

2012



Caractérisation des Tourbières boisées (91D0*) en Auvergne





Caractérisation des Tourbières boisées (91D0*) en Auvergne

2012

Rédaction
Benoît RENAUX

Cartographie
Thierry VERGNE

Détermination des Bryophytes
Jaoua CELLE, Vincent HUGONNOT et Benoît RENAUX

Saisie CHLORIS®
Céline JOUSSOUY

Relecture
Laurent SEYTRE, Guillaume CHOISNET

Direction d'étude
Laurent SEYTRE

Direction scientifique
Vincent BOULLET

Crédit photographique
CBNMC

Ce document doit être référencé comme suit :

RENAUX B. 2012. - *Caractérisation des Tourbières boisées (91D0*) en Auvergne*. Conservatoire botanique national du Massif central \ Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement, 89 p.

Conservatoire Botanique National



SOMMAIRE

SOMMAIRE	1
REMERCIEMENTS	3
1. - INTRODUCTION	4
2. – OBJECTIFS ET CADRE DE L'ÉTUDE	6
2.1. – Objectif de l'étude	6
2.2. – Cadre géographique	6
2.3. – Définition officielle de l'habitat 91D0* « Tourbières boisées »	7
2.3.1. – Définition d'après le manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne	7
2.3.2. – Cas des tourbières boisées secondaires issues de plantation et/ou du drainage	9
2.3.3. – Définition d'après les Cahiers d'habitats	9
2.3.4. – Définition d'après CORINE biotopes	10
2.3.5. – Définition phytosociologique d'après le Prodrome des végétations de France.....	12
2.3.6. – Bilan : définition « officielle » de l'habitat « tourbières boisées » d'après la littérature	14
3. – APPROCHE, MÉTHODES, OUTILS	15
3.1. – Recherches bibliographiques	15
3.2. – Recherche de relevés phytosociologique dans le système d'information dédié à la flore sauvage et à la végétation du Massif central Chloris®	17
3.3. – Prospections phytosociologiques et écologiques	18
3.3.1. – Plan d'échantillonnage	18
3.3.2. – Relevés phytosociologiques.....	18
3.3.3. – Géolocalisation et données écologiques relevés sur le terrain	19
3.4. – Analyse des relevés	20
3.5. – Classification phytosociologique	20
4. – RÉSULTATS	21
4.1. – Analyse statistique des relevés	21
4.1.1. – Premiers résultats et interprétation des axes	21
4.1.2. – Les saulaies-boulaies marécageuses	22
4.1.3. – Les sapinières-boulaies à sphaignes	25
4.1.4. – Les tourbières boisées du plateau de Millevaches	26
4.1.5. – Les tourbières boisées d'Auvergne	27
4.1.6. – Phases de sénescence	28
4.2. – Description des différents types de tourbières boisées identifiées en Auvergne	28
Tourbière boisée ombrotrophile de Pin à crochets ou Pin sylvestre à Linaigrette vaginée et Airelle des marais	31
Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée.....	37
Pinaie paratourbeuse de Pin sylvestre à Airelle rouge	43
Tourbière boisée de Pin sylvestre et de Bouleau pubescent à Molinie bleue	45
Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau	48
Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore.....	51
5. – ANALYSE DES RÉSULTATS	57
5.1. – Origine, déterminisme et dynamique des tourbières boisées	57
5.1.1. – Âge et origine des tourbières auvergnates	57
5.1.2. – Indigénat du Pin à crochets dans le Massif central	57
5.1.3. – Origine de la présence du Pin sylvestre sur les tourbières auvergnates	59
5.1.4. – Dynamique des arbres sur les tourbières : des origines complexes et encore mal connues, une situation contrastée en fonction du type de tourbières.	60
5.1.5. – Tourbières boisées naturelles dominées par le Bouleau et caractère pionnier du pin dans les tourbières	62
5.1.6. – Déterminisme de la dynamique ligneuse sur une tourbière : des causes anthropiques récentes.....	62
5.1.7. – ...ou un déterminisme plus ancien et complexe !	64
5.1.8. – Place de l'arbre dans la vie de la tourbière	64

5.1.9. – Succession des végétations et climax sur les tourbières.....	66
5.1.10. – Tourbières boisées et microhabitats	68
5.2. – Précisions et évolutions souhaitées dans les Cahiers d'Habitats, prise en compte des « Sapinières à sphaignes »	68
5.3. – Prise en compte de l'habitat « tourbières boisées » dans le réseau Natura 2000, protection des stades boisés au sein des complexes tourbeux.....	69
5.4. – Synsystème des forêts sur tourbe.....	73
5.4.1. – Études récentes et évolutions pressenties pour la déclinaison du Prodrome des végétations de France	73
5.4.2. – Proposition d'un synsystème pour l'Auvergne et ses marges.....	73
6. – CONCLUSION	78
BIBLIOGRAPHIE	80
ANNEXES	89
Annexe 1 – Tableaux phytosociologiques et données écologiques sur les relevés.	
Annexe 2 – Localisation des relevés (lieu-dit et commune), auteur(s) et date de réalisation (TABLEAU).	
Annexe 3 – Tableau de fréquence simplifié des groupements végétaux mis en évidence (tourbières boisées d'Auvergne et autres groupements tourbeux ou paratourbeux proches).	
Annexe 4 – Tableaux de fréquence de tourbières boisées décrite dans la littérature Française et Européenne.	
Annexe 5 – Cartes de répartition des relevés, cartes météorologiques.	
Annexe 6 – Lexique.	

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de cette étude :

Richard BŒUF (ONF Alsace / Société Française de Phytosociologie) pour nos échanges sur la syntaxonomie et la synsystématique des forêts tourbeuses,

Richard BŒUF, Stéphane PÉRERA (Conservatoire botanique national du Massif central), José DURFORT (Études Botaniques et Écologiques), Élise LAURENT du Conservatoire botanique national de Brest et AgroParisTech-ENGREF pour la fourniture des relevés et de colonnes synthétiques nécessaires à la comparaison bibliographique entre les tourbières d’Auvergne et du Massif central et celles du reste de la France et d’une partie de l’Europe,

Hervé CUBIZOLLE (Université Jean Monnet de Saint-Étienne), Lionel PONT (Réserves naturelles nationales des Sagnes de La Godivelle & Rocher de la Jaquette), Loïc DUCHAMP (Réserve Naturelle des Rochers et Tourbières du Pays de Bitche), Pierre GOUBET (Cabinet Pierre Goubet), Laurent LATHUILLIERE et Mickaël LE COQUEN (ONF Auvergne) pour nos échanges sur l’écologie et la dynamique de la végétation dans les tourbières,

Lionel PONT pour son accueil sur la réserve des Sagnes de La Godivelle & Rocher de la Jaquette et ses indications pour la recherche de tourbières sur le plateau du Cézallier, Laurent LATHUILLIERE et Mickaël LE COQUEN pour leur accueil sur les tourbières de la forêt d’Ayguebonne.

1. - INTRODUCTION

Depuis 2000, la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement du territoire et du logement (DREAL) d'Auvergne a chargé le Conservatoire botanique national du Massif central de caractériser plusieurs grands types d'habitats forestiers relevant de la directive « Habitats »¹ : les Hêtraies de l'*Asperulo-Fagetum* (9130, SULMONT & PETETIN 2000), les Vieilles chênaies acidiphiles des plaines sablonneuses à *Quercus robur* (9190, PETETIN & BARBICHE 2002), les Chênaies pédonculées ou Chênaies-charmaies sub-atlantiques et médio-européennes du *Carpinion betuli* et du *Fraxino-Quercion* (9160, PETETIN & BARBICHE 2002), les Hêtraies calcicoles médio-européennes du *Cephalanthero-Fagion* (9150, PETETIN 2002), les Hêtraies atlantiques acidophiles à sous-bois à *Ilex* et parfois *Taxus* du *Quercion roboris* ou de l'*Illici-Fagenion* (9120, CHOISNET & SEYTRE 2003), les Forêts de pentes, éboulis ou ravins du *Tilio-Acerion* (9180*, SEYTRE, CHOISNET & CLOITRE 2004) et enfin les Hêtraies subalpines médio-européennes à *Acer* et *Rumex arifolius* (9140, SEYTRE 2008).

En 2011, la DREAL d'Auvergne a souhaité que le Conservatoire botanique national du Massif central porte son attention sur un autre habitat forestier de grand intérêt, les Tourbières boisées (91D0*). On trouve en effet de nombreuses tourbières en Auvergne. C'est l'une des régions de France la mieux pourvue en tourbières, avec la Franche-Comté et Rhône-Alpes. Située au cœur du Massif central, ses sommets et hauts plateaux réunissent en effet les conditions nécessaires à l'accumulation de tourbe. Le climat froid et arrosé induit un bilan hydrique climatique et édaphique excédentaire, le plus souvent favorisé par des conditions topographiques propices à l'accumulation d'une eau oligotrophe. Parmi les végétations qui couvrent ces tourbières, les stades boisés à pins et/ou bouleaux peuvent relever de l'habitat « Tourbières boisées » (91D0*), d'intérêt prioritaire. Il est donc important de les distinguer d'autres forêts tourbeuses ou paratourbeuses à sphaignes relevant d'autres habitats d'intérêt communautaire voire ne relevant pas de la directive « Habitats ». Ceci n'est pas toujours chose facile, et de nombreux opérateurs font part de leurs interrogations quant à l'identification des tourbières boisées. D'une manière générale, de nombreuses facettes de cet habitat demeurent méconnues dans la région : caractéristiques floristiques et écologique, déterminisme et dynamique, variabilité, typicité, état de conservation à l'échelle de la région...

La tourbière boisée peut succéder à d'autres habitats tourbeux ouverts d'intérêt communautaire. Ces milieux ouverts ont pu être favorisés dans le passé par une activité pastorale aujourd'hui largement disparue ou se sont maintenus de manière naturelle du fait d'équilibres aujourd'hui mis à mal par des atteintes à la fonctionnalité du milieu. La question de la prise en compte de la dynamique ligneuse dans la gestion patrimoniale des tourbières se pose alors, d'autant plus que la colonisation par les arbres semble pouvoir avoir des causes naturelles comme anthropiques (drainage, changement climatique...). De plus, il est légitime de se questionner sur les effets de la présence d'arbres sur les tourbières. Alors que seuls des effets négatifs ont longtemps été avancés (concurrence de végétation héliophiles patrimoniales et abaissement de la nappe), les interactions entre l'arbre et la tourbière semblent être en réalité bien plus complexes. L'objet de cette étude est donc aussi de fournir des réponses aux gestionnaires quant à la place de l'arbre dans les tourbières, d'un point de vue fonctionnel et patrimonial.

Cette étude porte essentiellement sur la région Auvergne, constituant le cœur du Massif central, mais son cadre géographique a été élargi à ses marges immédiates puisqu'on trouve des tourbières similaires à celles d'Auvergne sur le versant ligérien du Forez, des Bois Noirs et des monts de la Madeleine. Ces tourbières présentent l'avantage d'être souvent mieux connues et plus typiques que celles situées côté auvergnat, et leur intégration dans l'étude a pour objectif de mieux caractériser les tourbières boisées d'Auvergne. Cette étude mobilise enfin des données bibliographiques plus lointaines, afin de replacer les tourbières boisées auvergnates dans la synsystème française et européenne.

¹ Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages.



Photos 1a (en haut) et 1b (en bas) – Deux aspects d'une tourbière boisée en Auvergne. Peuplement de Pin à crochets sur la tourbière bombée de la Barthe (en haut). Boulaie pubescente tourbeuse dans la réserve de la Godivelle (en bas).



2. – OBJECTIFS ET CADRE DE L'ÉTUDE

2.1. – Objectif de l'étude

L'objectif de cette étude est tout d'abord d'améliorer les connaissances sur ce type de végétation d'intérêt patrimonial élevé : description des différents types de tourbières boisées, de leur composition floristique (flore vasculaire et de la bryoflore terricole), de leurs caractéristiques écologiques (topographiques, édaphiques, climatiques), de leur structure. L'état de conservation de l'habitat sera également abordé ainsi que sa répartition, même s'il ne s'agit ici ni d'un inventaire exhaustif des tourbières boisées ni de leur cartographie. À l'échelle de l'Auvergne, la présence de nombreux relevés au sein de sites Natura 2000 donne la possibilité de confirmer ou plus rarement d'infirmer la présence de l'habitat sur le site. Ceci donnera aux opérateurs le moyen d'améliorer la cartographie de l'habitat sur les sites Natura 2000, et par là même de mieux les prendre en compte dans la gestion et la protection.

L'objectif n'est en effet pas uniquement scientifique, mais bien pratique et technique. Une meilleure connaissance de l'habitat et de sa définition au sens de la directive du même nom permettra en effet d'aider les opérateurs de terrain dans l'identification des tourbières boisées sur le terrain, d'autant plus que des confusions sont possibles avec d'autres habitats proches comme les saulaies-boulaies et aulnaies marécageuses à sphaignes. Des sapinières-boulaies à sphaignes sur tourbe sont également décrites dans les cahiers d'habitats mais elles sont rattachées à un autre habitat élémentaire (9410-8). Il conviendra de préciser ce point car certains opérateurs s'interrogent sur le possible rattachement de l'habitat « Sapinières à sphaignes » à l'habitat « Tourbières boisées ».

Le déterminisme de l'installation de la tourbière boisée ainsi que les conséquences de la présence des arbres sur la tourbière seront également étudiés, avec des implications en termes de gestion.

2.2. – Cadre géographique

Le cadre géographique de notre étude est la région administrative Auvergne, et l'objectif poursuivi est d'y caractériser l'habitat « Tourbières boisées ». C'est donc dans cette région que s'est concentré l'essentiel de nos efforts, particulièrement en termes de prospection de terrain. Or, il s'est vite avéré qu'un nombre important de tourbières boisées étaient situées dans trois massifs dont les crêtes forment la frontière administrative des régions Auvergne et Rhône-Alpes : les monts de la Madeleine, les Bois Noirs et les monts du Forez. De plus, les tourbières boisées qui couvrent les surfaces les plus importantes d'après la littérature et les cartographies de sites Natura 2000 sont localisées sur le versant ligérien, parfois à quelques kilomètres de la limite administrative. La zone d'étude a donc été étendue aux marges orientales et occidentales de la région Auvergne.

Un petit nombre de relevés phytosociologiques et écologiques supplémentaires ont donc été réalisés côté ligérien. De plus, le territoire d'agrément du Conservatoire botanique national du Massif central s'étendant côté Limousin et Rhônalpin, il était aisé de mobiliser les relevés situés dans ces deux régions dans notre système d'information dédié à la flore sauvage et à la végétation du Massif central Chloris®. Le traitement statistique de ces relevés supplémentaires ne complique pas la tâche outre mesure. Des relevés du Limousin et de Rhône-Alpes (Loire, Ardèche) ont donc été ajoutés aux relevés auvergnats. Ces relevés proviennent essentiellement des marges de la région Auvergne : versants ligériens des massifs de la Madeleine, des Bois Noirs et du Forez, plateau de Millevaches dans le Limousin. Quelques rares relevés proviennent du massif du Pilat (site FR8201761 « Tourbières du Pilat et Landes de Chaussitre ») dans la Loire et du plateau de Saint-Agrève en Ardèche (site FR8201667 « Tourbières du plateau de Saint-Agrève »). Les tourbières boisées du Morvan (ROBBE 1993) ont été prises en compte dans le rattachement phytosociologique des groupements végétaux mis en évidence, mais n'ont pas été incluses dans l'analyse des données. Aucune recherche de relevés dans le système d'information Chloris® ni prospection spécifique n'ont été effectuées sur les marges méridionales du Massif central (Lozère, Aveyron et Lot), mais des

tourbières boisées sont signalées en Lozère : sites Natura 2000 « Montagne de la Margeride » (FR9101355) et « Plateau de Charpal » (FR9101357), « Fouon de la Bique » (REILLE 1991a).

In fini, cette étude porte bien sur la caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne, mais elle s'appuie sur la description de cet habitat sur les marges de la région Auvergne, ce qui permet d'autant mieux de souligner lorsqu'elles existent les spécificités auvergnates de l'habitat (typicité de l'habitat en Auvergne ou au contraire caractère appauvri, variations régionales...).

2.3. – Définition officielle de l'habitat 91D0* « Tourbières boisées »

Avant d'étudier les tourbières boisées du Massif central, il convient de préciser la définition de l'habitat « Tourbières boisées » au travers des différentes typologies de référence. La première et la plus importante définit le cadre « officiel » au regard de la directive « Habitats ».

2.3.1. – Définition d'après le manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne

La définition officielle de l'habitat d'intérêt communautaire prioritaire 91D0* « Tourbières boisées » est donnée par le Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne de la Commission européenne. Les cahiers d'habitats (RAMEAU *et al.* 2001) donnent une traduction française de la version EUR 15 de 1999. Cette définition a peu varié dans sa dernière version (EUR 27 de 2007 : voir encadré page suivante).

La définition du manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne est la suivante : « forêts de feuillus et de conifères sur substrat tourbeux humide-mouillé, dont le niveau de la nappe phréatique est en permanence élevé ou supérieur au niveau environnant. L'eau est toujours très pauvre en éléments nutritifs (tourbières hautes et bas-marais acides). Ces communautés sont en général dominées par *Betula pubescens*, *Fragula alnus*, *Pinus sylvestris*, *Pinus rotundata* et *Picea abies*, avec des espèces spécifiques des tourbières ou plus généralement des milieux oligotrophes telles que *Vaccinium* spp., *Sphagnum* spp., *Carex* spp. La France est citée dans la répartition géographique.

Les espèces végétales suivantes sont citées comme caractéristiques : *Agrostis canina*, *Betula pubescens*, *B. carpatica*, *Carex canescens*, *C. echinata*, *C. nigra*, *C. rostrata*, *Eriophorum vaginatum*, *Fragula alnus*, *Juncus acutiflorus*, *Molinia caerulea*, *Pinus sylvestris*, *Pinus rotundata*, *Sphagnum* spp., *Vaccinium oxycoccus*, *V. uliginosum* et *Viola palustris*. *Picea abies* est également cité mais n'est pas spontané en Auvergne. *Trientalis europaea* est, quant à elle, caractéristiques des tourbières d'Europe centrale, orientale et septentrionale.

D'un point de vue phytosociologique, mention est faite de la classe des ***Vaccinio myrtilli-Piceetea abietis*** Braun-Blanq. in Braun-Blanq., G.Sissingh & Vlieger 1939 et des alliances du ***Betulion pubescentis*** W.Lohmeyer & Tüxen ex Scamoni & H.Passarge 1959 (syn : ***Piceo-Vaccinienion uliginosi*** Oberd. 1992 *nom. inval.* d'après BARDAT *et al.* 2002) et du ***Ledo palustris-Pinion sylvestris*** Tüxen 1955, cette dernière alliance nettement continentale n'étant *a priori* pas présente sur notre territoire. Il est également précisé depuis 2007 que certaines formations observées en périphérie du bombement marquent la transition avec les ***Alnetea glutinosae*** : certains groupements appartenant à cette classe peuvent donc relever du 91D0.

Outre les arbres, la liste des espèces laisse apparaître trois groupes d'espèces :

- *Eriophorum vaginatum*, *Vaccinium oxycoccus* et *V. uliginosum* sont communes avec les tourbières ombrotrophes non boisées des ***Oxycocco palustris-Sphagnetea magellanici*** Braun-Blanq. & Tüxen ex V.Westh., Dijk & Passchier 1946.

- *Carex canescens*, *C. echinata*, *C. nigra* et *C. rostrata* sont communes avec les tourbières minérotrophes non boisées des ***Scheuchzerietalia palustris*** Nordh. 1936 (bas-marais du ***Caricetalia fuscae*** W.Koch 1926 et tourbières de transition et tremblantes du ***Caricion lasiocarpae*** Vanden Berghen in Lebrun, Noifalise, Heinemann & Vanden Berghen 1949). Elles occupent les situations minérotrophes.

- Enfin, *Molinia caerulea*, *Juncus acutiflorus* et *Agrostis canina* ont un spectre écologique plus large. La première espèce se rencontre dans les forêts humides (***Molinio caeruleae-Quercion roboris***

Scamoni & H.Passarge 1959, *Sphagno-Alnion glutinosae* (Doing-Kraft in Maas 1959) H.Passarge & Hofmann 1968), les tourbières ombrotrophes des *Oxycocco palustris-Sphagnetea magellanici* et les bas-marais des *Molinio caeruleae-Juncetea acutiflori* Braun-Blanq. 1950. Les deux autres sont davantage associées au bas-marais des *Molinio caeruleae-Juncetea acutiflori*. *Frangula alnus* est associé aux fourrés et forêts marécageuses des *Alnetea glutinosae* Braun-Blanq. et Tüxen ex V.Westh., J.Dijk et Passchier 1946 et occupe des situations minérotrophes.

Si la Molinie peut être présente sur l'ensemble de ces trois habitats, certaines espèces ne sont généralement pas présentes dans le même type de milieu. Par exemple *Eriophorum vaginatum* et *Vaccinium oxycoccos* ne se rencontrent pas sur les tremblants (hors zones d'ombrotrophisation) ; au contraire, *Carex rostrata*, *Agrostis canina* ou *Juncus acutiflorus* ne colonisent pas les gros bombements ombrotrophes, même si ces espèces peuvent encore subsister sur les zones d'ombrotrophisation des tourbières plates.

Définition officielle de l'habitat 91D0* – « Tourbières boisées » d'après la version la plus récente du Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne (version EUR 27 de juillet 2007)
91D0* * Bog woodland **PAL.CLASS.: 44.A1 to 44.A4**

1) Coniferous and broad-leaved forests on a humid to wet peaty substrate, with the water level permanently high and even higher than the surrounding water table. The water is always very poor in nutrients (raised bogs and acid fens). These communities are generally dominated by *Betula pubescens*, *Frangula alnus*, *Pinus sylvestris*, *Pinus rotundata* and *Picea abies*, with species specific to bogland or, more generally, to oligotrophic environments, such as *Vaccinium* spp., *Sphagnum* spp., *Carex* spp. [*Vaccinio-Piceetea* : *Piceo-Vaccinienion uliginosi* (*Betulion pubescentis*, *Ledo-Pinion*) i.a.]. In the Boreal region, also spruce swamp woods, which are minerotrophic mire sites along margins of different mire complexes, as well as in separate strips in valleys and along brooks.

Sub-types :

- 44.A1 - Sphagnum birch woods
- 44.A2 - Scots pine mire woods
- 44.A3 - Mountain pine bog woods
- 44.A4 - Mire spruce woods

2) Plants: *Agrostis canina*, *Betula pubescens*, *B. carpatica*, *Carex canescens*, *C. echinata*, *C. nigra*, *C. rostrata*, *Eriophorum vaginatum*, *Frangula alnus*, *Juncus acutiflorus*, *Molinia caerulea*, *Trientalis europaea*, *Picea abies*, *Pinus rotundata*, *P. sylvestris*, *P. mugo*, *Sphagnum* spp., *Vaccinium oxycoccos*, *V. uliginosum*, *Viola palustris*; in spruce swamp woods also: *Carex disperma*, *C. tenuiflora*, *Diplazium sibiricum*, *Hylocomium umbratum* and *Rhytidiadelphus triquetrus*.

3) Corresponding categories

United Kingdom classification : "W4 *Betula pubescens*-*Molinia caerulea* woodland".

German classification: "430101 Birken-Moorwald", "440104 Latschen-Moorwald", "440101 Fichten-Moorwald", "440103 Spirken-Moorwald", "440102 Waldkiefern-Moorwald".

Nordic classification: "311 Skogsmossevegetation", "321 Skogs-och krattkärrvegetation".

Romanian classification: "R3106 Tufărișuri sud-est Carpatice de jneapăn (*Pinus Mugo*) în mlaștini oligotrofe de *Sphagnum*", " R4412 Raristi sud-est carpatice de molid (*Picea abies*) si/sau pin silvestru (*Pinus sylvestris*) de tinoave", " R4414 Tufărișuri sud-est carpatice de mlaștini de mestecăcăn pufos (*Betula pubescens*)".

