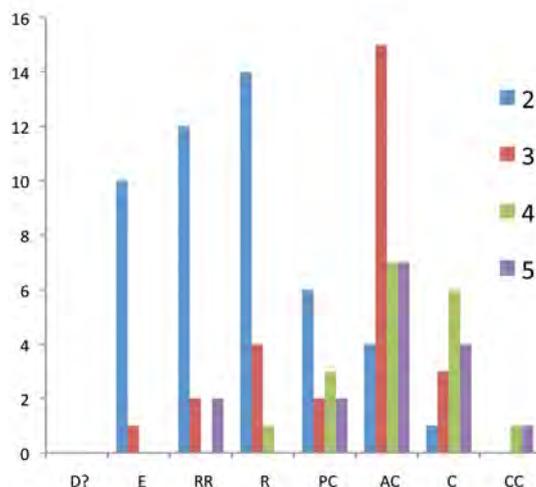


Fig. 8. Nombre de taxons exogènes en fonction de leur invasibilité et de leur rareté.

Par exemple, *Sicyos angulata* est présent très localement en Ardèche dans une ripisylve où il recouvre entièrement la végétation herbacée et arborescente basse. Si son maintien se confirme et son aire de répartition s'agrandit, il pourrait s'avérer rapidement très envahissant.

Conclusion

Les inventaires régionaux ou départementaux permettent de mieux connaître la flore indigène et par suite de hiérarchiser les différents taxons pour établir des listes d'espèces protégées ou autres listes rouges. De ce point de vue, les taxons exogènes ne participent naturellement pas à la réflexion et sont donc souvent mis à l'écart des préoccupations les plus quotidiennes des Conservatoires.

Le présent article permet néanmoins de leur conférer une certaine place, en particulier dans la réflexion générale préalable sur les statuts d'indigénat. Il attire également l'attention sur les taxons susceptibles de poser des problèmes à plus ou moins long terme. À contrario, il permet aussi de montrer qu'un taxon exogène n'est pas intrinsèquement assimilable à une espèce envahissante et propose une méthodologie (à améliorer) permettant d'approcher cette problématique rationnellement et sans à priori.

Bibliographie

- AUBIN P., 1999. - *Catalogue des plantes vasculaires du Gard*. Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles, Société Linéenne de Lyon, Lyon, 176 p.
- BOULLET V., 2007. - *Notice de l'index de la flore vasculaire de la Réunion - Version 2007.1* (mise à jour 2007). Conservatoire botanique national de Mascarin, 51 p.
- DENELLE N., 1982. - *Une analyse de la flore vasculaire du Vivarais et du Velay oriental*. Thèse d'état, Centre d'Ecologie et Phytosociologie de Montpellier, 207 p. + annexes
- DESCOINGS B.M., 1970. - Les flores régionales. Méthodologie de l'inventaire floristique. *Naturalia Monspel.*, Sér. Bot., 21 : 51-73
- GARRAUD L., 2003. - *Flore de la Drôme : atlas écologique et floristique*. Conservatoire botanique national alpin de Gap-Charance, 925 p.
- GESLIN J., MAGNANON S. & LACROIX P., 2008. - *La question de l'indigénat des plantes de Basse-Normandie, Bretagne et Pays de la Loire*. Version 1. Conservatoire botanique national de Brest, 16 p.
- KERGUELEN M., 1997. - *Index synonymique de la flore de France*. <http://www.dijon.inra.fr/malherbo/hyppa/interfrofrhtdig.htm>, non paginé
- MANDIN J.P., 1990. - *Essai de chorologie écologique sur la flore vasculaire du Vivarais méridional (France)*. Thèse 3ème cycle, Doc. Univ., Université de Montpellier, 229 p. + annexes
- MITIC B., BORSIC I., DUJMOVIC I., MILOVIC M., CIGIC P., RESETNIK I. & NIKOLICT T., 2008. - Alien flora of Croatia : proposals for standards in terminology, criteria and related database. *Natura Croatica*, 17 (2) : 73-90
- PISEK P., RICHARDSON D.M., REJMANEK M., WEBSTER G.L., WILLIAMSON M. & KIRSCHNER J., 2004. - Alien plants in checklists and floras : towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon*, 53 (1) : 131-143
- RICHARDSON D.M., PISEK P., REJMANEK M., BARBOUR M.G., PANETTA F.D. & WEST C.J., 2008. - Naturalization and invasion of alien plants : concepts and definitions. *Diversity and Distribution*, 6 : 93-107
- TOUSSAINT B., LAMBINON J., DUPONT F., VERLOOVE F., PETIT D., HENDOUX F., MERCIER D., HOUSSET Ph., TRUANT F. & DECOCQ G., 2007. - Réflexions et définitions relatives aux statuts d'indigénat ou d'introduction des plantes ; application à la flore du nord-ouest de la France. *Acta Botanica Gallica*, 154 (4) : 511-522

Liste des taxons exogènes Ardèche

Nom du taxon	Statut d'indigénat	avant 1990	après 1990	nb de mailles (1990 à 2009)	Nom du taxon	Statut d'indigénat	avant 1990	après 1990	nb de mailles (1990 à 2009)
<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.	A		X	1	<i>Cuscuta campestris</i> Yunck.	N		X	7
<i>Acacia dealbata</i> Link	A	X	X	9	<i>Cyclamen hederifolium</i> Aiton	A		X	1
<i>Acer negundo</i> L.	Z	X	X	86	<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	Z	X	X	18
<i>Achillea crithmifolia</i> Waldst. & Kit.	Z		X	15	<i>Cymbalaria muralis</i> G.Gaertn., B.Mey. & Scherb.	Z	X	X	85
<i>Achillea filipendulina</i> Lam.	A		X	1	<i>Cyperus eragrostis</i> Lam.	Z	X	X	46
<i>Aegilops ventricosa</i> Tausch	A		X	2	<i>Cyperus esculentus</i> L.	A	X	X	1
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	Z	X	X	40	<i>Cyperus glomeratus</i> L.	N		X	4
<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	Z	X	X	95	<i>Datura stramonium</i> L.	Z	X	X	44
<i>Alcea rosea</i> L.	A	X	X	30	<i>Dianthus caryophyllus</i> L.	A	X	X	2
<i>Alnus cordata</i> (Loisel.) Duby	A		X	3	<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler	A		X	1
<i>Amaranthus albus</i> L.	Z		X	26	<i>Digitaria ischaemum</i> (Schreb.) Mühl.	A		X	4
<i>Amaranthus blitum</i> L. subsp. <i>emarginatus</i> (Moq. ex Uline & W.L.Bray) Carretero, Muñoz Garm. & Pedrol	S		X	3	<i>Dittrichia graveolens</i> (L.) Greuter	N	X	X	8
<i>Amaranthus blitoides</i> S.Watson	A		X	2	<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter	S	X	X	1
<i>Amaranthus cruentus</i> L.	A	X	X	2	<i>Ecballium elaterium</i> (L.) A.Rich.	A	X		0
<i>Amaranthus deflexus</i> L.	Z	X	X	62	<i>Echinops phaeocephalus</i> L.	A	X	X	4
<i>Amaranthus graecizans</i> L. subsp. <i>silvestris</i> (Vill.) Brenan	S		X	4	<i>Egeria densa</i> Planch.	Z		X	14
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Z	X	X	83	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaert.	S		X	5
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Z	X	X	98	<i>Eleusine tristachya</i> (Lam.) Lam.	S		X	1
<i>Amaranthus viridis</i> L.	A	X		0	<i>Elodea canadensis</i> Michx.	Z	X	X	18
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Z	X	X	118	<i>Elodea nuttallii</i> (Planch.) H.St.John	Z		X	23
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	Z	X	X	13	<i>Epilobium brachycarpum</i> C.Presl	S		X	1
<i>Anchusa officinalis</i> L.	A	X	X	1	<i>Epilobium ciliatum</i> Raf.	Z		X	12
<i>Anthriscus cerefolium</i> (L.) Hoffm.	A	X	X	2	<i>Eragrostis barrelieri</i> Daveau	S	X	X	5
<i>Antirrhinum majus</i> L.	A	X	X	14	<i>Eragrostis cilianensis</i> (All.) Vignolo ex Janch.	Z	X	X	45
<i>Arabis caucasica</i> Willd. ex Schltr.	A		X	5	<i>Eragrostis minor</i> Host	Z	X	X	45
<i>Artemisia absinthium</i> L.	Z	X	X	14	<i>Eragrostis multicaulis</i> Steud.	A		X	1
<i>Artemisia annua</i> L.	Z	X	X	52	<i>Eragrostis pectinacea</i> (Michx.) Ness	A		X	1
<i>Artemisia verlotiorum</i> Lamotte	Z	X	X	116	<i>Eragrostis pilosa</i> (L.) P. Beauv.	Z	X	X	42
<i>Arundo donax</i> L.	Z		X	42	<i>Eragrostis virescens</i> J.Presl	A		X	5
<i>Asclepias syriaca</i> L.	Z		X	28	<i>Eranthis hyemalis</i> (L.) Salisb.	A	X	X	1
<i>Asparagus officinalis</i> L. subsp. <i>officinalis</i>	Z	X	X	46	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Desf.	Z	X	X	106
<i>Aster lanceolatus</i> Willd.	S		X	3	<i>Erigeron karwinskianus</i> DC.	A		X	1
<i>Aster novi-belgii</i> L.	A	X	X	3	<i>Eruca sativa</i> Mill.	A	X	X	2
<i>Aster squamatus</i> (Sprengel) Hieronymus	N	X	X	12	<i>Erysimum cheiri</i> (L.) Crantz	Z	X	X	34
<i>Aster x salignus</i> Willd.	Z	X	X	51	<i>Eschscholzia californica</i> Cham.	A		X	13
<i>Atriplex hortensis</i> L.	A	X	X	3	<i>Euphorbia lathyris</i> L.	Z	X	X	61
<i>Aurinia saxatilis</i> (L.) Desv.	A		X	4	<i>Euphorbia maculata</i> L.	Z		X	61
<i>Avena brevis</i> Roth	A	X		0	<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	Z		X	79
<i>Avena sativa</i> L.	A	X	X	7	<i>Euphorbia serpens</i> Kunth	S	X	X	6
<i>Avena strigosa</i> Schreb.	A	X	X	2	<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench	A	X	X	2
<i>Azolla filiculoides</i> Lam.	S		X	6	<i>Fallopia aubertii</i> (L.Henry) Holub	A		X	4
<i>Berteroa incana</i> (L.) DC.	Z	X	X	22	<i>Festuca stricta</i> Host subsp. <i>trachyphylla</i> (Hack.) Patzke	A		X	1
<i>Bidens bipinnata</i> L.	S	X	X	7	<i>Ficus carica</i> L.	Z	X	X	122
<i>Bidens frondosa</i> L.	Z	X	X	103	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Z	X	X	84
<i>Borago officinalis</i> L.	A	X	X	15	<i>Fragaria moschata</i> Weston	A	X	X	1
<i>Bothriochloa barbinodis</i> (Lag.) Herter	S		X	4	<i>Galega officinalis</i> L.	N	X	X	5
<i>Brassica juncea</i> (L.) Czernova	A		X	1	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	S		X	5
<i>Brassica napus</i> L.	A		X	16	<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz & Pav.	Z	X	X	34
<i>Bromus catharticus</i> Vahl	Z		X	35	<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	Z	X	X	17
<i>Bromus inermis</i> Leyss.	A	X	X	2	<i>Helianthus annuus</i> L.	A	X	X	14
<i>Bromus sitchensis</i> Trin.	Z	X	X	14	<i>Helianthus tuberosus</i> L.	Z	X	X	46
<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) Vent.	A		X	13	<i>Helianthus x laetiflorus</i> Pers.	N		X	3
<i>Buddleja davidii</i> Franch.	Z		X	54	<i>Helleborus viridis</i> L.	A	X		0
<i>Campanula rapunculoides</i> L.	Z	X	X	15	<i>Hemerocallis fulva</i> (L.) L.	A	X	X	4
<i>Castanea sativa</i> Mill.	Z	X	X	102	<i>Hemerocallis lilioasphodelus</i> L.	A	X		0
<i>Cedrus atlantica</i> (Manetti ex Endl.) Carrière	A	X	X	78	<i>Heraclium mantegazzianum</i> Sommier & Levier	A		X	1
<i>Celtis australis</i> L.	Z	X	X	83	<i>Hesperis matronalis</i> L.	N	X	X	3
<i>Centranthus ruber</i> (L.) DC.	S	X	X	82	<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagr.-Foss.	S	X	X	4
<i>Cerastium tomentosum</i> L.	S	X	X	19	<i>Hordeum vulgare</i> L.	A	X	X	4
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	Z	X	X	39	<i>Impatiens balfourii</i> Hook.f.	Z		X	90
<i>Chenopodium botrys</i> L.	Z	X	X	10	<i>Impatiens capensis</i> Meerb.	S	X	X	3
<i>Collomia grandiflora</i> Douglas ex Lindl.	Z	X	X	14	<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	Z	X	X	37
<i>Commelina communis</i> L.	S		X	3	<i>Impatiens parviflora</i> DC.	Z	X	X	36
<i>Consolida ajacis</i> (L.) Schur	A	X	X	16	<i>Inula helenium</i> L.	A	X		0
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	Z	X	X	10	<i>Ipomoea purpurea</i> Roth	A		X	1
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	Z	X	X	166	<i>Iris germanica</i> L.	Z	X	X	50
<i>Conyza sumatrensis</i> (Retz.) E. Walker	Z	X	X	169	<i>Isatis tinctoria</i> L.	S	X	X	8
<i>Coronopus didymus</i> (L.) Sm.	S	X	X	1	<i>Isolepis cernua</i> (Vahl) Roem. & Schult.	A	X		0
<i>Cortaderia selloana</i> (Schult. & Schult.f.) Asch. & Graebn.	S		X	4	<i>Juglans regia</i> L.	Z	X	X	148
<i>Crepis micrantha</i> Czerep. in Bobrov & Tzvelev	A		X	1	<i>Juncus tenuis</i> Willd.	Z	X	X	30
<i>Crepis setosa</i> Haller fil.	Z	X	X	83	<i>Laburnum anagyroides</i> Medik.	S	X	X	5
<i>Cucumis sativus</i> L.	A		X	3	<i>Lagurus ovatus</i> L.	S	X		0
					<i>Lathyrus annuus</i> L.	Z	X	X	21
					<i>Laurus nobilis</i> L.	Z	X	X	80
					<i>Lemna minuta</i> Kunth	Z		X	13
					<i>Leonurus cardiaca</i> L.	I	X	X	3
					<i>Lepidium virginicum</i> L.	Z	X	X	34

Nom du taxon	Statut d'indigénat	avant 1990	après 1990	nb de mailles (1990 à 2009)
<i>Leucanthemum ircutianum</i> DC.	A		X	1
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton	S	X	X	11
<i>Lindernia dubia</i> (L.) Pennell subsp. <i>dubia</i>	N		X	5
<i>Linum austriacum</i> L.	A		X	3
<i>Linum usitatissimum</i> L.	A	X	X	3
<i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv.	A	X	X	2
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	Z	X	X	32
<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	N		X	17
<i>Ludwigia grandiflora</i> (Michx.) Greuter & Burdet	Z		X	17
<i>Ludwigia peploides</i> (Kunth) P.H.Raven	N		X	3
<i>Lunaria annua</i> L. subsp. <i>annua</i>	Z	X	X	144
<i>Lupinus polyphyllus</i> Lindl.	A		X	3
<i>Lycium barbarum</i> L.	A		X	1
<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	N	X	X	24
<i>Mahonia aquifolium</i> (Pursh) Nutt.	S		X	9
<i>Malus domestica</i> Borkkh.	A		X	47
<i>Matricaria discoidea</i> DC.	Z	X	X	56
<i>Matthiola incana</i> (L.) R.Br.	A	X		2
<i>Medicago sativa</i> L. subsp. <i>sativa</i>	Z	X	X	141
<i>Mentha spicata</i> L. subsp. <i>spicata</i>	S		X	3
<i>Mentha spicata</i> L. subsp. <i>glabrata</i> (Lej. & Courtois)	A		X	6
Lebeau				
<i>Mimulus guttatus</i> DC.	S		X	5
<i>Mirabilis jalapa</i> L.	A	X	X	12
<i>Morus alba</i> L.	A	X	X	78
<i>Muscari armeniacum</i> Leitchlin ex Baker	A		X	1
<i>Myrrhis odorata</i> (L.) Scop.	I	X		1
<i>Nepeta cataria</i> L.	A		X	1
<i>Oenothera oehlkerei</i> Kappus	A		X	2
<i>Oenothera glazioviana</i> Micheli	Z		X	19
<i>Oenothera grandiflora</i> L'Hér. ex Aiton	A	X		0
<i>Oenothera parviflora</i> L.	A	X	X	3
<i>Oenothera pycnocarpa</i> Atkinson & Bartlett	Z		X	33
<i>Oenothera suaveolens</i> Desf. ex Pers.	A	X		0
<i>Oenothera x fallax</i> Renner	Z		X	24
<i>Olea europaea</i> L.	Z	X	X	25
<i>Opuntia engelmannii</i> Engelm.	A		X	1
<i>Opuntia humifusa</i> (Raf.) Raf.	Z		X	10
<i>Opuntia macrorhiza</i> Engelm.	A		X	4
<i>Origanum vulgare</i> L. subsp. <i>viridulum</i> (Martrin-Donos) Nyman	A	X		0
<i>Oxalis articulata</i> Savigny	A	X	X	4
<i>Oxalis corniculata</i> L.	Z	X	X	104
<i>Oxalis dillenii</i> Jacq.	A	X	X	5
<i>Oxalis fontana</i> Bunge	Z		X	51
<i>Panicum capillare</i> L.	Z	X	X	64
<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx.	A		X	6
<i>Panicum milliaceum</i> L.	A	X	X	19
<i>Parthenocissus inserta</i> (A.Kern.) Fritsch	Z	X	X	73
<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.	S		X	3
<i>Paspalum distichum</i> L.	Z		X	16
<i>Paulownia tomentosa</i> (Thunb.) Steud.	A		X	2
<i>Pentaglottis sempervirens</i> (L.) Tausch ex L.H.Bailey	A		X	1
<i>Petasites pyrenaicus</i> (L.) G.López	A		X	8
<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Fuss	A	X	X	2
<i>Petunia violacea</i> Lindl.	A		X	5
<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.	A		X	3
<i>Phalaris canariensis</i> L.	A	X	X	1
<i>Physalis alkekengi</i> L.	A	X		0
<i>Physalis peruviana</i> L.	A		X	4
<i>Physocarpus opulifolius</i> (L.) Raf.	A		X	3
<i>Phytolacca americana</i> L.	Z	X	X	78
<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	Z	X	X	97
<i>Pinus halepensis</i> Mill.	Z	X	X	30
<i>Pinus nigra</i> Arnold subsp. <i>laricio</i> Maire	Z	X	X	65
<i>Pinus nigra</i> Arnold subsp. <i>nigra</i>	Z	X	X	54
<i>Pinus pinaster</i> Aiton	Z	X	X	72
<i>Pinus uncinata</i> Ramond ex DC.	S	X	X	25
<i>Pistia stratiotes</i> L.	S		X	1
<i>Pisum sativum</i> L. subsp. <i>biflorum</i> (Raf.) Soldano	Z	X	X	10
<i>Platanus acerifolia</i> (Aiton) Willd.	Z		X	32
<i>Polemonium caeruleum</i> L.	S		X	1
<i>Polypogon monspeliensis</i> (L.) Desf.	A	X	X	1
<i>Prunus armeniaca</i> L.	A		X	8
<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.	A		X	10
<i>Prunus domestica</i> L. subsp. <i>insititia</i> (L.) Bonnier & Layens	A	X	X	13
<i>Prunus dulcis</i> (Mill.) D.A.Webb	A	X	X	35
<i>Prunus laurocerasus</i> L.	A	X	X	7

Nom du taxon	Statut d'indigénat	avant 1990	après 1990	nb de mailles (1990 à 2009)
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco	Z		X	104
<i>Pterocarya fraxinifolia</i> (Poir.) Spach	A		X	1
<i>Puccinellia distans</i> (Jacq.) Parl.	S	X	X	1
<i>Punica granatum</i> L.	A	X	X	3
<i>Pyracantha coccinea</i> M.J.Roem.	A	X	X	12
<i>Quercus rubra</i> L.	S	X	X	7
<i>Raphanus raphanistrum</i> L. subsp. <i>landra</i> (Moretti ex DC.) Bonnier & Layens	N		X	5
<i>Reynoutria japonica</i> Houtt.	Z	X	X	59
<i>Reynoutria x bohemica</i> Chrték & Chrtkova	Z		X	33
<i>Ribes nigrum</i> L.	A	X	X	1
<i>Ribes rubrum</i> L.	I	X	X	15
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Z	X	X	177
<i>Rorippa austriaca</i> (Crantz) Besser	A		X	1
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	A	X	X	5
<i>Rudbeckia hirta</i> L.	A		X	1
<i>Rumex crispatus</i> DC.	N		X	7
<i>Rumex patientia</i> L.	N		X	8
<i>Ruta graveolens</i> L.	S	X	X	3
<i>Salix alba</i> L. subsp. <i>vitellina</i> (L.) Schübl. & G.Martens	A	X	X	4
<i>Salix x rubens</i> Schrank	A	X	X	24
<i>Salvia sclarea</i> L.	S	X	X	5
<i>Salvia verticillata</i> L.	A	X		0
<i>Scolymus hispanicus</i> L.	A	X		0
<i>Sedum spurium</i> M.Bieb.	A		X	13
<i>Senecio cineraria</i> DC.	A		X	2
<i>Senecio inaequidens</i> DC.	Z	X	X	63
<i>Setaria italica</i> (L.) P.Beauv.	A	X	X	4
<i>Setaria viridis</i> (L.) P.Beauv. subsp. <i>pycnocoma</i> (Steudel) Tzvelev	S	X	X	65
<i>Sicyos angulata</i> L.	S		X	2
<i>Sisymbrium austriacum</i> Jacq.	A	X	X	3
<i>Sisymbrium orientale</i> L.	A	X		1
<i>Solanum chenopodioides</i> Lam.	N		X	10
<i>Solanum tuberosum</i> L.	A		X	4
<i>Solanum villosum</i> Miller	Z	X	X	18
<i>Solidago canadensis</i> L.	S		X	9
<i>Solidago gigantea</i> Aiton subsp. <i>serotina</i> (Kuntze) McNeill	Z	X	X	55
<i>Sorbaria sorbifolia</i> (L.) A.Braun	A		X	3
<i>Sorbaria tomentosa</i> (Lindl.) Rehder	S	X	X	1
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Z	X	X	67
<i>Spiraea douglasii</i> Hook. gr.	A		X	1
<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R.Br.	Z		X	21
<i>Sporobolus vaginiflorus</i> (Torr.) Wood	S		X	4
<i>Stachys germanica</i> L.	N	X	X	3
<i>Sternbergia lutea</i> (L.) Ker Gaw. ex Spreng.	A	X	X	3
<i>Symphoricarpos albus</i> (L.) S.F.Blake	A	X	X	10
<i>Symphytum x uplandicum</i> Nyman	S		X	4
<i>Syringa vulgaris</i> L.	A		X	37
<i>Tagetes minuta</i> L.	A		X	1
<i>Tanacetum parthenium</i> (L.) Sch.Bip.	Z	X	X	85
<i>Taxus baccata</i> L.	A	X	X	16
<i>Tragus racemosus</i> (L.) All.	Z	X	X	70
<i>Trapa natans</i> L.	A	X		0
<i>Tribulus terrestris</i> L.	N	X	X	6
<i>Trifolium incarnatum</i> L. subsp. <i>incarnatum</i>	A		X	3
<i>Trigonella foenum-graecum</i> L.	A	X		0
<i>Triticum aestivum</i> L.	A	X	X	5
<i>Tulipa gesneriana</i> L.	A		X	1
<i>Typha domingensis</i> (Pers.) Steud.	A		X	2
<i>Vallisneria spiralis</i> L.	Z	X	X	17
<i>Verbena bonariensis</i> L.	A		X	2
<i>Veronica cymbalaria</i> Bodard	S	X	X	4
<i>Veronica peregrina</i> L.	S		X	3
<i>Veronica persica</i> Poir.	Z	X	X	184
<i>Vicia faba</i> L.	A	X	X	1
<i>Vicia pisiformis</i> L.	A	X		0
<i>Vinca major</i> L.	Z	X	X	36
<i>Vinca minor</i> L.	Z	X	X	55
<i>Vitis vinifera</i> L. subsp. <i>vinifera</i>	Z	X	X	111
<i>Vulpia membranacea</i> (L.) Dumort.	A	X	X	4
<i>Xanthium italicum</i> Moretti	Z		X	58
<i>Xanthium spinosum</i> L.	Z	X	X	17
<i>Zea mays</i> L.	A		X	4

Architectures souterraines de quelques herbes vivaces européennes

Subterranean architectures of some perennial herbaceous plants from Europe

par Maryse Tort¹ & Francis Hallé²

¹ Maryse Tort
28 Avenue d'Auvergne
F-43 300 LANGEAC
☎ 04 71 77 28 41
✉ maryse-tort@wanadoo.fr

² Francis Hallé
109 Avenue de Lodève
F-34 070 MONTPELLIER
☎ 04 67 58 99 19
✉ francis.halle@wanadoo.fr

Résumé : Les architectures souterraines (et au ras du sol) d'environ 150 espèces provenant du Massif central français ont été comparées à celles des arbres tropicaux au travers des modèles architecturaux (HALLÉ & OLDEMAN, 1970 ; HALLÉ, 2004). Six ensembles de plantes répondant à des modèles décrits sous les tropiques ont actuellement été reconnus.