4) Forests on the edge of upland bogs or transition mires may form a transition towards swamp forests (*Alnetea glutinosa*, *Alno-Ulmion* pp.). Where bog woodland has colonized former non-woodland bog because of human impacts (bog degradation), the bog woodland may be removed in order to restore favourable conservation status of the former bog (types 7110, 7130 and 7140). Such secondary bog woodland is included in the definition of type 91D0*, but generally has lower conservation priority than restoration of the original bog type.

5) Dierssen, B. & Dierssen, K. (1982). Kiefernreiche Phytocoenosen oligotropher Moore im mittleren und nordwestlichen Europa. Überlegungen zur Problematik ihrer Zuordnung zu höheren syn systematischen Einheiten. In: Dierschke, H. (ed.) Struktur und Dynamic von Wäldern. Ber. Intern. Symp. IVV 1982, pp. 299-331.

6) DIERSSEN, B. & DIERSSEN, K. (1982). Kiefernreiche Phytocoenosen oligotropher Moore im mittleren und nordwestlichen Europa. Überlegungen zur Problematik ihrer Zuordnung zu höheren syn systematischen Einheiten. In: Dierschke, H. (ed.) Struktur und Dynamic von Wäldern. Ber. Intern. Symp. IVV 1982, pp. 299-331.

Un parallèle avec les tourbières non boisées décrites dans la directive « Habitats », les typologies phytosociologiques et CORINE biotopes est intéressant. En effet, ces trois groupes d'espèces sont associés à trois types d'habitats différents :

- l'habitat 7110 « Tourbières hautes actives » pour les communautés ombrotrophiles des *Oxycocco palustris-Sphagnetea magellanici* ;
- l'habitat 7140 « Tourbières de transition et tremblants » pour les espèces du *Caricion lasiocarpae* ;
- l'habitat 6410 « Prairies à *Molinia* sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux (*Molinion caeruleae*) » pour les bas-marais des *Molinio caeruleae-Juncetea acutiflori* ;
- enfin, il est à noter que les parvocariçaies des *Caricetalia fuscae* ne relèvent pas de la directive « Habitats » et qu'aucune espèce commune avec l'habitat 7150 « Dépressions sur substrats tourbeux » (*Rhynchosporion albae* W.Koch 1926) n'est citée dans la liste des espèces.

2.3.2. – Cas des tourbières boisées secondaires issues de plantation et/ou du drainage

Concernant les limites de l'habitat, une précision utile a été apportée dans la version de 2007 (EUR 27). Il est indiqué que « lorsqu'une tourbière boisée à coloniser une ancienne tourbière non boisée suite à des impacts anthropiques (dégradation de la tourbière), la tourbière boisée peut être supprimée pour restaurer un état de conservation favorable de la tourbière telle qu'elle était avant son boisement (habitats 7110, 7130 et 7140). De telles tourbières boisées secondaires sont cependant incluses dans la définition de l'habitat « Tourbières boisées » mais la restauration de la végétation d'origine (non boisée) présente une priorité plus importante » [traduction de l'anglais].

Le terme de « dégradation de la tourbière » est précisé pour l'habitat 7120 « Tourbières hautes dégradées encore susceptibles de régénération naturelle », habitat dont dérivent ces tourbières boisées secondaires. Il est dit dans le manuel d'interprétation que ces tourbières ont « subi des perturbations dans l'hydrologie naturelle de la masse de tourbe, conduisant à l'assèchement de leur surface ». Les Cahiers d'habitats (GAUDILLAT *et al.* 2002) indiquent que ces tourbières ont été « asséchées en surface à la suite de perturbations d'origine anthropique (drainage, fronts de taille, boisement²) ayant modifié leur équilibre hydrique. Cette dégradation se traduit par la régression et souvent la disparition des espèces hygrophiles turfigènes, caractéristiques des végétations de tourbières hautes maintenues en bon état de conservation ».

Il est donc clair que seules les tourbières boisées colonisant la tourbière suite à plantation, drainage ou extraction de la tourbe sont qualifiées de secondaires. Elles relèvent de la directive « Habitats » mais leur statut est inférieur aux tourbières boisées « naturelles » et les rédacteurs laissent au gestionnaire la possibilité de couper les arbres pour restaurer le milieu tel qu'il était avant dégradation. Dans les autres cas, les tourbières boisées relèvent pleinement de la directive « Habitats », y compris les accrus récents recolonisant la tourbière suite à l'abandon du pastoralisme.

2.3.3. – Définition d'après les Cahiers d'habitats

Les Cahiers d'habitats Natura 2000 (RAMEAU *et al.* 2001 pour le tome sur les forêts) présentent l'interprétation française de la directive « Habitats », et donne des précisions concernant leur identification, leur écologie et leur gestion.

Ce document indique « qu'il s'agit de peuplements de feuillus ou de conifères installés sur **substrats tourbeux, humides à mouillés**. La dominance est assurée par le **Bouleau pubescent** (dont la sous-espèce *carpatica*), ou le **Pin sylvestre** ou le **Pin à crochets** (variété *rotundata*) ou l'**Épicéa**. » Il est noté que le « tapis herbacé et muscinal [est] propre aux « tourbières » acides (tourbières hautes ou bas-marais acides) : Myrtilles, Sphaignes, Laîches... » mais aussi que « les boulaies pubescentes se retrouvent en « raies isolées » dans les vallées et le long des ruisseaux » et qu'il peut s'agir de « tourbières hautes ou de bas-marais acides » et enfin que « le niveau trophique est légèrement plus élevé pour les peuplements situés en bordure de ruisseau ou sur les marges des complexes tourbeux ».

² Action de boiser, c'est-à-dire plantation ou semis d'arbres par l'homme et non pas accrus spontanés.

L'habitat « Tourbières boisées » est présent dans tout le Massif central selon la carte de répartition et le texte descriptif. Quatre variantes déclinées dans le manuel d'interprétation de la directive « Habitats » sont reprises dans les cahiers d'habitats comme autant d'habitats élémentaires. Les boulaies pubescentes tourbeuses sont en plus déclinées en deux sous types, celles de plaine et celles de montagne (entre parenthèses, leur code CORINE biotopes) :

- 91D0-1 (44.A1) - Boulaies à sphaignes ;
- 91D0-2 (44.A2) - Tourbières boisées à pin sylvestre ;
- 91D0-3 (44.A3) - Tourbières boisées à pin à crochets ;
- 91D0-4 (44.A4) - Pessières à sphaignes.

Comme dans le manuel d'interprétation, les boisements tourbeux ombrotrophiles comme ceux minérotrophiles sont clairement concernés. Ceci apparaît dans la description de l'habitat élémentaire comme dans la déclinaison en habitats élémentaires. Si l'habitat élémentaire « boulaie tourbeuse de plaine » ne semble correspondre qu'à des situations minérotrophiles, trois variantes sont déclinées pour les Boulaies tourbeuses de montagne (encadré ci-dessous). La variante 3 correspond à des situations ombrotrophiles, tandis que la variante 1 et la variante 2 correspondent à des variantes minérotrophiles (voir encadré ci-dessous).

Extrait des Cahiers d'habitats

- Variante 1 : boulaie tourbeuse à Aulne, faisant la transition avec l'aulnaie marécageuse.

Avec Aulne (*Alnus glutinosa*), Saule cendré (*Salix cinerea*), Luzule des bois (*Luzula sylvatica*), Fougère femelle (*Athyrium filix-femina*)... La tourbe est peu profonde (10 40-50 cm (100) baignée par les apports de source et de nappes des terrains voisins ; le pH est de l'ordre de 4,5 dans la tourbe ; il se produit une certaine aération.

- Variante 2 : boulaie tourbeuse typique : la végétation est plus acidiphile.

L'épaisseur de tourbe varie entre (50) 80 (120 cm) ; le pH est de l'ordre de 4 dans la tourbe. Il s'agit de stations très humides en dépressions ou moins engorgées sur pentes ou sur plateaux. On observe le Jonc acutiflore (*Juncus acutiflorus*), la Laïche noire (*Carex nigra*), la Laïche hérissée (*Carex echinata*), la Violette palustre (*Viola palustris*)...

- Variante 3 : boulaie tourbeuse à Linaigrette engainante (*Eriophorum vaginatum*).

La tourbe dépasse toujours un mètre, le pH atteint au maximum 4. Présence de la Camarine (*Empetrum nigrum*), de la Callune, traduisant des dessèchements saisonniers de surface. On rencontre beaucoup d'espèces de tourbières bombées : Canneberge (*Vaccinium oxycoccos*), Sphaignes diverses...

Les « Pessières de contact des tourbières bombées » (91D0-4) ne sont pas présentes dans le Massif central. Selon les Cahiers d'habitats, les quatre autres habitats élémentaires sont potentiellement présents dans le Massif central, surtout les Boulaies pubescentes tourbeuses de plaine (91D0-1.1) et les Boulaies pubescentes tourbeuses de montagne (91D0-1.2). Les Pinaies tourbeuses de Pin à crochets (type 3) sont également citées en Auvergne (La Margeride, la Barthe). Une ambiguïté plane pour les « Pinaies tourbeuses à Pin sylvestre » (91D0-3) puisqu'il est dit que l'habitat n'est présent que dans les Vosges du Nord (Haguenau, pays de Bitche) mais qu'il est noté comme présent en Auvergne sur la carte.

2.3.4. – Définition d'après CORINE biotopes

Selon le manuel d'interprétation de la directive « Habitats » et les Cahiers d'habitats, l'habitat « Tourbières boisées » correspond au code 44.A « forêts marécageuses de bouleau et de conifères », avec pour précision « **Vaccinio-Piceetea : Piceo-Vaccinienion uliginosi (Betulion pubescentis, Ledo-Pinion)** » d'un point de vue phytosociologique, et la définition suivante : « bois de *Betula pubescens*, *Pinus* spp. ou de *Picea abies* colonisant les tourbières et les marécages acides ».

Ce code générique est décliné en plusieurs sous types, dont la définition est reprise dans l'encart de la page suivante. Les codes CORINE biotopes « 44.A4 - Bois d'Epicéas à sphaignes » et « 44.A2 - Bois tourbeux de Pins sylvestres » sont *a priori* exclus de l'ensemble du Massif central, puisque l'Epicéa n'y est pas indigène et que le second type est décrit comme « restreint aux plaines de l'Allemagne nord-orientale » avec mention du « **Ledo-Pinetum** », association d'affinité continentale avec *Ledum palustre*.

Typologie CORINE biotopes pour les tourbières boisées (en gris, habitat non présent en Auvergne)

44.A1 - Bois de Bouleaux à sphaignes

Betulum pubescentis (*Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis*); *Sphagno palustris-Betuletum pubescentis* i.a.
Forêts de *Betula pubescens* ou de *Betula carpatica* sur sols tourbeux, humides et très acides, colonisant les tourbières bombées à activité turfigène réduite et des bas-marais acides avec *Molinia caerulea*, *Vaccinium myrtillus*, *Empetrum nigrum*, *Trientalis europaea* et de très nombreuses Sphaignes, Mousses et Hépatiques.
(Ellenberg, 1963, 1988 ; Noifalise *et al.*, 1971 ; Westhoff et den Held, 1975 ; Mériaux *et al.*, 1978 ; Bournérias 1979, 1984 ; Noifalise, 1984 ; Oberdorfer, 1990)

44.A11 - Forêts de Bouleaux à sphaignes et Linaigrettes

Sphagno-Betuletum eriophoretosum vaginati, *Erico-Sphagnetum betuletosum*
Bois de *Betula pubescens* ou de *B. carpatica* riches en Sphaignes dans lesquels prédominent les espèces des tourbières bombées, en particulier *Eriophorum vaginatum* et *Vaccinium oxycoccos*.

44.A12 - Bois de Bouleaux à sphaignes et à Laïches

Sphagno-Betuletum agrostido-caricetosum
Bois de *Betula pubescens* ou de *B. carpatica* riches en Sphaignes dans lesquels *Molinia caerulea* est accompagnée d'un cortège floristique d'espèces de bas-marais acides, et en particulier *Carex rostrata*, *C. nigra*, *C. echinata*, *Juncus acutiflorus*, *Agrostis canina*, *Narthecium ossifragum*, *Calamagrostis canescens*.

44.A13 - Bois de Bouleaux à sphaignes méso-acidiphiles

Bois de *Betula pubescens* ou de *B. carpatica* riches en Sphaignes dans lesquels on note la présence d'espèces caractéristiques de sols minéraux sub-humides indicatrices d'une transition entre les bois acidiphiles de Bouleaux et les bois de Chênes ; *Salix cinerea*, *Alnus glutinosa*, *Lysimachia vulgaris*, *Luzula sylvatica*, *Oxalis acetosella*, *Deschampsia flexuosa* peuvent être dominants, aux côtés de *Molinia caerulea*.

44.A2 - Bois tourbeux de Pins sylvestres

Ledo-Pinetum (Vacciano uliginosae-Pinetum sylvestris) i.a.
Formations de *Pinus sylvestris* de tourbières bombées et de tourbières de transition avec *Eriophorum vaginatum*, *Vaccinium uliginosum*, *Calluna vulgaris*, *Andromeda polifolia* restreints aux plaines de l'Allemagne nord-orientale et à des stations isolées de l'arc hercynien.
(Ellenberg, 1963, 1988 ; Muller, 1985 ; Oberdorfer, 1990)

44.A3 - Bois tourbeux de Pins de montagne

Vaccinio uliginosae-Pinetum rotundatae (Sphagno-Mugetum, Pino rotundatae-Sphagnetum)
Bois de *Pinus rotundata* (*P. uncinata* s.l., *P. mugo*) (*var. arborea*) ou arbustives (*var. pseudopumilio*) des tourbières hautes des Alpes et des régions péri-alpiennes, du Jura, des plus hauts massifs hercyniens, avec *Eriophorum vaginatum*, *Vaccinium oxycoccos*, *V. uliginosum*, *V. myrtillus*, *Sphagnum* spp. et parfois *Betula nana*.
(Ellenberg, 1963, 1988 ; Oberdorfer, 1967, 1990 ; Ozenda, 1975 ; Delvosalle, 1977).

44.A4 - Bois d'Epicéas à sphaignes

Bois de *Picea abies* avec un sous-bois riche en Sphaignes.
(Ellenberg, 1963, 1988 ; Oberdorfer, 1967, 1990 ; Ozenda, 1975 ; Delvosalle, 1977).

44.A41 - Pessières à sphaignes montagnardes

Sphagno-Piceetum, Soldanello-Piceetum bazzanietosum i.a.
Forêts souvent denses de *Picea abies* sur sols tourbeux recouverts de Sphaignes et de Mousses avec une sousstrate de *Maianthemum bifolium*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Deschampsia flexuosa*, *Calamagrostis villosa*, *Blechnum spicant* et *Listera cordata*.

44.A42 - tourbières boisées à Epicéas

Formations de *Picea abies* colonisant les tourbières hautes, avec *Betula pubescens*, *B. carpatica*, *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *V. oxycoccos*, *Eriophorum vaginatum*, *Sphagnum magellanicum* et autres Sphaignes.

2.3.5. – Définition phytosociologique d'après le Prodrome des végétations de France

La définition phytosociologique de l'habitat « Tourbières boisées » selon le manuel d'interprétation des habitats évoque le *Betulion pubescentis* et le *Ledo palustris-Pinion sylvestris*, et il convient donc de préciser ce à quoi correspondent ces alliances.

Le *Ledo palustris-Pinion sylvestris* cité dans le manuel d'interprétation des habitats n'est pas retenu dans le Prodrome des végétations de France (BARDAT *et al.* 2002). L'association centrale de cette alliance est le *Ledo palustre-Pinetum sylvestris* (Hueck 1925) Tüxen 1955, et son aire de répartition boréocentrale est marquée par la présence de *Ledum palustre*, *Trientalis europaea*, *Calla palustris*, *Andromeda calyculata* ou encore *Linnaea borealis*. Ces espèces sont absentes en Auvergne (comme du reste dans l'ensemble du Massif central) et cette alliance du *Ledo palustris-Pinion sylvestris* l'est donc aussi.

Le *Betulion pubescentis* W.Lohmeyer & Tüxen ex Scamoni & H.Passarge 1959 est cité dans le Prodrome des végétations de France, et mis en synonymie avec le *Betulion pubescentis* W.Lohmeyer & Tüxen *in* Tüxen 1955 *nom. nud.* (art. 2b, 8) et le *Betulion pubescentis* W.Lohmeyer & Tüxen ex Oberd. 1957 *nom. inval.* (art. 2d, 3d). SCAMONI & PASSARGE 1959 renvoie à LOHMEYER & TÜXEN mais il n'est pas possible de trouver trace d'un tel document dans la bibliographie. On trouve bien un *Betulion pubescentis* dans TÜXEN 1955 mais c'est dans TÜXEN 1937 que l'on trouve un tableau de fréquence du *typus* de l'alliance. L'auteur n'évoque pas de *Betulion pubescentis* mais donne la diagnose et un tableau de son association type, le *Betuletum pubescentis* (Hueck 1929) Tüxen 1937. Voyons donc à quoi correspondent *Betuletum pubescentis* et *Betulion pubescentis*.

D'après la diagnose de l'auteur, le *Betuletum pubescentis* est une forêt de bouleau sur tourbe. Le sol est pauvre en nutriments, et engorgé par une eau pauvre en oxygène. Les espèces caractéristiques d'association données par l'auteur sont *Betula pubescens*, *Vaccinium uliginosum* et *Lycopodium annotinum*, mais on compte aussi dans le cortège floristique plusieurs espèces associées aux milieux tourbeux et paratourbeux en plus de *Betula pubescens* et *Vaccinium uliginosum* : *Polytrichum commune*, *Sphagnum capillifolium* (= *S. nemoreum*, *S. acutifolium*), *Sphagnum cuspidatum*, *Trientalis europaea*, *Erica tetralix*, *Frangula dodonei*, *Dryopteris carthusiana*, *Molinia caerulea* et *Potentilla erecta*, transgressives des bas-marais et forêts marécageuses acidiphiles, sont également présentes. Les acidiphiles strictes à plus large amplitude hydrique sont nombreuses, notamment *Lycopodium annotinum*, *Vaccinium vitis-idaea* et *Picea abies* qui ont une tonalité montagnarde voire subalpine, mais aussi *Pleurozium schreberi*, *Leucobryum glaucum*, *Dicranum scoparium*, *Hylocomium splendens*, *Hypnum jutlandicum*, *Vaccinium myrtillus*, *Calluna vulgaris*, *Melampyrum pratense*, *Deschampsia flexuosa*, *Luzula pilosa*, *Sorbus aucuparia*. Le spectre écologique est assez large, et l'auteur semble avoir une conception large de son association puisqu'on trouve aussi des acidiphiles ou adiciclinophiles à large amplitude comme *Holcus mollis*, *Pteridium aquilinum* ou *Betula pendula*, mais aussi quelques espèces des *Quercus roboris-Fagetea sylvaticae* Braun-Blanq. & Vlieger *in* Vlieger 1937 comme *Quercus robur*, *Populus tremula* ou *Ilex aquifolium*. La répartition géographique de l'association semble également très large puisqu'on trouve à la fois une boréocentrale (*Trientalis europaea*) et une atlantique (*Erica tetralix*). TÜXEN donne deux sous-associations, l'une à *Galium saxatile* probablement plus sèche, l'autre à *Ledum palustre* avec également *Trientalis europaea* et *Eriophorum vaginatum*. Parmi ces espèces, on note la présence d'ombrotrophiles présentes en Auvergne, comme *Vaccinium uliginosum* et *Sphagnum capillifolium*, mais aussi *Eriophorum vaginatum* citée dans la sous association à *Ledum palustre*. Les autres espèces sont surtout des acidiphiles à large amplitude et quelques ombrotrophiles mais on ne note pas d'espèces strictement inféodées aux bas-marais des marais des transitions des *Scheuchzerio palustris-Caricetea fuscae* Braun-Blanq. 1950 ou des *Molinio caeruleae-Juncetea acutiflori* Tüxen 1937. Selon TÜXEN, le *Betulion* est donc une forêt de haut-marais sur sol tourbeux.

SCAMONI & PASSARGE (1959) semblent avoir une conception plus large que TÜXEN puisqu'ils citent comme caractéristiques du *Betulion pubescentis* plusieurs groupes d'espèces, parmi lesquelles des espèces des *Oxycocco palustris-Sphagnetes magellanici* (haut-marais), des *Scheuchzerio palustris-Caricetea fuscae* Braun-Blanq. 1950 (marais de transition) et des *Molinio caeruleae-Juncetea acutiflori* (bas-marais). Dans leur conception, le *Betulion pubescentis* correspond à des groupements de haut-marais (comme TÜXEN) mais aussi de bas-marais (contrairement à TÜXEN). Si l'on veut être fidèle à la fois à la diagnose de SCAMONI & PASSARGE

et au *typus* de TÜXEN, la présence d'espèces ombrotrophiles des *Oxycocco palustris-Sphagnetum magellanicum* semble être une condition indispensable à tout rattachement au *Betulion pubescentis*, ce qui nous conduit à exclure les bois tourbeux des niveaux minérotrophiles du *Betulion pubescentis*.

Le *Betulion pubescentis* ne semble pas être la seule association relevant de l'habitat « Tourbières boisées ». Nous avons vu précédemment (partie 2.3.1 à 2.3.4) que les forêts tourbeuses minérotrophiles étaient explicitement incluses dans l'habitat 91D0*. La version 2007 du Manuel d'interprétation de la directive « Habitats » indique notamment que certaines formations observées en périphérie du bombement marquent la transition vers les *Alnetum glutinosae*. Des espèces des bas-marais et marais de transition sont en outre citées dans le manuel d'interprétation et les Cahiers d'Habitats (RAMEAU *et al.* 2001). Dans ces mêmes cahiers d'habitats, une sous-alliance *Sphagno-Betulenion* Rameau *et al.* 2001 *nom. nud.* (sans autorité ni validation *hoc loco* donc invalide) est mentionné dans les Cahiers d'habitats pour l'habitat générique 91D1.1 (Boulaies à sphaignes de plaine). Elle désigne la frange la plus oligotrophile de l'*Alnion glutinosae* Malcuit 1929, faisant transition vers le *Betulion pubescentis* et devenant selon les auteurs « trop acide pour l'Aulne glutineux ». Cette sous-alliance de l'*Alnion glutinosae* a été reprise dans le Prodrôme des végétations de France et élevée au rang d'alliance sous le nom de *Sphagno-Alnion glutinosae* (Doing - Kraft *in* Maas 1959) H. Passarge & Hofmann. 1968.

PASSARGE & HOFMANN (1968) désignent le *Sphagno-Alnetum glutinosae* Doing 1962 comme *typus* de cette alliance. Ils citent LEMÉE 1937 et son *Alneto-Sphagnetum (Sphagno-Alnetum glutinosae)* Lemée 1937 *nom. inv.* Oberdorfer) et le *Carici laevigatae-Alnetum* (Allorge 1922) Schwickerath 1937, ces deux associations étant mises en synonymie. Les espèces présentes dans cette association sont des espèces de prairies humides, bas-marais et bois marécageux (*Alnus glutinosa*, *Betula pubescens*, *Frangula dodonei* (syn. *Frangula alnus*), *Salix aurita*, *Calamagrostis canescens*, *Thelypteris palustris*, *Solanum dulcamara*, *Carex elongata*, *Lysimachia vulgaris*, *Cirsium palustre*, *Peucedanum palustre*, *Galium palustre*, *Lycopus europaeus*, *Scutellaria galericulata*, *Molinia caerulea*, *Dryopteris dilatata*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Epilobium palustre*) et des espèces plus typiques des bas-marais (*Carex canescens*, *C. fusca*, *C. echinata*, *Agrostis canina*, *Viola palustris*, *Potentilla palustris*, *Sphagnum squarosum*, *S. palustre*, *S. acutifolium*, *S. recurvum*). Si l'ensemble du *Betulion pubescentis* relève des tourbières boisées, seule la frange la plus acide du *Sphagno-Alnion glutinosae* est concernée.

La version actuelle (BARDAT *et al.* 2002) du Prodrôme s'arrête à la sous-alliance. Au niveau association, plusieurs associations phytosociologiques sont mentionnées dans les Cahiers d'habitats pour désigner l'habitat « Tourbières boisées ». Elles correspondent chacune à un habitat générique et sont ventilées dans les deux alliances présentées ci-dessous et sont reprises dans différents documents typologiques nationaux comme RAMEAU *et al.* 2000 et GÉGOUT *et al.* 2008.

Alliance du *Sphagno-Alnion glutinosae* (sous alliance « *Sphagno-Betulenion* » de l'*Alnion glutinosae* dans le texte) :

- *Sphagno-Betuletum pubescentis* Mériaux *et al.* 1980 pour les boulaies à sphaignes de plaine (91D1.1), décliné par RAMEAU *et al.* 2000 en trois associations (invalides) : *Sphagno palustris-Betuletum pubescentis*, *Sphagno fimbriati-Betuletum pubescentis*, *Sphagno recurvi-Betuletum pubescentis*.

Alliance du *Betulion pubescentis* :

- *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis* Libbert 1933 pour les boulaies à sphaignes de montagne (91D1.2) ;
- *Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris* (Kleist 1929) Matuszkiewicz 1962 pour les tourbières boisées à pin sylvestre (91D2) ;
- *Vaccinio uliginosi-Pinetum uncinatae* var. *rotundatae* Oberd. 1934 pour les tourbières boisées de pin à crochets (91D3) ;
- *Vaccinio uliginosi-Piceetum abietis* Lohmeyer et Tüxen 1955 pour les pessières à sphaignes (91D4) (non présent en Auvergne).

2.3.6. – Bilan : définition « officielle » de l'habitat « tourbières boisées » d'après la littérature

L'habitat « Tourbières boisées » désigne donc des groupements à Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent (l'Épicéa n'est pas autochtone en Auvergne), sur substrat tourbeux, humide à mouillé. Les sapinières-boulaies à sphaignes dont la présence en Auvergne est largement documentée (LEMÉE 1995, THÉBAUD & LEMÉE 1995, THÉBAUD 2006) ne relèvent donc pas de cet habitat **selon les Cahiers d'habitats** puisqu'elles correspondent sans ambiguïté à l'habitat élémentaire 9410-8 « Sapinières hyperacidiphiles à sphaignes », et pour celles situées en situation non tourbeuse au 9410-7 « Sapinières hyperacidiphiles, mésophiles, froides à Lycopodes ». Ce choix des cahiers d'habitats est très discutable puisque les sapinières sur tourbe correspondent parfaitement à la description qui est faite de l'habitat « Tourbières boisées » dans le Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne. Bien que nous le contestons (**voir propositions à ce sujet au § 5.2.**), nous nous conformerons au choix effectué dans les Cahiers d'habitats quand à la définition de l'habitat « Tourbières boisées ».

Sont concernés à la fois des groupements végétaux en situation ombrotrophe et d'autres en situation minérotrophe ; les positions topographiques occupées sont donc de type haut-marais d'une part, bas-marais, tourbière tremblante ou de transition d'autre part³. Il conviendra donc de préciser la limite de l'habitat « Tourbières boisées » avec les saulaies marécageuses du *Salicion cinereae* Th.Müll. & Görs 1958 et les aulnaies marécageuses du *Sphagno-Alnion glutinosae*, d'autant plus que certaines tourbières boisées peuvent se rattacher dans cette alliance.

Parmi les espèces citées comme caractéristiques de l'habitat, les espèces suivantes peuvent être (ou sont) présentes en Auvergne :

- Dans la strate arborée basse et/ou arbustive, le Bouleau pubescent dont la sous espèce *carpatica*, le Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*), le Pin à crochets (*Pinus uncinata* subsp. *rotundata*) ;
- Dans la strate arbustive et plus rarement dans la strate arborée, *Salix aurita*, *S. cinerea* et *S. atrocinerea*, *Sorbus aucuparia* et *Frangula dodonei* (*Alnus glutinosa* est rare) ;
- Dans la strate herbacée, *Athyrium filix-femina*, *Betula nana*, *Blechnum spicant*, *Calluna vulgaris*, *Carex echinata*, *Carex laevigata*, *Carex nigra*, *Carex nigra*, *Carex pauciflora*, *Carex rostrata*, *Deschampsia flexuosa*, *Dryopteris carthusiana*, *Dryopteris dilatata*, *Empetrum nigrum*, *Eriophorum vaginatum*, *Galium palustre*, *Juncus acutiflorus*, *J. effusus*, *Listera cordata*, *Luzula sylvatica*, *Molinia caerulea*, *Polygonum bistorta*, *Potentilla palustris*, *Scutellaria minor*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium oxycoccos*, *Vaccinium uliginosum*, *Viola palustris* ;
- Dans la strate muscinale, diverses Sphaignes dont *Sphagnum angustifolium*, *S. fallax*, *S. fimbriatum*, *S. flexuosum*, *S. gr. recurvum*, *S. palustre*, *S. papillosum*, *S. squarrosum*, *S. teres*, *Polytrichum commune*, *Polytrichum strictum*, *Dicranum polysetum*, *Hylocomium splendens*, *Hypnum cupressiforme*, *Leucobryum glaucum*, *Pleurozium schreberi*, *Ptilium crista-castrensis*, *Rhytidiadelphus triquetrus*.

L'épaisseur de tourbe doit dépasser 10 ou 15 cm (15 cm est donné explicitement comme minimum pour les boulaies de plaine, 10 cm est mentionné pour la variante la moins tourbeuse de celles de montagne). Il s'agit de peuplements clairs et rabougris qui ne dépassent généralement pas 15 m, mais aucun recouvrement minimum n'est précisé. RAMEAU (1996) donne un recouvrement minimum de 25 %, ce qui semble crédible.

³ Certaines typologies font références aux termes de « tourbière haute » et de « tourbière basse » ou « plate », les préférant à ceux de « haut » et de « bas » marais (CUBIZOLLE 2005).

3. – APPROCHE, MÉTHODES, OUTILS

3.1. – Recherches bibliographiques

Afin de préciser la définition de l'habitat « Tourbières boisées » (voir partie précédente), il a été nécessaire de consulter la littérature relative à l'identification et à la gestion des habitats d'intérêt communautaire en France. Les Cahiers d'habitats (RAMEAU *et al.* 2001 pour les forêts) et le manuel d'interprétation de la directive « Habitats » constituent comme nous l'avons vu le cadre « officiel » de la définition de l'habitat « Tourbières boisées ». Pour la littérature de portée nationale, on peut citer également les écrits de RAMEAU (1996, 1997) sur les habitats forestiers, le classeur « gestion forestière et diversité biologique » (RAMEAU *et al.* 2000) et la synthèse de GÉGOUT *et al.* (2008) sur les habitats forestiers. Concernant la littérature générale sur les tourbières, l'ouvrage de MANNEVILLE *et al.* (2006) a été consulté. Enfin, le Groupe d'étude des tourbières et le Pôle-relais tourbière (<http://www.pole-tourbieres.org/>) produisent régulièrement des synthèses de grand intérêt (CHOLET & MAGNON 2010 pour la dernière), rassemblant résultats d'études et retours d'expérience des gestionnaires.

Un bilan sur l'état des connaissances sur les tourbières boisées d'Auvergne et des régions limitrophes a constitué un préalable à toute nouvelle prospection. La récente thèse de GOUBET (2007) et le rapport d'habilitation à diriger les recherches de CUBIZOLLE (2005) sont deux sources d'information récentes et très complètes sur les tourbières du Massif central, et notamment sur la dynamique ligneuse en leur sein.

Nos recherches bibliographiques ont portées sur les flores anciennes de la région Auvergne (GUSTAVE & HERIBAUD-JOSEPH 1888, LAMOTTE 1840 & 1881, CHASSAGNE 1956 & 1957,) ou de certains départements (flore de l'Allier de MIGOUT [1890], flore de la Haute-Loire d'ARNAUD [1825], flore du bassin de la Loire de BOREAU [1857]). Si ces flores n'abordent pas les groupements végétaux, elles donnent des informations précieuses sur les tourbières boisées par le biais de la répartition des arbres qui les constituent (Bouleau pubescent et Pin à crochets notamment). L'Atlas de la flore d'Auvergne (ANTONETTI *et al.* 2006) fait la synthèse de ces observations anciennes et rassemble les données les plus récentes sur le sujet, de même que la flore plus ancienne de GRENIER (1992).

La littérature phytosociologique relative aux tourbières d'Auvergne et des régions voisines a été explorée, mais l'intérêt des botanistes et phytosociologues s'est le plus souvent porté sur les groupements végétaux non arborés des bas-marais et haut-marais (VANDEN BERGHEN 1951, SOUCHON 1965, DELPECH 1980, GHESTEM & VILKS 1980, JULVE 1983, FOUCAULT 1986, HUGONNOT & GRAVELAT 2002, THÉBAUD & GOUBET 2009), même si des stades piquetés d'arbres y sont parfois décrits mais souvent rattachés à des groupements végétaux non arborés (THÉBAUD & GOUBET 2009). Dans les études botaniques et phytosociologiques anciennes, seul LUQUET (1926) traite des tourbières boisées mais il n'évoque que la pineraie de Pin à crochets (*Pinus uncinata*) de la tourbière de la Barthe. Plus récemment, BILLY (1997) évoque les peuplements de Pin sylvestre et à crochets sur tourbe, mais il les traite rapidement et de manière non exhaustive, considérant qu'elles sont toutes artificielles. Il nous faut bien entendu citer les travaux cartographiques, de suivis ou de caractérisation entrepris notamment par le Conservatoire botanique national du Massif central sur les sites comportant des tourbières boisées (SEYTRE 2011 au domaine du Sauvage en Margeride, SOBERCO Environnement 2008 pour site Natura 2000 FR8301079 « Sommets et versants orientaux de Margeride », PNR Livradois-Forez 2000 pour le site FR8301030 « Monts du Forez », LOUVRADOUX 2006 pour le site FR8302014 de Tessières, ONF Cantal 2011 pour le site FR8301068 « Gorges de la Rhue », MULOT 2006 pour la tourbière de Vienne (site FR8302002 « Tourbière du Haut-Livradois »)... Il n'est pas possible de citer l'intégralité des nombreuses études ayant porté sur des sites précis car elles sont riches d'informations mais très nombreuses (THÉBAUD *et al.* 2009 à Vienne, SEYTRE 2008 au domaine du Sauvage...).

Si les sapinières-boulaies à sphaignes qui croissent sur substrats tourbeux et paratourbeux en Auvergne sont l'objet d'une abondante littérature (LEMÉE 1995, THÉBAUD & LEMÉE 1995, THÉBAUD,

CUBIZOLLE & PÉTEL 2003, THÉBAUD 2006), les tourbières boisées n'ont pas fait l'objet d'une étude phytosociologique approfondie avant la synthèse récente de THÉBAUD *et al.* (2012), présentée en 2010 aux Rencontres végétales du Massif central. Les auteurs proposent un synopsis des végétations des tourbières acides du Massif central, incluant non seulement des stades pionniers héliophiles à *Betula pubescens* et/ou *Pinus sylvestris* de végétations des *Scheuchzerio-Caricetea fuscae* ou des *Oxycocco palustris-Sphagnetetea magellanici* mais aussi des tourbières boisées. Cette caractérisation phytosociologique des tourbières boisées s'inscrit dans le cadre plus large de la déclinaison du Prodrome des végétations de France jusqu'à l'association. Ce travail est actuellement en cours de réalisation, sous l'égide de la Société Française de Phytosociologie, pour les deux classes qui concernent les tourbières boisées (*Vaccinio myrtilli-Piceetea abietis* Braun-Blanq. in Braun-Blanq., G.Sissingh et Vlieger 1939 et *Alnetea glutinosae* Braun-Blanq. et Tüxen ex V.Westh., J.Dijk et Passchier 1946), avec un rendu prévu pour 2012 ou 2013.

La littérature portant sur les communautés végétales des tourbières boisées hors d'Auvergne et de ses marges immédiates a également été analysée, notamment pour comparer les groupements auvergnats à ceux que l'on peut rencontrer dans d'autres secteurs du Massif central comme le Pilat (CHOISNET 2007, RENAUX 2009), le plateau de Millevaches en Limousin (CHABROL & REIMRINGER 2011) et le Morvan (ROBBE 1993, ROYER *et al.* 2006), mais aussi en dehors du Massif central : Vosges (BCEUF 2012), Jura (RICHARD 1961, SCHMITT 1980, FERREZ *et al.* 2011), bassin parisien et Ardennes belges et françaises (MÉRIAUX *et al.* 1980, ROYER *et al.* 2006), Perche (PÉRERA 1997). Certaines de ces études compilent en outre des données phytosociologiques sur les tourbières boisées d'Europe occidentale et centrale, secteurs où ont été définies plusieurs associations citées en France (BCEUF 2012). Les tableaux de fréquence disponibles dans ces études et relatifs aux tourbières boisées de France, de Belgique, d'Allemagne et d'Europe centrale ont été utilisés afin de les comparer aux tourbières boisées identifiées en Auvergne et sur ses marges ; ils sont présentés en **annexe 4**.

L'étude des communautés végétales actuelles et de la dynamique des arbres dans les tourbières soulève la question de leur place dans l'histoire ancienne (mise en place progressive des végétations actuelles à la fin de la dernière glaciation, défrichements anciens) et plus récente (déprise agricole, changement climatique) de la végétation. Il est donc nécessaire de se pencher sur l'abondante littérature relative à l'histoire de la végétation en Auvergne et dans le Massif central, basée surtout sur la palynologie (BRAUN-BLANQUET 1923, ROUX 1908, LEMÉE 1955 & 1995, DAGET 1979, REILLE & PONS 1982, DE BEAULIEU, PONS & REILLE 1988, PONS, REILLE & DE BEAULIEU 1989, REILLE 1991a & b, CUBIZOLLE 1999 et 2006, ARGANT & CUBIZOLLE 2005, pour ne citer que quelques références) mais incluant pour certaines des éléments sur l'étude des macrorestes de bois (notamment LEMÉE 1995). Enfin, certains auteurs s'interrogent plus spécifiquement sur la dynamique ligneuse observée actuellement dans les tourbières et menant à l'installation d'une tourbière boisée (CUBIZOLLE & SACCA 2004, GOUBET 2007, CUBIZOLLE *et al.* 2008). Comme dans de nombreuses autres régions qui abritent ce type de milieux, la dynamique des ligneux dans les tourbières auvergnates fait l'objet de suivis menés depuis une dizaine d'année par le Conservatoire botanique national du Massif central (SEYTRE & HUGONNOT 2011 au marais de Limagne, SEYTRE 2011 au domaine du Sauvage, RENAUX 2010 à Moissac bas et Berbezit, CHOISNET & CELLE 2010 au mont Bar...). Nos conclusions sur la conservation et la dynamique des tourbières boisées s'enrichissent naturellement de l'expérience acquise par les gestionnaires de sites naturels auvergnats (CEN Auvergne, CEN Allier) ou en dehors de l'Auvergne (plateau ardéchois : GRÉGOIRE *et al.* 2010 ; Vosges DUCHAMP 2010).

L'analyse du déterminisme menant à l'installation d'une tourbière boisée, et notamment les questionnements sur le caractère naturel ou anthropique de la dynamique ligneuse, peut également s'enrichir des découvertes faites hors d'Auvergne. Les études portant sur l'indigénat du Pin à crochets dans les tourbières des Vosges (EDELDMANN 1985 notamment par étude de macrorestes), du Jura (ANDRÉ & ANDRÉ 2008) et des Pyrénées (BARTOLI 2007) apportent un éclairage nouveau sur les conclusions de REILLE & PONS (1982) et REILLE (1991a) sur les tourbières boisées à Pin d'Auvergne, puisque leur raisonnement et leurs conclusions avaient été très proches dans le Jura, les Vosges et dans les Pyrénées (REILLE 1991b). Si les analyses portant spécifiquement sur les macrorestes sont encore rares en Auvergne (GOUBET à paraître à la Godivelle), les résultats obtenus dans les tourbières de l'Ain (GOUBET 2010), des Vosges (EDELDMANN 1985) et de la Forêt Noire (HÖLZER & HÖLZER 1994, 1995 et 2006) sont également à prendre en compte. Les travaux de l'équipe de HÖLZER ayant produit une littérature très abondante en langue allemande et anglaise, ceux-ci n'ont pu être pris en compte que très partiellement, faute de temps.

Il peut paraître hasardeux de prime abord de comparer une tourbière auvergnate à une tourbière d'une autre région française, voire de contrées plus lointaines, mais l'exercice peut être riche d'enseignements si on a conscience de ses limites, liées aux spécificités locales, biogéographiques ou historiques. En effet, les tourbières sont des végétations azonales de déterminisme et de composition floristique proche à l'échelle de toute l'Europe (RYDIN & JEGLUM 2006). Le fond floristique est le même, en dehors de différentielles géographiques comme *Erica tetralix* pour les régions atlantiques et des espèces comme *Ledum palustre*, *Trientalis europaea*, *Calla palustris*, *Andromeda calyculata* ou *Linnaea borealis* pour les régions boréales et continentales. À l'heure où l'on s'interroge sur ce caractère naturel ou artificiel des tourbières boisées, il n'est ainsi pas dénué d'intérêt de s'interroger sur la présence de tourbières boisées dans des régions peu impactées par les activités humaines (KATZ 1926 pour la Russie centrale, OSVALD 1923 pour la Suède). Ceci est d'autant plus intéressant que certaines études remontent à des périodes bien antérieures aux années 1950 et que les changements climatiques actuellement en œuvre n'étaient pas encore significatifs à cette époque (GIEC 2007). L'analyse des mentions anciennes de boisements tourbeux en Auvergne, déjà évoquée plus haut, est également intéressante à ce titre. Enfin, on peut faire appel aux modèles théoriques relatifs à la dynamique de la végétation dans les tourbières mais il faut garder à l'esprit qu'ils ont été bâtis hors d'Auvergne (VON POST & SERNANDER 1910, OSVALD 1923, MOORE & BELLAMY 1974, OHLSON *et al.* 2001).

3.2. – Recherche de relevés phytosociologique dans le système d'information dédié à la flore sauvage et à la végétation du Massif central Chloris®

Avant toute prospection phytosociologique et écologique nouvelle, il convient d'analyser les relevés phytosociologiques disponibles dans le système d'information Chloris®. Les relevés correspondant aux critères suivants ont été recherchés dans Chloris® :

- Rattachement au code CORINE biotopes 44.A et/ou ;
- Rattachement au code EUR 27 91D0* et/ou ;
- Alliance phytosociologique du ***Betulion pubescentis*** et/ou ;
- Présence de Sphaignes avec couvert de *Betula pubescens* et/ou *Pinus* sp.

Ceci a permis d'extraire 30 relevés en Auvergne (dont 4 en Haute-Loire, 21 dans le Puy-de-Dôme, 2 dans l'Allier et 3 dans le Cantal), ainsi que 13 autres relevés supplémentaires dans la Loire, 7 en Ardèche, et 50 relevés sur le plateau de Millevaches en Limousin. Parmi ces 100 relevés, 8 ont été mis de côté (dont seulement 3 d'Auvergne) car le recouvrement des arbres et arbustes hauts était inférieur à 25% (relevés 41858, 27413, 446558 et 27414), parce qu'ils étaient hétérogènes (25057, 335097 et 335143) ou encore dominés par l'Épicéa (343269). Certains relevés se sont avérés après analyse ne pas être des tourbières boisées (voir § 4.1.). Ces relevés sont assez récents puisqu'un seul était antérieur aux années 2000 (1999), la majorité des autres étaient postérieurs à 2005.

D'autres relevés ont été rassemblés afin de comparer les relevés recueillis dans les tourbières boisées aux végétations proches avec lesquelles on peut les confondre. L'objectif est de mieux faire ressortir les caractéristiques des tourbières boisées. Ainsi, 25 relevés de sapinières à sphaignes (rattachées *a priori* à l'habitat 9410-7 et 9410-8 et non aux « Tourbières boisées » du 91D0*) et 14 relevés de saulaies à sphaignes et/ou colonisant des radeaux à *Menyanthes trifoliata* (ne relevant *a priori* pas de la directive « Habitats ») ont été ajoutés au jeu de données. L'opportunité de rattacher les sapinières-boulaies à sphaignes à l'habitat « Tourbières boisées » ayant été soulevée par certains opérateurs de sites Natura 2000, le but est donc également de confirmer ou non la pertinence du rattachement des sapinières-boulaies à sphaignes à l'habitat élémentaire 9410 (Forêts acidophiles à *Picea* des étages montagnard à alpin (*Vaccinio-Piceetea*)).

Au total, 131 relevés ont ainsi rassemblés, dont 92 qui étaient classés comme des tourbières boisées. Parmi ces relevés, les bryophytes n'étaient pas identifiées sur 62 relevés (dont 9 correspondant à des tourbières boisées auvergnates et 44 à des tourbières boisées du Limousin ou de Rhône-Alpes). En outre, ces relevés n'incluaient pas de données écologiques, telles que la présence de tourbe. Il s'est

donc avéré indispensable de réaliser un nombre important de relevés phytosociologiques et écologiques supplémentaires, l'exploitation des relevés existant n'étant pas suffisante.

3.3. – Prospections phytosociologiques et écologiques

3.3.1. – Plan d'échantillonnage

Le plan d'échantillonnage établi pour réaliser ces relevés supplémentaires dans les tourbières boisées d'Auvergne s'est appuyé sur la cartographie de l'habitat dans le réseau Natura 2000, l'ensemble des cartographies de sites Natura 2000 ayant été rassemblé par le Conservatoire botanique national du Massif central sous système d'information géographique. 12 sites auvergnats sur lesquels l'habitat « Tourbières boisées » a été cartographié ont ainsi été identifiés, et ont fait l'objet de relevés sauf si des relevés suffisamment complets (identification des bryophytes) y avaient été effectués par le Conservatoire botanique national du Massif central dans les 6 ans passés. Ces sites Natura 2000 sont les suivants. (La présence de l'habitat 91D0* n'est mentionnée que pour les 8 premiers dans la base de données Natura 2000 du site de l'Inventaire national du patrimoine naturel (SPN-MNHN), <http://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/recherche>. Il apparaît en plus dans les documents d'objectif sur les autres sites.)

- FR8301019 - Monts de la Madeleine ;
- FR8301030 - Monts du Forez ;
- FR8301040 - Cézallier Nord ;
- FR8301045 - Bois Noirs ;
- FR8301060 - Zones humides de la région de Riom-es-Montagne ;
- FR8301068 - Gorges de la Rhue ;
- FR8301069 - Aubrac ;
- FR8302002 - Tourbière du haut-Livradois : complexe tourbeux de Vireennes ;
- FR8301079 - Sommets et versants orientaux de Margeride »
- FR8302014 - Site de Tessières.
- FR8301039 - Artense ;

Les versants ligériens des massifs parcourus compte également des sites Natura 2000, qui ont fait l'objet de quelques relevés complémentaires. Il s'agit des sites FR8201756 « Parties sommitales du Forez et Hautes-Chaumes » jouxtant le site FR8301030 « Monts du Forez » et FR8201757 « Forêts et tourbières des monts de la Madeleine » jouxtant le site FR8301019 « Monts de la Madeleine ».

L'échantillonnage a été complété par l'inventaire des tourbières d'Auvergne effectué par VILLARET (1987), puisque le rapport mentionnait le type de végétation rencontré sur chaque tourbière (dont les faciès boisés). Des rapports portant sur certains sites ont également été utilisés, comme le rapport de POUVARET (2007) qui mentionne des tourbières méconnues et n'ayant pas fait l'objet de relevés, ou encore celui de THÉBAUD (2009) sur la tourbière de Vireennes. Enfin, il s'est enrichi des indications de Laurent LATHUILLIERE, Mickaël LE COQUEN et Laure PÉLISSIER de l'Office national des forêts (Direction Territoriale Centre-Ouest-Auvergne-Limousin), et de Lionel PONT (Réserves naturelles nationales des Sagnes de La Godivelle & Rocher de la Jaquette).