Mots-clés : architecture - plantes pérennes - tropiques - climat tempéré

Abstract : The underground architectures (and architectures near the ground level) of about 150 species from a european temperate zone (french Massif central) are compared with that of tropical trees through the architectural models (HALLÉ & OLDEMAN, 1970 ; HALLÉ, 2004). So far, six groups of plants fit with tropical models.

Keywords : architecture - perennial - tropics - temperate climate

Sous climat tempéré, de nombreuses espèces végétales sont des herbes vivaces qui vivent retirées dans le sol ou au ras du sol pendant une grande partie de l'année correspondant à la période durant laquelle la croissance s'arrête (hiver, été sec). Les études concernant leur architecture sont très ponctuelles si bien qu'aucune interprétation d'ensemble cohérente n'est actuellement proposée. Les modèles de référence dont nous disposons aujourd'hui sont, pour l'essentiel, issus de plantes tropicales, lesquelles adoptent généralement la forme d'arbres (HALLÉ, 2010). Ces arbres se développant dans un environnement à faibles contraintes, sont essentiels pour interpréter l'architecture souterraine de plantes de climat tempéré, exprimée, au contraire, dans un milieu où les contraintes sont fortes, tant du point de vue climatique que spatial (dimension verticale extrêmement réduite).

Les premières investigations ont été réalisées sur environ 150 espèces provenant du Massif central dont la flore est significative pour le problème abordé. Actuellement, nous avons reconnu 6 modèles rattachés à des architectures décrites sous les tropiques.

Architectures appartenant à des modèles décrits chez les arbres tropicaux

Six ensembles ont été reconnus se rattachant aux modèles de Corner, Chamberlain, Leeuwenberg, Bell, Tomlinson et Fagerlind.

MODÈLE DE CORNER

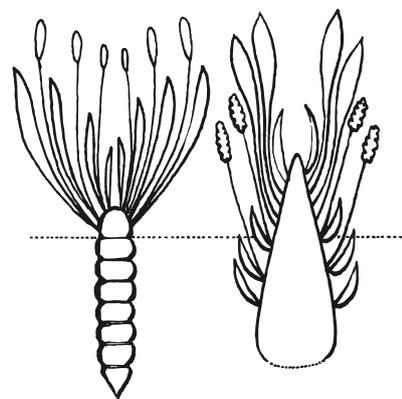


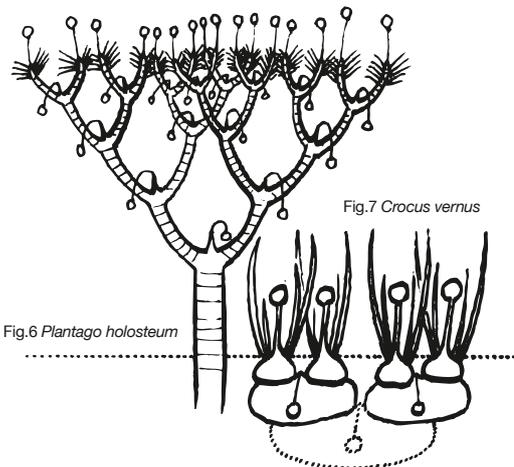
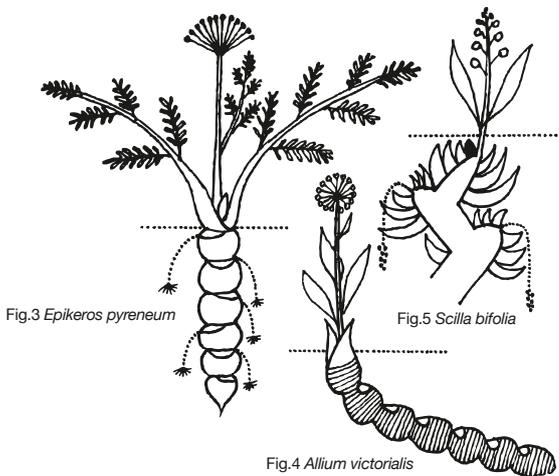
Fig.1 *Plantago lanceolata* Fig.2 *Scilla autumnalis*.

Ce modèle décrit des plantes à un seul axe feuillé vertical ; la position latérale des organes sexuels permet la croissance indéfinie.

Plantago lanceolata, Plantaginacée prairiale (fig.1), répond à ce modèle : il est formé d'une rosette de feuilles qui surmonte un axe vertical souterrain

légèrement hypertrophié dont les constrictions régulières correspondent chacune à un arrêt de croissance hivernal. Au centre de la rosette, le bourgeon terminal construit chaque année une nouvelle unité de croissance. Les inflorescences sont axillaires. *Plantago major*, *p. media* et *Potentilla erecta* (Rosacées) présentent cette même architecture. Malgré les apparences, il en est de même de *Scilla autumnalis* (Hyacinthacées) plante à bulbe monopodial dont les grappes sont axillaires des écailles charnues (fig.2).

MODÈLE DE CHAMBERLAIN



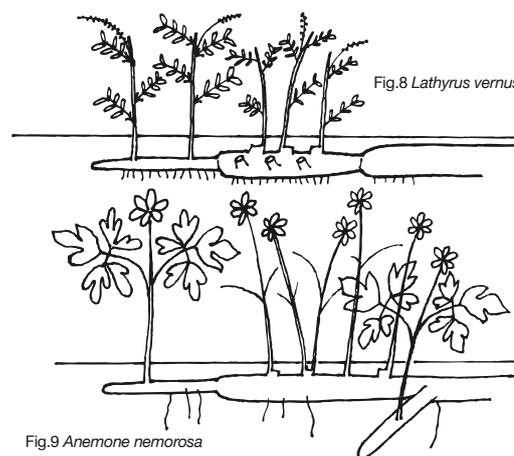
apicale ; ceux-ci peuvent présenter une croissance monopodiale pendant 3,4 ou 5 ans avant de fleurir et se ramifier à nouveau. *Iris germanica*, l'Iris des jardins, se rattache à ce modèle ; on notera que la subhorizontalité de ses axes souterrains (rhizomes) résulte de la présence de puissantes racines tractrices (la croissance de chaque unité annuelle est verticale). C'est également à ce modèle que l'on doit rattacher l'architecture d'une autre Iridacée, *Crocus vernus*, dont les axes - verticaux - sont hypertrophiés et chargés de réserves à la base (cormus), chacun se terminant par une fleur (fig.7). Le même schéma convient au Glaïeul cultivé (*Gladiolus* x, Iridacées), ainsi qu'à *Ranunculus bulbosus* (Renonculacées).

Ce modèle est constitué d'un alignement linéaire de modules dont chacun est issu du précédent par un mécanisme de ramification sympodiale. *Epikeros pyreneum*, Apiacée des sols tourbeux (fig.3), est constituée d'une rosette terminée par une tige florifère elle-même située au sommet d'un axe vertical à ramification sympodiale. Il en est de même chez *Allium victorialis* (fig.4) dont la position subhorizontale de l'axe résulte de la présence de racines tractrices (les modules sont verticaux lors de leur construction). À ce même modèle se rattache également *Scilla bifolia*, autre Hyacinthacée à bulbe dont les courts axes souterrains pourvus d'écailles charnues et terminés par la grappe, disparaissent chaque année tandis qu'un bourgeon axillaire prend le relais (fig.5).

MODÈLE DE LEEUWENBERG

Ce modèle diffère des 2 précédents par la ramification qui occupe les 3 dimensions de l'espace. L'axe vertical est ramifié en 2 ou 3 axes équivalents qui se ramifient de la même façon et ainsi de suite. Chaque ramification se produit au-dessous d'une cicatrice d'inflorescence. *Plantago holosteam*, des alluvions profondes et remaniées, répond à ce modèle (fig.6) : la ramification est sympodiale, la position des épis étant

MODÈLE DE BELL



Décrit récemment (HALLÉ 2004), il est caractérisé par un axe horizontal sur ou sous la surface du sol. Si cet axe est souterrain, il émet des axes latéraux aériens qui assurent la photosynthèse et la sexualité. En l'état actuel des prospections, il n'a encore été que rarement rencontré chez les plantes vivaces de climat tempéré (*Honckenya*, *Equisetum*, *Potamogeton*...). Un exemple est celui de *Lathyrus vernus*, Fabacée des lisières sur scories volcaniques instables (fig.8). À quelques cm sous la surface du

sol, un axe est en position horizontale ; sa croissance est monopodiale, c'est-à-dire que le bourgeon apical et les unités annuelles qu'il construit, ne se redressent pas ; les tiges feuillées et florifères verticales proviennent de bourgeons axillaires d'écaillés de l'axe horizontal. Une Renonculacée des sous-bois, *Anemone nemorosa* (fig.9) et un *Carex* des zones tourbeuses, *C. disticha* (Cypéracées) présentent la même architecture.

MODÈLE DE TOMLINSON

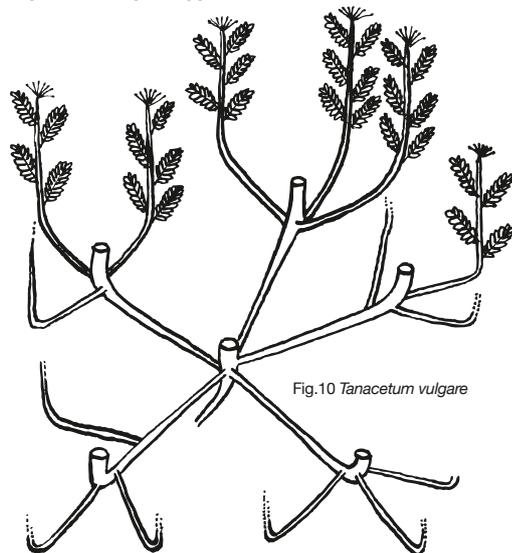


Fig.10 *Tanacetum vulgare*

Il relève d'un processus de buissonnement à partir d'un axe vertical (ramification basitome et sympodiale). Selon les espèces, la sexualité est soit latérale soit terminale.

Sous climat tempéré, les architectures répondant à ce modèle présentent plusieurs variantes :

- *Tanacetum vulgare* (Astéracées, fig.10), *Calamintha menthifolia* et plusieurs autres Lamiacées, *Silene nutans* (Caryophyllacées), *Mercurialis perennis* (Euphorbiacées); *Urtica dioica* présentent une seule unité de croissance par an ;

- *Fragaria vesca* (Rosacées), *Galium odoratum*, (Rubiacees), *Carex hirta* et *C. divisa* (Cypéracées) en présentent plusieurs (3 le plus souvent). Il est intéressant de signaler que *Carex stenophylla*, espèce "nouvelle pour la France" depuis un petit nombre d'années, signalée dans les pelouses sur sol squelettique et probablement originaire d'Europe centrale, présente une architecture conforme au modèle de Tomlinson à 3 unités de croissance par an (PORTAL et TORT, 2010).

- Chez *Doronicum pardalianches* (Astéracées), la construction d'un module peut durer plusieurs années : la croissance est monopodiale durant 3 ou 4 ans puis la sexualisation intervient, suivie du redressement de la pousse aérienne et de la formation de deux axes latéraux (stolons plus ou moins

renflés à l'extrémité). Le schéma est le même chez la Grande Aunée (*Inula helenium*, Astéracées) dont les axes souterrains sont des rhizomes très hypertrophiés.

Les axes horizontaux ont une durée de vie très variable d'une espèce à l'autre : plus de 10 ans chez *Senecio cacaliaster* par exemple, à moins de 1 an chez d'autres espèces. Parmi ces dernières, les "plantes à tubercules" cultivées sont remarquables : les axes souterrains (stolons) s'hypertrophient à leur extrémité distale formant un tubercule puis disparaissent au cours de l'hiver. Le tubercule est ainsi isolé de la plante et devient, en quelque sorte, une bouture. Actuellement aucune espèce indigène répondant à cette particularité n'a encore été observée. En revanche, le Crosne du Japon (*Stachys affinis*, Lamiacées) et le Topinambour (*Helianthus tuberosus*, Astéracées), cultivés, originaires de régions tempérées - asiatique pour le premier, américaine pour le second - affichent cette particularité.

Le modèle de Tomlinson est dominant parmi les herbes vivaces des régions tempérées. Les Poacées en fournissent de nombreux exemples répartis dans le monde entier.

MODÈLE DE FAGERLIND

(à vérifier dans un plus grand nombre d'exemples)

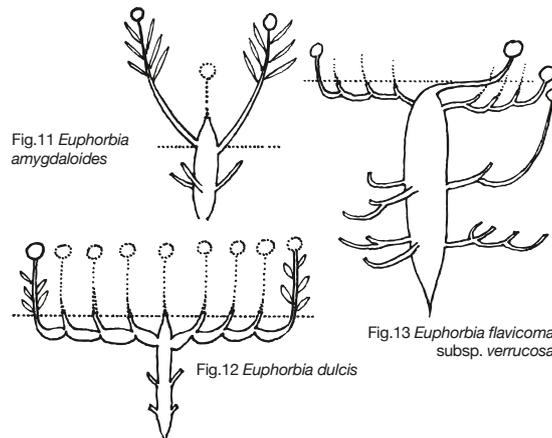


Fig.11 *Euphorbia amygdaloides*

Fig.12 *Euphorbia dulcis*

Fig.13 *Euphorbia flavicoma* subsp. *verrucosa*

L'architecture souterraine de plusieurs espèces d'Euphorbe (*Euphorbia dulcis*, *E. amygdaloides* (fig.11, 12) et *E. hyberna* peut être rattachée au modèle de Fagerlind. L'observation de jeunes plantes issues de germinations d'*E. dulcis* permet de proposer cette interprétation. Ces plantes, de 2 et 4 ans sont formées d'un axe vertical surmontant la racine. Au-dessus d'une cicatrice apicale, 1 ou 2 rameaux horizontaux sont développés. L'architecture mérite alors d'être rapprochée de celle d'un étage du modèle de Fagerlind. L'axe vertical ne s'exprimerait que pendant un temps très court et sur une faible hauteur. L'architec-

ture d'*E. flavicoma* subsp. *verrucosa* (fig.13) étaye cette hypothèse : l'axe principal souterrain est monopodial (jusqu'à 5 années ont été comptées) et les rameaux latéraux ont une croissance sympodiale. Un argument supplémentaire réside dans la fréquence du modèle de Fagerlind (ou du modèle d'Aubréville, proche) chez les Euphorbiacées arborescentes des tropiques.

Implication de la connaissance des modèles

La comparaison des architectures en régions tropicales et tempérées éclaire d'un regard nouveau le système de la plante entière retirée dans le sol et qui n'envoie en milieu aérien une pousse feuillée et sexuée que pendant un temps limité chaque année.

Au sein d'une même famille (Rosacées, Plantaginacées, Renonculacées, Euphorbiacées ...) ou d'un même genre (*Plantago*, *Scilla*, *Ranunculus*...), les espèces adoptent parfois différentes architectures, comme les arbres tropicaux. On notera ensuite que les "organes" souterrains ou au ras du sol décrits classiquement (bulbes, cormus...) ne représentent l'architecture souterraine ni dans son ensemble ni dans les caractéristiques de la ramification.

Dans les architectures souterraines ou au ras du sol relevant des modèles de Corner, Chamberlain et Leeuwenberg, la dimension verticale est extrêmement réduite, y compris dans les sols les plus profonds (alluvions, sols tourbeux). Ce constat élémentaire plaide en faveur de l'hypothèse d'architectures pouvant être rattachées par exemple au modèle de Fagerlind par réduction, au cours de l'évolution du "tronc" jusqu'à ce qu'il ne soit plus qu'une tige transitoire dans le développement.

Dans les architectures pouvant être rattachées au modèle de Tomlinson, les axes latéraux, généralement horizontaux à leur base, peuvent être très nombreux et très allongés occupant une place importante dans le sol. Leur déploiement semble cependant fréquemment limité par les parties souterraines des autres végétaux ou divers obstacles liés à la texture du sol.

Par rapport aux arbres tropicaux, au-delà de l'aspect dimensionnel, une différence essentielle réside dans la faible longévité des axes (quelques mois à une dizaine d'années, 3 à 4 ans le plus souvent), une autre différence étant la résultante d'un arrêt de croissance soit hivernal (*Tanacetum vulgare*), soit estival (*Crocus vernus*), soit les deux (*Scilla autumnalis*).

Il est probable que la suite du travail permettra de

mettre en évidence encore quelques correspondances avec les modèles établis mais le nombre en sera limité puisque c'est déjà un nombre fini en régions tropicales ; sous climat tempéré, il faut, de plus, sans doute exclure les modèles à croissance et ramification continues (modèle de Roux par exemple), au moins dans le cas des plantes vivaces.

D'ores et déjà, l'importance des analogies entre modèles montre leur portée : l'expression architecturale traduit des propriétés universelles de la plante, inhérentes à la présence de plusieurs méristèmes ou plusieurs bourgeons.

Conclusion

Ce travail sur l'architecture des plantes vivaces de climat tempéré, éclairé par les modèles issus des recherches en régions tropicales, peut permettre, à terme, de mettre en évidence les étapes de l'évolution ayant conduit à leur retrait dans le sol au fil des changements climatiques. Il semble qu'un consensus existe parmi les évolutionnistes et les paléobotanistes : les flores successives ont une origine tropicale. Cette question a été discutée (HALLÉ, 2010). De plus, au sein des groupements végétaux, il peut aider à mieux comprendre les rapports des parties souterraines des plantes avec leur milieu.

Au-delà, notre objectif est de trouver la meilleure interprétation possible de ce que l'on nomme « les organes souterrains » de nos herbes d'Europe ; à terme nous voudrions réunir deux facettes d'une même discipline qui trop souvent s'ignorent : la botanique des régions tempérées et celle des tropiques.

Bibliographie

- HALLÉ F. & OLDEMAN R.A.A., 1970.- *Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux*. Masson, Paris, 178p.
- HALLÉ F., OLDEMAN R.A.A. & TOMLINSON P.B., 1978.- *Tropical trees and forests ; an architectural analysis*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New-York, 441p. Ouvrage épuisé mais disponible en ligne chez Springer Verlag.
- HALLÉ F., 2004.- *Architectures de plantes*. JPC, Palavas, 162p.
- HALLÉ F., 2010. - *La condition tropicale*. Acte Sud, 258p.
- PORTAL R. & TORT M., 2010.- *Carex stenophylla* Wahlenb.(1803) nouveau pour la France. *Bull. S.B.C.O., N.S.*, 41, 13 -18.

À propos des Hêtres tortillards

About twisted beeches

par Jean-Pierre Guillet¹

¹ Jean-Pierre GUILLET
Association Hêtres tortillards d'Auvergne
35 Bd Paul Riquet
F-13012 MARSEILLE
① 04 91 85 27 73
① 06 64 42 57 88
✉ jeanpierreguillet@free.fr
www.tela-botanica.org

Résumé : les hêtres tortillards – *Fagus sylvatica* L. var. *tortuosa* Pépin - sont probablement plus nombreux qu'on ne le croyait, comme l'ont fait pressentir de récentes découvertes. Une action est en cours, avec l'aide de Tela-Botanica, pour susciter des observations chez les professionnels mais aussi le grand public.

Mots-clés : hêtre tortillard

Abstract : twisted beeches – *Fagus sylvatica* L. var. *tortuosa* Pépin– are probably more numerous than believed, like recent discoveries seem to prove it. A project is underway, helped by Tela-Botanica, to cause observations from professionals and too from people in general.

Keywords : twisted beeches

Les hêtres tortillards – *Fagus sylvatica* L. var. *tortuosa* Pépin - constituent une variété du hêtre ordinaire, *Fagus sylvatica*. Ils ont été de longue date remarqués par les botanistes à cause de leur morphologie surprenante, de leur rareté et de la difficulté qu'on éprouve à expliquer qu'ils se soient perpétués durant des millénaires en dépit de caractéristiques apparemment défavorables.

Jusqu'à la fin du siècle dernier, il était admis qu'on les rencontrait dans trois grandes stations, Dalby-Söderskogs en Suède, Süntel en Allemagne et Verzy en France, plus des individus dispersés naturellement, comme ceux de Lorraine, ou encore dans des arboretum, des jardins particuliers, etc. Leur population totale connue en Europe (on n'en connaît pas ayant crû naturellement ailleurs) peut être au mieux de l'ordre de 1500. Il paraît très probable que l'homme y ait une grosse responsabilité, ayant éliminé de son mieux des arbres d'un intérêt économique contestable...

Dans les mêmes années où Bernard Thiébaud, spécialiste des hêtres à l'Institut de Botanique de Montpellier, réalisait une solide synthèse des connaissances sur le Tortillard, un signalement d'un profane ès botanique conduisit à la reconnaissance d'une nouvelle station, celle d'Orcines, près de Clermont-Ferrand. Forte d'une centaine d'individus de tous âges, elle était de plus loca-

lisée sur un volcan de la Chaîne des Puys abondamment parcourue par des randonneurs, dont des naturalistes. Or elle n'avait jamais été signalée.

On pouvait déjà se demander si, en fait, les forêts européennes ne recelaient pas plus de tortillards qu'on ne l'affirmait. Le repérage d'un petit nombre de ces phénomènes sur une autre montagne, à faible distance de la première, appuyait dans ce sens.

L'association Hêtres Tortillards d'Auvergne (HTA), créée en 2002, s'attacha durant quelques années à l'étude et la protection des « faux » auvergnats. Entre autres actions, elle put participer à une étude génétique comparant les trois stations de Suède, de Verzy et d'Auvergne (et effectuée par Me Brigitte Musch de l'Office National des Forêts (ONF) du Loiret). Outre l'affirmation de l'originalité de la dernière (elle ne peut être issue de transplantation ou de semis depuis une des trois stations historiques), elle confirma une observation d'une étude précédente : les tortillards d'une station sont « plus proches » des hêtres ordinaires de la même que des tortillards des autres stations. Enfin la présence d'un certain allèle traduit le caractère indiscutablement tortillard de l'individu chez lequel il a été trouvé.



Fig. 1. Les « anciens » de la station d'Orcines sous le givre.
Photo : J.-P. Guillet ©

Sans qu'il ait été procédé à une véritable publicité sur le Tortillard, certaines personnes s'y sont intéressées, ce qui a porté ses fruits : fin 2007, une institutrice lozérienne signalait un site dont les seules photos suffisaient à conclure à la certaine présence de tortillards.

Au moment de la visite d'authentification, en mars 2008, un courriel du Parc des Volcans d'Auvergne révélait, cette fois-ci dans le sud de la Chaîne, la découverte par deux gardes du Parc de trois superbes tortillards. On ajoutera que nous devrions, dans les prochains mois, aller vérifier deux autres signalements. Le premier est communiqué par un horticulteur auvergnat et concernerait un site corrézien ; le second, quelque part dans la Drôme, a été adressé à Bernard Thiébaud.

Il convient dès lors de considérer comme hautement probable l'existence de nombreuses populations de tortillards. Se pose du même coup le problème de la stratégie de recherche. Nous en avons choisi une qui pourrait permettre de faire appel aux randonneurs de toutes spécialités. Elle s'appuie sur le réseau Tela Botanica qui a accepté ce projet de recherche en juillet 2011. Il va être proposé aux bénévoles de télécharger d'abord des plaquettes d'information sur le Tortillard, dont un manuel de reconnaissance décrivant les critères d'authentification (réitérations, anastomoses, marcottages, houppiers en parasol, etc.) ainsi que les pièges rencontrés (anémomorphoses, arbres

traumatisés, surcimés, etc.). Ils pourront ensuite télétransmettre les informations utiles en étant guidés par une liste des observations à effectuer. Il faudra, bien sûr, une authentification finale par un professionnel. Une des tâches de l'équipe du projet consistera donc à recruter un réseau de bénévoles qualifiés.

Que peut-on en attendre ? Si effectivement le nombre de sites s'accroît significativement, on peut espérer qu'il en résulte un renouveau d'intérêt pour le Tortillard avec le lancement d'études diverses et, peut-être, une réponse à la lancinante question que Bernard Thiébaud reconnaît se poser encore : comment le Tortillard peut-il avoir traversé les siècles alors qu'il a tant de caractéristiques contre lui ?



Fig. 2. Les superbes tortillards du site du mont Lozère.
Photo : Annie Gras ©



Fig. 3.
Un des tortillards du site Moreno
qui ont crû sans être surcimés.
Photo : J.-P. Guillet ©

Bibliographie

THIEBAUT B., COMPS B. 2002 – *Le hêtre tortillard*. Publication HTA.

DEMASURE B., COMPS B., THIEBAUT B. 1995
- Les hêtres tortillards en Europe occidentale. Aspects génétiques. *Annales Sciences Forestières*, 52 : 103-115

Site Internet

www.tela-botanica.org
(rubrique projets)

Le xylème, élément de la biodiversité des plantes terrestres

Xylem, element of land plant biodiversity

par Guy Costa^{1,2}, Sabine Lhernould² & Béatrice Compère¹

¹ Station Universitaire du Limousin
123, avenue Albert Thomas
F-87 060 LIMOGES Cedex
☎ 05 55 45 72 16
✉ guy.costa@unilim.fr
🌐 www.unilim.fr/sulim

² Faculté des Sciences et Techniques
Laboratoire de Chimie des
Substances Naturelles
123, avenue Albert Thomas
F-87 060 LIMOGES Cedex

Résumé : L'apparition du xylème et des constituants moléculaires particuliers de la paroi secondaire du xylème va permettre la conquête du milieu terrestre par les plantes aquatiques. La cellulose, mais plus encore la lignine, tout en rigidifiant certaines cellules facilitent ainsi le développement d'un port érigé de la plante et donc son accessibilité à la lumière. La diversité des polymères de cette paroi secondaire et leurs interactions vont ainsi participer à l'adaptation des plantes à de nouveaux écosystèmes contribuant à l'explosion de la biodiversité des végétaux terrestres.

Mots-clés : xylème - lignine - cellulose - paroi secondaire - biodiversité

Abstract : Secondary cell wall formation pass by some strong modifications on polysaccharide composition and organisation. The earth conquest by land plant was associated with the incorporation of this new elements and the explosion of life in it is directly correlated with modifications on composition, and organisation of the secondary cell wall. The new mechanical properties of the cell wall permit them to shoot an easily access to light facilitating then photosynthesis, plant growth and plant colonisation of newly ecosystems. Tracheid and fibers appear then as some key cells in the time consuming process leading to the explosion of land plant biodiversity.

Keywords : xylem - lignin - cellulose - secondary cell wall - biodiversity

Introduction

La conquête du milieu terrestre par les végétaux aquatiques représente un événement majeur car elle s'accompagne d'importantes modifications morphologiques et anatomiques. Ces modifications conduisent à l'émergence de nouveaux organes: les tiges permettent de connecter le système racinaire avec la partie aérienne; les feuilles se forment avec le développement du limbe foliaire et des stomates; les racines passent d'une structure d'ancrage initiale à une structure capable de prélever des éléments minéraux et de l'eau. Toutes ces modifications n'ont pu se mettre en place simultanément sans que n'interviennent d'autres organismes. Ainsi, les sauts évolutifs majeurs sont souvent corrélés avec des associations symbiotiques ou simplement mutualistes avec des organismes mieux adaptés à certains milieux à conquérir. Les racines, par exemple, mal adaptée au milieu terrestre s'associent avec des champignons, organisme édaphique par excellence, pour former les premières symbioses mycorhiziennes. La première grande flore édaphique, la flore des *Rhinia*, permet de mettre en évidence

que les racines de ces plantes présentent toutes des symbioses endomycorhiziennes. Les cellules corticales des racines fossilisées récoltées laissent entrevoir la présence d'arbuscules, typique des endomycorhizes à *Glomus* sp. Outre ces modifications, les plantes terrestres devront développer des feuilles leur permettant d'intercepter la lumière et de réaliser la photosynthèse. Le contrôle, par la plante, des flux de CO₂ et d'H₂O, la gestion des variations thermiques induites par le métabolisme photosynthétique et la protection contre les radiations ultraviolettes se traduisent par de nombreuses modifications anatomiques des faces adaxiales et abaxiales de la feuille dont l'apparition des stomates (Raven, 1993). Enfin, outre la protection de l'embryon avec la formation des graines et la généralisation progressive de la matrotrophie, la tige et la mise en place de nouvelles cellules comme les trachéides, puis les éléments de vaisseau contribueront à la migration progressive des plantes vers des milieux de plus en plus arides, entraînant par la même une explosion de la diversité biologique des espèces.

L'apparition des trachéides

La formation des trachéides est concomitante avec le développement dans la paroi de certaines cellules d'un polymère : la lignine. Si cette molécule existe chez certaines algues, son rôle est alors réduit à la défense du végétal. Jusqu'à la fin du silurien, les plantes terrestres sont petites et extrêmement simples (Gensel and Andreys, 1987 ; Raven, 1993). Le premier événement de diversification des plantes terrestres est associé avec l'évolution des trachéides (Knoll & Rothwell 1981 ; Knoll & Niklas 1987 ; Raven 1993 ; Kenrick & Crane 1997). Les pré-trachéides apparaissent chez le genre *Aglaophyton*, et semblent avoir une origine monophylétique (figure 1).

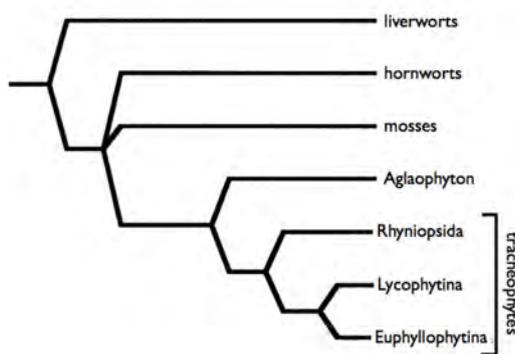


Figure 1: Arbre phylogénétique montrant les relations entre les plantes vasculaires et les Bryophytes d'après Qui *et al.* (1998).

La formation des trachéides est associée à une modification de la paroi des cellules et à l'apparition d'une paroi secondaire, qui progressivement s'épaissit (Kenrick & Crane 1997). Des fossiles de trachéide de plusieurs espèces, actuellement toutes disparues, permettent de reconstituer l'évolution de cette paroi (figure 2).

Les trachéides les plus anciennes, dites de type S, se caractérisent par des épaissements pariétaux annulaires ou hélicoïdaux caractérisés par la présence d'une zone lignifiée micro-poreuse (partie lignifiée et non lignifiée). Les eutrachéophytes développeront des parois secondaires plus épaisses constituées de 2 couches: (i) une couche foncée en regard avec le lumen et (ii) une couche claire médiane. Entre 2 circonvolutions des rangées de perforations de 1 à 4 µm de diamètre apparaissent. Enfin, le type P se rencontre pour la première fois chez *Psilophyton* sp. Les trachéides de type P se caractérisent par des ponctuations transversales, une paroi fine lignifiée centrale traversant les pores et des zones lignifiées micro-poreuses.

Le rôle de la lignine

L'apparition de la lignine va permettre une rigidification progressive des tissus. Ce nouveau polymère en interagissant avec les autres composés de la paroi (paroi laire et llaire) comme la cellulose, les hémicelluloses et les pectines produira tout une gamme de tissus à la fois rigides et souples. Au cours de l'évolution, ces caractéristiques biomécaniques vont permettre le développement et l'organisation du système vasculaire lui conférant ainsi des propriétés hydrauliques différentes (figure 3). C'est de ces propriétés que vont émerger une partie de la biodiversité biologique de la flore terrestre, à la fois en terme de forme (croissance en hauteur par exemple) mais également en terme d'adaptabilité à des environnements plus ou moins contraignant en terme de réserves en eau. Spécialisation du tissu, spécialisation de la fonction, développement d'une nouvelle paroi, incrustation d'un polymère conduit à la genèse de toute une variété de cellules: les trachéides, puis les éléments de vaisseaux puis les fibres xylémiques etc... Cet ensemble cellulaire donne naissance à un tissu complexe: le bois. Ce tissu va permettre aux plantes terrestres de maintenir un port érigé, puis de conquérir progressivement le milieu aérien afin d'optimiser encore mieux la photosynthèse.

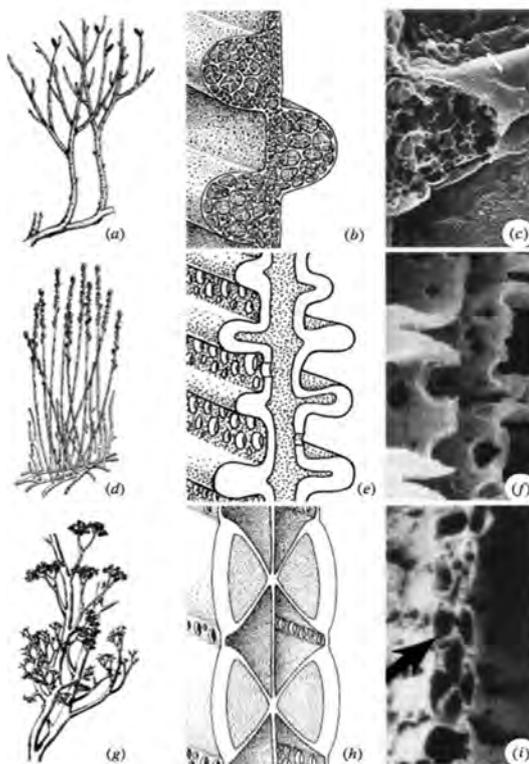


Figure 2

Figure 2 : a, *Rhinia* sp avec des trachéides de type S; b, *Zosterophyllum* sp avec des trachéides de type G; c, *Psilophyton* sp avec des trachéides de type P (Hartman and Banks, 1980). Les figures a, d et g représentent les plantes fossiles, et les figures c, f et i les coupes transversales des parois des trachéides. La représentation schématique de la paroi (b, e, h) permet d'observer les structures conservées riches en lignine et en cellulose et les structures ayant disparues car détruites aux cours des ans par les microroganismes du sol lors de la lente fossilisation des échantillons. Ces dernières structures étaient soit riches en hémicellulose et pectines soit exemptes de composés pariétaux au niveau par exemple des perforations de la paroi. C'est grâce à la contribution de *Huperzia lucidula* et en utilisant des enzymes capables d'hydrolyser de façon spécifique les parois que l'on a élucidé la mise en place de cette paroi secondaire (Friedman and Cook, 2000).

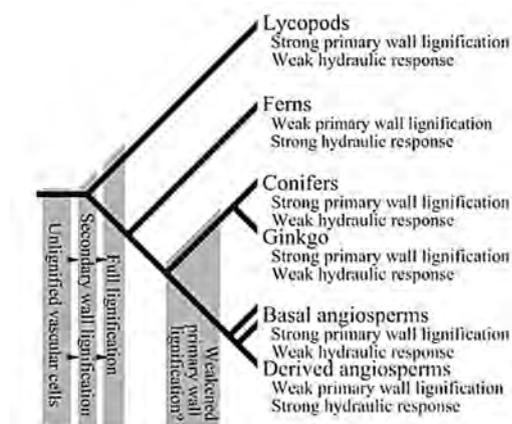


Fig. 3: Arbre phylogénique montrant les relations entre conductance hydraulique et distribution de la lignine dans la paroi (Boyce *et al.*, 2004).

La diversité des niches écologiques conquises par les plantes, le développement de nouvelles stratégies pour porter mieux et plus haut les parties aériennes vont participer au foisonnement des Trachéophytes en donnant naissance aux *Lycopodiophyta*, puis aux *Euphyllophyta* et aux *Spermatophyta*.

La diversité de la paroi secondaire chez les plantes

La paroi secondaire est essentiellement composée de cellulose, de 4-O-méthylglucuronoxylane et de lignine chez toutes les plantes terrestres. Chez les Gymnospermes, le 4-O-méthylglucuronoxylane est moins abondant et est en partie remplacé par des glucomanannes (Popper, 2006).

La cellulose, qui représente l'un des 2 polymères avec la lignine les plus abondants sur terre, est synthétisée par des transférases appelées cellulose synthase (CesA). Chez toutes les plantes étudiées à ce jour, ces enzymes sont codées par une famille multigénique dont un domaine nucléotidique est hautement conservé des bactéries jusqu'aux plantes. Chez *Arabidopsis thaliana*, il y a 7 gènes codant des CesA, dont 4 sont spécifiques à la biosynthèse de la cellulose de la paroi secondaire. Chez les Bryophytes, qui ne possèdent pas de paroi secondaire, les gènes CesA spécifiques de la biosynthèse de la cellulose de la paroi secondaire ne sont pas présents (Roberts and Roberts, 2004).

Les xylanes, composés d'un squelette de xylose lié en $\beta(1,4)$ et substitué ou non avec des acides glucuroniques ou des acides 4-O-méthylglucuroniques, représentent l'hémicellulose la plus abondante des parois secondaires du bois des Dicotylédones. Les motifs glucidiques reconnus par les anticorps LM11 (xylanes substitués) et LM10

(xylane peu-substitués) ont été identifiés chez toutes les plantes vasculaires, même dans les parois épaisses du sporophyte et du gamétophyte des Bryophytes. Les motifs xylaniques substitués et peu substitués sont cependant absents dans l'embranchement des *Anthocerotophyta* comme chez le genre Anthocérotes (Carafa *et al.*, 2005). La distribution ubiquitaire de ce polymère chez toutes les plantes terrestres suggère que cette molécule apporte des avantages adaptatifs importants, comme par exemple le redressement des arbres avec la formation du bois de tension (Decou *et al.*, 2009)

Les glucomanannes se rencontrent des Bryophytes au Angiospermes suggérant que ce polysaccharide est apparu très tôt au cours de l'évolution avant la divergence des différents taxons des plantes terrestres

Pour ce qui est de la lignine, de nombreux auteurs ont montré qu'il existe des variations importantes de la distribution des 2 ou 3 monolignols constituant ce polymère: importance des unités guaiacyles chez les Gymnospermes alors que les Angiospermes disposent à la fois des unités guaiacyles et syringyles. L'étude des stress mécaniques et/ou biotiques montrent des variations dans les proportions des différents monolignols suggérant bien des rôles majeurs de ces polymères, de leur composition dans l'adaptation des plantes aux variations de l'environnement terrestre (Gomez *et al.*, 2007).

Conclusion

Le xylème, la paroi secondaire, les polymères spécifiques et/ou les enzymes spécifiques de ces nouveaux tissus contribuent à l'expansion des végétaux terrestres. Ces molécules permettent à la plante de s'adapter à un milieu hostile pour son développement en comparaison du milieu aquatique. Il n'est pas étonnant que ces mêmes molécules contribuent aujourd'hui à la réponse des plantes aux contraintes biotiques et abiotiques des plantes. La phénylammionialyase ou PAL est l'enzyme la plus régulée par rapport à toute une variété de contraintes environnementales. Cette enzyme est la porte d'entrée vers la voie des phénylpropanoïdes dont la lignine est l'un des produits. Le ou les rôles des polysaccharides et des polymères de la paroi secondaire ne sont pas encore élucidés, mais ils ont et contribueront encore à l'extension de la biodiversité végétale du milieu édaphique.

Bibliographie

- Boyce CK, Zwieniecki MA, Cody JD, Jacobsen C, Wirick S, Knoll AH, Holbrook NM: *Evolution of xylem lignification and hydrogel transport regulation*, PNAS 2004, 101, 50:17555–17558
- Carafa A, Duckett JG, Knox JP, Ligrone R: Distribution of cell-wall xylans in bryophytes and tracheophytes: new insights into basal interrelationships of land plants. *New Phytol* 2005, 168:231-240.
- Decou R, Lhernould S, Laurans F, Sulpice E, Leplé JC, Déjardin A, Pilate G: *Cloning and expression analysis of a wood-associated xylosidase gene (PtaBXL1) in poplar tension wood* *Phytochemistry* 2009, 70(2): 163–172.
- Friedman WE, Cook ME: The origin and early evolution of tracheids in vascular plants: integration of palaeobotanical and neobotanical data *Phil.Trans. R. Soc. Lond. B* 2000, 355: 857-868
- Gensel PG, Andrews HN: The evolution of early land plants. *Am. Sci.* 1987, 75: 478-489.
- Gomez Ros LV, Gabaldon C, Pomar F, Merino F, Pedreno MA, Ros Barcelo A: Structural motifs of syringyl peroxidases predate not only the gymnosperm-angiosperm divergence but also the radiation of tracheophytes. *New Phytol* 2007, 173:63-78.
- Hartman CM, Banks HP: Pitting in *Psilophyton dawsonii*, an Early Devonian trimerophyte. *Am.J.Bot* 1998, 67:400-412.
- Kenrick P, Crane PR: The origin and early evolution of plants on land. *Nature* 1997, 389: 33-39.
- Knoll AH, Niklas KJ: Adaptation, plant evolution, and the fossil record. *Rev. Paleobot. Palynol.* 1987, 50: 127-149.
- Knoll AH, Rothwell, GW: Palaeobotany: perspectives in 1980. *Paleobiology* 1981, 7: 7-35.
- Popper ZA: The cell walls of Pteridophytes and other green plants—a review. *Fern Gaz* 2006, 17:315-332.
- Qiu YL., Cho Y, Cox JC, Palmer JD: The gain of three mitochondrial introns identifies liverworts as the earliest land plants. *Nature* 1998, 394: 671-674.
- Raven JA: The evolution of vascular plants in relation to quantitative functioning of dead water-conducting cells and stomata. *Biol Rev* 1993, 68:337-363.
- Roberts AW, Roberts E: Cellulose synthase (CesA) genes in algae and seedless plants. *Cellulose* 2004, 11:419-435.