3.3.2. – Relevés phytosociologiques

57 relevés phytosociologiques et écologiques ont été réalisés en Auvergne entre le 6 juillet et le 12 octobre 2011 pour cette étude (5 dans l'Allier, 16 dans le Cantal, 4 en Haute Loire et 32 dans le Puy-de-Dôme). 10 relevés supplémentaires ont en outre été effectués sur des tourbières situées dans la Loire, à proximité de la limite administrative de la région Auvergne. Ces relevés correspondent à des végétations rares et/ou peu typiques en Auvergne, avec pour objectif de mieux les caractériser.

Ces relevés phytosociologiques ont été réalisés selon la méthode sigmatiste, avec établissement d'une liste d'espèces et affectation pour chaque espèce de coefficients d'abondance-dominance et de coefficients de sociabilité.

L'échelle d'abondance-dominance appliquée est celle proposée par BRAUN-BLANQUET (1921, 1928), amendée et complétée :

- 5 : recouvrement supérieur aux 3/4 (75%) de la surface, abondance quelconque ;
- 4 : recouvrement de 1/2 (50%) à 3/4 (75%) de la surface, abondance quelconque ;
- 3 : recouvrement compris entre 25 % et 50 % de la surface, abondance quelconque ;
- 2 : très abondant ou recouvrement compris entre 5 % et 25 % ;
- 1 : abondant mais avec un faible recouvrement, compris entre 1 et 5% (ou assez peu abondant avec un recouvrement plus grand) ;
- + : peu abondant, recouvrement très faible ;
- r : très peu abondant, recouvrement très faible ;
- i : un individu.

L'échelle de sociabilité appliquée est celle proposée par BRAUN-BLANQUET (1918) :

- 5 : en peuplements (peuplement très dense ou serré et continu) ;
- 4 : en petites colonies (petites colonies, larges touffes discontinues) ;
- 3 : en troupes (groupes étendus, touffes moyennes espacées) ;
- 2 : en groupes (groupes restreints, petites touffes par exemple quelques tiges confluentes seulement) ;
- 1 : isolément (individus isolés et très dispersés).

Les flores utilisées pour l'identification des végétaux vasculaires lors de cette étude sont celles de LAMBINON J. *et al.* 1999, RAMEAU *et al.* 1993, ainsi que pour les bouleaux celles de COSTE (1901, 1903 et 1904) et de Flora europaea (TUTIN *et al.* 2001). La nomenclature des plantes vasculaires suit l'**Index de la flore vasculaire** (Trachéophytes) **du Massif central** mis à jour par le Conservatoire botanique national du Massif central dans le cadre du système d'information CHLORIS[®], basé sur le **Référentiel taxonomique des plantes vasculaires de France métropolitaine** (version 01aa du 10/02/2005) [issu de l'Index de la flore de France (BDNFF), version 3.02 de septembre 2003, constituant la mise à jour (B. BOCK, Tela Botanica) de l'Index synonymique de la flore de France (dit "Index de Kerguélen") de M. KERGUÉLEN (1999)] et mis à jour selon la version 4 d'avril 2005 de l'Index de la flore de France (BDNFF) et les évolutions taxonomiques et nomenclaturales publiées depuis.

Les Bryophytes terricoles ont été prises en compte et identifiées par Jaoua CELLE, Vincent HUGONNOT et Benoît RENAUX (Conservatoire botanique national du Massif central). En dehors de quelques taxons d'identification aisée qui ont été identifiés sur le terrain, les bryophytes ont fait l'objet d'une identification en laboratoire à l'aide du matériel optique approprié. La nomenclature des mousses suit HILL *et al.* (2006), celle des hépatiques ROS *et al.* (2007).

3.3.3. – Géolocalisation et données écologiques relevés sur le terrain

En plus des données floristiques, les relevés ont été localisés par GPS (GPS Garmin eTrexVista, précision inférieure à 10 m).

Un ou plusieurs sondages ont été effectués à la tarière pédologique à main, sur 130 cm de profondeur (tarière de type « Edelman » de diamètre 5 cm). Ce sondage permet de noter la présence de tourbe sur le relevé, de mesurer son épaisseur et d'estimer le type de tourbe constituant le profil pédologique (tourbe fibrique, messique ou saprique, couleur de la tourbe). Il s'agit bien entendu là d'une estimation à dire d'expert, une détermination fine du type de tourbe devant se faire en laboratoire, ce qui n'avait pas été prévu pour cette étude. L'intérêt est de s'assurer de la présence de tourbe puisqu'il s'agit là d'un critère de détermination de l'habitat (voir § 2.3.6.), mais aussi de caractériser les tourbières boisées rencontrées sur un plan écologique (type et épaisseur de tourbe).

Le type de tourbière a en outre été renseigné sur le terrain, selon la typologie proposée par CUBIZOLLE (2005) pour les tourbières du Massif central. Ce classement effectué sur le terrain et la description du milieu physique ont été complétés par les données rassemblées dans cet ouvrage pour de nombreuses tourbières d'Auvergne et de ses marges ligériennes, ou plus ponctuellement par d'autres études relatives à certaines tourbières visitées (THÉBAUD 2009 pour la tourbière de Vireennes, REILLE 1991a sur la Barthe, *etc.*...). Le type de tourbières a ainsi été identifié, avec en

premier lieu une distinction entre les tourbières ombrotrophes (alimentation en eau par les seules précipitations atmosphériques, avec déconnexion par rapport à la nappe, et donc très oligotrophe) et minérotrophes (alimentation par des eaux de ruissellement et par la nappe souterraine en majorité, avec une eau enrichie en éléments minéraux en provenance du sous-sol). Parmi les situations ombrotrophes, les zones d'ombrotrophisation sur tourbière plate ont été distinguées des tourbières bombées ou des tourbières ombrotrophes de pente, avec épaisseur souvent importante de tourbe et un profil topographique convexe. La situation en bordure de bombement (mais toujours en situation ombrotrophe et non pas sur le lagg ou pseudolagg) a si nécessaire été précisée. Les différentes situations minérotrophes ont été mentionnées, avec si possible distinction des différents cas de figure : localisation au niveau du lagg ou pseudo-lagg (dépression périphérique d'une tourbière bombée), situation topogène (vallée, dépression avec drainage positif), soligène (alimentation en eau par une résurgence d'eau le long d'une pente), limnogène (tourbière de bord de lac).

Le type de microtopographie sur la placette a été noté (présence de buttes de sphaignes plus ou moins importantes, présence de touradons, microtopographie plane). Les habitats présents au contact ont également été notés.

Enfin, des données sur la hauteur du peuplement, la structure du peuplement forestier ⁴ et l'état de conservation de l'habitat sur le site ont été renseignées. Pour ce dernier point, l'abondance de bois mort sur le relevé et la surface occupée par l'habitat sur le site (caractère fragmentaire ou au contraire bien exprimé) ont été notées.

3.4. – Analyse des relevés

Les **198** relevés phytosociologiques ont été réunis dans un tableau phytosociologique (**annexes 1 et 2**). Leur localisation géographique est présentée en **annexe 5**, avec en outre des cartes météorologiques. Ils ont fait l'objet d'une Analyse factorielle des correspondances (AFC) sur le logiciel GINKGO^{®5} basée sur les données en abondance-dominance (le coefficient de sociabilité n'a pas été analysé). Pour chaque relevé, la distinction des différentes strates a été simplifiée, de manière à limiter le « bruit » lié à la structure du peuplement. Pour les essences forestières⁶, les semis n'ont pas été conservés dans l'analyse. Pour les autres espèces, seul le coefficient le plus élevé parmi toutes les strates a été affecté à l'espèce car nous ne disposons par d'un coefficient d'abondance toute strate confondu dans les relevés. Enfin, les espèces présentes une seule fois n'ont été conservées que lors des premières analyses, et éliminées ensuite.

3.5. – Classification phytosociologique

La classification phytosociologique suit le Prodrôme des végétations de France (BARDAT *et al.* 2004) jusqu'au niveau de la sous-alliance. Cette classification est actuellement en cours de déclinaison jusqu'à l'association, sous l'égide de la Société française de phytosociologie (le rendu est prévu pour fin 2012-2013).

⁴ Classe(s) de diamètre dominante(s) dans le peuplement. Ces classes de diamètre (mesurés à 1,3 m de hauteur) sont celles utilisées couramment utilisées en sylviculture : gaules entre 2,5 cm à 7,4 cm de diamètre, perches entre 7,5 cm à 17,4 cm de diamètre, petit bois entre 17,5 cm à 27,4 cm de diamètre, bois moyen entre 27,5 cm à 47,4 cm de diamètre.

⁵ GINKGO[®] est un logiciel d'analyse statistique libre développé par les départements de biologie végétale et de statistique de l'Université de Barcelone. Il fonctionne sous environnement Java[®] et est téléchargeable gratuitement à l'adresse suivante : <http://biodiver.bio.ub.es/ginkgo/Ginkgo.htm>.

⁶ Les taxons suivants ont été considérés comme des essences forestières dont les individus adultes (strate arborée ou arbustive haute) peuvent être dominants ou codominants et structurer le peuplement : *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*, *Alnus glutinosa*, *Betula alba*, *B. pendula*, *B. x aurata*, *Fagus sylvatica*, *Picea abies*, *P. sitchensis*, *Pinus strobus*, *P. sylvestris*, *P. uncinata*, *Populus tremula*, *Pseudotsuga menziesii*, *Quercus sp.*, *Q. petraea*, *Q. robur*, *Salix acuminata*, *S. aurita*, *S. caprea*, *S. cinerea*, *Sorbus sp.*, *S. aria*, *S. aucuparia*, *S. x thuringiaca*.

4. – RÉSULTATS

4.1. – Analyse statistique des relevés

4.1.1. – Premiers résultats et interprétation des axes

L'analyse statistique des 195 relevés rassemblés pour cette étude (dont 67 relevés originaux réalisés à cette occasion) a permis de mettre en évidence les différents groupements végétaux des tourbières boisées auvergnats, et leurs liens avec les groupements forestiers voisins (à sphaignes, tourbeux ou paratourbeux). Les groupements mis en évidence sont présentés en **annexe 3**.

Après une première analyse factorielle des correspondances (AFC), les 16 relevés les plus atypiques ont été isolés. Seuls deux relevés réalisés pour cette étude et ne correspondant pas à des tourbières boisées (463889 et 463892) sont concernés, les autres sont des relevés issus de la bibliographie et de Chloris® qui étaient identifiés d'emblée comme n'étant pas des tourbières boisées mais étaient destinés à mettre en évidence les limites de cet habitat. Ces relevés correspondent pour la plupart à des saulaies marécageuses du *Salicion cinerea*, mais on compte aussi quelques sapinières.

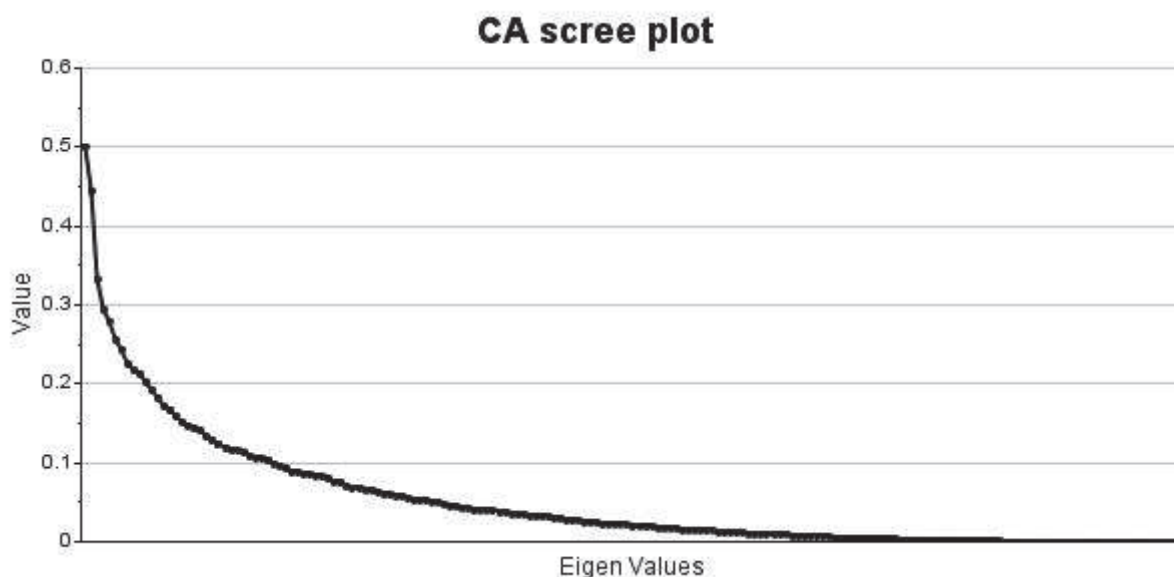


Figure 1 – Contributions des axes de l'AFC réalisée sur 179 relevés.

Une seconde AFC portant sur 179 relevés est effectuée. D'après l'analyse de la contribution de chaque plan factoriel (voir figure 1), l'interprétation des résultats de l'AFC se concentre sur les 2 premiers axes.

L'axe 1 peut être interprété comme un axe essentiellement trophique, avec les niveaux les plus riches pour les faibles valeurs (présence des espèces méso- et eutrophiles des groupes 7 et 8 de la figure 3, voir § 4.1.2. et 4.1.3.) et les milieux oligotrophes pour les valeurs élevées (présence des espèces ombrotrophiles et acidiphiles strictes du groupe 1 de la figure 3, voir § 4.1.5.). La présence d'espèces alticoles comme *Empetrum nigrum* pour les valeurs élevées et de collinéennes atlantiques (groupe 8 de la figure 3, voir § 4.1.4.) donne également une dimension chorologie et altitudinale à cet axe, avec les relevés du Limousin aux faibles valeurs et les relevés des monts Dore, du Forez, des monts de la Madeleine et des Bois Noirs aux valeurs élevées.

L'axe 2 est lié apparemment à deux caractéristiques écologiques qu'il est délicat de distinguer. On remarque d'une part que les sapinières avec leur cortège de sciaphiles et de bryophytes humicoles sont localisées dans les valeurs élevées de l'axe 2 (groupes 5 et 6 de la figure 3, voir § 4.1.3.), et que

les espèces héliophiles des forêts claires des radeaux (groupe 3 de la figure 3, voir § 4.1.5.) et des tourbières bombées (groupe 1 de la figure 3, voir § 4.1.5.).

Cette analyse des résultats de l'AFC permet en premier lieu de circonscrire les limites de l'habitat « Tourbières boisées » par rapport aux groupements proches avec lesquels la confusion est possible : il s'agit de saulaies marécageuses ou de sapinières, à bouleau pubescent et sphaignes sur substrat tourbeux ou para tourbeux (voir § 4.1.2 et voir § 4.1.4). Ceci permet en outre de manière très concrète d'identifier des relevés et secteurs identifiés par erreur comme des tourbières boisées sur certains sites Natura 2000, afin d'améliorer la connaissance de cet habitat sur ces sites. L'analyse se concentre ensuite sur les tourbières boisées d'Auvergne dont elle s'attache à distinguer les différents groupements (voir § 4.1.5.).

4.1.2. – Les saulaies-boulaies marécageuses

Le premier ensemble (groupe 7 sur la figure 2) ressortant fortement correspond aux relevés du **Salicion cinerea** mésotrophile, ajoutés au jeu de donnée pour fixer une limite entre les tourbières boisées les plus riches et ces saulaies marécageuses qui ne relèvent pas de la directive « Habitats ». Les 4 relevés provenant de l'étang de Moissac-bas ont rapidement été mis de côté, car ils ressortaient encore plus fortement du lot. Ces relevés sont marqués par la présence d'un groupe d'espèces (groupe 7 sur la figure 3) des milieux humides à tendance eutrophe (*Lysimachia vulgaris*, *Ranunculus repens*, *Deschampsia cespitosa*, *Polygonum bistorta*, *Juncus effusus*, *Ranunculus flammula*, *Filipendula ulmaria*) ainsi que d'espèces des forêts humides mésotrophiles (*Equisetum sylvaticum*, *Athyrium filix-femina*, *Geum rivale*, *Cardamine amara*). Les sphaignes sont rares et lorsqu'elles sont présentes il s'agit généralement de *Sphagnum palustre*, espèce à large amplitude trophique. Le sol est généralement caractérisé par la présence d'un hydromoor, humus hydromorphe noir et souvent odorant (odeur de vase), pas (ou très peu) fibreux. Un groupe de relevés marque la transition entre les saulaies marécageuses du **Salicion cinerea** et les tourbières boisées. Cet ensemble ne semble pas devoir être rattachés à cet habitat. Il s'agit certes de Boulaies à sphaignes, et le sol est parfois tourbeux ou paratourbeux, mais le cortège caractéristique des tourbières boisées (voir § 2.3.6.) est absent ou largement dominé par celui des prairies humides méso à eutrophiles (faciès souvent dominé par *Juncus effusus*, avec présence de *Caltha palustris*, *Deschampsia cespitosa*, *Polygonum bistorta*...). On constate la même transition que celle observée en milieu prairial entre les prairies humides des **Potentillo anserinae-Polygonetalia avicularis** Tüxen 1947 ou du **Calthion palustris** Tüxen 1937 et les bas-marais du **Juncion acutiflori** Braun-Blanq. in Braun-Blanq. et Tüxen 1952.

Il s'agit :

- du relevé 463927 réalisé au domaine du Sauvage en bord de la Virlogeux sur le site Natura 2000 FR8301079 « Sommets et versants orientaux de Margeride », sur un secteur cartographié en Tourbière boisée (SOBERCO Environnement 2008) mais qui n'est pas assez typique et trop peu densément boisé (les secteurs boisés sont le plus souvent mésophiles) ;
- de deux relevés (463787 et 463789) réalisés en contrebas du col des Supeyres dans un secteur cartographié en Tourbière boisée (PNR Livradois-Forez 2000) et qui abrite effectivement cet habitat sur de petites surfaces (relevés 463785 et 463783) ;
- d'un relevé réalisé sur le même site Natura 2000 dans un secteur situé en contrebas des Jasseries de la Croix Fossat (463799), supposé abriter des tourbières boisées (PNR Livradois-Forez 2000) mais qui n'en abrite pas (le secteur situé entre les vastes tourbières du plateau de Pégron, les Jasseries des Reblats et celles de la Croix Fossat a été parcouru sans succès, l'ensemble de ces tourbières très vaste était extrêmement peu boisé) ;
- d'un relevé (341659) situé le long du ruisseau de Bioude sur le « site de Tessières » (FR8302014) et classé par erreur en Tourbière boisée (l'habitat est en outre cartographié par LOUVRADOUX (2006) sur ce site) ;
- d'un relevé provenant de la périphérie de la tourbière de la Barthe, site abritant par ailleurs de belles tourbières boisées (335144, 335136, 463820, 463817 et 463815).

Deux relevés situés hors d'Auvergne et ajoutés au jeu de données s'avèrent ne pas relever non plus de l'habitat 91D0*. Il s'agit d'un relevé du plateau de Saint-Agrève (392055) classé par erreur dans cet habitat, et d'un relevé de boulaie à sphaignes provenant de Chausseterre (256967) et que son auteur n'avait fort justement pas rattaché aux tourbières boisées.

Figure 2 – Projection des relevés sur les deux premiers axes de l'AFC réalisée sur 179 relevés en abondance dominance. Les groupes identifiés (de 1 à 8) sont explicités dans les paragraphes 4.1.1 à 4.1.5.

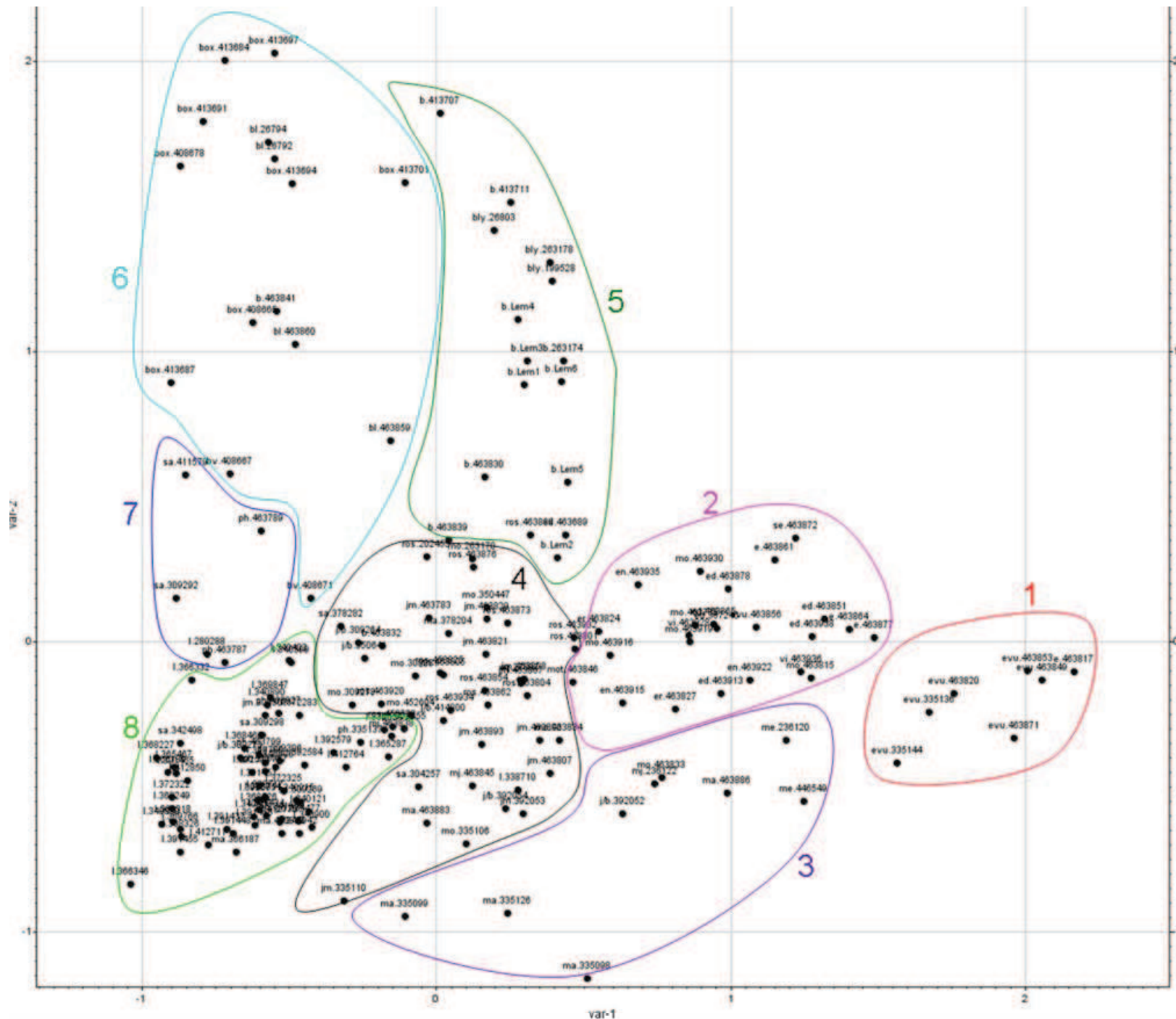
Le numéro du relevé est précédé par le rattachement du relevé au type de végétation tel qu'il est défini dans cette étude (voir §4.2. pour les tourbières boisées d'Auvergne, §4.1.2. à 4.1.4 pour les autres habitats). Ce code est repris dans le tableau phytosociologique

Tourbières boisées auvergnates

- Tourbière boisée ombrotrophile de Pin à crochets ou de Pin sylvestre à Linaigrette vaginée et Airelle des marais (evu)
- Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée : variante typique (e), variante dégradée à Framboisier (er), variante à Canche flexueuse (ed), variante à Laïche hérisson et Potentille dressée (en)
- Pineraié paratourbeuse de Pin sylvestre à Airelle rouge (vi)
- Tourbière boisée de Pin sylvestre et Bouleau pubescent à Molinie bleue (mo)
- Tourbière boisée tremblante de Pin sylvestre et de Bouleau pubescent à Trèfle d'eau : variante jeune très tremblante (mj), variante atterrie (ma), variante à Linaigrette à feuilles étroites (me)
- Tourbière boisée minérotrophile de Pin sylvestre et de Bouleau pubescent à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore : variante à Laïche à utricules rostrés (ros), variante à Jonc acutiflore (jm), variante sciaphile de transition vers les sapinières à sphaignes (j/b)

Autres groupements :

- Tourbière boisée collinéenne du plateau de Millevaches (l)
- Sapinière-boulaie à sphaignes du Betulo-Abietetum (b), avec variante à Violette des marais et Agrostis des chiens (bv) ;
- Sapinière du Lycopodio-Abietetum (bly)
- Sapinière du Blechno-Abietetum (bl) avec variante à Oxalis petite oseille (box) ;
- Saulaie marécageuse (sa) et boulaies-pineraiés avec sous étage de type « prairie humide » (ph).