Fig. 1: *Epipactis exilis*
(Baumann et Baumann) Delforge

Epipactis exilis (Baumann et Baumann) Delforge, espèce nouvelle pour l'Auvergne et la France

par C. Riboulet¹, J.-L. Gatién², J.-J. Guillaumin²

¹ Société Française d' Orchidophilie
Auvergne
C. RIBOULET, J.-L. GATIEN
39, Avenue du Chorégier Boisséjour
F-63122 CEYRAT
✉ crjlg@sfr.fr
☎ 04 73 61 55 32

² Société Française d' Orchidophilie
Auvergne
J.-J. GUILLAUMIN
7, Chemin des Roussilles Jussat 63450
Chanonat
✉ jj.guillaumin@gmail.com
☎ 04 73 79 40 68

Epipactis exilis a été découvert le 30 juin 2007 dans le département du Puy-de-Dôme (commune de Saint-Diéry, bassin de la Couze Pavin). La plante observée, qui appartenait visiblement au groupe *Phyllanthes* du genre *Epipactis*, a d'abord été identifiée comme *Epipactis fageticola* (Hermosilla) Devillers-Terschuren et Devillers, présente dans le sud de la France. Toutefois, il est apparu rapidement que le taxon présent dans le Puy-de-Dôme différait d'*E. fageticola* par une série de caractères. Avec l'aide d'A. Gévaudan, elle a finalement été déterminée comme *Epipactis exilis* (Baumann et Baumann) Delforge. Jusque là, cette espèce n'était connue que dans les Balkans, l'Italie continentale et la Sardaigne. À peu près en même temps qu'en Auvergne, elle a été aussi mise en évidence dans les Cévennes gardoises par A. Gévaudan. Il s'agit donc d'une espèce nouvelle pour la France, découverte de façon concomitante dans deux régions du Massif Central éloignées l'une de l'autre.

Epipactis exilis (ancien nom *Epipactis gracilis* Baumann et Baumann) fait partie de la sous-section *Phyllanthes* de la section *Euepipactis* du genre *Epipactis*. Cette sous-section se caractérise par une tige grêle et rigide, des feuilles petites et peu nombreuses, ovoïdes et acuminées, des pédoncules floraux verts à jaunâtres et peu velus, le rebord des feuilles comportant des faisceaux de

denticulations irrégulières. Assez proche d'*Epipactis fageticola*, *E. exilis* s'en distingue par un nombre de feuilles vraies généralement égal à 3 (3 à 7 chez *E. fageticola*), des feuilles plus courtes que les entrenœuds, le rachis subglabre, l'hypochile brun-rouge, l'épichile rigide à callosités roses, une préférence pour les sols acides. L'espèce a des exigences écologiques très strictes : elle a été rencontrée seulement dans des sous-bois de hêtraie à ombre épaisse, à des altitudes entre 800 et 950 m, au fond de ravins extrêmement humides (avec une circulation d'eau), à forte pente et exposés au nord, et sur des substrats à réaction acide (pH 5,5).

En 2007, l'espèce était représentée par 200 individus environ, sur 6 stations, réparties sur une aire restreinte (environ 5 km²). En 2008, année également très pluvieuse, toutes les stations de 2007 ont été retrouvées et une station supplémentaire a été détectée, avec 60 pieds. Les plantes sont autogames et fructifient abondamment. L'espèce ne semble donc pas menacée. Elle n'avait pas été jusque là signalée dans le Puy-de-Dôme, soit parce qu'elle y est d'introduction récente, soit, plus vraisemblablement parce qu'elle était passée inaperçue, ses sites étant difficiles d'accès et peu fréquentés. En outre, il est possible que la plante ne fleurisse pas les années sèches.



1^{ères} rencontres végétales du massif central

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

28 / 30 avril 2010 - Le Puy-en-Velay (Haute-Loire)



Un outil multifonctionnel au service de la préservation des zones humides : la Cellule d'Assistance Technique à la gestion des Zones Humides - Exemple d'application sur le bassin Adour-Garonne dans le département de la Corrèze

A multifunctional tool to serve the preservation of wetlands : the Cell of Technical Assistance for Wetland Management - Application example on the Basin of Adour - Garonne in the Department of Corrèze.

par Erwan Hennequin¹

¹ Conservatoire des Espaces Naturels du Limousin
6 ruelle du Theil
87510 Saint-Gence
05 55 03 98 23
ehennequin@conservatoirelimousin.com
www.conservatoirelimousin.com

Résumé : Portée par le CREN Limousin, la Cellule d'Assistance Technique à la gestion des Zones Humides (CATZH) a pour objet d'animer un réseau de gestionnaires de zones humides. Le CREN fait bénéficier les adhérents de ses connaissances des milieux naturels et des pratiques de gestion adaptées. Il assure un suivi des parcelles. Le Réseau compte une trentaine de gestionnaires pour plus de 250 ha de zones humides. Les actions réalisées montrent que cet outil remplit de nombreuses fonctions liées à la préservation des zones humides : sensibilisation, amélioration des connaissances et gestion des milieux naturels.

Mots-clés : assistance technique - gestion - zones humides - sensibilisation

Abstract : Driven by the CREN Limousin, the Cell for Technical Assistance for Management of Wetlands (CATZH) was created to animate a network of Wetland Managers. The aim was to make the CREN's knowledge on wetlands and their appropriate management available to the CATZH members. It monitors the parcels. The network has about thirty managers for more than 250 hectares of wetlands. The action carried out shows that this tool has many functions related to the preservation of wetlands : awareness, knowledge improvement and management of natural environments.

Keywords : technical assistance - management - wetlands - awareness

Introduction

Initiées en région Midi-Pyrénées par l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, des Cellules d'Assistance Technique à la Gestion des Zones Humides (CATZH) se mettent en place depuis la fin des années 90. Afin de répondre à une dégradation persistante des zones humides, ces dispositifs allient d'une part, des missions d'animation territoriale et des conseils de terrain et d'autre part, des démarches individuelles d'adhésion à un réseau de gestionnaires basées sur le volontariat. Sur l'ensemble du bassin Adour-Garonne, 12 structures sont animatrices de CATZH, ce qui représente 2400 ha de zones humides et 265 gestionnaires.

Fonctionnement du dispositif et territoire d'action

La cellule a pour objet d'animer un réseau de gestionnaires de zones humides : exploitants agricoles ou forestiers, collectivités territoriales ou particuliers. L'adhésion gracieuse et annuelle se matérialise par la signature d'une convention.

Dans cette convention, le drainage et l'assèchement en profondeur des zones humides sont proscrits car ces pratiques modifient trop fortement le milieu : l'utilité et l'intérêt des zones humides pour la ressource en eau et la biodiversité sont alors perdus. Ceci constitue la seule contrainte imposée par l'adhésion au réseau.

Le but du réseau est de permettre des échanges d'information entre les adhérents et la CATZH du Conservatoire Régional des Espaces Naturels du Limousin (CREN). Cette Cellule fait bénéficier les adhérents de ses connaissances des milieux naturels et des pratiques de gestion adaptées. Un diagnostic écologique des zones humides est ainsi réalisé chez chaque adhérent, permettant de mieux comprendre le fonctionnement hydrologique et la richesse biologique de chacune d'elle. Des pratiques de gestion et d'entretien sont ensuite proposées en tenant compte à la fois de la préservation des milieux et de l'activité économique de l'adhérent quand elle existe. Ces propositions ne sont nullement imposées et l'adhérent est libre de les mettre en pratique ou non. Le CREN assure un suivi annuel (ou plus régulier si nécessaire) des parcelles humides.

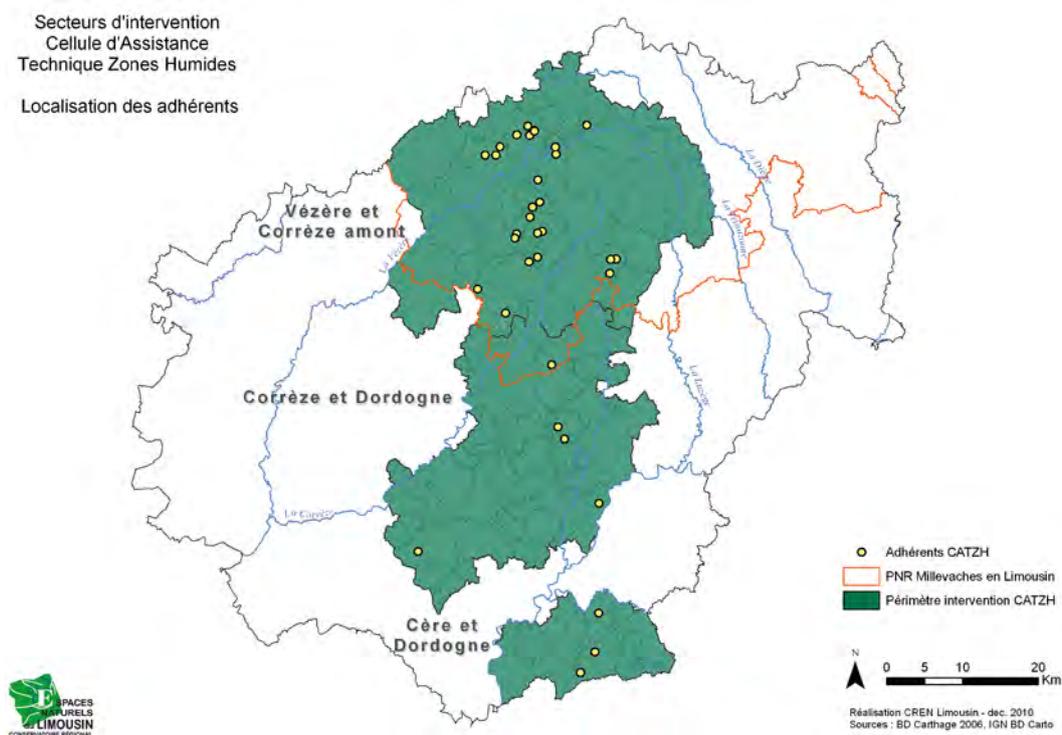


Fig. 1 : Localisation des adhérents à la Cellule d'Assistance Technique Zones Humides.

Le suivi global du projet est organisé autour d'un comité de pilotage réunissant les partenaires financiers et techniques.

Les moyens humains alloués à l'animation et au conseil technique représentent 2 équivalents temps plein répartis sur 3 à 4 personnes.

Le territoire d'intervention de la CATZH est divisé en trois secteurs (figure 1), tous localisés dans le département de la Corrèze, dans le bassin Adour-Garonne :

- le bassin amont de la Corrèze et de la Vézère, situé dans le Parc naturel régional de Millevalches en Limousin ;
- le bassin de la Corrèze et de la Dordogne ;
- le bassin de la Cère et de la Dordogne.

Au total, un tiers des communes du département de la Corrèze est concerné par la CATZH.

Un outil multifonctionnel au service de la préservation des zones humides

Une fonction de sensibilisation des gestionnaires

L'animation territoriale se concrétise par de nombreuses rencontres avec des exploitants agricoles ou forestiers, des élus ou des particuliers. Ces entretiens sont des occasions de sensibiliser les gestionnaires à l'intérêt et aux rôles des milieux humides.

Chaque année, des journées d'échanges thématiques sont organisées principalement pour les membres du Réseau de gestionnaires : entretiens des rigoles, pâturage, abreuvement...

En complément, divers produits de communication sont réalisés et diffusés :

- plaquettes d'information ;
- bulletins de liaison ;
- fiches technico-économiques abordant les questions essentielles à se poser en matière de travaux en zones humides.

Ponctuellement, la CATZH anime des formations sur le terrain, notamment pour les agents de la Direction départementale des territoires de la Corrèze, qui permettent d'échanger et de sensibiliser les acteurs concernés par la gestion des zones humides.

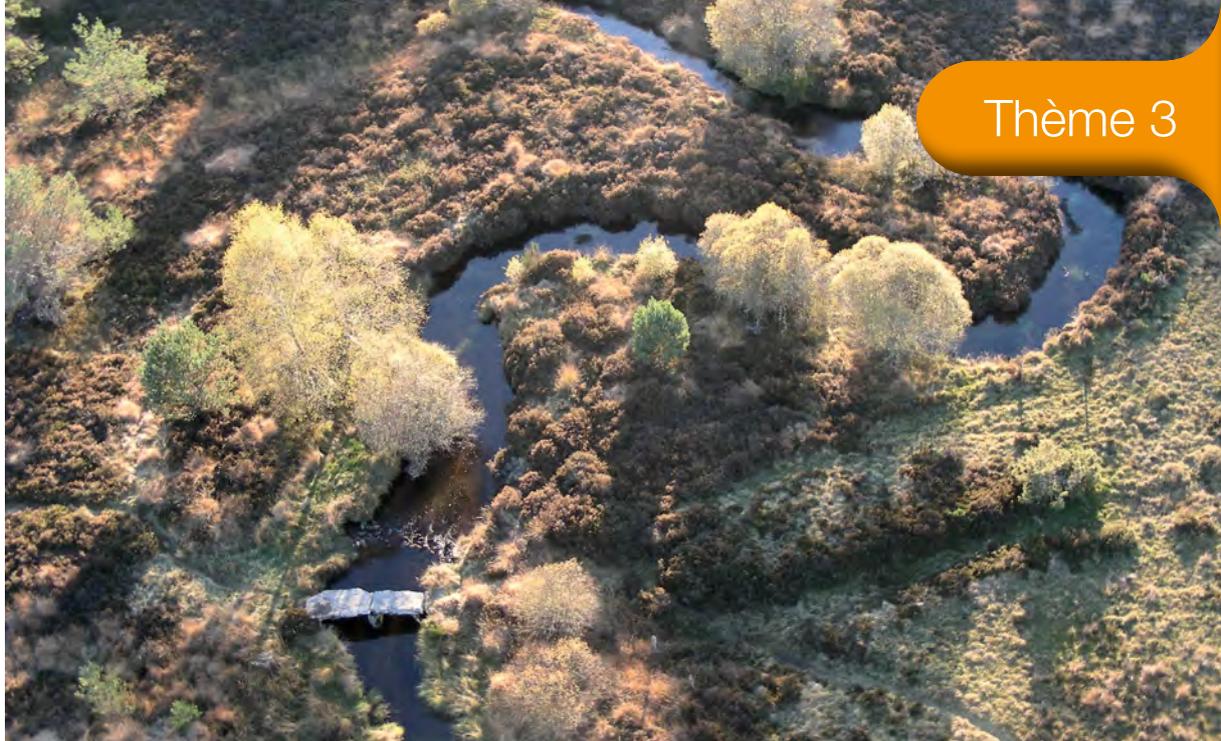


Fig. 2 :
Le ruisseau de Marcy au pont
la Pierre (Saint-Merd-Les-Ous-
sines, 19) est un affluent de la
Vézère bénéficiant d'un réseau
dense de zones humides tour-
beuses interconnectées

Une fonction d'amélioration des connaissances

Les diagnostics écologiques rédigés par la CATZH rendent possible la cartographie des habitats humides à l'aide d'un système d'information géographique. Ainsi, sur plus de 600 hectares cartographiés, nous avons identifié plus de 360 hectares de milieux humides. Parmi ceux-ci, les prairies humides sont dominantes (180 ha) et les milieux tourbeux sont particulièrement bien représentés (environ 100 ha).

Cette amélioration des connaissances naturalistes apporte une réelle valeur ajoutée par rapport aux éléments dont nous disposions auparavant. Des sites nouveaux sont identifiés dans des secteurs où jusqu'à présent peu d'inventaires de zones humides avaient été menés, améliorant ainsi la connaissance de la répartition des habitats humides de la région.

Les études en partenariat étroit avec la Fédération régionale des Centres d'Initiatives pour Valoriser l'Agriculture et le Milieu Rural (animateur d'un groupe d'éleveurs en Limousin) sur la gestion des prairies humides par le pâturage apportent des données intéressantes. Grâce à l'analyse des cahiers de pâturage remplis par les paysans, nous savons par exemple que certaines prairies humides produisent jusqu'à 1,7 tonnes par hectare et par an de ressource fourragère. La CATZH et ses partenaires apportent une contribution à la connaissance des modes de gestion qui peut être diffusée rapidement au sein du réseau.

Une fonction de gestion et de préservation des zones humides

Depuis 2006, plus de 25 plans de gestion simplifiés ont été rédigés et envoyés aux adhérents, représentant une surface de 500 ha et 230 amé-

nagements hydrologiques cartographiés (rigoles, fossés...). Toutes les propositions de gestion n'ont pas vocation à être forcément mises en œuvre rapidement par le gestionnaire. Cependant, ces plans de gestion sont des documents cadres qui sont utilisés lors des visites de suivi des zones humides et des entretiens annuels avec les membres du réseau. Certains gestionnaires vont jusqu'à s'engager dans des projets de reconquête pastorale des zones humides et participent ainsi à la restauration de ces habitats dans le respect des milieux aquatiques (mise en défens de berges si nécessaire, passerelle de franchissement de cours d'eau...).

Forces et faiblesses du dispositif CATZH

Les six années d'expérience dont le CREN bénéficie lui permettent d'avoir une analyse critique du dispositif et des actions menées jusqu'à aujourd'hui, et ainsi de guider ses actions à venir.

Complémentarité avec les autres programmes

Les îlots de gestion conventionnés viennent en complément des autres dispositifs (sites gérés par le CREN, Natura 2000, Programme Local Agro Environnement – PLAE- du PNR de Millevaches...), ce qui permet d'assurer progressivement une gestion cohérente des zones humides à l'échelle d'un même bassin versant et ainsi avoir un réseau de zones humides fonctionnelles et préservées.

Souplesse du dispositif

La souplesse du dispositif pour les adhérents est un avantage facilitant l'adhésion au Réseau. Elle permet de répondre aux demandes spécifiques

des gestionnaires sur différentes problématiques liées aux zones humides en adaptant les réponses à la zone concernée et aux attentes de l'adhérent. De plus, les conseils de gestion ne sont assortis d'aucune contrainte réglementaire. Les conventions sont renouvelables par tacite reconduction et peuvent être rompues à tout moment par les deux parties. Le suivi régulier des pratiques de gestion constitue un plus apprécié des gestionnaires ; il permet de recadrer la gestion si besoin chaque année pour garantir le bon fonctionnement hydrologique de la zone humide.

Bonne réceptivité des gestionnaires

La Cellule d'assistance technique permet de maintenir un bon relationnel avec les adhérents gestionnaires de zones humides. Les rencontres régulières sont favorables à un changement d'opinion sur l'intérêt de ces milieux et à une meilleure appropriation de leur zone humide. Sur le secteur Corrèze et Vézère amont, la circulation de l'information par le « bouche à oreilles » au niveau de la profession agricole et des élus locaux permet un bon pourcentage d'adhésion au Réseau. Celui-ci étant plus jeune sur les 2 autres secteurs, nous n'avons pas encore la chance d'y observer ce phénomène.

Extension du territoire de la CATZH sur le bassin Loire-Bretagne

Grâce au Contrat Territorial Vienne Amont (Programme Sources en action), le CREN anime depuis le milieu de l'année 2011 un dispositif similaire à la CATZH sur le bassin amont de la Vienne. Sur une bonne partie de ce territoire, le travail se fera en lien étroit avec les Syndicats de rivières.

Communication

Les supports de communication actuels (bulletin de liaison, plaquette de présentation) sont de bons outils pour le territoire historique de la CATZH sur lequel le dispositif commence à être bien connu et où le nombre d'adhérents est conséquent.

Sur les nouveaux territoires, on constate que le démarrage est plus difficile. L'absence du CREN localement est une des raisons. Les moyens de communication dont on dispose actuellement et qui ont été déployés jusqu'à maintenant ne semblent pas suffisants pour donner de l'ampleur au réseau.

Échange d'expériences

L'organisation de réunions d'échange entre les adhérents, administrations, gestionnaires des secteurs concernés, collectivités locales permettent de traiter d'un sujet précis et d'essayer d'ap-

porter une réponse aux demandes spécifiques : par exemple la journée consacrée à l'entretien des rigoles a été appréciée par les gestionnaires et administrations présentes. Ce type d'échange mérite d'être poursuivi.

Faible mobilisation des collectivités

Le profil des adhérents montre que seulement 6 % des membres du Réseau Zones humides sont des collectivités. Cette faible proportion justifie la poursuite d'une animation territoriale conséquente sur les territoires d'intervention de la CATZH.

Diversification du profil des adhérents

Fin 2010, les exploitants agricoles totalisaient 59% des adhérents alors qu'ils en représentaient 70% fin 2006. Cette diversification a été rendue possible par une plus grande implication des particuliers. Il semble important de poursuivre cette diversification en direction des particuliers, des propriétaires forestiers, des propriétaires d'étangs mais aussi des collectivités territoriales. En effet, ces différents acteurs sont d'importants propriétaires de zones humides en attente de conseils de gestion.

Un effort global de communication devrait être mis en œuvre afin de favoriser des sollicitations directes de la cellule par les gestionnaires de zones humides. Le contexte économique très délicat de la filière élevage ne facilite pas toujours les avancées en matière de prise en compte des zones humides dans les exploitations agricoles.

Conclusion

Parmi les 115 sites (2300 ha) gérés par le CREN Limousin (acquisition, bail ou convention de gestion), 33 sites contenant des zones humides se situent sur le Bassin Adour-Garonne pour une surface totale de 638 hectares. Fort de cette expérience de près de 20 ans dans la gestion des milieux naturels, le CREN valorise ce savoir-faire auprès de l'ensemble des gestionnaires de zones humides grâce à la Cellule d'Assistance Technique à la gestion des Zones Humides (CATZH). Le nouveau SDAGE 2010-2015 mentionne le développement des CATZH tout en mettant un accent général sur l'intérêt de leur préservation. Cependant, tant que la Politique agricole commune n'intégrera pas suffisamment les enjeux liés à la préservation de la ressource en eau et de la biodiversité, les zones humides resteront des milieux fragiles et menacés.

L'observatoire de la flore de Bourgogne dans la zone "Massif central"

par Olivier Bardet¹ & Eric Fedoroff¹

¹ Conservatoire botanique national du bassin parisien
Maison du Parc du Morvan
F-58230 SAINT-BRISSON
03 86 78 79 60
✉ obardet@mnhn.fr
✉ fedoroff@mnhn.fr
🌐 <http://cbnbp.mnhn.fr/cbnbp>

Résumé : Le Conservatoire botanique a mis en place l'Observatoire de la Flore de Bourgogne, un dispositif de suivi à long terme permettant d'enregistrer l'évolution des espèces communes et des territoires face aux pressions qui s'exercent. Les parties de la Bourgogne appartenant géologiquement au Massif Central possèdent une identité floristique forte et hébergent des taxons à enjeu. À l'échelle du Massif, ce même territoire est pourtant marginal sur le plan géographique et botanique. L'article présente le dispositif de l'observatoire et son application à la partie "Massif Central" de la Bourgogne.

Mots-clés : Massif Central - Bourgogne - Observatoire de la biodiversité - Suivi

Abstract : The Conservatoire botanique du Bassin parisien conceived the "Observatoire de la flore de Bourgogne" as a monitoring scheme of the common flora of Burgundy. This scheme is able to record the trends affecting flora and to compare the territories inside Burgundy. Some places of Burgundy are parts of the "Massif central", in a geological approach. This places own a riche and rare flora in the context of Burgundy but are slightly marginal in the "Massif Central" context". This paper describe the monitoring scheme and some applications for the "Massif Central" parts of Burgundy.

Keywords : Massif Central - Burgundy - Biodiversity Observatory - Monitoring

Introduction

Le « Sommet de la Terre » de Rio en 1992 constitue le point de départ de la prise de conscience internationale des enjeux de préservation de la biodiversité. Sa traduction européenne et française a été, par le truchement d'une stratégie de surveillance et de préservation, de tenter stopper la perte de biodiversité à échéance 2010. Comme la compréhension de l'évolution de la biodiversité et des phénomènes qui la gouvernent constitue le point clef d'une politique efficiente de préservation à moyen et long terme, l'État et la Région Bourgogne ont rapidement adhéré au projet de créer un observatoire régional de la biodiversité.

Face à l'absence de méthodologie officielle et opérationnelle à l'échelle régionale ou nationale, la DIREN Bourgogne et le Conseil régional de Bourgogne ont confié à partir de 2006 à la Délégation Bourgogne du Conservatoire botanique national du Bassin parisien une mission de réflexion pour la mise en place d'un « Observatoire de la Flore de Bourgogne » dont un des axes serait le suivi de la flore commune, les éléments rares et patrimoniaux étant traités par ailleurs.

Présentation de l'observatoire

Objectifs

Durant la période 2006 – 2008, l'objectif fut de concevoir et de tester sur le terrain un dispositif de suivi à long terme de la flore qui permette d'enregistrer les tendances d'évolution, espèce par espèce, face aux changements globaux, en particulier le climat, et aux pressions qui s'exercent sur les milieux (artificialisation, fragmentation, eutrophisation,...). Les commanditaires désiraient en effet pouvoir évaluer et suivre l'impact des différentes politiques sectorielles (agricoles, forestières, aménagement du territoire, environnementales, ...) sur la biodiversité floristique.

La conception du dispositif a du tenir compte des trois impératifs suivants :

- adaptation à la diversité régionale, afin de donner des chiffres non seulement pertinents à l'échelle de la région mais aussi de tenir compte de la diversité des territoires qui la compose (régions naturelles notamment) ;
- compatibilité avec les programmes nationaux existants ou en cours de développement aussi bien dans les domaines floristique que faunistique ;

- validité scientifique : tout en restant aisé de réalisation, les méthodes se doivent d'être éprouvées scientifiquement, reproductibles dans le temps et doivent permettre de réaliser des tests statistiquement robustes.

L'indicateur de base produit par ce dispositif sera le nombre d'occurrences de chacune des espèces rencontrées (= nombre de points d'observations d'une plante, à rapporter au nombre total de points échantillonnés), qui permettra de calculer et de réactualiser en permanence, y compris annuellement, leur statut de rareté. Le premier passage d'inventaire ne donnera qu'une vision statique du statut des espèces mais à partir du deuxième passage, l'évolution du nombre d'occurrences pourra être comparée et interprétée, notamment en terme de progression, régression, menaces, et ce, sur des bases statistiques très robustes.

Bases méthodologiques

L'un des principes important de ce genre de dispositif est de laisser le moins possible de choix à l'observateur de façon à minimiser les biais liés à celui-ci. Tout le dispositif est construit autour des analyses statistiques qui seront faites ensuite : les relevés de terrain doivent donc être standardisés pour que les analyses soient fiables.

L'analyse des différentes méthodes en cours ou envisagées en Europe a montré la quasi impossibilité d'appliquer un protocole « clefs en main » adapté à l'échelle et aux impératifs de la demande régionale.

Ainsi, c'est une adaptation d'un protocole d'observation éprouvé (Monitoring de la biodiversité en Suisse, MBD) qui a été testée, avant de concevoir le protocole définitif. L'intérêt du modèle suisse est qu'il a été conçu récemment et qu'il couvre un territoire d'une superficie proche de celle de la Bourgogne. L'adaptation du MBD Suisse a notamment consisté à rechercher le maximum "d'astuces" pour gagner du temps et pour pouvoir réaliser le plus grand nombre possible de placettes échantillons avec des moyens limités et dans un temps raisonnable.

Au-delà des analyses faites à l'échelle régionale ou départementale, et des indicateurs de tendances calculés pour chacune des espèces, le dispositif à été conçu pour pouvoir réaliser des comparaisons entre des territoires plus petits (ensembles naturels) comme par exemple :

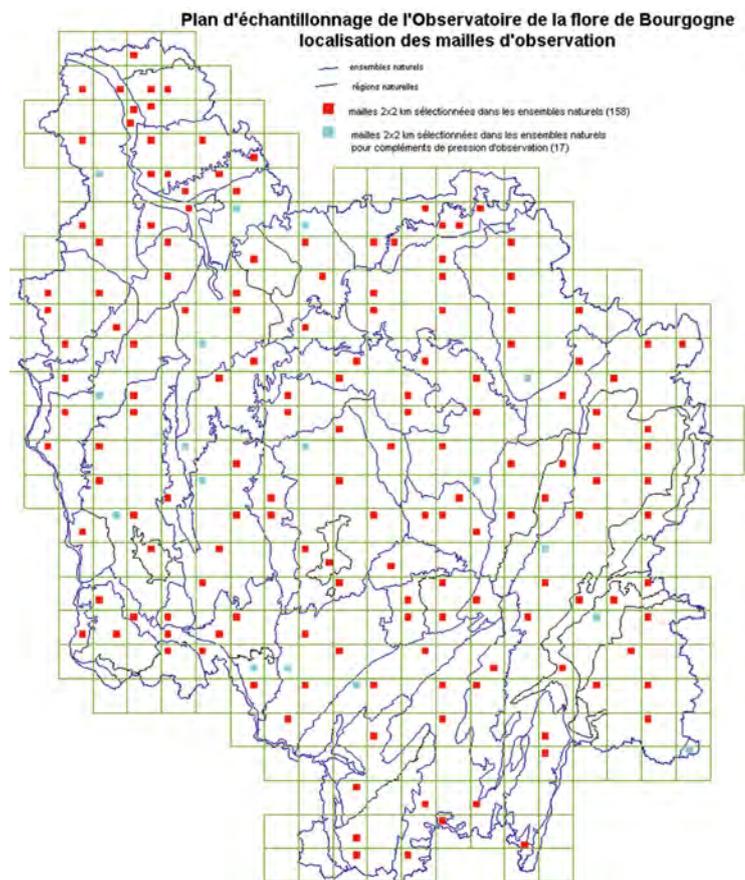
- Comparer les richesses en espèces de régions naturelles entre elles ;
- Comparer l'évolution des richesses spécifiques des territoires ;
- Comparer les richesses en espèces des habitats entre eux.

Description du dispositif

Le dispositif se compose de 158 carrés échantillons (figure 1) répartis au travers de toute la Bourgogne. Cette répartition s'est faite de façon très organisée : tous les ensembles naturels de Bourgogne (voir BARDET *et al.* 2008 pour la définition de ces aires) sont dotés de quatre carrés afin d'atteindre 32 points de relevés par zone et ainsi pouvoir réaliser des tests statistiques plus fins. La position du carré est standardisée (une clé de décision a été réalisée pour que l'observateur ne choisisse pas son carré) et la position des points à l'intérieur du carré est fixe. Les carrés ne sont jamais placés "à cheval" sur deux régions naturelles.

Malgré toutes ces règles, des cas particuliers se présentent toujours, nécessitant une décision, mais celles-ci sont limitées au maximum.

Fig. 1 : Carte des carrés échantillonnés (ensembles naturels en bleu, carrés Lambert II 10x10km en vert).



MESURE ET SUIVI DE LA DIVERSITÉ LOCALE (RELEVÉS PONCTUELS)

Cette partie est la plus importante de l'observatoire, ce sont en effet ces relevés ponctuels qui constituent les données de base qui vont permettre tous les calculs ultérieurs.

ÉLÉMENTS GÉNÉRAUX RETENUS

- Mesure et suivi de surfaces circulaires de 10m² précisément localisées (localisation du centre à 5 cm) avec appréciation de l'abondance par coefficients d'abondance/dominance.
- groupage des points par 8 (chiffre aisément réalisable quotidiennement) au sein de carrés 2x2 km.
- Suivi au pas de temps de 5 ans avec 1/5 des points réalisés annuellement.
- Échantillonnage du 20 avril au 20 juin pour le premier passage et du 20 juillet au 25 septembre pour le second.
- Observateurs professionnels, performants, en nombre réduit.

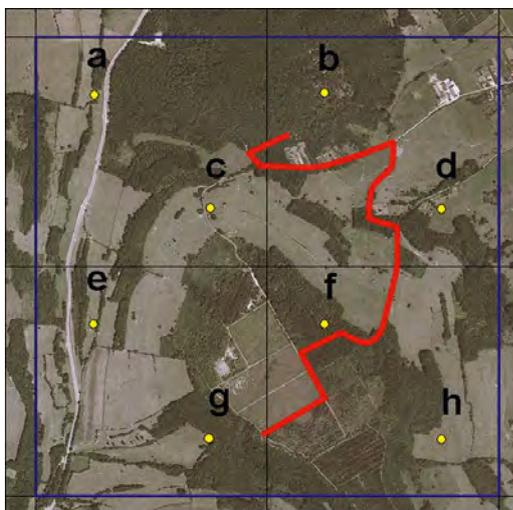


Fig. 2 : répartition des points de relevés (a-e) et du transect "Suivi de la diversité paysagère" dans le carré échantillon.

La figure 2 montre le dispositif choisi pour la localisation des points d'observation de la diversité locale.

SUIVI DE LA DIVERSITÉ PAYSAGÈRE (TRANSECTS)

L'observation de la flore sur des parcours de 2,5 km (à raison d'une bande de 2,5 m de part et d'autre du cheminement) positionnés au maximum le long d'axes ouverts à la circulation et respectant au mieux la proportion des occupations du sol dans le carré échantillon (figure 2), permet, à moindre coût, d'obtenir une vision très correcte de la diversité floristique d'un secteur géographique. Il concerne chaque maille 2x2 sélectionnée. La proportion des grands types d'occupation du sol traversé par le parcours de 2,5 km se basent sur les valeurs Corine Land Cover 2000 de la maille 5x5 km dans laquelle se situe la maille 2x2 km.

Quelques résultats dans la partie Massif central de la Bourgogne

La zone "Massif Central" concerne 237 communes soit près de 25 % du territoire bourguignon. Des enjeux importants reposent sur ce territoire, dans le contexte de la Bourgogne :

- Présence d'habitats originaux et rares (tourbières, prairies tourbeuses, forêts montagnardes...);
- Nombreuses espèces spécifiques à cette zone pour la Bourgogne ;
- Très fort recouvrement en ZNIEFF et sites Natura 2000 ;
- Présence du PNR du Morvan ;
- Liens inter-régionaux via la zone Massif (trame verte).

Cette partie de la Bourgogne mérite donc un suivi attentif des évolutions de sa flore.

La zone "Massif Central" est notablement plus grande que la zone définie par la loi Montagne. La zone "Massif Central" comprend le Morvan et sa périphérie ainsi que quelques cantons du sud de la Saône-et-Loire, adossés au Beaujolais. L'inclusion des marges sédimentaires du Morvan (Auxois et Bazois) pose des problèmes d'homogénéité des territoires floristiques. Afin de ne pas analyser des données trop incohérentes les analyses porteront donc sur la partie "Montagne".

Premières analyses

L'Observatoire de la flore comprend 27 unités d'échantillonnage totalement incluses dans la zone "Massif Central" (sur 176 en Bourgogne) soit 216 points de relevé et 27 transects. Seules 6 ont été inventoriées en 2009, première année de suivi du dispositif. La zone Montagne ne comprend que 9 unités d'échantillonnage dont 4 couvertes en 2009.

Avec seulement 13% de la surface échantillonnée, la zone Montagne apporte 36% de la flore observée en 2009 sur toute la Bourgogne. Cette zone comporte par ailleurs 37 espèces rencontrées seulement dans la zone Montagne lors de cette campagne. En comparaison, les 87% hors zone apportent 78% de la flore observée en 2009.

Les points de relevé de la zone Montagne sont ils plus riches en espèces que les points du reste de la Bourgogne ?

Cette question est typique de ce que l'on souhaite pouvoir obtenir du dispositif d'observatoire des territoires. Les données de l'analyse sont fournies dans le tableau I.

	Zone Montagne	Hors Zone Montagne
Nb de placettes	32	216
Nb d'espèces min	0	0
Nb d'espèces max	53	58
Moyenne	16,03	17,15
Ecart type	12,34	12
Variance	153	144

Tableau I : données comparées des richesses spécifiques par placette entre la Bourgogne et la zone Montagne.

Pour comparer les moyennes, compte tenu des conditions de normalité et de variance, on applique le test de Kruskal – Wallis. Aucune différence significative entre les 2 zones ne peut être validée, tout habitat confondu. En Bourgogne, la diversité locale de la zone Montagne n'est pas différente du reste du territoire, tous habitats confondus.

Le même test effectué entre la zone "Massif Central" et le reste de la Bourgogne donne les mêmes résultats mais ceci est normal du fait de la plus grande hétérogénéité géologique de cette zone.

L'une des hypothèses expliquant cette absence de différence est que les forêts de la zone Montagne, souvent des plantations de résineux, sont notablement plus pauvres que celles du reste de la Bourgogne. Nous allons donc essayer de comparer les richesses spécifiques en tenant compte des habitats notés à chaque relevé.

Les milieux ouverts et fermés présentent-ils des différences de richesse spécifique dans et en dehors de la zone Montagne ?

Les milieux fermés pris en compte sont essentiellement les forêts et les fourrés tandis que les milieux ouverts correspondent essentiellement aux zones agricoles, prairies, cultures et à quelques ourlets. Les données de l'analyse sont fournies dans le tableau II.

	Zone Montagne milieux ouverts	Zone Montagne milieux fermés	Hors Zone Montagne milieux ouverts	Hors Zone Montagne milieux fermés
Nb sp min	16	0	0	4
Nb sp max	53	24	58	44
Moyenne	26,78	7,66	18,28	13,57
Écart type	9,47	6,44	12,77	8,33

Tableau II : données comparées des richesses spécifiques entre milieux ouverts et milieux fermés pour la Bourgogne et la zone Montagne.

Pour comparer les moyennes, compte tenu des conditions de normalité et de variance, on applique le test de Kruskal – Wallis. Toutes les valeurs comparées sont significativement différentes au seuil de 5%.

Pour les zones ouvertes, la richesse supérieure de la zone Montagne peut s'expliquer par le faible nombre de points en surfaces cultivées. Toutefois même les cultures paraissent plus riches dans la zone Montagne (ceci ne pouvant être validé statistiquement).

Concernant les forêts, la richesse deux fois inférieure de la zone Montagne trouve deux voies d'explications. La première est écologique : la zone Montagne en Bourgogne est caractérisée par des terrains primaires acides et de faibles niveaux trophiques ce qui pourrait conduire à des forêts possédant "naturellement" une moindre richesse spécifique. La deuxième est humaine : l'artificialisation des forêts (environ 50% de peuplements résineux artificiels en futaie régulière) semble une cause probable de réduction de la diversité locale. Ces éléments partiels pourront être validés lorsque le nombre de points de mesures sera suffisant pour des analyses par milieux plus précises.

Conclusion

La première année de suivi "grandeur nature" de la flore commune de Bourgogne réalisée en 2009 a permis de valider la pertinence du dispositif et d'en appréhender concrètement les applications possibles, sur des bases scientifiquement solides et réalistes financièrement.

Le choix s'est porté donc sur un dispositif agrégatif de 8 points de mesure de la diversité locale régulièrement répartis au sein de carrés de 2x2 km, avec un minimum de 4 carrés par région naturelle, minimum requis pour des comparaisons statistiquement valides. Pour le suivi de la diversité floristique à l'échelle du paysage, le dispositif est complété par la réalisation de transects de 2,5 km dans chacun des carrés de 2x2 km. Ces deux opérations complémentaires réalisées sur un pas de temps de cinq années pour couvrir la totalité de la Bourgogne permettront de comparer la totalité du jeu de données au bout de 10 ans.

Il a été fait en sorte que le dispositif bourguignon réponde aux principes conceptuels des observatoires de la biodiversité, à savoir qu'il soit hiérarchique et additif. Il peut en effet être densifié à loisir selon les besoins des commanditaires, aussi bien territorialement (petite région, canton, département,...) que thématiquement (prairies, forêts, ZNIEFF, ...) et faire l'objet d'analyses, depuis la région naturelle à la Bourgogne dans son ensemble.

La première tentative d'application à un territoire reste limitée dans ses conclusions possibles. Le potentiel du jeu de données accumulé est toutefois manifeste et permettra de répondre à des questions pouvant croiser les approches espèces – territoires – habitats. On mesure également l'intérêt d'un dispositif étendu à l'ensemble de la zone "Massif Central" pour mieux évaluer les évolutions de la flore et des différentes parties du territoire énorme qu'elle représente.

Le caractère marginal (géographiquement) du Morvan, comme celui d'autres zones du massif, est-il à mettre en rapport avec une richesse floristique inférieure ? Supérieure ? Est-ce que ces territoires subissent des évolutions plus rapides de leur flore face aux pressions ? dans quels habitats en particulier ? Comment se comportent certaines espèces typiques du Massif dans ses différentes composantes ? ... Des questions qui trouveront peut-être une réponse argumentée grâce à ce dispositif.

Bibliographie

BARDET O., FEDOROFF E., CAUSSE G. & MORET J. (2008). - *Atlas de la flore sauvage de Bourgogne*. Biotope (Mèze), Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. 752p.

1992-2009, 17 ans de suivi floristique et génie écologique sur les landes à lycopodes du Puy de la Tuile

1992-2009, an botanical and ecological work monitoring during 17 years on heath with lycopods in Puy de la Tuile

par Thomas Darnis^①

① Office National des Forêts
Réseau naturaliste ONF « Habitats/Flore »
Agence Montagnes d'Auvergne
98, rue Léon Blum
F-15000 AURILLAC
① 04 71 64 45 04
✉ thomas.darnis@onf.fr
www.onf.fr

Résumé : Alerté par les botanistes locaux en 1992, l'Office national des forêts (ONF) a entrepris d'assurer la conservation de 2 lycopodes exceptionnels de la flore auvergnate. Après de nombreux essais de restauration, les populations continuent à décliner. Outre l'impact des travaux forestiers du passé et la concurrence avec les chaméphytes, les changements climatiques en cours semblent opérer un effet négatif sur ces espèces montagnardes relictuelles. En 2010, la survie *in situ* de ces lycopodes semble bien précaire. Les suivis des 10 prochaines années seront déterminants.

Mots-clés : Lycopodes - *Diphasiastrum* - génie écologique - suivis

Abstract : Since 1992, the French National Forestry Office (ONF) began to preserve 2 exceptional lycopods in Auvergne. After numerous tries of restoration, the populations continue to decline. Besides the impact of last forest works, and the competition with chamephyt, the current climate change seems to operate a negative effect on these arctic species. In 2010, the survival *in situ* of these lycopods seems very precarious. The monitoring of the next 10 years will be determining.

Keywords :

Lycopod - *Diphasiastrum* - ecological works - monitoring

Introduction

Au cœur de l'Aubrac, la Réserve Biologique Dirigée (RBD) du Puy de la Tuile (forêt communale de Deux-Verges, Cantal) est un site remarquable par ses habitats de landes et de tourbières encore en bon état de conservation et par une richesse floristique exceptionnelle liée à la présence de trois espèces de lycopodes.

Ces ptéridophytes primitifs sont des vestiges d'une végétation datant de l'ère Primaire. 4 genres pour 7 espèces sont présents en Auvergne et dans le Cantal. Ils sont tous montagnards voire submontagnards. Leur caractère exceptionnel en France s'explique en partie, d'une part par l'abandon de l'entretien des landes par pâturage extensif, et d'autre part, par la destruction des biotopes favorables.

Le site

La RBD du Puy de la Tuile, se trouve à une altitude moyenne de 1225 m. Le climat est de type atlantique et montagnard. Les granites acides donnent des alocrisols sous forêt et des histosols dans les tourbières. Les habitats de tourbières et

landes dominant. La caractéristique principale est la présence de 3 espèces de lycopodes dont 2 protégées au niveau national (N) :

- *Diphasiastrum tristachyum* (Pursh) Holub. (N) : espèce exceptionnellement rare en Auvergne.
 - *Diphasiastrum oellgaardii* Stoor, Boudrie, Jérôme, Horn & Bennert. (N). Seule station d'Auvergne. Espèce décrite en 1996 (STOOR *et al.*, 1996 ; JÉROME, 1997 ; VOGEL *et al.*, 1999) issue probablement de l'hybridation de *Diphasiastrum alpinum* et *Diphasiastrum tristachyum* ;
 - *Lycopodium clavatum* L. Espèce la plus commune des lycopodes d'Auvergne, classée assez rare.
- d'après ANTONNETTI (2006).

Les trois lycopodes évoluent séparément dans la RBD au sein de landes intrasylvatiques mésophiles à hygrosclaphiles. L'origine de leur présence la plus probable serait liée au cryptopotentialité du sol (BLANCHARD *et al.* 1996 ; BCEUF 2001). La banque de spores ou de gamétophytes serait présente dans le sol depuis des temps reculés, puis remis en condition de germination ou de croissance après le défrichement de la zone.

Syntaxonomie de la lande à lycopodes

Au regard de la bibliographie actuelle, la lande à lycopodes du Puy de la Tuile pourrait se classer dans :

- l'alliance du *Genistion pilosae - Vaccinion uliginosi* Br.-Bl. 1926
- le groupement végétal serait une sous-association à décrire du syntaxon *Calluno-Genistetum anglicae* Tx. 1937. (synonyme du *Diphasiastrum tristachyi-Genistetum anglicae* de Foucault (87) 90), d'après BŒUF (2008).