4.1.3. – Les sapinières-boulaies à sphaignes

Deux autres ensembles ressortent fortement (groupes 5 et 6 et sur la figure 2). Ils sont constitués par des relevés de sapinières oligotrophiles à mésotrophiles à sphaignes. La plupart sont issus de la bibliographie (LEMÉE 1995) et/ou de Chloris® et avaient été identifiés dans Chloris® comme des sapinières hygrophiles, ne relevant pas *a priori* pas de l'habitat « Tourbières boisées ». Leur point commun en plus de la présence - parfois discrète- dans la strate arborée du Sapin pectiné (*Abies alba*) voir de quelques hêtres très dispersés (*Fagus sylvatica*) est de rassembler un ensemble d'espèces forestières acidiphiles à acidoclinophiles (*Rubus* groupe *fruticosus*, *Rubus* sous-section *Glandulosi*, *Oxalis acetosella*, *Prenanthes purpurea*, *Lonicera nigra*, *Sorbus aucuparia*, *Luzula sylvatica*, *Listera cordata*, *Blechnum spicant*, *Dryopteris carthusiana*, *D. dilatata*), dont des bryophytes liées aux processus d'humification (*Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Rhytidiadelphus loreus*, *R. triquetrus*, *Dicranum scoparium*, *Polytrichum formosum*, *Thuidium tamariscinum*, *Ptilium crista-castrensis*, *Hypnum cupressiforme*).

4 groupes de relevés avaient été identifiés dans ces sapinières à sphaignes. Le premier ensemble de 3 relevés correspond à l'aile hydrocline des sapinières oligotrophiles du ***Lycopodio annotini-Abietetum albae*** (Thébaud 1988) Thébaud 1996. Dans les Cahiers d'habitat, ces sapinières froides non installées sur tourbe sont rattachées au 9410-7 (« Sapinières hyperacidiphiles, mésophiles, froides à Lycopodes »), et référence est faite à THÉBAUD 1988 comme à THÉBAUD & LEMÉE 1995.

Le second ensemble rassemble 14 relevés de sapinières à sphaignes (*Sphagnum flexuosum*, *S. palustre*, *S. squarrosum*...) du ***Betulo pubescentis-Abietetum albae*** Lemée ex Thébaud 2006. Les relevés 408667 et 408671 pourraient constituer une variante moins acidiphile du ***Betulo pubescentis-Abietetum albae***, avec Violette des marais (*Viola palustris*) et Agrostis des chiens (*Agrostis canina*). La position synsystématique du ***Betulo pubescentis-Abietetum albae*** semble poser des problèmes puisque ses auteurs la place successivement dans le ***Piceion excelsae*** (notamment le ***Vaccinio vitis-idaeae-Abietenion*** *albae* Oberd. 1962, dans THÉBAUD & LEMÉE 1995), le ***Betulion pubescentis*** (typification dans THÉBAUD 2006) ou encore ces deux alliances à la fois selon les variantes (THÉBAUD *et al.* 2012), ce qui sous impliquerait une partition en deux associations distinctes sur la base des deux variantes proposée (variante mésophile placée dans le ***Piceion excelsae*** et variante mésohygrophile dans le ***Betulion pubescentis***). C'est cet ensemble qui est le plus proche des tourbières boisées minérotrophiles décrites dans le § 4.1.5 et 4.2 (groupe 4 sur la figure 2), avec parfois une transition subtile entre les deux puisqu'ils sont liés dynamiquement (voir partie 5), notamment le relevé 2 de LEMÉE (1995). C'est sur la base des Cahiers d'habitats que cette association est rattachée à l'habitat élémentaire 9410 (Forêts acidophiles à *Picea* des étages montagnard à alpin (*Vaccinio-Piceetea*). Malgré l'absence chorologique de l'Épicéa commun (*Picea abies*), la position proposée dans les Cahiers d'habitats pour les sapinières hyperacidiphiles sur tourbe du ***Betulo pubescentis-Abietetum albae*** (9410-8) peut se justifier car cette association relève de la classe des ***Vaccinio myrtilli-Piceetea abietis***⁷. Un rattachement des sapinières à sphaignes sur tourbe aux « Tourbières boisées » (91D0*) aurait également pu se défendre sur des bases écologiques (épaisseur importante de tourbe) et floristiques (présence d'espèces en commun), comme nous le verrons plus loin (§ 5.2.).

On distingue ensuite 2 autres groupements moins oligotrophiles et turficoles. L'un correspond clairement au ***Blechno spicantis-Abietetum albae*** Billy 1997 *nom. inval.* Cette sapinière hygrophile montagnarde, vicariante de l'***Alnion incanae*** Pawł. *in* Pawł., Sokolowski et Wallisch 1928 (***Ranunculo aconitifolii-Alnetum glutinosae*** Billy 1997 *nom. inval.*), borde les ruisseaux et ruisselets des vallons montagnards forestiers sur roches acides en contexte de sapinière et sapinière-hêtraie. Le groupement mis en évidence dans nos relevés est caractérisé par l'abondance des fougères acidiphiles à acidoclinophiles (*Blechnum spicant*, *Dryopteris dilatata*, *D. carthusiana*, *Athyrium filix-femina*) et d'espèces liées aux eaux courantes (*Ranunculus aconitifolius*). Ce contingent d'espèces sciaphiles des bords de ruisseaux se renforce encore dans un second groupement avec *Carex remota*, *Myosotis* groupe *scorpioides*, *Chrysosplenium oppositifolium*, *Impatiens noli-tangere*, *Stellaria nemorum*, *Stellaria alsine*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Lysimachia nemorum*. Il est proche de la « Sapinière montagnarde des cours d'eaux à Fougère femelle et Doronic d'Autriche » décrite par LE HÉNAFF 2010 dans le site Natura 2000 FR8301091 « Dore, Faye, Couzon ». L'auteur l'avait considéré comme une variante du ***Blechno spicantis-Abietetum albae***, avis que nous suivons également. Il s'agit ici d'une variante à *Oxalis* petite oseille (*Oxalis acetosella*). Ce ***Blechno spicantis-Abietetum albae*** n'abrite des sphaignes que dans sa variante de transition vers les groupements tourbeux. Il s'agit alors de sphaignes minérotrophiles comme *Sphagnum flexuosum*, *S. palustre*, *S. squarrosum* ou *S. inundatum*. Il est lié à des

⁷ La conclusion est la même pour le ***Lycopodio annotini-Abietetum albae*** (9410-7) dans (THÉBAUD & LEMÉE 1995, THÉBAUD 2006). La question reste entière pour les sapinières du ***Blechno spicantis-Abietetum albae*** évoquées plus loin, et une étude exhaustive des forêts du 9410 en Auvergne s'avère nécessaire.

eaux courantes bien oxygénées et on n'observe pas la formation de tourbe (un hydromoor noir est généralement présent).

Si la majorité des relevés qui se rattachent à ces sapinières avaient bien été identifiés par leurs auteurs comme des sapinières hygrophiles ne relevant pas de l'habitat « Tourbières boisées » selon les Cahiers d'habitats, 6 relevés ont été réalisés cette année dans des secteurs de sites Natura 2000 cartographiés comme des tourbières boisées (ONF Cantal 2011, PNR Livradois-Forez 2000). Il s'agit de boulaies-sapinières tourbeuses à sphaignes, localisées en forêt de Trémouille (relevés 463832 et 463830) sur le site Natura 2000 FR8301039 « Artense », un peu plus au sud en forêt d'Algère (relevés 463841 et 463839) sur le site FR 8301068 « Gorges de la Rhue », et enfin dans le Forez au bord du ruisseau du Sapet (relevés 463859 et 463860) sur le site FR8301030 « Monts du Forez ». Les relevés 463859 et surtout le 463860 (Forez) sont manifestement à rattacher au *Blechno spicantis-Abietetum albae*, même s'il s'agit d'un faciès jeune dans lequel le sapin est rare. Le contexte écologique de bord de ruisseau correspond parfaitement. Ces deux relevés bordant le ruisseau du Sapet ne relèvent pas de l'habitat 91D0*. Le relevé 463841 (Algère) fait transition entre *Betulo pubescentis-Abietetum albae* et *Blechno spicantis-Abietetum albae*, mais sa position dans une dépression éloignée d'un petit cours d'eau et avec accumulation de tourbe incite à le rattacher au *Betulo pubescentis-Abietetum albae* dans une variante de basse altitude, et donc à l'habitat 9410-8 « Sapinières hyperacidiphiles à sphaignes ». L'autre relevé situé en forêt d'Algère (463839) et les deux relevés situés en forêt de Trémouille (463839 et 463830) sont proches du *Betulo pubescentis-Abietetum albae*. Ils marquent la transition entre l'habitat 91D0* « Tourbière boisée » et le 9410-8 « Sapinières hyperacidiphiles à sphaignes », mais nous opterions davantage pour le 9410-8.

4.1.4. – Les tourbières boisées du plateau de Millevaches

Cet ensemble de relevés du plateau de Millevaches rattachés à l'habitat « Tourbières boisées » (CHABROL & REIMRINGER 2011) n'est pas situé dans notre zone géographique d'étude. Il a été inclus dans notre jeu de données du fait de leur proximité géographique avec l'Auvergne, et donc de la possible proximité entre ces groupements végétaux et ceux de l'ouest de l'Auvergne.

On note en fait peu d'affinité entre les tourbières boisées du Limousin (groupe 8 sur la figure 2) et celles d'Auvergne. Dans les gorges de la Rhue [15], la tonalité collinéenne apportée par *Lonicera peryclimenum* et la présence de semis de *Quercus robur* reste très faible dans le relevé 463841 situé à 780 m d'altitude en forêt d'Algère (voir aussi § 4.1.3.). Le 463846, situé à 665 m d'altitude également dans cette partie du Cantal (la Bouboulie) est le seul à montrer une tonalité vraiment atlantique, avec la présence d'*Erica tetralix* (cette espèce a été vue sur une autre tourbière de ce secteur du Cantal, celle de Laquairie, mais dans une lande tourbeuse non boisée). Concernant les relevés du Limousin, le 366187 se rapproche nettement des tourbières boisées tremblantes de Pin sylvestre et de Bouleau pubescent à Trèfle d'eau observées en Auvergne (§ 4.2.5.), même si *Wahlenbergia hederacea* marque les influences climatiques atlantiques. L'abondance de *Carex rostrata* sur les relevés 338714, 391465 et 412770, rappelle les tourbières boisées de Pin sylvestre et de Bouleau pubescent à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore rencontrées en Auvergne, mais la présence de *Scutellaria minor* et *Carex laevigata* marque encore plus nettement le contexte climatique atlantique.

À ces rares exceptions près, les tourbières boisées d'Auvergne se distinguent donc de celles du Limousin par un lot important d'espèces différentielles (groupe 8 sur la figure 3), parmi les quelles on compte des espèces atlantiques (*Scutellaria minor*, *Carex laevigata*, *Wahlenbergia hederacea*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Ceratocarpus claviculata*, *Ulex minor*...), des espèces des ourlets et forêts acidiphiles hygrophiles (*Oxalis acetosella*) à mésophiles (*Pteridium aquilinum*, *Holcus mollis*, *Rubus fruticosus* et *Lonicera peryclimenum*). Cette dernière espèce a en plus un caractère collinéen. D'autres espèces sont communes avec les sapinières à sphaignes décrites plus haut (§ 4.1.3.), notamment les nombreuses espèces de fougères (*Blechnum spicant*, *Dryopteris carthusiana*, *D. dilatata*, *Athyrium filix-femina*).

CHABROL & REIMRINGER 2011 rattachent les tourbières boisées de Millevaches au *Sphagno-Betuletum pubescentis* Mériaux et al. 1980 décrits dans le Bassin parisien et les Ardennes (MÉRIAUX et al. 1980) et également cité dans le Perche (PÉRERA 1997). Il s'agit des sous-associations *typicum* et *agrostido-caricetosum* décrits par (MÉRIAUX et al. 1980). Le *Sphagno-Betuletum pubescentis* est proche du *Betuletum pubescentis* (Hueck 1929) Tüxen 1937, association constituant le type du *Betulion pubescentis* et de chorologie très large (voir § 2.3.5). On note également une forte proximité floristique forte avec l'*Holco-Betuletum pubescentis* (Tüxen 1937) Oberdorfer 1957 et surtout le *Periclymeno-Betuletum* (Tüxen 1937, Passarge 1956) Scamoni & Passarge 1959 d'Allemagne. Les tourbières boisées du Limousin et du Perche s'en distinguent par la présence des espèces atlantiques (et l'absence de *Vaccinium uliginosum*, présent

dans l'**Holco-Betuletum pubescentis**). Ces tourbières boisées correspondent à l'habitat générique 91D0-1.1, les boulaies tourbeuses de plaine, habitat manifestement absent d'Auvergne.

4.1.5. – Les tourbières boisées d'Auvergne

Une fois écartées les saulaies et boulaies marécageuses (§ 4.1.2.), les sapinières à sphaignes (§ 4.1.3.), et les tourbières boisées du Limousin, atlantiques et collinéennes, (§ 4.1.4.), l'essaim des tourbières boisées d'Auvergne se dessine. 4 groupes de relevés ressortent (groupes 1 à 4 sur la figure 2).

Le premier (groupe 1 sur la figure 2) est très bien individualisé. Il est constitué par des tourbières boisées à *Vaccinium uliginosum* et pour la plupart *Pinus uncinata*, situées sur des tourbières bombées ou plus rarement des tourbières ombrotrophes de pente. Un groupe d'espèces lui aussi bien individualisé (groupe 1 sur la figure 3) leur est étroitement associé. Il est constitué de *Pinus uncinata*, d'espèces ombrotrophiles (*Eriophorum vaginatum*, *Vaccinium uliginosum*, *V. groupe oxycoccus*, *Andromeda polifolia*, *Empetrum nigrum*, *Sphagnum capillifolium*, *S. rubellum*, *S. magellanicum*, *S. rubellum*, *Aulacomnium palustre*) et de quelques hyperacidiphiles mésophiles (*Vaccinium vitis-idaea*, *Calluna vulgaris*, *Leucobryum glaucum*, *Pleurozium schreberi*...), témoignant d'un caractère alticole, ombrotrophe et peu humide.

Le second groupe de relevé (2 sur la figure 2) s'appauvrit en espèces du groupe 1 et s'enrichit en espèces moins strictement lié aux tourbières ombrotrophes (2 sur la figure 3). Il comporte des espèces affines des bas-marais (*Sphagnum flexuosum*, *S. fimbriatum*), un lot important d'acidiphiles mésophiles (*Vaccinium myrtillus*, *Deschampsia flexuosa*, *Galium saxatile*, *Melampyrum pratense*, *Hylocomium splendens*, *Dicranum scoparium*) et des espèces du **Nardo strictae-Juncion squarrosi** (Oberd. 1957) H.Passarge 1964 (2bis). Ce groupe de relevés 2 est dont une déclinaison moins turfigène et parfois moins humide que le premier.

Le groupe 3 (figure 2) rassemble des relevés de tourbières limnogène, sur des radeaux tremblants plus ou moins atterris. Il est lié à un groupe d'espèces (3 sur la figure 3) caractéristiques de ces marais de transition du **Caricion lasiocarpae** (*Menyanthes trifoliata*, *Potentilla palustris*, *Equisetum fluviatile*, *Carex lasiocarpa*, *Carex limosa* ainsi qu'aux stades pionniers (gouilles, tourbes dénudées) du **Rhynchosporion albae** (*Drosera rotundifolia*, *Trichophorum cespitosum* et *Juncus bulbosus*).

Enfin, le groupe 4 (figures 2 et 3) est le plus central. Il rassemble des espèces présentes dans un grand nombre de milieux tourbeux (*Sphagnum palustre*, *Polytrichum commune*, *Molina caerulea*, *Betula alba*), mais est surtout caractérisé par des espèces des bas-marais des **Scheuchzerietalia palustris** (*Carex rostrata*) et notamment du **Caricion fuscae** (*Carex nigra*, *Carex echinata*), ainsi que du **Juncion acutiflori** (*Epikeros pyrenaicum* = *Selinum pyrenaicum*, *Viola palustris*, *Agrostis canina*, *Juncus acutiflorus*, *Valeriana dioica*, *Succisa pratensis*, *Dactylorhiza maculata*...)

Parmi les espèces arborées les plus communes dans les relevés étudiés, il est à noter que *Pinus sylvestris* est dans l'essaim du groupe 2 et *Betula pendula* dans le groupe 4 (figure 3). Le premier affectionne des situations variées mais est davantage lié aux situations hydriques contrastées, marquées par une sécheresse une partie de l'année, typiques des vieux bombements ombrotrophes. Le second apparaît plus lié aux situations minérotrophes (avec les espèces de bas-marais). Ceci apparaît cohérent avec les caractéristiques généralement admises pour ces espèces (voir RAMEAU *et al.* 1993 notamment).

4.1.6. – Phases de sénescence

En plus des deux relevés (463889 et 463892) réalisés lors de cette étude et qui ne relèvent ni des tourbières boisées ni des saulaies ou sapinières-boulaies tourbeuses à sphaignes décrites précédemment (§ 4.1.2. à 4.1.4.), un troisième relevé 2011 sort du lot. Il s'agit du 463872, qui correspond à une Pineriaie sylvestre sur tourbe mais dans une phase de sénescence, avec arrêt possible de la turfigénèse et disparition de la quasi-totalité des espèces typiques. Si la position sur tourbe rend toujours possible un rattachement à l'habitat « 91D0* Tourbière boisée », l'absence de ces espèces caractéristiques incite à en faire une forme très appauvrie. Ce type de tourbière boisée qu'on peut qualifier de « morte » ne sera pas décrit dans les fiches, étant donné qu'il n'a été observé qu'au niveau d'une seule tourbière, sous forme d'un bosquet de très petite taille bordant la tourbière bombée.

4.2. – Description des différents types de tourbières boisées identifiées en Auvergne

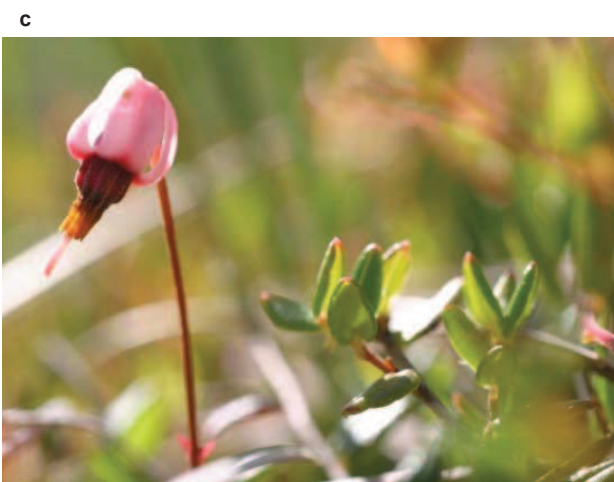
La définition des différents types de tourbières boisées d'Auvergne s'appuie sur leurs caractéristiques floristiques, mises en évidence dans la partie § 4.1.5. et dans le tableau phytosociologique, mais aussi sur leurs caractéristiques écologiques (type de tourbière, type et épaisseur de tourbe...). Ainsi, les groupes mis en évidence par une approche floristique (AFC) reflètent bien une réalité écologique. Cette prise en compte des caractéristiques écologiques et pas uniquement floristiques est non seulement indispensable pour l'identification des habitats de la directive du même nom, mais elle est aussi cruciale en phytosociologie sigmatiste. Ce principe issu des textes fondateurs (FLAHAULT & SCHRÖTER 1910) est clairement rappelé dans le code international de nomenclature phytosociologique (WEBER *et al.* 2000).

Les différents groupements de tourbières boisées identifiés en Auvergne et mis en évidence dans le § 4.1.5. sont décrits dans les **fiches habitat des pages suivantes**. Le département dans lequel se situent les tourbières citées est précisé entre crochets.

Le **tableau phytosociologique en annexe** regroupe les 198 relevés utilisés dans cette étude, et présente les différents groupements mis en évidence au sein des tourbières boisées d'Auvergne et dans les groupements proches avec lesquels la confusion est possible.

Les **cartes en annexe 6** présentent la **répartition des relevés** effectués dans les différents types de tourbières boisées en Auvergne et sur ses marges. D'autres cartes fournissent également des indications sur les **paramètres météorologiques** du secteur dans lesquels les relevés ont été réalisés : grand type de climat, température moyenne annuelle, cumul annuel de précipitations, nombre de jours par an avec température minimale inférieure à -5 °C, nombre de jours par an avec température maximale supérieure à 30 °C (fond météorologique d'après JOLY *et al.* 2010).

Il ressort que l'habitat « Tourbières boisées » est réparti dans les différents massifs volcaniques ou cristallins d'Auvergne, ainsi que sur les hauts plateaux : Monts de la Madeleine, Bois Noirs, Forez, Haut-Livradois, chaîne des Puys, monts Dore, Cézallier, Artense, Gorges de la Rhue, Margeride et Haut-Allier, Aubrac. Dans les deux régions limitrophes faisant partie du territoire d'agrément du Conservatoire botanique national du Massif central, on le retrouve sur le versant ligérien des Monts de la Madeleine, des Bois Noirs et du Forez, dans les monts du Pilat, sur les plateaux ardéchois et sur le plateau de Millevaches en Limousin. Aucun individu n'a été trouvé dans les monts du Cantal, et l'habitat doit y être très rare. CHASSAGNE (1956 & 1957) signale pourtant des peuplements de *Bouleau pubescent* sur les tourbières. Il serait donc intéressant d'y rechercher l'habitat 91D0 hors du réseau Natura 2000. Les secteurs qui hébergent des tourbières boisées en Auvergne et sur ses marges correspondent comme on le voit à des secteurs au climat montagnard froid et arrosé, avec des températures modérées en été. L'originalité des tourbières boisées d'Auvergne par rapport à celles du Limousin ressort également puisque celles du Limousin (Millevaches) sont situées sous climat nettement océanique, avec de fortes précipitations et des températures modérées en été mais des hivers doux.