Historique

Les principales étapes de l'histoire du site sont présentées sous forme de liste :

- Après le défrichement immémorial de la Hêtraie d'altitude (de l'*Illici aquifolii-Fagenion sylvaticae* (Br.-Bl. 1967)), ces landes auraient été pâturées lors de transhumances (ovines notamment), et entretenues par brûlis, jusque dans les années 1960 (DOCHE, 1986 ; BEAULIEU, 1985) ;
- 1949 : R. DESCHATRES découvre les lycopodes du Puy de la Tuile (SAPALY, 1982) ;
- 1968 : Arrêt du pâturage sur les landes du Puy de la Tuile et plantations de *Picea abies* sur l'ensemble du secteur avec décapage du sol. Elles ont épargné le cœur des zones tourbeuses et ont échoué pour partie sur certaines surfaces de landes. Ne subsistait au début des années 1970 que quelques lambeaux de landes.
- 1974 : C. BERNARD de la Société Botanique du Centre-Ouest (SBCO) redécouvre les stations à lycopodes du Puy de la Tuile ;

• 1987 : B. BOUZILLE de la SCBCO alerte l'ONF sur l'urgence de préserver la station à *Diphasiastrum tristachyum* face à la colonisation ligneuse spontanée (par *Pinus sylvestris*, *Betula pubescens*, *Betula pendula* et *Picea abies* issu des plantations adjacentes) ;

• 1992 : H. LASSAGNE* de l'ONF avec C. BERNARD, M. BOUDRIE et J. DAUGE, mettent en place les premiers suivis et appliquent des traitements expérimentaux dans le but d'identifier la méthode de gestion optimale de la lande à lycopodes. 8 placettes de 2 m sur 10 ont été mises en place, chacune divisée en 125 carrés de 0,4 m de côté : 1 témoin et 7 traitées selon plusieurs modes de gestion (cf. Graph. 1). Des suivis annuels ont eu lieu jusqu'en 1999 par comptage de la présence/absence du lycopode par carré.

• 1998 : En parallèle, ces mêmes spécialistes décident l'enlèvement de *Picea abies* sur cette lande. Les arbres ont été valorisés en "sapins de Noël ». Cette opération a été renouvelée chaque année jusqu'en 2009 à raison de 100 tiges prélevées par an.

Les premiers résultats

La placette « témoin » est passée en 6 ans de 72 à 19 carrés de présence sur 125, soit une baisse de 42,4 %. Certains traitements ont été efficaces sur de courtes périodes, mais aucun d'entre eux n'est parvenu à enrayer la décroissance de la population. L'arrachage à 50% de *Calluna vulgaris* est le traitement qui a subi la plus faible baisse des lycopodes.

* Nous en profitons pour rendre un hommage à la mémoire de notre collègue botaniste tragiquement disparu en 2001

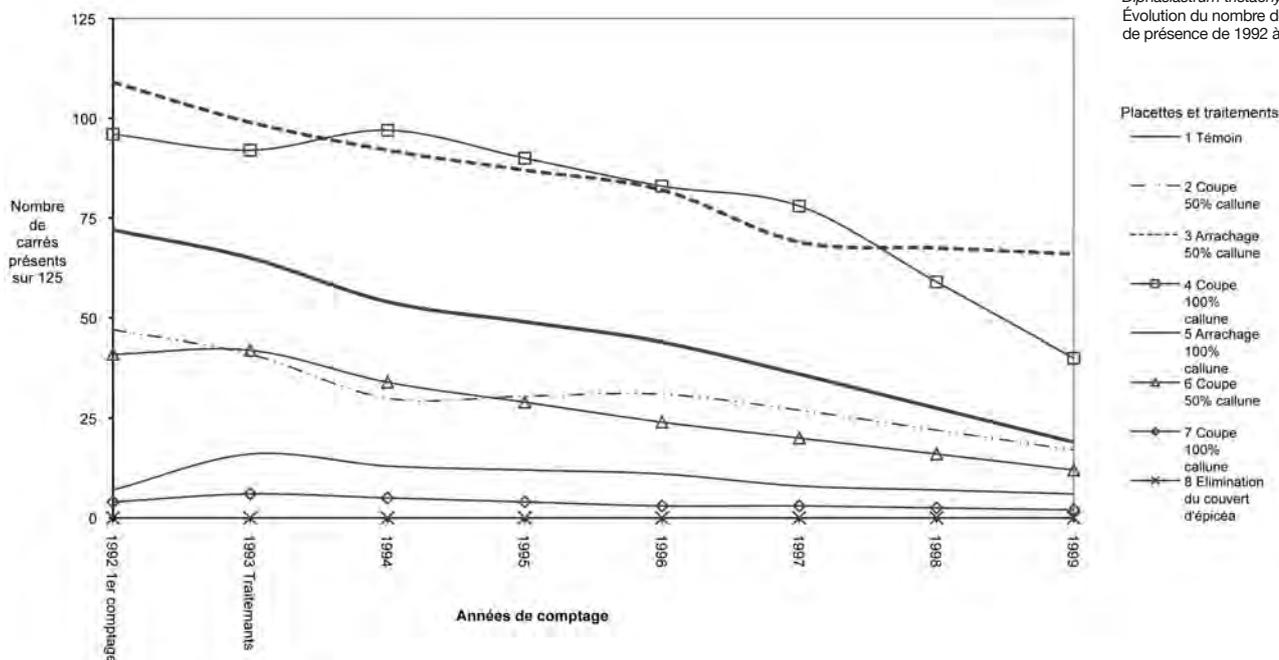


Fig. 1 : Suivis des travaux expérimentaux sur la lande à *Diphasiastrum tristachyum* - Évolution du nombre de carrés de présence de 1992 à 1999



Fig. 2 : *Diphasiastrum oellgaardii*
Stoor, Boudrie, Jérôme,
Horn & Bennert.
Photo : Thomas Darnis ©

Méthodes de protection & restauration : actions entreprises

Suite à cette phase expérimentale, est créée en 2002 la RBD du Puy de la Tuile renforcée du Document d'objectifs (DOCOB) Natura 2000. De nouveaux financements permettent l'initiation de nouvelles actions. La remise en pâturage de la zone a été abandonnée vu les contraintes induites et les surfaces réduites. La liste ci-dessous présente, dans l'ordre chronologique les étapes de ces travaux :

2002

- Pose de 9 piézomètres afin de suivre l'évolution de l'aquifère de 3 tourbières (relevés mensuels jusqu'à 2010) ;
- Travaux d'arrachage manuel de 50% de *Calluna vulgaris* sur 0.8 ha de la lande à *Diphasiastrum tristachyum* et mise en défens d'une zone témoin. Cette modalité avait obtenu le meilleur résultat lors des travaux expérimentaux (cf. « Les premiers résultats »). Les suivis ont été menés par transects (méthode des contacts verticaux tous les 10 cm sur 2 transects de 10 m) et photos (à 1.3 m du sol, focal 50 mm au dessus de chaque piquet de transect).

2004

- Essai de brûlis sur 30 m² de lande à *Diphasiastrum tristachyum* (3 pieds de lycopodes ont été sacrifiés lors des travaux) : La permanence d'actes de brûlis par le passé sur la réserve et les résultats encourageants du professeur I. KUKKONEN (Helsinki) ont conforté cet essai. Ce chercheur a obtenu des résultats positifs en Suède, sur *Diphasiastrum complanatum*, lequel aurait réagi favorablement (com. pers., 1999). Les suivis annuels ont été menés par la méthode des carrés permanents (1 m² divisé en carrés de 10 cm de côté : la hauteur moyenne, le recouvrement total des différentes

strates et les espèces présentes par carré ont été relevés), complétés par un relevé exhaustif des espèces sur la zone travaillée ainsi que par un suivi photo (à 1.3 m du sol, focal 50 mm vers le milieu du quadrat).

- Étrépage de tourbe sur une profondeur calculée en fonction des suivis piézométriques pour l'optimisation de la banque de spores. Ces travaux ont été réalisés en bordure de tremblants sur 10 m² en vue de la restauration d'un biotope favorable à *Lycopodiella inundata* récemment disparu de la RBD (BLANCHARD, 1996 ; LALANNE, 1994). Les suivis annuels ont été réalisés par carré permanent de 1 m² et photos.

2006

- Suivis annuel de la lande à *Diphasiastrum oellgaardii* par carré permanent et photos. Cette action se justifiait d'autant plus que ce lycopode a été récemment décrit et que les conditions de vie et le comportement de l'espèce restent encore peu connus.

Les résultats et discussion

Arrachage de 50% de *Calluna vulgaris* sur la lande à *Diphasiastrum tristachyum*

Le nombre d'espèces sur la zone de travaux dépasse celui de la zone témoin dès 2005. En effet, les phases pionnières de landes sont plus diversifiées que les phases matures, la concurrence étant réduite. Au stade terminal, en se développant, *Calluna vulgaris* émet des substances allélopathiques éliminant une partie des champignons symbiotiques endophytes indispensables aux lycopodes.

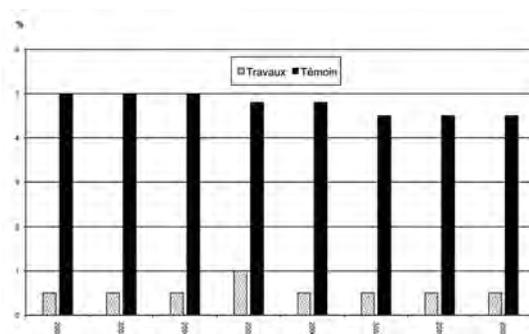


Fig. 3 : Suivis des travaux d'arrachage de 50% de *Calluna vulgaris* sur la lande à *Diphasiastrum tristachyum* - Evolution de la fréquence relative de *Diphasiastrum tristachyum* de 2002 à 2009

Il est à noter la forte stabilité de la zone témoin en terme de composition spécifique mais le *Diphasiastrum tristachyum* continue de perdre en recouvrement. Les rares pieds de *Diphasiastrum tristachyum* observés ne portent aucun sporange. Les plus beaux pieds sont en cours de dessicca-

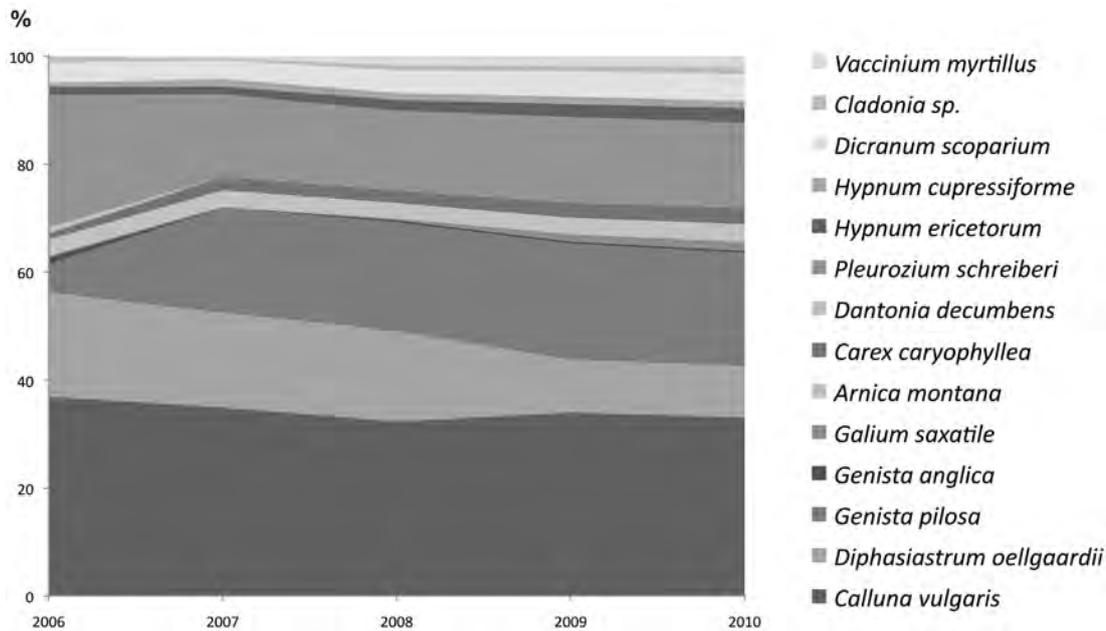


Fig. 3. Suivi de la lande à *Diphasiastrum oellgaardii* - Évolution des contributions spécifiques de 2006 à 2010

tion avancée avec souvent à proximité des jeunes pousses chétives.

Essai de brûlis sur 30 m² de lande à *Diphasiastrum tristachyum*

Lentement, le taux de recouvrement continue de progresser et atteint 40 % en 2009. La dynamique générale de la flore est particulièrement difficile sur ces sols pauvres à plus de 1200 m d'altitude où de surcroît, l'humus a été partiellement détruit par les flammes. Après presque 10 années de suivi, aucun pied de lycopode n'est visible. L'espoir de voir apparaître un pied n'est pas nul puisque le temps nécessaire à l'apparition du sporophyte est de l'ordre de 15 années (d'après PARENT, 1964).

Travaux d'étrépage de tourbe en vue de la restauration d'un biotope favorable à *Lycopodiella inundata*

Bien que la localisation de cet étrépage avait été choisie en fonction des dernières données de *Lycopodiella inundata*, ce lycopode n'a pas réapparu. Le taux de recouvrement a atteint 99% en seulement 3 années. L'étrépage de la zone travaillée et la richesse de la banque de semence semblent pouvoir expliquer cette fermeture rapide.

Suivis annuels de la lande à *Diphasiastrum oellgaardii*

En 2007 on note la première apparition de *Vaccinium myrtillus*. Faut-il y voir un signe d'évolution vers un stade dynamique plus forestier ?

2009 est l'année d'une diminution de 50% du nombre de pieds du *Diphasiastrum*. Pourtant aucune gestion n'est menée sur cette station. Les périodes de sécheresse et/ou la concurrence avec

Genista pilosa (qui gagne en couvert) peuvent expliquer ce phénomène. Les pieds en limite de plantation semblent plus robustes. De nombreux pieds secs de lycopodes ont été observés sur la partie de la station la plus ensoleillée. Ainsi, il apparaît que les seuls pieds portant des strobiles fertiles se trouvent sous l'ombre portée des épicéas (jusqu'à 5 m sous la plantation). Les individus en pleine lumière restent stérile et se dessèchent progressivement. Ceux à l'ombre des arbres bénéficieraient-ils de conditions stationnelles proche du préférandum favorisant leur survie ?

Quel avenir pour ces espèces ?

Il été admis par le passé que la colonisation ligneuse et le développement des chaméphytes étouffaient et provoquaient la disparition des lycopodes en formations landicoles (BOUDRIE *et al.*, 1992 ; PARENT, 1964). Seul *Lycopodium clavatum* semblait en partie résister.

Les suivis réalisés depuis 17 années ne permettent pas d'expliquer les reculs de population de *Diphasiastrum* sur la base de cette seule hypothèse.

Bien que dans les Vosges les lycopodes se maintiennent (suivis ONF non publiés en RBD du Champ du feu, Hochfeld, Bas-Rhin), ou dans le site des Tourbières de la Grande Pierre Bazanne (Loire) d'après SENACQ, (2010), les stress hydriques printaniers et estivaux se répètent ces dernières années et doivent immanquablement avoir un impact négatif sur la dynamique de ces



Fig. 4. La lande à *Diphasiastrum oellgaardii* en 2009 (RBD du Puy de la Tuille).
Photo : Thomas Darnis ©

espèces montagnardes. La réalisation de modèles numériques prédictifs de présence pour d'autres espèces boréo-arctiques circumboréales appliqués aux monts du Cantal prédit leur disparition d'ici à 2070 (FERTIN, 2009). Ceci atteste du danger réel qui pèse sur les 2 *Diphasiastrum* de la RBD. De plus, un captage illégal en amont de la tourbière principale de la réserve aggrave les niveaux de l'étiage ce qui pourrait impacter le microclimat local et donc indirectement les lycopodes.

Il était prévu dans le plan de gestion de la RBD d'éclaircir fortement la plantation jusqu'en en bordure des landes afin de restaurer une part de la naturalité des milieux. Cependant, faute de mieux, il est apparu nécessaire de faire montre de prudence et de maintenir une bande d'épicéas « parasol » le long des landes à lycopodes. Cette zone tampon (35 m de large au minimum) été mise en place en 2007. Son maintien sera débattu lors de la prochaine session du Comité consultatif régional des Réserves biologiques de l'ONF en vue d'un contrat Natura 2000 en 2012.

Conclusion

Malgré les efforts de l'ONF et de ses partenaires, les populations des 2 *Diphasiastrum* continuent de diminuer. Les facteurs expliquant cette baisse pourraient être liés, d'une part, à la concurrence avec *Calluna vulgaris* (allélopathie ?) et, d'autre part, liés aux périodes de sécheresse de ces dernières années. Des essais supplémentaires d'arrachage de Callune (*Calluna vulgaris*) devraient être poursuivis ainsi qu'une étude climatologique et des suivis météorologiques complémentaires. En effet, les expérimentations en cours sont encore récentes à l'échelle du cycle de développement des lycopodes et devraient se poursuivre encore une décennie.

Néanmoins, ces démarches ont permis l'établissement de zones de protection forte ; un minimum pour ce site unique en Auvergne.

Bibliographie

- ANTONETTI Ph., BRUGEL E., KESSLER F., BARBE J.P & TORT M., 2006, - *Atlas de la Flore d'Auvergne*. Conservatoire botanique national du Massif central, 984 p.
- BEAULIEU J.L. de, PONS A. & REILLE M., 1985. - Recherches pollenanalytiques sur l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation des Monts d'Aubrac (Massif Central, France). *Rev. Paleobot. Palynol.*, Amsterdam, 44 : 37-80
- BENNERT H.W. & DANZEBRINK B., 1996. - Spore germination of pteridophytes at risk in Germany. *Memorie della Accademia Lunigianese di scienze*, LXVI : 37-50
- BLANCHARD F., 1996. - Valorisation de banques de semences des sols tourbeux et techniques de décapage - étrépage. In : Séminaire de Parent (63) - Avril 1996. *Les Cahiers Scientifiques et Techniques du réseau "Tourbières de France"*, N°spécial 2 : 14-20
- BCEUF R., 2001a. - Originalité syntaxonomique des landes et pelouses du Champ-du-Feu et du Hochfeld (Bas-Rhin, France). *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, 32, 79 - 146
- BCEUF R., 2008 - La lande à lycopodes du *Diphasiastrum tristachyi*-*Callunatum vulgare* ass. nov. Hoc loco : identification, variabilité, synécologie, syntaxinomie, origine, gestion et proposition à travers l'exemple du Hochfeld (Bas-Rhin, France). *Acta Bot. Gallica*, 155(1), 13-32
- BOUDRIE M., SALANON R., 1992. *Diphasiastrum issleri* (Rouy) Holub dans le massif de Pierre-sur-Haute, monts du Forez (Loire)
- DOCHE B., 1986. - *Déterminisme et expression cartographique des successions végétales : exemple de l'Aubrac montagnard (Massif Central français)*. Thèse 3ème cycle, Doc. Univ., Univ. J. Fourier - Grenoble I, 252 p.
- FERTIN H., 2009 - *Etude de l'impact du changement climatique sur les essences forestières et les espèces herbacées rares*, Agroparistech ENGREF, 323 p.
- FOUCAULT B. de, 1987. - Données phytosociologiques sur la végétation observée lors de la 13ème session de la S.B.C.O. en Aubrac et Margeride. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, N.S., 18 : 337-361
- JEROME Cl., 1997. - Description d'une espèce européenne de *Diphasiastrum*. *Le Monde des Plantes*, 459 : 10
- LALANNE A., 1994. - Bilan de quelques expériences de gestion sur des zones humides en Réserves Biologiques Domaniales de Rambouillet. *Bull. Assoc. Géogr. Fr.*, Paris, 3
- PARENT G.H., 1964. - Disparition et survie des Lycopodes. *Les naturalistes belges*, 95 : 506-556
- SAPALY J., 1982. - *Atlas de la flore du Cantal*. SFF-MNHN, 278 p.
- SENACQ G., 2010. - *Tourbières de la Grande Pierre Bazanne, Bilan des suivis de végétation*. CREN Rhône-Alpes, 53 p.
- STOOR A.M., BOUDRIE M., JEROME Cl., HORN K. & BENNERT H.W., 1996. - *Diphasiastrum oellgaardii* (Lycopodiaceae, Pteridophyta), a new lycopod species from Central Europe and France. *Feddes Repert.*, 107 (3-4) : 149-157
- THEBAUD G., 1988. - *Le Haut-Forez et ses milieux naturels. Apports de l'analyse phytosociologique pour la connaissance écologique et géographique d'une moyenne montagne cristalline subatlantique*. Thèse 3ème cycle, Doc. Univ., Univ. Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II, 330 p.
- VOGEL J.C. & RUMSEY F.J., 1999. - On the status of *Diphasiastrum oellgaardii* (Lycopodiaceae, Pteridophyta). *Feddes Repert.*, 110 (5-6) : 439-445

La conservation des bryophytes épiphytes à l'échelle locale - l'exemple d'*Orthotrichum rogeri* Brid. dans le marais de Moissac-Bas (Haute-Loire, France)

The conservation of epiphytic bryophytes at the local scale - the example of *Orthotrichum rogeri* Brid. in the Moissac-Bas swamp (Haute-Loire, France)

par Vincent Hugonnot¹, Delphine Bénard², Charlotte Dumas³
Thierry Vergne¹, Pierre-Emmanuel Mulo⁴

¹ Conservatoire botanique national
du Massif central
Le Bourg
43230 CHAVANIAC-LAFAYETTE
☎ 04 71 77 55 65
☎ 04 71 77 55 74
✉ vincent.hugonnot@cbnmc.fr
✉ thierry.vergne@cbnmc.fr
🌐 www.cbnmc.fr

² Conservatoire d'espaces naturels
d'Auvergne
Antenne Haute-Loire
Le Bourg
F-43230 CHAVANIAC-LAFAYETTE
☎ 04 71 74 62 21
✉ delphine.benard@espaces-naturels.fr
🌐 www.cen-auvergne.fr

³ 4, allée de Cardolle
F-33 980 AUDENGE

⁴ Les Vigiers
F-63 160 ÉGLISENEUVE-PRES-BILLOM

Résumé : Est-il possible d'assurer la conservation de bryophytes inféodées aux fourrés arbustifs pionniers à l'échelle du site ? En se basant sur l'exemple de Moissac-Bas (Haute-Loire), petit site tourbeux situé sur les contreforts du plateau du Forez et abritant un riche cortège d'*Orthotrichaceae* corticoles, dont *Orthotrichum rogeri* Brid., les auteurs montrent qu'une gestion différenciée de la strate ligneuse permet le renouvellement des phorophytes et le maintien de l'ambiance forestière, deux conditions nécessaires au déploiement de nouvelles colonies d'*Orthotrichum rogeri* et du cortège corticole associé.