Photos 2 – Quelques espèces caractéristiques des tourbières boisées ombrotrophiles en Auvergne.
 a : *Sphagnum magellanicum* (couleur rouge) et *S.* section *Angustifolia* ; b : *Eriophorum vaginatum* (Linaigrette engainante) ; c : *Vaccinium* groupe *oxycocco* (Canneberge) ; d : *Vaccinium uliginosum* (Airelle des marais) ; e : *Andromeda polifolia* (Andromeda à feuilles de polium)
 Crédits photo : L. OLIVIER, L. CHABROL et F. CLOITRE (CBNMC)

Photos 3 – Quelques espèces caractéristiques des tourbières boisées minérotrophiles en Auvergne.
a : *Juncus acutiflorus* (Jonc acutiflore) ; b : *Carex rostrata* (Laïche à utricules rostrés) ; c : *Sphagnum palustre* (large amplitude, présent également ponctuellement dans les tourbières ombrotrophes) ; d et e : Trèfle d'eau (*Menyanthes trifoliata*)
Crédits photo : CBNMC

a



b



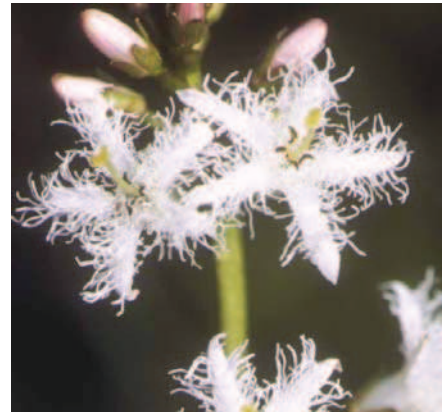
c



d



e



Tourbière boisée ombrotrophile de Pin à crochets ou Pin sylvestre à Linaigrette vaginée et Airelle des marais

Cahiers d'habitats : 91D0-3 Tourbières boisées à Pin à crochets.

CORINE biotopes : 44.A3 Tourbières boisées à Pin à crochets.

Phytosociologie : Betulion pubescentis, Pinetum rotundatae Kästn., Föβn. 1933 corr. Mucina in Steiner 1993.

Code du groupement dans le tableau phytosociologique : evu.

Répartition géographique et déterminisme écologique

La Tourbière boisée ombrotrophile à Linaigrette vaginée (*Eriophorum vaginatum*) et Airelle des marais (*Vaccinium uliginosum*) est extrêmement rare en Auvergne. Parmi les sites prospectés, cet habitat n'est présent en Auvergne que sur la tourbière de la Barthe [63] dans les monts Dore. Des individus plus typiques ont été observés dans les monts du Forez mais uniquement sur le versant ligérien, sur la tourbière de la Pigne [42] et sur une plus petite surface à la Litte/Bois des Boules [42], non loin de la Pigne. THÉBAUD *et al* (à paraître) ne signalent pas d'autres localités dans le Massif central. Sur la tourbière de Leydy [03], dans les monts de la Madeleine, on observe une lande à Airelle des marais en voie de colonisation par un jeune gaulis de Bouleau (*Betula x aurata*) : ce groupement pourrait évoluer vers la Tourbière boisée ombrotrophile à Linaigrette vaginée et Airelle des marais.

Le groupement à Linaigrette vaginée et Airelle des marais est caractéristique des tourbières bombées, et l'épaisseur de tourbe est toujours très importante. Elle était supérieure à 130 cm (profondeur maximale prospectable à la tarière pédologique) sur l'ensemble des sites. Le premier horizon (le seul atteint à la tarière pédologique, donc supérieur à 130 cm) est un horizon très épais de tourbe fibrique. De couleur brun clair, rousse ou blonde, cette tourbe très peu décomposée est constituée essentiellement de sphaignes. L'épaisseur de tourbe est souvent considérable sur ce type de tourbière : généralement entre 2 et 4 m sur le Massif central oriental (CUBIZOLLE 2005), parfois plus comme à la Barthe (63) avec plus de 5 m de tourbe (REILLE 1991a). Côté ligérien, on observe même 6,35 m de tourbe à la Pigne (CUBIZOLLE 2005). Cette tourbe fibrique surmonte des horizons de tourbe saprique puis messique, de moins en moins fibreux, non observés lors de notre étude mais bien connus par les sondages effectués sur ces sites au carottier russe. Le profil pédologique indique que la turfigénèse est toujours très active, ce que reflète bien le cortège floristique avec notamment *Eriophorum vaginatum*, *Vaccinium oxycoccos*, *V. microcarpum*, *Andromeda polifolia*, *Sphagnum capillifolium*, *S. magellanicum*... Les acidiphiles mésophiles (*Dicranum scoparium*, *Deschampsia flexuosa*...) ou les espèces des nardaies (*Nardus stricta*, *Juncus squarrosus*) sont absentes ou rares.

Cortège floristique

Le symbole « * » indique les taxons à statut de protection et/ou de rareté. «A» indique la strate arbustive haute ou arborée, «a/h» la strate arbustive basse ou herbacée, «m» la strate muscinale.

Espèces caractéristiques (espèces ombrotrophiles du **groupe 1**, voir § 4.1.5.).

A : *Pinus sylvestris*, *P. uncinata*⁸.

a/h : *Eriophorum vaginatum*, *Vaccinium uliginosum*, *V.* groupe *oxycoccos*^{9*}, *Andromeda polifolia**, *Empetrum nigrum**.

m : *Polytrichum strictum*, *Sphagnum capillifolium*, *S. magellanicum*, *S. rubellum*, *S. russowii*.

Autres espèces fréquentes et parfois recouvrantes (espèces du **groupe 2** du **groupe 4** surtout, voir § 4.1.5.)

A : *Betula pubescens*¹⁰, *B. x aurata*.

⁸ C'est la variété *rotundata* qui a été identifiée, sauf pour les relevés 463851, 463853 et 463849 sur lesquels il s'agit de la var. *rostrata*. Voir plus loin la note ¹² au sujet de *Pinus uncinata* Ramond ex DC. et non Miller et *Pinus x uliginosa* Link.

⁹ La Canneberge commune (*Vaccinium oxycoccos* L.) et la Canneberge à petits fruits (*V. microcarpum* (Turcz. ex Rupr.) Schmalh) forment un groupe de deux espèces d'identification délicate. *Vaccinium oxycoccos* est donnée pour les relevés 335097, 335106, 335098 et 335126. *Vaccinium microcarpum* (Turcz. ex Rupr.) Schmalh. a été identifiée sur le relevé 463849 et est citée pour les relevés 27413 et 27414. Seul le groupe *oxycoccos* a pu être identifié avec certitude sur les autres relevés réalisés lors de l'étude, faute de fructification. Sur les autres relevés issus de Chloris[®], seul le groupe *oxycoccos* est mentionné. Du fait de l'hétérogénéité des données (identification au groupe ou à l'espèce) et de la proximité des deux espèces, elles ne sont pas distinguées dans les tableaux phytosociologiques et les traitements statistiques.

CBN Massif central \ 91D0 « Tourbières boisées » en Auvergne \ mars 2012

a/h : *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus*, *Molinia caerulea*.

m : espèces des tourbières à plus large amplitude ou plus fréquentes sur les niveaux minérotrophes (*Polytrichum commune*, *Sphagnum flexuosum*, *S. palustre*) ; espèces acidiphiles mésophiles des forêts et landes acides (*Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Dicranum scoparium*, *Leucobryum glaucum*...).

Structure et physionomie de la végétation, faciès observés

Ces tourbières boisées ombrotrophes sont caractérisées par une microtopographie en buttes, comme celle que l'on observe dans les landes tourbeuses du ***Sphagnion medii*** M.Kästner & Flössner 1933. Ces buttes sont constituées par les bombements de sphaignes ombrotrophes de la section *Acutifolia* (généralement *Sphagnum capillifolium*, plus rarement *S. rubellum* ou *S. russowii*). Malgré cette microtopographie particulière, la végétation vasculaire est assez homogène. Les buttes de sphaignes sont abondamment colonisées par *Vaccinium* groupe *oxycoccus* et plus rarement *Andromeda polifolia*.

Les dépressions importantes (appelées « schlenken ») présentes sur la tourbière bombée sont exemptes d'arbres. Elles correspondent à d'autres types de végétations qui ont alors été exclues du relevé phytosociologique. Il s'agit le plus souvent de végétations de bas-marais à petites Laïches (*Carex nigra*...) relevant des ***Caricetalia fuscae*** W.Koch 1926 ou de groupements du ***Rhynchosporion albae*** W.Koch 1926 associés aux gouilles et aux dépressions, avec *Drosera rotundifolia* et *Trichophorum cespitosum*.

Les seuls individus identifiés en Auvergne correspondent à un vaste peuplement de Pin à crochets observé à la tourbière de la Barthe. La strate arbustive haute ou arborée basse ne dépasse pas 9 m de hauteur, et le peuplement a un aspect bas et rabougri. Le recouvrement est généralement voisin de 50 % mais les arbres se répartissent en petits bosquets parfois assez denses. Au sein de ces bosquets, le peuplement semble assez régulier et est probablement encore dans une phase de jeunesse, bien qu'il soit probablement déjà âgé d'environ 150 à 185 ans. En effet, la carte d'état major au 1/40.000^{ème} réalisée entre 1825 et 1866 n'indique pas la présence d'un bois à la Barthe, mais LUQUET (1926) indique qu'un botaniste du nom de GAY signalait déjà un peuplement de Pin à crochets de « 5 à 7 pieds » de haut (entre 1,5 et 2 m) en 1861. LUQUET (1926) précise, lorsqu'il rédige son ouvrage, que les plus hauts individus ne dépassaient alors pas 8 m, ce qui semble assez proche de la taille actuelle des arbres (9 m). Vu la très faible croissance des arbres sur ce type de milieu, la grande longévité de l'espèce (RAMEAU *et al.* 1993), la proportion de tiges sèches encore assez modeste et de la comparaison avec le peuplement de la Pigne, le peuplement pourrait donc être considéré comme dans une phase de croissance ou d'aggradation, assez régulière et pauvre en bois mort. Un bois est déjà signalé à la Pigne entre 1825 et 1866 sur la carte d'état major au 1/40.000^{ème}, ce qui confirmerait cette impression d'un peuplement plus mature à la Pigne (il ne peut s'agir d'un défaut de précision de la carte car le bois est clairement individualisé avec des limites proches de celles actuelles).

À la tourbière de Leydy [03], on observe une très jeune boulaie qui évolue vers le même type d'habitat dans un faciès à bouleau.

Une comparaison avec les individus observés sur les tourbières de la Pigne et de la Litte/Bois des Boules, sur le versant ligérien du Forez (non loin des crêtes marquant la limite avec l'Auvergne), est riche d'enseignements. Elle permet en effet d'observer le même habitat qu'à la Barthe mais dans un stade plus mature, plus typique (altitude plus élevée), et dans un état de conservation meilleur. Il est par conséquent plus typique sur le plan floristique et structural. L'âge du peuplement est probablement au moins comparable à celui de la Barthe. Il est irrégulier, constitué de petits bosquets de structure bois moyen à perches et gaules. Les arbres les plus gros atteignent 30 à 35 cm de diamètre, et les tiges blessées et mortes sont

¹⁰ *Betula pendula* est pionnier sur des terrains acides variés (dont les tourbières), alors que *Betula pubescens* ne croît qu'en zone humide. L'identification formelle se fait d'après les fruits, qu'il n'est pas toujours aisé de trouver, surtout lorsque les individus sont jeunes ou qu'ils fructifient peu. L'identification des sous-espèces de *Betula pubescens* est encore plus délicate, d'autant plus qu'il s'hybride très fréquemment avec *Betula pendula* dans les très nombreux secteurs où les deux espèces sont présentes. Ce phénomène d'hybridation donne *Betula x aurata* ; il est signalé dans l'Atlas de la flore d'Auvergne (ANTONETTI *et al.* 2006) et a été fréquemment constaté sur nos relevés. Nous avons opté pour l'hybride lorsque les critères des deux espèces étaient réunis (notamment pilosité et présence de verrues). Dans les relevés réalisés en 2011 pour cette étude par RENAUX, RENAUX & le COQUEN, et RENAUX & HUGONNOT, les individus de *Betula pubescens* qu'il a été possible d'identifier jusqu'à la sous-espèce correspondaient à la sous-espèce *alba* (*Betula alba* L. subsp. *alba*, syn. *Betula pubescens* Ehrh. subsp. *pubescens*), sauf c'est également cette sous-espèce qui est mentionnée pour les relevés 378282, 391455, 391434, 391437, 391448, 391451, 391456, 412850, 12711, 412764 et 412770 (Chloris[®]). *Betula alba* L. subsp. *carpatica* (Waldst. & Kit. ex Willd.) Asch. & Graebn. (syn. *Betula alba* L. subsp. *glutinosa* (Berher) Holub) est mentionnée dans les relevés 335137 et 335144 à la Barthe. Cette sous-espèce d'affinité boréale est présente sur les monts du Cantal, le Cézallier et les monts Dore selon ANTONETTI *et al.* (2006). Les données de *Betula alba* localisées dans ces secteurs seraient donc à vérifier, afin de préciser la répartition de la sous-espèce *carpatica*.

nombreuses, probablement brisées par la neige. Le peuplement est donc assez clair, ce qui permet aux espèces communes avec les landes tourbeuses et les haut-marais comme *Vaccinium* groupe *oxycoccos* et *Andromeda polifolia* de s'épanouir (*Andromeda polifolia* semble avoir un comportement plus héliophile que *Vaccinium* groupe *oxycoccos* qui s'accommode très bien de la demi-ombre). *Empetrum nigrum* est également présente, contrairement à la Barthe, mais il faut probablement y voir un effet de l'altitude (1340 m à la Pigne et 1305 m à la Litte, contre 1190 m à la Barthe).

La comparaison entre les deux tourbières boisées de Pin à crochets (la Barthe et la Pigne) et l'individu observé non loin de la Pigne à la Litte/Bois des Boules [42] est également intéressante. En effet, si l'indigénat du Pin à crochets dans les tourbières du Massif central et l'origine de ces tourbières à Pin à crochets est aujourd'hui sujet à interrogation (voir partie 5), on observe la même végétation à la Pigne où le peuplement est constitué de Pin à crochets qu'à la Litte où il s'agit de Pin sylvestre. Dans les deux cas, la flore est typique et l'état de conservation remarquable, avec une structure irrégulière comprenant des bois moyens sans doute déjà très âgés, des petits bois, perches et gaules, un nombre important d'arbres morts ayant créé des trouées et de nombreux microhabitats. Dans les Vosges, RAGUÉ (2009, in BŒUF à paraître) fait le même constat et conclut à l'absence de différence de composition comme de structure au niveau des plantes vasculaires entre les tourbières hautes à *Pinus sylvestris* et les tourbières hautes à *Pinus uncinata*. L'abondance des sphaignes et la structure en buttes indique une turfigénèse active même dans ces peuplements âgés.

Discussion phytosociologique

Les espèces des *Oxycocco palustris-Sphagnetum magellanicum* et du *Betulion pubescentis* sont très bien représentées dans ce groupement, qui est l'expression la plus ombrotrophile et la plus alticole de la tourbière boisée en Auvergne et très probablement dans l'ensemble du Massif central.

BILLY (1997) rattachait ce type de tourbière au *Vaccinio uliginosi-Pinetum uncinatae* Kleist 1929, les travaux de RAMEAU 1997 et GÉGOUT *et al.* 2008 et les Cahiers d'habitats (RAMEAU *et al.* 2001) font référence au *Vaccinio uliginosi-Pinetum uncinatae* var. *rotundatae* Oberd. 1934. Dans deux documents plus récents encore à paraître, THÉBAUD *et al.* et BŒUF font référence au *Pinetum rotundatae* Kästn., Föβn. 1933 *corr.* Mucina in Steiner 1993¹¹. Ils mettent le *Vaccinio uliginosi-Pinetum uncinatae* Oberd. (1934) 1992 en synonymie et assimilent le *Vaccinio uliginosi-Pinetum uncinatae* Kleist 1929 au *Ledo palustre-Pinetum sylvestris* (Hueck 1925) Tüxen 1955, non présent en France (voir fiche suivante). L'observation du *typus* d'association et du tableau princeps du *Pinetum rotundatae*, rassemblant 12 relevés en provenance d'Autriche, indique en effet une affinité floristique très forte avec le groupement observé dans le Forez, et seule manquent *Vaccinium vitis-idaea* (l'espèce est par ailleurs présente sur les landes subalpines voisines) et *Betula nana*. *Empetrum nigrum* est une espèce différentielle importante, en plus de *Betula nana* (absent de nos relevés) et *Pinus uncinata*.

Un rattachement au *Pinetum rotundatae* est donc possible sur des bases floristiques, mais il soulève néanmoins plusieurs questions. Tout d'abord, les relevés de la Barthe ne comportent ni *Empetrum nigrum* ni *Vaccinium vitis-idaea*, deux espèces importantes marquant la tonalité montagnarde supérieur à subalpine du groupement. Ils seraient alors à considérer comme une forme d'appauvrissement, peut être due à une altitude modeste (1190 m). Par ailleurs, *Betula nana* est très localisé en Auvergne (ANTONETTI *et al.* 2006) et ne figure pas dans nos relevés des monts Dore ou du Forez (l'espèce n'est présente qu'en Margeride et nous ne disposons pas de relevés de tourbières boisées comportant cette espèce). Il s'agirait alors, comme indiqué dans les Cahiers d'habitats, de la race auvergnate d'une association plus typique dans les Alpes et le Jura.

Deuxièmement, la question de l'indigénat du Pin à crochets dans le Massif central reste entière (voir partie 5). Il ne nous est pas possible ici de la résoudre, mais une plantation au début du XIX^{ème} siècle est suspectée pour ces peuplements. Si la variété *rotundata*, typique des tourbières (RAMEAU *et al.* 1993), est bien présente à la Barthe [63], c'est la variété *rostrata* que l'on rencontre à la Pigne [42], ce qui plaiderait *a priori* pour une introduction (voir note ¹²).

¹¹ La référence au *Pinetum rotundatae* Kästn., Föβn. 1933 *corr.* Mucina in Steiner 1993 semble à préférer à d'autres dénominations, à mettre en Synonymie. Dans les Cahiers d'habitats (RAMEAU *et al.* 2001) et les ouvrages de RAMEAU (1996, 1997), RAMEAU *et al.* 2000 et GÉGOUT *et al.* 2008, ces tourbières sont rattachées au *Vaccinio uliginosi-Pinetum rotundatae* Oberd. (1934) 1992. Ce nom est un synonyme postérieur du *Pinetum rotundatae* précédemment cité, tout comme les dénominations suivantes listées dans BŒUF (à paraître) : *Pinetum montanae* Issler 1925 nom. inval., *Pinetum uncinatae* Kästner, Föβner & Uhlig 1933, *Pino-Vaccinietum* Oberd. 1934 p.p., *Vaccinio-Mugetum* Oberd. 1934 p.p., *Pinus montana-Vaccinium uliginosi*-Ass. Bartsch 1940, *Sphagno-Mugetum* Richard 1961, *Pino rotundatae-Shagnetum* Neuhausl 1969, *Vaccinio uliginosi-Pinetum rotundatae* Oberd. (1934) 1992.

Finalement, un début de réponse peut être apporté par l'observation des deux tourbières boisées les plus typiques de ce type situées comme nous l'avons vu sur le versant ligérien du Forez, puisqu'on ne constate pas de différence floristique entre le peuplement de Pin à crochets et celui à Pin sylvestre. Comme dans les Vosges (BŒUF sous presse), nous concluons donc qu'il s'agit dans les deux cas de la même association phytosociologique, dans des sylvofaciès différents.

Un rattachement au *Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris* Dziubaltowski 1928 n. inv. est exclu pour les faciès à Pin sylvestre (non observés en Auvergne) ; cet habitat d'affinité continentale sur podzol hydromorphe (non tourbeux) n'est présent en France que dans les Vosges du nord (GÉGOUT *et al.* 2008, BŒUF 2012).

Rattachement à la directive « Habitats »

Quelle que soit son origine (introduction ancienne ou origine spontanée), ce type de tourbière boisée relève indubitablement de la directive « Habitats ». Toutes les caractéristiques listées dans la partie 2.3. sont réunies au niveau floristique (*Betula pubescens*, *Pinus sylvestris*, *Pinus uncinata*, *Eriophorum vaginatum*, *Vaccinium uliginosum*, *V. oxycoccos*, *Molinia caerulea*, *Sphagnum* sp.) et écologique (épaisseur importante de tourbe fibreuse). Concernant le rattachement à l'habitat élémentaire, il s'agirait du 91D0-3 (« Tourbières boisées à Pin à crochets »), caractérisé non seulement par la présence du Pin à crochets mais aussi par un caractère alticole et ombrotrophile marqué.

État de conservation

Le peuplement présent à la Barthe est le seul connu en Auvergne. Les sphaignes ombrotrophiles sont abondantes et la turfigénèse active. Son état de conservation est assez bon et l'habitat est bien exprimé, sur une surface importante. Il devrait s'améliorer considérablement avec le vieillissement du peuplement (irrégularisation de la structure, présence accrue de bois mort et de microhabitats liés aux chablis et aux arbres morts et blessés). À titre de comparaison, les tourbières boisées observées côté ligérien à la Pigne et à la Litte constituent un état de référence, encore non observé en Auvergne. Le peuplement y est plus riche en bois mort et micro-habitats ; il est aussi plus irrégulier ce qui favorise la présence de taxons rares plus héliophiles. Sur la Pigne, le peuplement est en équilibre avec les autres habitats non boisés de la tourbière, et les arbres ne progressent pas depuis le milieu du XX^{ème} siècle au moins (CUBIZOLLE *et al.* 2010). Le peuplement est lâche mais plus recouvrant à la Barthe, mais il ne semble pas devoir s'étendre à toute la tourbière.



Photo 4 (ci-dessus) et 5 (ci-dessous) – Tourbière boisée ombrotrophile de Pin à crochets à Linaigrette vaginée et Airelle des marais à la Barthe [63]. Le boisement est assez lâche, par petits bosquets assez denses mais séparés par des clairières.





Photos 6, 7 et 8 (ci-dessus et ci-dessous) – Tourbière boisée ombrotrophile de Pin à crochets à Linaigrette vaginée et Airelle des marais à la Pigne sur le versant ligérien du Forez [42]. On observe ci-dessous que le peuplement est clairsemé avec de nombreux arbres morts. Les bombements partiellement boisés sont séparés de dépressions du *Rhynchosporion albae* (de couleur paille).



Photo 9 (ci-dessous) – Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre à Linaigrette vaginée et Airelle des marais à la Litte/Bois des boules non loin de la Pigne, sur le versant ligérien du Forez [42]. On observe une végétation très proche sur la tourbière de la Pigne mais la tourbière boisée ne s'observe que très ponctuellement sur le pourtour du bombement (le centre reste non boisé).



Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée

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

CORINE biotopes : 44.A1 *Boulaies à sphaignes*.

Phytosociologie : *Betulion pubescentis, Eriophoro vaginati-Betuletum pubescentis* Passarge & Hofmann 1968.

Code du groupement dans le tableau phytosociologique : e (variante typique), er (variante dégradée à Framboisier), ed (variante à Canche flexueuse), en (variante à Laîche hérisson et Potentille dressée).

Répartition géographique et déterminisme écologique

La Tourbière boisée ombrotrophile à Linaigrette vaginée (*Eriophorum vaginatum*) est plus fréquente que l'habitat décrit précédemment. Il est présent dans des contextes plus variés, mais est toujours caractéristique des zones d'ombrotrophie marquée. On le rencontre sur les tourbières bombées et les tourbières ombrotrophes de versant (lieu dit « les tourbières » à Landeyrat [15], Sagne Haute [15], tourbières de la Barthe [63], de Mépart [03], de la Verrerie [03] ainsi qu'au Gué de la Chaux [42] ou aux Roussis [42] sur la marge ligérienne de l'Auvergne). On l'observe aussi au niveau des zones d'ombrotrophisation au sein de tourbières plates (Jas Deyvant près du col de Baracuchet et de la tourbière du même nom [63], fond de vallon aux Marais (« tourbière de Marais ») près sur la commune de Ferréol [63], domaine du Sauvage en aval des Narces de l'Hospitalet [43]. Plusieurs tourbières situés hors d'Auvergne correspondent à ce cas : tourbière de pente de la Pigne en contrebas de la tourbière bombée du même nom [42], plateau de la Verrerie [42], Tourbière du Bois Vague [42]). On le rencontre également en bordure des tourbières bombées, comme à la Tourbière de la Barthe [63] et à la tourbière des Roussis [42].

La Tourbière boisée ombrotrophile à Linaigrette vaginée se rencontre généralement au dessus de 1000 m d'altitude, ce qui correspond à l'étage montagnard moyen voire à la base du montagnard supérieur (1340 m à la Pigne). On trouve quelques individus à des altitudes inférieures à 1000 m, mais elles sont alors supérieures à 900 m.

Il est possible de distinguer plusieurs groupements élémentaires en fonction de leur composition floristique et de leur écologie.

Cortège floristique

Le symbole « * » indique les taxons à statut de protection et/ou de rareté. «A» indique la strate arbustive haute ou arborée, «a/h» la strate arbustive basse ou herbacée, «m» la strate muscinale.

Espèces caractéristiques (espèces du **groupe 1**, voir § 4.1.5.)

A : *Betula pubescens*, *Pinus sylvestris*, *Pinus uncinata* (plus rarement).

a/h : *Eriophorum vaginatum*. *Vaccinium uliginosum* et *V. groupe oxycoccus** sont présentes mais rares.

m : *Polytrichum strictum*, *Sphagnum capillifolium*, *Sphagnum magellanicum*...

Autres espèces fréquentes (surtout espèces du **groupe 2**, voir § 4.1.5.)

A : *Betula pendula*, *B x aurata*

a/h : *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, *Molinia caerulea*.

m : Espèces des tourbières à plus large amplitude (*Polytrichum commune*, *Aulacomnium palustre*) ou à amplitude assez large mais plus fréquentes sur les niveaux minérotrophes (*Sphagnum flexuosum*, *Sphagnum palustre*).

Structure et physionomie de la végétation

Cet habitat peut avoir plusieurs physionomies différentes. Les Éricacées ont souvent un développement important. Il s'agit généralement de *Calluna vulgaris* et *Vaccinium myrtillus*, plus rarement de *V. uliginosum* ou *V. vitis-idaea*. Le développement d'*Eriophorum vaginatum* ou de *Molinia caerulea* est parfois très important, avec alors un aspect moins landicole. Ce type de tourbière boisée est caractérisé par la constance de la Linaigrette engainante (*Eriophorum vaginatum*) et la présence des *Sphagnum* de la section *Acutifolia* (le plus souvent *Sphagnum capillifolium*). En dehors de ces espèces, le cortège des ombrotrophes des ***Oxycocco palustris-Sphagnetes magellanici*** se raréfie par rapport aux tourbières boisées à Linaigrette vaginée et Airelle des marais étudié précédemment (seuls *Vaccinium uliginosum* et *V.*

groupe *oxycoccos* sont présents de manière dispersée, *Andromeda polifolia* et *Empetrum nigrum* n'ont pas été observées.

Au niveau de la strate dominante, on observe le plus souvent un peuplement pur ou mélangé de Bouleau pubescent (*Betula alba*) et de Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*). Le bouleau verruqueux (*Betula pendula*) ou son hybride avec le pubescent (*Betula x aurata*) sont fréquemment observés, le plus souvent sur les petites tourbières boisées isolées ou à basse altitude. Le peuplement est constitué par le Pin à crochets dans un seul cas (la Barthe). La hauteur dominante excède rarement 10 m mais est parfois légèrement plus importante que dans les tourbières boisées à Linaigrette engainante et Airelle des marais. Le recouvrement est généralement voisin de 50%. Dans tous les cas, on ne note pas de différences notables dans la flore. L'Épicéa (*Picea abies*) est assez fréquent sur les tourbières des monts de la Madeleine (Mépart [03], Gué de la Chaux [42]), plus rare ailleurs. En cas de présence de cette espèce exotique, on note alors un net appauvrissement de la flore.

Caractéristiques écologiques et variantes observées

L'appauvrissement du cortège herbacé est probablement lié à des conditions moins typiques que dans le groupement à Linaigrette vaginée et Airelle des marais précédemment décrit, mais les causes sont diverses, et peuvent être naturelles et/ou anthropiques.

Il peut s'agir de tourbières bombées du même type que celui sur lequel s'exprime le groupement à Linaigrette vaginée et Airelle des marais décrit précédemment (la Barthe [63], tourbière de Mépart [03], des Roussis [42] ou du Gué de la Chaux [42]). Le substrat est alors caractérisé par une épaisseur de tourbe très importante, avec notamment un horizon épais de tourbe fibrique.

La tourbière des Roussis constitue une exception puisque l'épaisseur de tourbe y est importante mais que celle de l'horizon fibrique n'excède pas 30, pour des raisons anthropiques. Il est intéressant de se pencher sur cette tourbière située dans le Forez mais sur le versant ligérien. L'appauvrissement du cortège floristique est à mettre en regard avec l'histoire du site sur la tourbière, puisque qu'elle a été drainée et boisée en Pin sylvestre (semi ou plantation) il y a une soixantaine d'années (CUBIZOLLE 2005). Les drains sont aujourd'hui inopérants et on a pu enregistrer une remontée des niveaux piézométriques sur le site. Le profil pédologique marque parfaitement ces événements passés, qui ont causé un arrêt de la turfigénèse et un début de minéralisation de la tourbe. L'épaisseur de tourbe fibrique peu décomposée est assez faible (30 cm) et récente. Elle surmonte un horizon humifère de 3 à 5 cm (non observé sur le terrain mais mis en évidence par des carottages plus fins, voir CUBIZOLLE 2005) puis une épaisseur importante (au moins de 100 cm dans nos sondages) de tourbe en partie minéralisée. La structure en grosses buttes de *Sphagnum capillifolium* et l'accumulation récente de tourbe fibrique blonde peu décomposée indique une nette reprise de la turfigénèse, avec un effet positif probable du couvert arboré. Le peuplement est plus dense que sur la majorité des tourbières boisées observées, suite à la plantation, ce qui pourrait expliquer en partie l'appauvrissement du cortège vasculaire, mais il devrait s'éclaircir progressivement (mortalité importante). L'altitude relativement faible du site (900 m) pourrait jouer un rôle dans ce manque de typicité.

Les individus de Mépart (comme côté ligérien du Gué de la Chaux) sont très fragmentaires et colonisées par l'Épicéa, dont la présence perturbe l'expression de la végétation et probablement le fonctionnement de l'écosystème tourbeux. Ce phénomène d'installation d'Épicéa (*Picea abies*) suite à des travaux de plantation ou à la germination de graines issues des plantations voisines est fréquemment observé sur les tourbières des monts de la Madeleine, mais aussi sur la tourbière bombée de la forêt d'Ayguebonne. Largement planté dans le Massif central, l'Épicéa est une espèce exotique qui n'est autochtone en France que dans les Alpes et certaines parties du Jura et des Vosges (RAMEAU *et al.* 1993, ANTONETTI *et al.* 2006). Contrairement au Pin à crochets, la présence de l'Épicéa sur les tourbières du Massif central modifie considérablement leur fonctionnement et leur cortège herbacé. Les strates herbacée et muscinale sont quasi inexistantes sous les épicéas adultes, souvent bas-branchus du fait de leur espacement. La turfigénèse semble à l'arrêt, et on observe au contraire des processus d'humification.

Les tourbières de Landeyrat font l'objet d'une exploitation industrielle de tourbe (variante dégradée à Framboisier). Les deux relevés réalisés sont situés en bordure du site, dans des zones qui ont été perturbées (surtout le relevé 463824, avec passage probable d'engins et creusement de fosses de sondage profondes de plusieurs mètres). *Eriophorum vaginatum* et *Vaccinium uliginosum* sont peu abondantes et la flore témoigne de ces perturbations avec la présence de *Rubus idaeus*, *R.* section *Rubus*, *Angelica sylvestris* ou encore *Epilobium angustifolium*. La présence ponctuelle de *Carex rostrata* et de *Sphagnum flexuosum* et *S. palustre* est liée à l'apparition de petites dépressions entre les buttes. Des fosses très profondes colonisées par ces sphaignes ont d'ailleurs été creusées par endroits (hors relevé).

Le manque de typicité de la flore peut également avoir des causes naturelles, des facteurs naturels et anthropiques pouvant bien entendu agir de concert. La présence d'espèces des ourlets, landes et forêts mésophiles acidiphiles (*Deschampsia flexuosa*, *Galium saxatile*, *Potentilla erecta*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Leucobryum glaucum*, *Dicranum scoparium*, *Polytrichum formosum*, *Rhytidiadelphus squarrosus*) indiquent des conditions moins ombrotrophes et/ou plus sèches (variante à Canche flexueuse). C'est également le cas d'espèces des ***Nardetea strictae*** Rivas Goday in Rivas Goday et Rivas-Martínez 1963 comme *Juncus squarrosus* et *Nardus stricta* (variante à Laïche hérisson et Potentille dressée, observées au Domaine du Sauvage et à Jas Deyvant). On peut ainsi interpréter les relevés (367246, 463938, 463913, 463865 et 463689) comme des faciès plus secs. Le relevé 463865 (la Verrerie) pourrait correspondre à un stade de sénescence, avec ralentissement de la turfigénèse et humification.

Les espèces de bas-marais comme *Carex echinata*, *Agrostis canina* et *Juncus acutiflorus* indiquent une transition vers les tourbières plates à Molinie bleu à la Sagne Haute [15], aux Marais près de Garnasson [63] ou au Domaine du Sauvage [43]. En limite de l'Auvergne, les relevés 463689 à la Litte/Bois des Boules [42], 463851 sur la tourbière de pente de la Pigne [42] et relevé 463878 en bordure de la Tourbière des Roussis [42] (entre la tourbière bombée et le lagg colonisé par une boulaie à *Carex rostrata*) marquent une transition entre la tourbière ombrotrophe et la tourbière minérotrophe. Les sphaignes ombrotrophiles (*Sphagnum capillifolium*) sont présentes mais la microtopographie en buttes de sphaignes est souvent moins marquée que sur les tourbières bombées typiques.

Discussion phytosociologique

Les espèces du ***Betulion pubescentis*** sont bien représentées dans ce groupement, celles communes avec les ***Oxycocco palustris-Sphagnetetea magellanici*** sont plus rares que dans le type précédent mais toujours présentes.

Pour BILLY (1997) et THÉBAUD *et al.* (2012), ces tourbières boisées relèveraient du ***Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris*** Dziubaltowski 1928 *nom. inv.* non Kleist 1929. Nous ne suivons pas cette position puisque, comme le rappelle BŒUF (2012), cette association qui n'est présente en France que sous une forme appauvrie dans les Vosges du nord est décrite en Pologne sur podzol hydromorphe à Alios, avec en plus des espèces boréoc Continentales absentes ici, comme *Trientalis europaea*.

MÉRIAUX *et al.* (1980) décrivent sur des tourbières ombrotrophes des Ardennes Belges une sous-association ***eriphoretosum vaginati*** dans leur ***Sphagno-Betuletum***. Cette sous-association correspond assez bien à ce que l'on observe dans le Massif central, mais on peut noter la persistance d'espèces collinéennes dans les relevés de MÉRIAUX *et al.* (1980).

L'***Eriophoro vaginati - Betuletum pubescentis*** Passarge & Hofmann 1968 décrit en Allemagne et repris en Alsace dans le travail de BŒUF (2012) correspond bien à ce que l'on observe en Auvergne. PASSARGE & HOFMANN (1968) citent HUECK (1925), qui le premier a décrit en Allemagne de l'Est (Brandenbourg et Mecklenbourg) une association dénommée « *Betula pubescens-Eriophorum vaginatum-Sphagnum recurvum* ». Elle ne peut correspondre aux tourbières du Massif central puisqu'il s'agit d'un groupement d'affinités boréoc Continentales marquées. La conception de PASSARGE & HOFMANN (1968) nous semble être la bonne puisqu'ils décrivent un ***Eriophoro vaginati - Betuletum pubescentis*** subatlantique à atlantique, distinct du ***Ledo palustre-Pinetum sylvestris*** (Hueck 1925) Tüxen 1955. Il est intéressant de noter que l'***Eriophoro vaginati - Betuletum pubescentis*** comporte même une variante atlantique à *Erica tetralix*.

Le ***Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis*** Noifalise, Dethioux & Zuttere 1971 cité dans les Cahiers d'habitats (RAMEAU *et al.* 2001) rassemble à la fois des espèces ombrotrophiles et des minérotrophiles, il semble donc constitué de relevés relevant de groupements différents ou hétérogènes.

Rattachement à la directive « Habitats »

Ce type de tourbière boisée relève bien de la directive « Habitats ». Toutes les caractéristiques listées dans la partie 2.3. sont réunies au niveau floristique (*Betula pubescens*, *Pinus sylvestris*, *Eriophorum vaginatum*, *Molinia caerulea*, *Sphagnum* sp. et de manière moins fréquente *Pinus uncinata*, *Vaccinium uliginosum* et *V. oxycoccos*) et écologique (épaisseur souvent importante de tourbe). Concernant le rattachement à l'habitat élémentaire, le 91D0-2 « Tourbières boisées à Pin sylvestre » est à réserver aux Pineraies sur podzol humique des Vosges du Nord (*Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris*), comme nous l'avons vu plus haut. Les tourbières boisées ombrotrophiles à Linaigrette vaginée relèvent de l'habitat élémentaire 91D0-1.2 (« Boulaies pubescentes tourbeuses de montagne »), qu'elles soient boisées par des bouleaux (*Betula pubescens*, *B. pendula*, *B. x aurata*), des pins (*Pinus sylvestris*, *P. uncinata*) ou un mélange de ces espèces.

CBN Massif central \ 91D0 « Tourbières boisées » en Auvergne \ mars 2012

En effet, on ne note pas de modification du cortège floristique. De plus, il semble que le stade de maturité de cette tourbière soit en principe plus riche en bouleaux qu'en pins dont l'abondance sur certaines tourbières pourrait être considérée comme pionnière (voir partie 5). La variante correspondant dans la fiche des Cahiers d'habitats est la 3^{ème} (boulaie tourbeuse à linaigrette engainante), avec épaisseur importante de tourbe.

État de conservation en Auvergne

L'état de conservation de l'habitat est variable selon les sites, mais il est souvent médiocre à mauvais.

Les plus beaux individus auvergnats rencontrés sont situés à la Barthe [63], à Jas Deyvant près du col de Baracuchet dans le Forez [63], aux Marais (« tourbière de Marais ») sur la commune de Ferréol [63] et au domaine du Sauvage en Margeride [43]. Un pâturage est probablement encore pratiqué sur une partie de cette tourbière du domaine du Sauvage, ce qui n'est pas favorable à l'habitat. Côté ligérien, on peut citer à titre de comparaison la remarquable tourbière de la Pigne (avec présence de deux types de tourbières boisées ombrotrophiles) et celles des Roussis, dont l'état de conservation devrait continuer à s'améliorer (la mortalité importante des pins due à la turfigénèse devrait conduire à un peuplement plus clair et irrégulier, et à une flore plus typique).

Les individus observés en Auvergne sont souvent jeunes et fragmentaires, avec peu de bois mort sauf à la tourbière de la Barthe dans les monts Dore, à Jas Deyvant (col de Baracuchet) et au domaine du Sauvage (Margeride). L'état de conservation est mauvais aux tourbières de Landeyrat [15] du fait de l'exploitation de la tourbe à proximité. Dans l'Aubrac, l'habitat est généralement rare et a une présence très fragmentaire. Sur la tourbière de Mépart [03], l'habitat est aussi très fragmentaire et dégradé par la présence d'Épicéa.



Photo 10 (ci-dessous) – Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée au domaine du Sauvage (Margeride), marquée par l'abondance de *Vaccinium vitis-idaea*. Le groupement, dans sa variante à Laîche hérissé et Potentille dressée est bien exprimé et l'état de conservation assez bon.



Photo 11 (ci-contre) – Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre à Linaigrette vaginée à la tourbière des Roussis [42]. On observe les grosses buttes à *Sphagnum capillifolium* ou *Polytrichum formosum*, témoignant d'une turfigénèse très active. Le bouleau se régénère bien mieux que le Pin sylvestre qui montre en plus une mortalité assez importante par endroits, ce qui augure d'une évolution vers un peuplement plus riche en bouleaux et plus clairsemé.



Photos 12 (ci-dessus) et 13 (ci-dessous) – Lambeau de tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre à Linaigrette vaginée au lieu dit « les tourbières » à Landeyrat [15], dans une variante dégradée à Framboisier. On observe à proximité immédiate l'exploitation industrielle de la tourbe, et sur la zone restée non exploitée des fosses de sondage.



Pineraie paratourbeuse de Pin sylvestre à Airelle rouge

Cahiers d'habitats : 91D0* Tourbières boisées (non décliné en habitat élémentaire).

CORINE biotopes : 44.A Tourbières boisée.

Phytosociologie : *Betulion pubescentis*, groupement à *Molinia caerulea* et *Betula pubescens*, variante à *Vaccinium vitis-idaea* et *Pinus sylvestris*. Proche du *Betuletum pubescentis* (Hueck 1929) Tüxen 1937.

Code du groupement dans le tableau phytosociologique : vi.

Répartition géographique et déterminisme écologique

Ce type de forêt tourbeuse est très rare en Auvergne puisqu'il n'a été identifié que sur deux sites (à la Chalm sur la commune de Grèze en Margeride [43] et sur la tourbière plate Jas Deyvant près du col de Baracuchet [63]), mais il couvrirait à chaque fois des surfaces assez importantes et semble bien individualisé écologiquement. Dans les deux cas, la tourbe est fibreuse mais son épaisseur très faible (10 à 30 cm) indique qu'il s'agit de zones où l'accumulation de tourbe n'a démarré que très récemment. On observe fréquemment des bas-marais du *Juncion acutiflori* en mosaïque (les arbres ne sont pas présents sur ces niveaux plus bas qui constituent un habitat différent). Il s'agit de zones d'ombrotrophisation au sein de « tourbières plates ». L'individualisation de ce type de tourbière est sujette à caution, et il pourrait être tentant de n'en faire qu'une variante de la Tourbière boisée de Pin sylvestre et de Bouleau pubescent à Molinie bleue décrite dans la fiche suivante. Nous en proposons néanmoins une fiche car les deux sites visités étaient très distants l'un de l'autre mais très proches écologiquement et floristiquement.

Cortège floristique et physionomie de la végétation

Le symbole « * » indique les taxons à statut de protection et/ou de rareté. «A» indique la strate arbustive haute ou arborée, «a/h» la strate arbustive basse ou herbacée, «m» la strate muscinale.

Espèces caractéristiques (espèces du **groupe 2** ; les espèces du **groupe 1** se limitent à un tapis de *Sphagnum capillifolium* piqueté de *Polytrichum strictum*. voir § 4.1.5.).

A : *Pinus sylvestris*.

a/h : *Vaccinium vitis-idaea*, *Calluna vulgaris*, *V. myrtillus*, *Molinia caerulea*.

m : *Sphagnum capillifolium*, *Polytrichum strictum*.

Autres espèces fréquentes .

a/h : *Deschampsia flexuosa*, *Galium saxatile*, *Nardus stricta*, *Dicranum scoparium*... (acidiphiles des niveaux mésophiles).

m : *Polytrichum commune*, *Aulacomnium palustre* (espèces des tourbières à plus large amplitude).

On constate une disparition des espèces vasculaires des haut-marais, mais la présence des mousses caractéristiques. *Sphagnum capillifolium* forme ainsi des buttes peu accentuées. La végétation est marquée par l'abondance des Éricacées des landes et forêts acidiphiles : *Vaccinium vitis-idaea*, *Calluna vulgaris* et *Vaccinium myrtillus*. Si les deux premières se rencontrent dans les forêts mésophiles voisines, çà n'est pas le cas de *Vaccinium vitis-idaea* qui présente un caractère acidiphile et alticole plus marqué. Cette présence de *Vaccinium vitis-idaea* se retrouve sur certaines tourbières boisées ombrotrophiles à Linaigrette engainante décrites précédemment (domaine du Sauvage), qui présentent à chaque fois un caractère ombrotrophe moins marqué que les tourbières boisées ombrotrophiles typiques à Linaigrette engainante.

Discussion phytosociologique et rattachement à la directive « Habitats » et

En dehors du tapis de *Sphagnum capillifolium*, les espèces caractéristiques des tourbières boisées sont souvent dispersées. L'accumulation de tourbe, même si elle est encore faible, conduit tout de même à rattacher ces pineraies à la directive « Habitats », dans un type non décrit.

Le positionnement phytosociologique est délicat vu le très petit nombre de relevés. Il semble s'agir encore du *Betulion pubescentis*, dans une forme paratourbeuse de transition vers le *Vaccinio vitis-idaeae-Abietenion albae* Oberd. 1962, caractéristique des forêts mésophiles à hydroclines hyperacidiphiles du Massif central.

État de conservation

Seuls deux sites sont connus pour cet habitat. L'état de conservation est bon au Jas Deyvant près du col de Baracuchet [63], l'habitat couvrant une surface importante, avec présence de nombreux chablis et turfigénèse active. Il est assez bon à la Chalm en Margeride [43], malgré un déficit de bois mort dû à l'exploitation forestière.



Photos 14, 15 (ci-dessus), 16 et 17 (ci-dessous) – Pîneraie paratourbeuse de Pin sylvestre à Airelle rouge à Jas Deyvant près de la tourbière de Baracuchet dans le Forez [63]. Du fait d'un enracinement très superficiel, les chablis sont abondants (ci-dessous et ci-dessus à droite). On observe ainsi une présence importante de bois mort et la création de nombreuses gouilles colonisées par des sphaignes et des gazons à *Juncus bulbosus*. *Drosera rotundifolia* n'y a pas été observé mais sa présence est possible. La présence des arbres sur la tourbière est donc favorable en termes de microhabitats liés aux tourbes dénudées et au bois mort. Elle ne semble pas défavoriser la turfigénèse, le côté récent de l'accumulation de tourbe comme de la présence des arbres laisserait même penser le contraire. (Photo encadrée (17) : Airelle rouge, *Vaccinium vitis-idaea*).



Tourbière boisée de Pin sylvestre et de Bouleau pubescent à Molinie bleue

Cahiers d'habitats : 91D0-1.2 Boulaies pubescentes tourbeuses de montagne.

CORINE biotopes : 44.A1 Boulaies à sphaignes.

Phytosociologie : Betulion pubescentis, groupement à *Molinia caerulea* et *Betula pubescens*, proche du Betuletum pubescentis (Hueck 1929) Tüxen 1937.

Code du groupement dans le tableau phytosociologique : mo (mot = variante atlantique à Bruyère à quatre angles).

Répartition géographique et déterminisme écologique

Comme le précédent, la Tourbière boisée de Pin sylvestre et de Bouleau pubescent à Molinie bleue (*Molinia caerulea*) est liée aux zones d'ombrotrophisation (buttes ombrominérotrophes) sur les tourbières plates d'origine minérogènes. Ce type est moins alticole que les tourbières boisées ombrotrophiles à Linaigrette engainante décrites précédemment, et la majorité des relevés sont situés entre 950 et 1000 m, à l'étage montagnard moyen. Deux relevés dépassent 1300 m. Située à 665 m dans l'Artense, la tourbière de Bouboulie constitue une station très intéressante et atypique de par sa tonalité atlantique (présence d'*Erica tetralix*) et sa présence en situation abyssale. Le caractère atlantique et montagnard de ce secteur a déjà été signalé à l'occasion d'études bryologiques sur les gorges de la Rhue (HUGONNOT & CELLE 2011).

Les individus rencontrés étaient situés :

- sur des tourbières plates notamment aux Vergnes des Mazes dans l'Aubrac [15]
- en contexte limnogène à Bouboulie [15] ou au Lac de Chambédaze [63] ;
- en bordure de tourbière bombée à la Barthe [63] et en amont du Lac de Laspialade [63] ;
- en situation de vallon (proximité d'un ruisseau) en contrebas du col des Supeyres [63] ou à la Fontanelle près du hameau de la Chassaing [63].

Cet habitat est également présent hors d'Auvergne sur ses marges dans la vallée de l'Etui [42], ainsi que plus loin dans le Pilat [42] (tourbières de la Digonnière, de Chaumasse...) et sur le plateau ardéchois [07].