Mots-clés : *Orthotrichum rogeri* Brid. - bryophytes épiphytes - conservation

Abstract : Is it possible to ensure the conservation of bryophytes inhabiting pioneer shrub thickets at a small scale, that of the site ? Based on the example of Moissac Bas (Haute-Loire), a small peaty pocket located on the foothills of Forez plateau, and housing a rich suite of arboreal *Orthotrichaceae*, including *Orthotrichum rogeri* Brid., the authors show that a differentiated management of the woody layer allows renewal of phorophytes and maintenance of ambience, two necessary conditions for the spreading out of new *Orthotrichum rogeri* colonies together with associated corticolous species.

Keywords : *Orthotrichum rogeri* Brid. - epiphytic bryophytes - conservation

Introduction

Les bryophytes épiphytes sont définies comme celles exploitant des supports végétaux pour croître et se reproduire. Les bryophytes corticoles sont très répandues dans le domaine tempéré. Certaines bryophytes corticoles hautement aéro-hygrophiles et sciaphiles sont considérées comme caractéristiques des forêts bénéficiant d'une longue continuité écologique (HODGETTS, 1996 ; NORDEN & APPELQVIST, 2001) et comme sensibles aux perturbations anthropiques (LESICA *et al.*, 1991 ; WIKLUND, 2004 ; MA *et al.*, 2009). Le maintien de ce type d'habitat forestier est donc primordial dans une optique de conservation des espèces de bryophytes épiphytes les plus sensibles. La protection de tels systèmes sylvatiques repose dans ce cas précis sur la non intervention sylvicole sur le long terme à des échelles spatiales vastes (HEYLEN *et al.*, 2005) ou sur la préservation de vieux arbres lors des opérations de gestion (HAZELL & GUSTAFSSON, 1999).

À l'inverse, de plus en plus de travaux montrent que la continuité forestière n'est pas toujours synonyme de richesse bryophytique (HUMPHREY *et al.*, 2002). Les habitats perturbés et riches en nutriments constituent également un réceptacle privilégié pour une flore bryophytique épiphyte digne d'intérêt (HODGETTS, 1996 ; BATES *et al.*, 1997). Les fourrés arbustifs pionniers, au sein desquels la circulation de l'air et la luminosité exercent des effets desséchants (BARKMAN, 1958), génèrent des conditions écologiques très différentes des forêts âgées. Les épiphytes typiques de ces habitats sont donc nettement moins sensibles aux radiations lumineuses et à la déshydratation (BARKMAN, 1958). Ils présentent également des stratégies distinctes, basées notamment sur la mobilité, reposant elle-même sur la production massive de spores ou de dispositifs de multiplication végétative. La conservation des épiphytes des systèmes pionniers repose donc sur la maintenance d'unités arbustives pionnières renouvelées de place en place par des perturbations s'exprimant à l'échelle des paysages (VANDERPOORTEN *et al.*, 2004).

Dès lors, la question se pose : est-il possible d'assurer la conservation de bryophytes épiphytes corticoles inféodés aux fourrés arbustifs pionniers à une échelle beaucoup plus réduite, celle du site ?

L'étang de Moissac-Bas, labellisé Espace naturel sensible du département de la Haute-Loire, sur les contreforts du plateau du Forez (commune de Saint-Didier-sur-Doulon), à 700 m d'altitude, est une petite dépression (environ 1 ha de superficie) d'origine artificielle, qui montre en son centre un début d'édification tourbeuse. Les bryophytes ont fait l'objet d'inventaires menés par le Conservatoire botanique national du Massif central depuis plusieurs années (HUGONNOT, 2006 ; HÉRAULT, 2005), inventaires qui ont montré le grand intérêt du site. 52 espèces ont été observées, ce qui constitue un total important pour un site d'une superficie très modeste. Il convient de relever l'extrême richesse des saulaies sur sol tourbeux (relevant du *Salicion cinereae* Müller et Görs 1958) en espèces corticoles (environ 55 % du total des bryophytes présentes, dont 12 espèces du genre *Orthotrichum* et trois du genre *Ulota*). Diverses atteintes ont été portées au site, notamment les travaux hydrauliques (drainage, creusement d'une réserve à incendie) ou la fertilisation importante des parcelles attenantes. Une décharge sauvage se trouvait à proximité immédiate du marais et continuait à être utilisée très récemment. La dynamique naturelle de fermeture des habitats, notamment des habitats de la directive, est très forte depuis plusieurs dizaines d'années et tend à générer des saulaies denses dans l'ensemble du marais. Le plan de gestion dont s'est doté le Conseil général (2004) prévoyait donc logiquement des travaux de restauration et de renaturation du site. Ces travaux consistaient notamment en la réouverture des habitats à sphaignes du cœur du marais.

L'existence de peuplements de bryophytes inféodés à l'écorce des arbustes (*Orthotrichum rogeri* et le cortège associé) est cependant venue compliquer la tâche du gestionnaire dans la mesure où les ligneux étaient perçus comme une menace pour la pérennité des habitats naturels remarquables. *Orthotrichum rogeri* est en effet strictement épiphyte et, à Moissac Bas, se développe préférentiellement sur les saules du marais. Il apparaît donc indispensable, en préalable à toute opération de gestion future concernant la strate arbustive, de bien localiser les populations existantes et de connaître l'écologie précise et la dynamique de l'espèce dans le but d'orienter les mesures de gestion conservatoire.

Méthode

Étude des phorophytes

Tous les individus d'*Orthotrichum rogeri* ont été repérés puis marqués à l'aide d'étiquettes de couleur jaune après la phase de travaux de 2006-2007. Tous les phorophytes (employé dans la suite du texte comme synonyme d' « arbuste porteur d'*Orthotrichum rogeri* ») sont également marqués par des étiquettes permanentes de couleur blanche. Diverses caractéristiques (inclinaison, hauteur...) ont été relevées.

Échantillonnage par transects

Afin de pouvoir comparer les phorophytes avec les autres arbustes du site, ces derniers ont été échantillonnés sur douze transects correspondant à des rayons d'un cercle, centré sur le site, de 120 m de diamètre. Diverses caractéristiques propres au peuplement ont été relevées.

Sur chaque transect, les mesures suivantes ont été réalisées sur les arbustes positionnés à une distance croissante par rapport au centre :

- le pourcentage de recouvrement en bryophytes et en lichens sur un tronçon de 2,5-3 mètres (hauteur au-delà de laquelle il est rare de trouver *O. rogeri*) ;
- la diamètre (cm) a été mesuré à l'aide d'un compas et la hauteur (m) à l'appréciation de l'observateur ;
- la hauteur de battement d'eau (m), la hauteur du « manchon » (m) et la hauteur des bryophytes (m).

Par ailleurs, la structure de l'écorce au niveau des peuplements significatifs de bryophytes a été déterminée, ainsi que l'inclinaison globale du brin. Enfin le nombre de touffes d'*Orthotrichaceae* a été estimé pour un arbuste sur deux.

Nomenclature

Nous suivons la nomenclature proposée par Hill *et al.* (2006) pour les mousses et par Ros *et al.* (2007) pour les hépatiques.

Résultats

La population d'*Orthotrichum rogeri*

61 touffes d'*Orthotrichum rogeri* ont été comptées au sein du marais, réparties sur 44 phorophytes différents. La répartition des touffes d'*Orthotrichum rogeri* dans le site apparaît clairement dissymétrique. Seule la partie sud-ouest est très riche en *Orthotrichum rogeri* (une cinquantaine de touffes réparties sur 35 phorophytes) et comprend des phorophytes pouvant porter jusqu'à trois touffes (cinq phorophytes portent trois touffes dans l'ensemble du marais).

Description des peuplements cryptogamiques

La structuration verticale des peuplements cryptogamiques sur les troncs de *Salix acuminata* est la même, que les brins portent ou non *Orthotrichum rogeri*. Quatre zones se succédant le long du brin peuvent être reconnues (de bas en haut) :

- La zone de battement des eaux : elle varie généralement de 0 à 0,7 m. Elle est marquée par une absence de cryptogames et parfois par la présence de racines aériennes,
- Le « manchon » : il est caractérisé par un tapis très dense de bryophytes (essentiellement pleurocarpes comme *Hypnum cupressiforme*, *Brachythecium rutabulum*, *Leptodyctium riparium*...). Il n'est pas systématiquement présent ou peut monter jusqu'à 2 m de haut (notamment sur les arbustes fortement inclinés). Les manchons semblent plus importants dans la partie la plus humide du marais,
- La zone à *Orthotrichaceae* : les touffes d'*Orthotrichaceae* peuvent être présentes jusqu'à 3 m de hauteur (exceptionnellement plus haut mais alors sous forme de touffes réduites et en nombre très restreint).

Description du peuplement ligneux

La saulaie est principalement composée de *Salix acuminata*. On y trouve également *Salix caprea*, surtout sur les marges. D'autres essences sont présentes à raison de quelques tiges comme *Betula pendula*, *Populus tremula* et *Quercus robur*, essentiellement dans la partie sud-ouest du marais, et à des endroits plutôt surélevés, donc pas, ou moins régulièrement inondés. Le marais est constitué d'une saulaie marécageuse d'environ 25 ans. L'âge des arbustes est cependant variable suivant la position par rapport au centre du marais à cause de la colonisation centripète du marais.

Le taillis est en mauvais état sanitaire. Très nombreux sont les brins cassés ou morts. La densité des brins est telle qu'il y a une forte concurrence au sein des cépées, limitant la croissance des brins et le renouvellement de l'ensemble du taillis. Ainsi le taillis ne se renouvelle presque plus (absence de drageons, très peu de rejet de souche) et peut être qualifié de sénescant. L'état sanitaire des phorophytes est globalement moyen.

Du fait de la forme ovale et non ronde du marais, à partir de 40 m, le nombre d'arbustes échantillonnés par transect diminue lorsque la distance au centre augmente. Par contre, le nombre de phorophytes étudiés suit une distribution normale centrée sur l'intervalle 50-55 m. Le diamètre des phorophytes et le diamètre des arbustes échantillonnés ont une distribution similaire, centrée sur l'intervalle de diamètre 5 à 7 cm. En revanche, la répartition des diamètres des phorophytes en fonction de la distance au centre n'est pas la même que celle des diamètres des arbustes échantillonnés.

Les diamètres de la majorité des phorophytes sont, indifféremment de la distance au centre, compris entre 5 et 12 cm ; le diamètre moyen est d'environ 7 cm. Par contre, les diamètres des arbustes échantillonnés augmentent avec la distance au centre et se diversifient : plus la distance au centre est importante plus l'écart entre le premier quartile et le troisième est grand. *Orthotrichum rogeri* s'installe donc préférentiellement, près du centre, sur les arbustes de plus gros diamètres, et loin du centre, sur les plus petits diamètres.

Discussion

Affinité d'*Orthotrichum rogeri* pour une essence

Orthotrichum rogeri s'installe préférentiellement sur *Salix acuminata* dans le site de Moissac Bas. D'une manière générale, la spécificité des espèces épiphytes vis à vis de l'hôte est réputée forte (BILLINGS & DREW, 1938). Le genre *Salix* est d'ailleurs identifié comme phorophyte de prédilection de nombreuses épiphytes, notamment des *Orthotrichaceae* (HEYLEN *et al.*, 2008). Il faut toutefois rappeler que *Salix acuminata* est de loin l'espèce ligneuse la mieux représentée dans le site. *Salix acuminata* est l'espèce sur laquelle l'attention doit être portée en matière de gestion du peuplement ligneux dans une optique de conservation d'*Orthotrichum rogeri* à l'échelle locale.

Répartition d'*Orthotrichum rogeri* et peuplement ligneux

Dans le site de Moissac Bas, 90 % de la population d'*Orthotrichum rogeri* se situe entre 40 et 70 m du centre, zone qui se trouve entre la marge externe du site, dominée par des arbustes souvent plus vieux, et la partie centrale, aux arbustes plus jeunes. À l'instar de nombreuses autres épiphytes, *Orthotrichum rogeri* montre une préférence pour les saules de diamètre défini, ici entre 5 et 12 cm. Près du centre, ces diamètres sont rares, *Orthotrichum rogeri* y est donc rare. Plus on s'éloigne du centre, plus les diamètres augmentent et se diversifient. Les saules dont le diamètre est compris entre 5 et 12 cm, ainsi qu'*Orthotrichum rogeri*, y sont donc plus fréquents.

Les arbustes présentant des forts diamètres et situés à la périphérie du marais en contact avec « le milieu extérieur » ne sont qu'exceptionnellement colonisés par *Orthotrichum rogeri*, à cause de la conjonction apparente de trois facteurs :

- Les arbustes de la périphérie sont les plus vieux du site et présentent des écorces à structure évoluée, ayant tendance à s'exfolier, ce qui est défavorable aux épiphytes pionnières ;
- Les communautés cryptogamiques sont dominées par les pleurocarpes (*Hypnum cupressiforme*, *Brachythecium rutabulum*...) ou des *Orthotrichaceae* robustes et compétitives (telles qu'*Orthotrichum speciosum*, *O. striatum*, *O. affine*...);
- L'ambiance trop sèche et la luminosité trop importante sont défavorables (Snäll *et al.*, 2003).

Les arbustes les plus jeunes ne peuvent pas non plus être colonisés par *Orthotrichum rogeri* à cause de la structure des écorces des jeunes saules, dépourvues des fissures nécessaires à l'implantation des épiphytes sans doute trop peu poreuses (BILLINGS & DREW, 1938) et à cause de l'ambiance microclimatique trop sèche et trop soumise à la violence des radiations solaires.

L'essentiel des individus de la population d'*Orthotrichum rogeri* apparaît très aggloméré à l'échelle du site, dans un secteur de superficie réduite au Sud-Ouest. Des capacités de dispersion limitées peuvent rendre compte d'une telle distribution agglomérative (SNÄLL *et al.*, 2003 ; LÖBEL *et al.*, 2006). Cette agrégation doit être le résultat d'une dispersion locale prédominante (HEYLEN *et al.*, 2008). *Orthotrichum rogeri* ne présente aucun moyen de reproduction végétative spécialisé et des spores de grande taille qui sont des freins à

l'émission à grande distance. La nature fragmentée des saulaies favorables à *Orthotrichum rogeri* limite nécessairement ses capacités d'expansion. La stratégie d'*Orthotrichum rogeri* pourrait être basée sur un mécanisme en deux temps :

- 1. une émission des spores à des distances importantes (phénomène rare et en relation avec des événements climatiques violents), phase « fondatrice » ;
- 2. émission des spores à proximité de l'individu mère en conditions météorologiques moyennes, phase « stabilisatrice ». Les spores de taille inférieure à 20 µm sont réputées transiter facilement dans les courants aériens. Au-delà de cette taille, le transport est moins aisé. La taille des spores d'*Orthotrichum rogeri* se situe, de façon remarquable, exactement à la limite entre celle d'une spore « voyageuse » (anémochorie) et celle d'une spore « gravitaire » (barochorie).

Zonation verticale des communautés muscinales

La structure verticale des communautés cryptogamiques répond à un déterminisme écologique strict. À l'extrême base des troncs, c'est essentiellement l'inondation périodique qui détermine l'apparition de groupements spécialisés. Dans les parties les plus hautes, c'est la permanence d'un air relativement plus sec couplée à un éclaircissement plus vif qui conditionne l'existence des communautés lichéniques. À l'interface entre ces deux habitats, très différents d'un point de vue écologique, se développe notamment le groupement à *Orthotrichaceae*, qui bénéficie donc d'une élévation sensible de l'humidité microclimatique, le facteur structurant le plus important. Il n'est pas exclu en outre que des phénomènes de compétition exercés par le « manchon » pleurocarpique de la base (dynamique ascensionnelle des bryophytes) et les draperies de lichens au sommet (dynamique « descendante ») viennent en outre limiter les capacités d'expansion verticale de la communauté riche en *Orthotrichaceae*.

Synthèse

Orthotrichum rogeri apparaît presque essentiellement inféodé aux troncs de *Salix acuminata* de diamètres moyens. L'espèce est donc horizontalement limitée à une bande médiane. L'espèce est absente de la zone centrale et devient rare vers l'extérieur du marais. *Orthotrichum rogeri* est en outre limité verticalement à une frange moyenne bénéficiant d'un microclimat favorable.



Fig. 1 : *Orthotrichum rogeri*
© Luc Olivier-CBN Massif central

Conservation

La gestion des populations d'*Orthotrichum rogeri* s'intègre dans le cadre plus large d'un plan de gestion du site de Moissac-Bas. Dans un premier temps, la totalité de la population d'*Orthotrichum rogeri* (61 touffes) doit faire l'objet d'une attention soutenue afin de ne pas couper accidentellement les phorophytes concernés et de ne pas bouleverser les ambiances aux environs de ces derniers au cours des travaux de génie écologique. Dans le but de conserver ces phorophytes et les touffes associées, il convient de proscrire la coupe des phorophytes en question et de ne pas intervenir au delà d'une distance égale à 5 m par rapport à ces phorophytes. On peut donc délimiter un périmètre de sécurité autour des groupes de phorophytes ou autour des phorophytes isolés.

Toutefois, la préservation intégrale des tiges porteuses d'*Orthotrichum rogeri* ne doit pas masquer l'évolution défavorable de la saulaie à moyen terme. Autrement dit, la conservation de la population actuelle est une condition nécessaire mais pas suffisante. Le problème essentiel du gestionnaire est le suivant : comment conserver un habitat naturel, une saulaie à *Salix acuminata*, dans un état satisfaisant pour les *Orthotrichaceae*, surtout *Orthotrichum rogeri*, quand la dynamique naturelle du peuplement tend inexorablement vers des habitats mésophiles moins potentiels ? La saulaie de Moissac Bas est en effet un stade transitoire, dans un état sanitaire très mauvais, qui ne peut être conservé que par une intervention humaine. La préconisation de gestion majeure repose donc sur le rajeunissement du peuplement et l'amélioration de son état sanitaire, deux mesures fréquemment employées à des fins conservatoires (DUPIEUX, 1998 ; BARDSLEY *et al.*, 2001). Le rajeunissement de la saulaie n'est cependant pas une fin en soi,

le but à atteindre étant d'enrayer l'évolution du milieu vers des groupements moins hygrophiles. Le fonctionnement hydrologique du marais apparaît ainsi déterminant, toutes les opérations de gestion préconisées ci-dessous pouvant présenter un effet indirect sur le toit de la nappe. Le peuplement ligneux de la dépression de Moissac-Bas procède d'une dynamique centripète. Donc les arbustes du centre sont plus jeunes que les arbustes de la périphérie. Or *Orthotrichum rogeri* est surtout cantonné dans une frange globalement médiane i.e. entre la périphérie et le centre. *Orthotrichum rogeri* se développe essentiellement sur des phorophytes de diamètre assez faible. Les opérations de rajeunissement du peuplement doivent donc reposer sur un principe simple, celui de l'inversement de la dynamique de vieillissement reposant sur une gestion différenciée entre la périphérie et le centre de la dépression. Il faut en effet rajeunir les parties du marais vieillissantes (trop riches en vieux arbustes pour être favorables à *Orthotrichum rogeri*) et laisser vieillir les parties trop jeunes (pas assez âgées pour être favorables à *Orthotrichum rogeri*).

La gestion se résume ainsi à quelques grands principes fondamentaux. *Orthotrichum rogeri* apparaît strictement inféodé aux écorces des arbustes vivants relativement jeunes ce qui impose au gestionnaire de mettre en œuvre une gestion dynamique permettant de disposer à « chaque instant » d'un « stock » de tiges potentielles, de diamètre, de structure et de position adéquats. Pour ce faire, la solution envisagée est celle d'une gestion fine en « parquet » dont les mesures principales sont la non intervention et la sélection des brins sur les cépées.

Remerciements : Ils s'adressent à Francis Kessler pour la relecture critique du manuscrit.

Bibliographie

- BARDSLEY L., GILES N. & CROFTS A., 2001. - The wetland restoration manual. *The Wildlife Trusts*, Newark, 600 p.
- BARKMAN J.J., 1958. - *Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes*. Van Gorcum & Company. N. V., Assen, Netherlands. 628 p.
- BATES J.W., PRESTON C.D., PROCTOR M.C.F., HODGETTS N.G. & PERRY A.R., 1997. - Occurrence of epiphytic bryophytes in a "tetrad" transect across southern Britain. I. Geographical trends in abundance and evidence of recent change. *Journal of Bryology* 19 : 685-714.
- BILLINGS W.D. & DREW W.B., 1938. - Bark factors affecting the distribution of corticolous bryophytic communities. *American Midland Naturalist* 20 : 302-330.
- DUPIEUX N., 1998. - La gestion conservatoire des tourbières de France. Premiers éléments scientifiques et techniques - 1998. *Programme Life-Nature « Tourbières de France »*, 244 p.
- HAZELL P. & GUSTAFSSON L., 1999. - Retention of trees at final harvest - evaluation of a conservation technique using epiphytic bryophyte and lichen transplants *Biological Conservation* 90 (2) : 133-142.
- HÉRAULT E., 2005. - *Suivi de la végétation et de la flore patrimoniale de l'étang de Moissac-Bas (Haute-Loire)*. Conservatoire botanique national du Massif central / Conseil général de la Haute-Loire, 34 p.
- HEYLEN O. & HERMY M., 2008. - Age structure and ecological characteristics of some epiphytic liverworts (*Frullania dilatata*, *Metzgeria furcata* and *Radula complanata*). *The Bryologist* 111 (1) : 84-97.
- HEYLEN O., HERMY M & SCHREVEENS E., 2005. - Determinants of cryptogamic epiphyte diversity in a river valley (Flanders). *Biological Conservation* 126 : 371-382.
- HILL M.O., N. BELL, M.A. BRUGGEMAN-NANNENGA, M. BRUGUÉS, M.J. CANO, J. ENROTH, K.I. FLATBERG, J.-P. FRAHM, M.T. GALLEGO, R. GARILLETI, J. GUERRA, L. HEDENÄS, D.T. HOLYOAK, J. HYVÖNEN, M.S. IGNATOV, F. LARA, V. MAZIMPAKA, J. MUÑOZ & L. SÖDERSTRÖM, 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.
- HUGONNOT V., 2006. - Les bryophytes de l'étang de Moissac Bas (Saint-Didier-sur-Doulon, Haute-Loire). *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne* 70 : 59-65.
- HUMPHREY, J.W., DAVEY, S., PEACE, A.J., FERIS, R., & HARDING, K. 2002. - Lichens and bryophyte communities of planted and semi-natural forests in Britain: the influence of site type, stand structure and deadwood. *Biological Conservation* 107: 165-180.
- LESICA P., MCCUNE B., COOPER S.V. & 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.
- LÖBEL S., SNÄLL T. & RYDIN H., 2006. - Metapopulation processes in epiphytes inferred from patterns of regional distribution and local abundance in fragmented forest landscapes. *Journal of Ecology* 94 : 856-868.
- MA W.-Z., LIU W.-Y. & 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.
- NORDÉN B. & APPELQVIST T., 2001. - Conceptual problems of ecological continuity and its bioindicators. *Biodiversity and Conservation* 10 : 779-791.
- ROS R.M., V. MAZIMPAKA, U. ABOU-SALAMA, M. ALEFFI, T.L. BLOCKEEL, M. BRUGUÉS, M.J. CANO, R.M. CROS, M.G. DIA, G.M. DIRKSE, W. EL SAADAWI, A. ERDAĞ, A. GANEVA, J.M. GONZÁLEZ-MANCEBO, I. HERRNSTADT, K. KHALIL, H. KÜRSCHNER, E. LANFRANCO, A. LOSADALIMA, M.S. REFAI, S. RODRÍGUEZ-NUÑEZ, M. SABOVJLEVIĆ, C. SÉRGIO, H. SHABBARA, M. SIM-SIM & L. SÖDERSTRÖM, 2007. - Hepatics and Anthocerotales of the Mediterranean, an annotated checklist. *Cryptogamie, Bryologie* 28 (4), 351-437.
- SNÄLL T., RIBEIRO P.J. & RYDIN H., 2003. - Spatial occurrence and colonization in patch-tracking metapopulations of epiphytic bryophytes : local conditions vs. dispersal. *Oikos* 103 : 566-578.
- VANDERPOORTEN A., ENGELS P. & SOTIAUX A., 2004. - Trends in diversity and abundance of obligate epiphytic bryophytes in a highly managed landscape. *Ecography* 27 : 567-616.
- 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.

Mise en oeuvre partenariale d'un plan de conservation du Sénéçon de Rodez (*Senecio ruthenensis* Mazuc & Timb.-Lagr.) sur le Causse Comtal en Aveyron

A conservation plan for *Senecio ruthenensis* Mazuc & Timb.-Lagr., in collaboration with the local partners, on the Causse Comtal in Aveyron

par L. Gire¹, R. Gomez², J. Cambecèdes¹, A. Pin-Birlinger³

¹ Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées
Vallon de Salut - B.P. 315
F-65 203 BAGNERES-DE-BIGORRE Cedex
① 05 62 95 85 30
② 05 62 95 03 48
✉ lionel.gire@cbnmpm.fr
www.cbnmpm.fr

² Office national de la Chasse et de la Faune Sauvage
100 boulevard des tamaris
F-12850 ONET-LE-CHATEAU

³ Service Biodiversité et Ressources Naturelles
DREAL Midi-Pyrénées
2 Bd Armand Duportal - Bât G
BP 80 002
F-31 074 TOULOUSE Cedex

Résumé : Espèce endémique du Causse Comtal et de la Charente-Maritime, protégé en France et inscrit au Livre rouge de la flore menacée de France (Vulnérable), le Sénéçon de Rodez (*Senecio ruthenensis* Mazuc & Timb.-Lagr.) représente un fort enjeu patrimonial pour le département de l'Aveyron. En 2009, un plan de conservation a été mis en place par le CBNPMP en partenariat avec l'ONCFS, sous l'égide des services de l'état, DREAL et DDT. La grande majorité des stations se trouvant sur des parcelles à vocation agricole, la chambre d'agriculture et l'ADASEA ont été associées à la démarche.

Après une saison de prospection permettant d'actualiser la connaissance sur la répartition précise des populations, et de cerner les menaces liées à l'évolution des pratiques, une campagne d'information des élus, des propriétaires et des exploitants agricoles est en cours. Une étude sur les systèmes d'exploitations et les pratiques agricoles favorables à la préservation du Sénéçon de Rodez en vue de la déclinaison d'un plan d'action territorialisé et du conseil aux agriculteurs est prévue en 2010. Des propositions de conservation par maîtrise foncière ou maîtrise d'usage seront étudiées avec les partenaires locaux, notamment le Conseil général dans le cadre de sa politique Espaces naturels sensibles.

Mots-clés : Espèces endémiques, conservation in situ, gestion de l'espace, pratiques agricoles, information des acteurs

Abstract : *Senecio ruthenensis* is an endemic species of the Causse Comtal and the Charente-Maritime, protected in France and listed in the red data book of threatened flora in France. Its rarity and status make it a strong patrimonial stake for the Aveyron.

In 2009, the Conservatoire national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées implemented a conservation plan, in collaboration with environmental policy service (ONCFS) and state administrations.

Most of the localities being in an agricultural context, agricultural structures were associated.

Prospections allowed to update the exact distribution of populations and to evaluate the threats related to the evolution of farming practices. An information campaign of the elected representatives, the landowners and the farmers is in progress.

The farm types and agricultural practices favorable to the conservation of *Senecio ruthenensis* will be investigated in 2010 in order to organize a territorialized action plan including advice to farmers.

Possibilities of purchasing and/or managing sites will be studied with the local partners, especially the General Council within the framework of its policy for natural spaces preservation.

Keywords : Endemic species, in situ conservation, land management, agricultural practices, stakeholders information



Le Sénéçon de Rodez (*Senecio ruthenensis* Mazuc & Timb.-Lagr.) est une plante endémique du Causse Comtal (Aveyron) et de l'Aunis (Charente-Maritime). De la famille des Astéracées, ce grand sénéçon jaune, pouvant atteindre 80 cm, fleurit à partir de la deuxième quinzaine de juin et jusqu'à la mi-juillet. Localement bien présent, il s'observe dans des milieux assez divers. Il affectionne plus particulièrement les pelouses et prairies naturelles entretenues par le pâturage ou la fauche. Dans ces milieux, selon l'historique des pratiques culturales, il peut se cantonner au bord des haies et des murets (figure 1) ou bien illuminer de milliers de fleurs des parcelles entières du Causse Comtal. Sur les zones de parcours des causses (cousse de la Loubière, cause de

Fig. 1 : Le Sénéçon de Rodez (*Senecio ruthenensis* Mazuc & Timb.-Lagr.)

Lanhac, Puech Hiver,...), il est fréquent mais assez éparé. Il se dissimule souvent dans un pied de Génevrier ou de Prunellier mais il peut aussi parfois coloniser des dolines abandonnées depuis plusieurs décennies. Dite plante des ourlets forestiers ou des clairières, cette espèce peut parfois s'épanouir sous un couvert lâche de chênes pubescents et se maintenir sous de claires plantations de résineux.

En 1833, De Barrau récoltait à la devèze de Floyrac (Onet-le-Château) un Sénéçon qu'il nommait alors *Senecio doronicum* L. (BARRAU, 1837). Mazuc et Timbal-Lagrange décrivent cette même plante en 1854 sous le nom de *Senecio ruthenensis* Mazuc & Timbal-Lagr. (MAZUC & TIMBAL-LAGRANGE, 1854). Vingt ans plus tard, de nouvelles localités sont mentionnées par Bras (1877) : devèze de Vaysette (Bozouls), devèze de Cadayrac, bois de Bourgnac et bois de Frons (Salles-la-Source). Ces trois dernières localités sont empruntées à l'abbé Revel qui les cite dans son ouvrage *Essai de la Flore du Sud-Ouest de la France* (REVEL, 1877). Ensuite, les premières mentions de Sénéçon de Rodez en Charente-Maritime sont publiées dans *la Flore de l'Ouest de la France* par Lloyd (1886). À cette époque, six stations sont mentionnées. En 2007, la découverte de l'herbier de Foucaud a permis de préciser que le Sénéçon de Rodez avait été récolté dès 1876 par ce dernier (CHEZEAU, 2009). Au cours du xx^e siècle, les mentions de Sénéçon de Rodez ont été beaucoup plus rares. Il est probable que de nombreux botanistes aient cependant observé la plante sans publier leurs observations. Par exemple, l'herbier du botaniste Le Brun renferme une part récoltée à la Devèze de Floyrac en 1945. Ce n'est qu'au début des années 2000 que des prospections plus systématiques sont entreprises, notamment en 2003 et 2004 avec des recherches de N. Leblond (CBNPMP), aiguillé par C. Bernard qui avait connaissance de nombreuses stations inédites. La plante est alors observée sur les communes de La Loubière, Sébazac-Concourès, Bozouls, Rodelle, Onet-le-Château et Montrozier. R. Gomez (ONCFS) découvre quelques autres stations sur les mêmes secteurs principalement en 2007. Par la suite, lors de ses différentes escapades botaniques, N. Leblond observera d'autres stations toujours situées sur le Causse Comtal.

Considéré en forte régression en Charente-Maritime et stable en Aveyron le Sénéçon de Rodez bénéficie en 1982 d'une protection nationale (arrêté ministériel du 20 janvier 1982). En 1995, il est également inscrit au Livre rouge de la flore menacée de France.

La pression de l'urbanisme, le développement des réseaux routiers et les modifications des pratiques culturales ont alerté les services de l'Etat sur les risques de régression de l'espèce en 2008. Sous l'égide de la DREAL de Midi-Pyrénées, le Conservatoire botanique (CBNPMP) coordonne un plan de conservation régional du Sénéçon de Rodez en étroite collaboration avec l'ONCFS et la DDT de l'Aveyron. Ce travail partenarial implique aussi des partenaires locaux du département de l'Aveyron : l'ADASEA, la Chambre d'agriculture et la fédération départementale des chasseurs.

Une première phase, terminée aujourd'hui, consistait à prospecter les 9 communes du Causse Comtal et quelques causes très proches (cause de Sainte-Radegonde,...), afin de cartographier de façon la plus exhaustive possible l'ensemble des localisations de Sénéçon de Rodez. Cette première étape a commencé en juin 2009 et s'est terminée en juillet 2010. Les inventaires ont été principalement menés par l'ONCFS et le CNBPMP ; ils ont été complétés par la Fédération départementale des chasseurs sur une zone où celle-ci applique un plan de gestion. La seconde partie consiste, grâce à la géolocalisation des plantes, à identifier tous les propriétaires et gestionnaires des parcelles concernées par la présence du sénéçon afin de les en informer. Une première lettre d'information a été envoyée aux agriculteurs concernés, ainsi qu'aux propriétaires suite aux prospections de 2009. Le complément d'information sera réalisé au cours de l'automne 2011 avec un porter à connaissance vers toutes les communes et communautés de communes concernées par la présence du Sénéçon de Rodez. Suite à cette diffusion de données, nous devons être dans la capacité d'apporter des consignes de gestion favorables au maintien des populations de Sénéçon et réalisables dans un contexte agro-pastoral. C'est ainsi qu'une enquête auprès des agriculteurs, principaux acteurs concernés, doit être menée afin de mieux appréhender les pratiques agricoles actuelles et passées et de déterminer celles qui sont acceptables pour la conservation du *Senecio ruthenensis*.

La cartographie a été réalisée par repérage GPS. Chaque fois qu'un pied ou groupe de pieds était distant de plus de 20 mètres environ, un pointage était effectué. À chaque point GPS sont associées les observations suivantes : l'effectif, l'utilisation de la zone, la menace, le type d'habitat,...

Les prospections réalisées ont permis de localiser de nombreuses populations sur l'ensemble des 9 communes du Causse Comtal, notamment sur la partie nord du causse (Cadayrac, le causse de

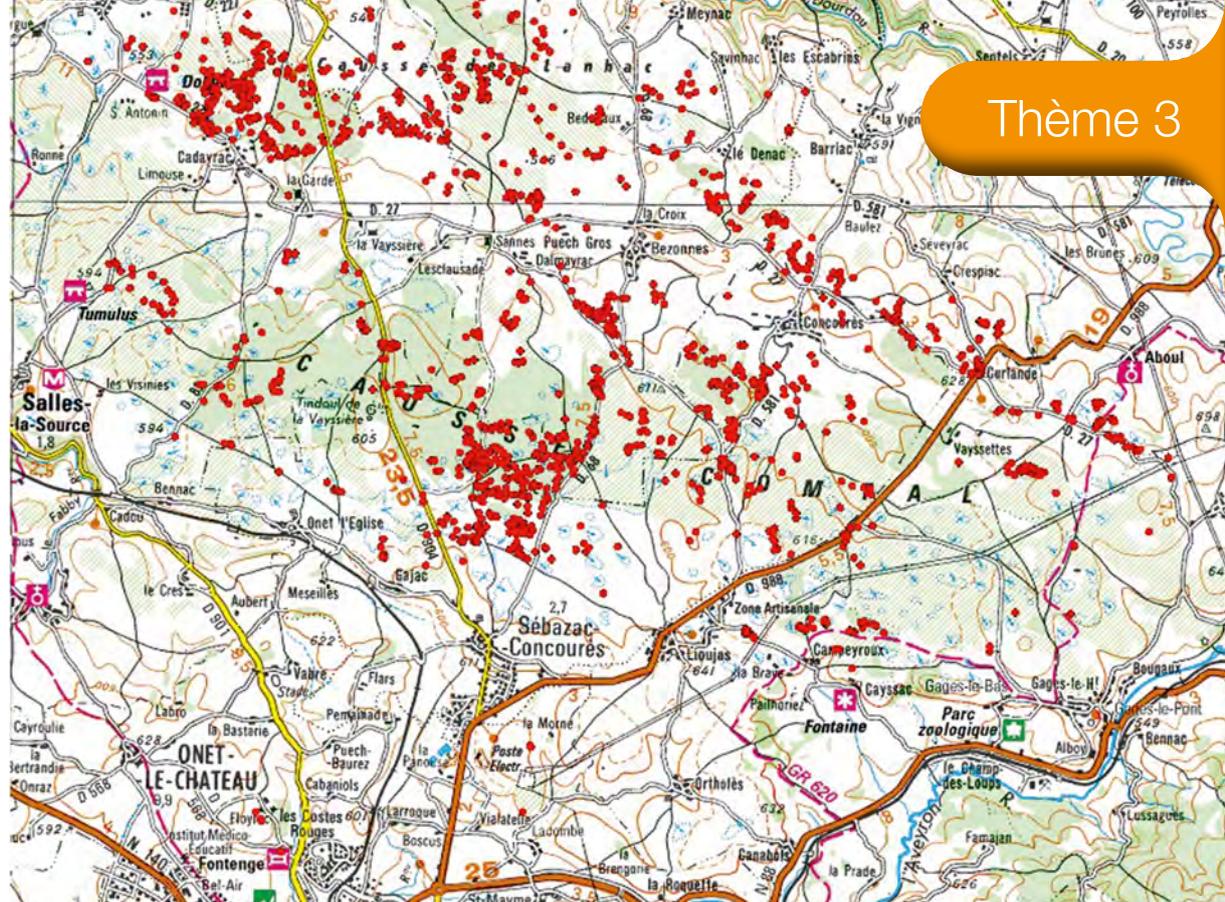


Fig. 2 : cartographie des points GPS de Seneçon de rodez

Lan hac), et au centre de celui-ci, entre Sébazac-Concourès et Bezannes (figure 2). La répartition hétérogène du Seneçon sur la zone biogéographique du causse Comtal peut s'expliquer en partie par les activités agricoles. En effet, les deux principaux noyaux sont situés dans des secteurs où les parcours sont encore utilisés et entretenus, où les prairies n'ont pas été retournées depuis des décennies. À l'inverse, le Seneçon de

Rodez n'est présent que de façon relictuelle en bordure de route, en bordure de champs, dans les zones où le sol est plus profond et donc labouré régulièrement. Ces observations expliquent, par exemple, la répartition linéaire (nord-ouest au sud-est) de part et d'autre de la D27. En effet, les populations se trouvent sur une crête épargnée par la mise culture qui s'est développée à partir de la mi-pente. Mais, les itinéraires culturels n'expliquent pas tout. Par exemple, sur le secteur nord et nord-est de Salles-la-Source, il existe encore de grands espaces de causse ouverts, un maillage de prairies naturelles, mais le Seneçon s'y fait plus rare. Nos connaissances actuelles ne nous permettent pas de donner d'explication.

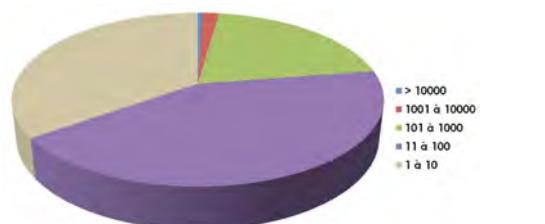


Fig. 3 : Nombre de pieds par point GPS



Fig. 4 : Caractéristique des milieux par point GPS



Fig. 5 : Répartition des menaces par point GPS

Même si quelques localisations peuvent comporter plusieurs milliers de pieds, elles sont tout de même très rares, et représentent moins de 0,5 % des stations. Près de 80 % des stations comptent moins de 100 pieds (figure 3). Plus de 75% des pieds ont été trouvés dans un contexte agropastoral plus ou moins extensif (figure 5). Dans de nombreux cas, les seneçons se développent sur un faciès de friches correspondant à des parcours abandonnés ou des terres difficiles à mettre en culture. D'ailleurs, la fermeture du milieu a été identifiée comme la menace la plus fréquente (54%) sur les différentes populations. Vient ensuite l'abrutissement et la fauche qui sont des menaces réversibles et non destructrices (figure 5). À contrario, le développement galopant de l'urbanisation, de la voirie et des zones artisanales menace certaines stations de destruction.



Fig. 6 : Stations de Sénéçon de Rodez avec plusieurs milliers de pieds

Les nombreuses populations recensées, le grand nombre d'agriculteurs impliqués, le fort morcellement cadastral et les grandes surfaces agricoles concernées (figure 6) obligent à travailler sur une hiérarchisation des populations. En effet dans un tel contexte, il va être difficile d'avoir des actions concrètes et soutenues sur l'ensemble des populations de Sénéçon de Rodez du Causse Comtal. Ainsi, en considérant la situation géographique, l'état de conservation de la population, les menaces et les possibilités d'action, des zones prioritaires vont être dégagées afin d'animer, en étroite collaboration avec la chambre d'agriculture et l'ADASEA, des actions de gestion en faveur du maintien de cette espèce emblématique du Causse Comtal dans un contexte agricole actif. Aussi, l'information sur la présence de la plante doit être portée à la connaissance des collectivités. Cependant, les acteurs principaux de la conservation de cette plante remarquable et patrimoniale du causse restent les agriculteurs. En effet, le maintien des parcours, pelouses et prairies, par un pâturage adapté ou par la fauche, semble primordial pour la sauvegarde de l'espèce. Le labour ou tout autre travail du sol dans un but de mises en culture (luzernières, prairies temporaires, céréales) paraissent néfastes pour le Sénéçon de Rodez. Les enquêtes agricoles permettront d'apporter des éléments supplémentaires. Le Conservatoire botanique, l'ONCFS, l'ADASEA et la chambre d'agriculture sont des organismes référents pouvant apporter un appui technique sur la mise en oeuvre d'actions pour la conservation

et la protection du Sénéçon de Rodez et aider à la réalisation d'itinéraires culturels permettant d'allier production et maintien de cette espèce emblématique du Causse Comtal.

Bibliographie

- BARRAU H. de, 1837 – *Mém ; Soc. Acad. Aveyr.* I part. 2, p. 80.
- BRAS A., 1877 - *Catalogue des plantes vasculaires du département de l'Aveyron* - Version annotée par P. FOURES, Ed. Imprimerie et librairie de Veuve Cestan, Villefranche, 553 p.
- CHEZEAU G., 2009 – Un nouvel herbier pour le muséum d'histoire naturelle de la Rochelle. *Ann. Soc. Sci. Nat. Charente-Maritime*, 2009,9 (9) : 903-915
- LLOYD J., FOUCAUD M.J., 1886 - *Flore de l'ouest de la France ou description des plantes qui croissent spontanément dans les départements de : Charente-inférieures, Deux-Sèvres, Vendées, Loire-inférieure, Morbihan, Finistère, Côte-du-Nord, Ille-et-Vilaine* - 4e édition augmentée des plantes de la Gironde, des Landes et du Littoral des Basses-Pyrénées, Rochefort.
- MAZUC E., TIMBAL-LAGRAVE E., 1854. Note sur une espèce nouvelle du genre *Senecio*. *Société des lettres, sciences et arts de l'Aveyron* vol 8, 463-466
- REVEL J., 1877 - *Notes et observations sur quelques plantes rares, litigieuses, nouvelles ou peu connues du Sud-Ouest de la France.*

2011



1^{ères} rencontres végétales du massif central

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

28 / 30 avril 2010 - Le Puy-en-Velay (Haute-Loire)

A fin à la fois de permettre la rencontre et l'échanges 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 a organisé (avec le soutien du Ministère de l'Écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, de la DATAR Massif central, du Conseil régional d'Auvergne et du Conseil général de la Haute-Loire), du 28 au 30 avril 2010, les premières Rencontres végétales du Massif central. Cet événement avait pour principaux objectifs 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, et 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.

C'est ainsi que plus de 150 participants intéressés principalement par la floristique, la phytosociologie, la biogéographie, l'écologie végétale, la conservation de la diversité végétale, ou encore l'ethnobotanique, venus des différentes régions du Massif central, ont assistés aux premières Rencontres végétales du Massif central, au Puy-en-Velay (Haute-Loire). La quasi-totalité des organismes régionaux impliqués dans ces domaines étaient présents (Universités de Clermont-Ferrand, Limoges, Lyon, INRA, ENITA, PN, PNR, CREN, CBN, ONF, Réseaux associatifs...).

Fort de ce succès, le CBN Massif central a décidé de publier les communications et posters présentés à l'occasion des rencontres, à travers ces actes, et de reconduire la manifestation tous les deux ans.

Conservatoire botanique national du Massif central

Siège

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

Antenne Limousin

38 bis, avenue de la Libération
87000 LIMOGES
Téléphone : 05 55 77 51 47
Télécopie : 05 55 10 93 39

Antenne Rhône-Alpes

Maison du Parc
Moulin de Virieu - 2, rue Benaÿ
42410 PÉLUSSIN
Téléphone : 04 74 59 17 93

Les Rencontres végétales du Massif central ont été organisées avec le soutien de



ISBN 978-2-9524722-3-4



9 782952 472234

Conservatoire Botanique National