Cortège floristique

Le symbole « * » indique les taxons à statut de protection et/ou de rareté. «A» indique la strate arbustive haute et/ou arborée, «a/h» la strate arbustive basse ou herbacée, «m» la strate muscinale.

La caractérisation de ce type de tourbière se fait plutôt en négatif, par l'absence d'espèces caractéristiques d'autres types de tourbières. D'une part, les espèces ombrotrophiles sont très dispersées, mais d'autre part les espèces de bas-marais du **Juncion acutiflori** le sont aussi. Les espèces ombrotrophiles comme *Eriophorum vaginatum*, *Vaccinium uliginosum* et *V.* groupe *oxycoccus** sont très rares en dehors de *Sphagnum capillifolium* qui n'est jamais très recouvrant.

Espèces caractéristiques (espèces des **groupes 2** et quelques unes à large amplitude du **groupe 4**, voir § 4.1.5.)

A : *Pinus sylvestris*, *Betula pubescens*.

a/h : *Molinia caerulea*, *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus*.

m : *Sphagnum capillifolium*, *Polytrichum strictum*.

Autres espèces fréquentes et ou recouvrantes

a/h : les acidiphiles des niveaux mésophiles sont fréquentes, celles des forêts et ourlets acidiphiles (*Deschampsia flexuosa*, *Galium saxatile*, *Melampyrum pratense*, *Anthoxanthum odoratum*) et celles des **Nardetea strictae** (*Nardus stricta*, *Potentilla erecta*, *Juncus squarrosus*). Enfin, on trouve de petites Laïches des bas-marais des **Scheuchzerio-Caricetea fuscae** comme *Carex nigra* et *C. echinata*.

m : *Polytrichum commune*, *Aulacomnium palustre* (espèces des tourbières à plus large amplitude).

Physionomie et structure de la végétation

On observe le plus souvent un peuplement pur ou mélangé de Bouleau pubescent (*Betula alba*), de Bouleau verruqueux (*Betula pendula*) ou de Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*). On observe parfois l'hybride entre Bouleau pubescent et verruqueux (*Betula x aurata*). Le peuplement est constitué par le Pin à crochets dans un seul cas (la Barthe). L'Épicéa (*Picea abies*) est parfois présent mais toujours de manière ponctuelle. La

CBN Massif central \ 91D0 « Tourbières boisées » en Auvergne \ mars 2012

hauteur dominante est souvent proche de 10 m mais peut atteindre 15 m, avec un recouvrement généralement voisin de 50%.

Variantes observées

Comme pour les tourbières à Linaigrette engainante, la présence des acidiphiles des niveaux supérieurs correspond aux niveaux topographiques les plus secs, tandis que leur disparition et parfois l'arrivée discrète d'espèces des bas-marais du **Juncion acutiflori** (*Juncus acutiflorus*, *Succisa pratensis*, *Dactylorhiza maculata*, *Epikeros pyrenaicum*) voire des prairies humides (*Juncus effusus*, *Galium palustre*, *Polygonum bistorta*) indique des niveaux topographiques plus humides.

Le relevé de la tourbière de Bouboulie dans l'Artense est original du fait de la présence d'*Erica tetralix*, espèce caractéristique des landes tourbeuses atlantiques de l'**Oxycocco palustris-Ericion tetralicis** Nordh. ex Tüxen 1937.

Côté ligérien, les individus provenant de la tourbière du Carrefour des Charbons dans les Bois Noirs [42] sont peu typiques, avec un recouvrement faible des Sphaignes et la présence de *Pteridium aquilinum* et *Holcus mollis*. Ils semblent néanmoins correspondre à l'habitat décrit ici.

Discussion phytosociologique

Les tourbières boisées de Pin sylvestre et Bouleau pubescent à Molinie bleue présentent des affinités avec le **Sphagno-Betuletum pubescentis** Mériaux *et al.* 1980 dans sa sous association **typicum**, auquel CHABROL et REIMRINGER font référence pour décrire les tourbières boisées du Limousin. Une différence entre nos relevés et ceux de MÉRIAUX *et al.* ou du Limousin apparaît rapidement, puisque des espèces collinéennes présentes dans les relevés du nord de la France et en Limousin sont absentes de nos relevés qui se situent à l'étage montagnard.

Même si *Vaccinium uliginosum* est absent dans nos relevés, la présence de *Betula pubescens*, *Erica tetralix*, *Molinia caerulea*, *Potentilla erecta*, *Polytrichum commune*, *Sphagnum capillifolium* en plus des acidiphiles à large amplitude (*Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus*...) indique que notre groupement du Massif central est également proche du **Betuletum pubescentis typicum** (Hueck 1929) Tüxen 1937, même si cette association est probablement assez hétérogène d'un point de vue biogéographique comme nous l'avons vu précédemment (voir § 2.5. et 4.1.4). On note de même des affinités avec l'**Holco mollis-Betuletum pubescentis** (Tüxen 1937) Oberdorfer 1957 (d'ailleurs très proche du **Betuletum pubescentis typicum**), mais avec les mêmes limites que pour le **Sphagno-Betuletum pubescentis** : l'absence d'espèces collinéennes dans nos relevés.

Il ressort donc que les tourbières boisées de Pin sylvestre et Bouleau pubescent à Molinie bleue d'Auvergne correspondent soit à une variante montagnarde des syntaxons citées plus haut, soit à une association vicariante montagnarde. Il est par contre clair qu'elles relèvent du **Betulion pubescentis**.

Rattachement à la directive « Habitats »

Ce type de tourbière boisée relève bien de la directive « Habitats ». Toutes les caractéristiques listées dans la partie 2.3. sont en effet réunies au niveau floristique (*Betula pubescens*, *Pinus sylvestris*, *Molinia caerulea*, *Sphagnum* sp. et de manière dispersée *Eriophorum vaginatum* et *V. oxycoccus*) et écologiques (épaisseur de quelques décimètres à plus d'un mètre de tourbe). Quel que soit le faciès observé (pins sylvestres et/ou bouleaux), il s'agit de l'habitat élémentaire 91D0-1.2 « Boulaies pubescentes tourbeuses de montagne ». En effet, on ne note pas de modification du cortège floristique en fonction du sylvo-faciès. Il semble que le stade de maturité de cette tourbière soit plus riche en bouleau pubescent qu'en pin (voir partie 5). Comme nous l'avons vu plus haut, le 91D0-2 « Tourbières boisées à Pin sylvestre » est à réserver aux Pineraias sur podzol humique des Vosges du Nord (*Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris*).

État de conservation

Cet habitat est souvent représenté par des individus couvrant des surfaces restreintes, avec un peuplement jeune et pauvre en microhabitats. On en trouve parfois des individus plus typiques et étendus, dont un beau peuplement à la Vergne des Mazes dans l'Aubrac.



Photo 18 – Tourbière boisée de Pin sylvestre et Bouleau pubescent à Molinie bleue au lac de Laspialade [63], marquée par l'abondance de la Molinie.



Photo 19 – Tourbière boisée de Pin sylvestre et Bouleau pubescent à Molinie bleue à la Fontanelle, avec une physionomie au contraire très landicole [63].

Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau

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

CORINE biotopes : 44.A1 *Boulaies à sphaignes.*

Phytosociologie : *Betulion pubescentis, groupement vicariant du Carici canescentis-Betuletum pubescentis (Steffen 1931) Passarge 1968.*

Code du groupement dans le tableau phytosociologique : **mj** (variante jeune très tremblante), **ma** (variante atterrie), **me** (variante évolué à Linaigrette à feuille étroites).

Répartition géographique et déterminisme écologique

Les tourbières boisées tremblantes de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau (*Menyanthes trifoliata*) se rencontrent sur des tourbières limnogènes (marais de Limagne [43], tourbière de la Bouboulie [15], étang de Roussillon [15], lac de Chambédaze [63], lac d'en Bas à la Godivelle [63], Lac de Bourdouze [63]). On les rencontre également sur des niveaux très humides et instables de tourbières minérotrophiles probablement topogènes comme à la tourbière d'Auzolle [63], mais aussi sur les marges de l'Auvergne sur le plateau du Four à la Prenarde-Haut [42]. Plus loin de l'Auvergne, on rencontre cet habitat de manière exceptionnelle sur le plateau de Millevaches [19] vers en Carteyroux. Ce type de tourbière boisée lié principalement aux tourbières limnogènes est donc assez typiquement auvergnat. Il se rencontre essentiellement à l'étage montagnard moyen (entre 1080 et 1200 m), parfois à l'étage montagnard inférieur (entre 665 et 950 m). Comme pour les tourbières boisées à Molinie bleue, le relevé d'altitude la plus faible provient de la tourbière de Bouboulie dans l'Artense.

Cortège floristique

Le symbole « * » indique les taxons à statut de protection et/ou de rareté. «A» indique la strate arbustive haute ou arborée, «a/h» la strate arbustive basse ou herbacée, «m» la strate muscinale.

Espèces caractéristiques.

(espèces du **groupe 3**, caractéristiques des marais de transition des *Scheuchzerietalia palustris* Nordh. 1936 et des *Magnocaricetalia elatae* Pignatti 1954). Voir § 4.1.5.).

A : *Betula alba*, *Pinus sylvestris*.

a/h : *Menyanthes trifoliata*, *Potentilla palustris*, *Equisetum fluviatile*, *Carex rostrata*, *C. Lasiocarpa*, *Salix repens*, *S. lapponum**, *Ligularia sibirica**, *Drosera rotundifolia**, *Eriophorum angustifolium*...

m : *Sphagnum flexuosum*, *S. palustre*. On rencontre plus rarement *Sphagnum centrale*, *S. fallax* ou *S. teres*.

Autres espèces fréquentes et/ou recouvrantes.

A : *Betula x aurata*, *B. pendula*, *Salix aurita*, *S. groupe cinerea*. (*Alnus glutinosa* est rare)

a/h : on observe plus rarement des faciès à *Calamagrostis canescens* (la Godivelle). *Molinia caerulea* est fréquente et parfois assez abondante. *Eriophorum vaginatum*, *Vaccinium uliginosum* et *V. groupe oxycoccus* sont souvent présentes mais de manière discrète, annonçant l'ombrotrophisation du marais de transition (observé par ailleurs à la Bouboulie sur le relevé 463846).

Structure de la végétation

La microtopographie est plane, et on observe ni butte de sphaigne ni touradons. Le couvert arboré est variable mais peut parfois être assez important (il varie entre 40% et 85% dans les relevés). Ce type de tourbière boisée est le plus souvent colonisé par le Bouleau pubescent, plus rarement par le Pin sylvestre.

Variantes observées

On observe trois variantes différentes dans ce type d'habitat. Les relevés 236122, 463845 et 463838 (marais de Limagne, Bouboulie et étang de Roussillon) correspondent aux radeaux les plus instables (variante jeune très tremblante). Le substrat est alors très instable, constitué par un radeau de Sphaignes assez mince (20 cm au Roussillon et à la Bouboulie) flottant sur l'eau ou une tourbe très fluide.

L'arrivée des espèces des bas-marais traduit des situations plus atterries (*Viola palustris*, *Eriophorum polystachion*, *Calamagrostis canescens*, *Agrostis canina*, *Succisa pratensis*, *Dactylorhiza maculata*, *Selinum pyrenaicum* = *Epikeros pyrenaicus*, *Festuca rivularis*, *Ligularia sibirica*, *Carex nigra*, *C. curta*...). On constate que *Carex rostrata* apparaît surtout sur les niveaux stabilisés (variante atterrie), et est également présent dans le groupement à Laïche à utricules rostrés décrit dans la fiche suivante. La majorité des relevés sont dans ce cas (relevés 463813, 335126, 463883, 335099, 335098, 463886, 378204, 366187, 446549, 236120). La boulaie du lac d'en Bas à la Godivelle (relevé 463813) est la seule observée de ce type

puisqu'elle est dominée par *Calamagrostis canescens*. Le substrat est plus stabilisé que dans la variante précédente. Seuls trois sondages ont été effectués ; dans deux cas, on observe 60 à 75 cm de tourbe messique (brune assez peu fibreuse) surmontant une épaisseur importante de tourbe saprique (jusqu'à au moins 130 cm de profondeur). Dans un cas (Tourbière d'Auzolle), on observe une tourbe plus fibreuse en surface, probablement fibrique.

Les deux relevés du marais de Limagne à Linaigrette à feuilles étroites (*Eriophorum polystachion*) sortent également du lot (relevés 446549 et 236120 : variante à Linaigrette à feuilles étroites). Les espèces qui différencient ces boulaies « tremblantes » (*Menyanthes trifoliata*, *Potentilla palustris*, *Equisetum fluviatile*, *C. lasiocarpa*) sont absentes mais on ne constate pas la présence des espèces de bas-marais ni de celles des haut-marais. La présence de *Drosera rotundifolia* et *Carex limosa* rappelle le niveau très hygrophile. Il s'agit ici d'une forme évoluée du marais de transition et certains secteurs de cette tourbière montrent d'ailleurs des signes d'ombrotrophisation (arrivée d'*Eriophorum vaginatum*...). Nous rattachons ces deux relevés du marais de Limagne aux tourbières boisées tremblantes de Pin sylvestre et de Bouleau pubescent à Trèfle d'eau mais ils sont assez atypiques, contrairement au relevé 236122 du même marais de Limagne.

Discussion phytosociologique

La Tourbière boisée tremblante de Pin sylvestre et de Bouleau pubescent à Trèfle d'eau est proche du **Carici (*canescentis*)-Betuletum pubescentis** (Steffen 1931) Passarge 1968, avec comme point commun la présence des espèces des marais de transition des **Scheuchzerietalia palustris** et des magnocariçaises de bas niveau topographique des **Magnocaricetalia elatae** en plus de la présence d'espèces des **Molinietalia caeruleae**. Une différence notable est l'absence logique des différentielles boréoc Continentales (*Ledum palustre* et *Calla palustris*) dans nos relevés. Il s'agit donc d'une association vicariante atlantique à subatlantique.

La différence par rapport au **Sphagno-Betuletum pubescentis agrostido-caricetum nigrae** Mériaux *et al.* 1980 est bien nette puisque les espèces des **Scheuchzerietalia palustris** sont absentes chez MÉRIAUX *et al.* (1980). Au niveau alliance, un rattachement au **Betulion pubescentis** n'est pas évident si on se réfère au seul type d'alliance (**Betuletum pubescentis** Tüxen 37), mais il est possible sur la base de la diagnose de SCAMONI & PASSARGE (1959) puisqu'ils y mentionnent la présence d'un groupe d'espèces des **Scheuchzerietalia palustris** en plus de celles des **Oxycocco palustris-Sphagnetum magellanici**. Or, celles-ci apparaissent régulièrement dans les formes d'atterrissement du groupement, qui sont majoritaires sur le terrain (l'arrivée du boisement est souvent associé à une stabilisation du tremblant). D'autre part, le type du **Sphagno-Alnion glutinosae** n'abrite pas d'espèces des **Scheuchzerietalia palustris**, caractéristiques de notre groupement.

Rattachement à la directive « Habitats »

Même si on se situe dans le **Betulion pubescentis** mais à la charnière avec le **Sphagno-Alnion glutinosae**, un rattachement à l'habitat d'intérêt prioritaire « Tourbière boisée » ne pose aucun problème. Les conditions présentées au § 2.3. sont en effet réunies tant au niveau floristique (*Betula pubescens*, *Pinus sylvestris*, *Frangula alnus*, *Sphagnum* sp., *Carex rostrata*, *C. echinata*, *C. nigra*, *Molinia caerulea*, *Viola palustris*...) qu'écologiques (présence de tourbe). Le rattachement à l'habitat élémentaire semble moins évident. Le plus proche est la Boulaie pubescente tourbeuse de montagne (91D0-1.2) mais aucune variante décrite ne semble correspondre (la plus proche est la 3, avec présence des espèces des bas-marais).

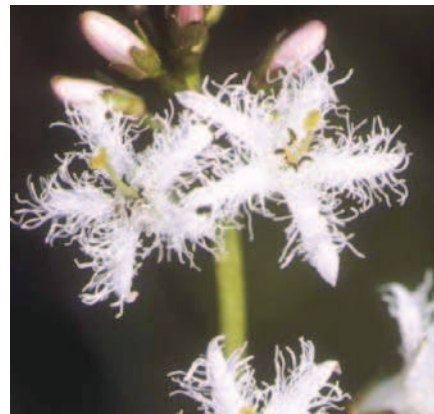
État de conservation

Les peuplements sont souvent assez jeunes du fait du caractère pionnier de l'habitat. Ils sont souvent assez fragmentaires, sauf à la Godivelle et à la Bouboulie.



Photos 20 (gauche) et 21 (droite), ci-dessus – Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau dans une variante jeune très tremblante sur la tourbière de la Bouboulie [15] ; variante plus atterrie au lac d'en-bas à la Godivelle [63]

Photos 22 à 24, ci-dessous – Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau dans une variante jeune très tremblante au lac de Roussillon [15]. Le Trèfle d'eau (*Menyanthes trifoliata*) peut être recouvrant (en bas).



Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore

Cahiers d'habitats : 91D0-1.2 *Boulaies pubescentes tourbeuses de montagne (variantes 1 et 2)*.

CORINE biotopes : 44.A1 *Boulaies à sphaignes*.

Phytosociologie : *Sphagno-Alnion glutinosae*, cf. *Sphagno-Betuletum pubescentis* Mériaux et al. 1980 *agrostido-caricetum nigrae*.

Code du groupement dans le tableau phytosociologique : **ros** (variante à Laïche à utricules rostrés), **jm** (variante à Jonc acutiflore), **j/b** (variante sciaphile de transition vers les sapinières à sphaignes du *Betulo-Abietetum*).

Répartition géographique et déterminisme écologique

La Tourbière boisée à Laïche à utricules rostrés (*Carex rostrata*) et Jonc acutiflore (*Juncus acutiflorus*) colonise les tourbières minérotrophiles. C'est le type de tourbière boisée le plus répandu en Auvergne et vraisemblablement dans tout le Massif central. On le rencontre dans les monts de la Madeleine (tourbière de Mépart [03]), les Bois Noirs (Plan du Fumouzet [03], tourbières de Leydy [03], du Plan du Sapey [63]), dans le Forez (Forêt domaniale d'Ayguebonne [63], bois des Reblats [63], les marais à Saint-Jean-Soleymieux, le long de nombreux ruisseaux comme la Fontanelle sur la commune de Chaulme ou ceux descendant du col des Supeyres [63]), le Haut-Livradois (complexe tourbeux de Virennnes [63], tourbière au lieu dit les Costilles à Fournols [63], vallons tourbeux le long des ruisseaux de la Grive ou du Forestier à Saint-Germain-l'Herm et Fournols [63]), dans la chaîne des Puys (Étang de Lachamp [63], Marais des Glègues [63]), sur le plateau du Cézallier (près du lac de Chambadaze [63], sur la tourbière de la Barthe [63]), dans les monts du Cantal (tourbière de Laquairie [15], de la Sagne Haute à Jabrun [15]), en Margeride (domaine du Sauvage [43]). Le boisement diffus colonisant la tourbière du cratère du mont Bar [43] correspond probablement à une jeune tourbière boisée de ce type. En forêt de Trémouille (Artense) et d'Algère (Gorges de la Rhue), on observe un faciès plus mature qui semble être à rattacher à l'habitat « Sapinières à sphaignes » (9410-8).

Dans les départements limitrophes, on rencontre ce type de tourbière sur le versant ligérien des monts de la Madeleine (plateau de la Verrerie [42]), des Bois Noirs (Carrefour des Charbons [42]), du Forez (tourbière de la Litte/Bois des Boules [42], et plus loin dans le Pilat [42] (surtout sur les tourbières des Chaumasses, du Bossu ou de la Digonnière, plus fragmentaire à Gimel, Prélager et les Vernels) et enfin sur le plateau de Saint-Agrève [07].

Il peut s'agir de zones tourbières soligènes de pente¹² en contexte forestier comme au Plan du Sapey [63] et en Forêt d'Ayguebonne [63] ; l'habitat peut alors couvrir des surfaces assez importantes. Il peut s'agir également de tourbières basses de fond de vallées parfois assez larges (bords des ruisseaux de la Grive et du Forestier dans le Livradois [63]...) ou d'un ancien cirque glaciaire comme sur le complexe tourbeux de Virennnes [43]. Cet habitat est également présent au niveau des tourbières basses de vallon en berceau (souvent en tête de bassin versant) ou de petits vallons, et couvre alors des surfaces plus faibles (vallons descendant le col des Supeyres [63] par exemple). Enfin, ces tourbières boisées à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore peuvent occuper les dépressions périphériques des tourbières bombées (lagg ou pseudo-lagg), comme c'est le cas en périphérie des tourbières de Laquairie [15], la Barthe [63] et de Leydy [03], ou côté ligérien à la Litte/Bois des Boules [42].

Il s'agit donc systématiquement de tourbières minérotrophes, et l'alimentation en eau est assurée par une eau ruisselant parfois en surface (variante à *Carex rostrata*). Les conditions sont plus humides que dans les tourbières ombrotrophes et surtout plus riches trophiquement. La Tourbière boisée à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore occupe les mêmes stations que les bas-marais du **Juncion acutiflori** Braun-Blanq. in Braun-Blanq. & Tüxen 1952 voire pour les plus humides les marais de transition à Laïche à utricules rostrés du **Caricion lasiocarpae** Vanden Berghen in Lebrun, Noirfalise, Heinemann & Vanden Berghen 1949. Elle est d'ailleurs liée dynamiquement à ces habitats.

¹² L'utilisation du terme de « tourbière basse de versant » pour ces sites serait à confirmer par une étude hydrologique précise. En plus de facteurs topogènes qui peuvent jouer (topographie en dépression à l'origine de l'accumulation d'eau), ces tourbières semblent bien avoir une origine soligène, avec un suintement permanent d'eau le long de la pente, sources qui font par ailleurs l'objet de captages pour l'eau potable.

Sur les 36 relevés floristiques et écologiques rassemblés, 20 ont fait l'objet d'un sondage à la tarière pédologique. Sur 12 d'entre eux, l'épaisseur de tourbe fibreuse dépassait 50 cm (voire 130 cm sur 6 relevés). Elle était comprise entre 15 et 30 cm sur 5 relevés, et inexistante sur 2 relevés (on observait seulement un horizon de tourbe saprique épais de 30 cm). Cette tourbe assez fibreuse était le plus souvent de type messique de couleur brune à brun-chocolat. Elle était plus fibreuse et de couleur blonde à brun-clair dans quelques cas (tourbe probablement fibrique dans ce cas). Cet horizon surmonte un horizon peu fibreux de couleur chocolat très foncé à noir, qui correspond probablement à une tourbe saprique, épaisse d'au moins 20 cm, parfois beaucoup plus (plus d'un mètre). L'ensemble de ces horizons tourbeux dépassait 130 cm sur la moitié des sondages, et n'excédait pas 15 cm que dans un seul cas. Il ne s'agit pas de tourbières ombrotrophes mais l'épaisseur de tourbe est généralement conséquente.

Cortège floristique et structure de la végétation

Le symbole « * » indique les taxons à statut de protection et/ou de rareté. «A» indique la strate arbustive haute ou arborée, «a/h» la strate arbustive basse ou herbacée, «m» la strate muscinale.

Espèces caractéristiques.

A : *Betula alba*, *Pinus sylvestris*.

a/h : *Carex rostrata*, *Molinia caerulea*, *Juncus acutiflorus*. Nombreuses espèces des bas-marais (*Agrostis canina*, *Valeriana dioica*, *Succisa pratensis*, *Dactylorhiza maculata*, *Selinum pyrenaicum* = *Epikeros pyrenaicus*, *Eriophorum polystachion*...) et des prairies humides (*Juncus effusus*, *Lotus pedunculatus*, *Cirsium palustre*, *Galium uliginosum*). Quelques espèces des forêts humides (*Equisetum sylvaticum*, *Dryopteris carthusiana*...).

m : *Sphagnum flexuosum* et *S. palustre* sont constantes. On rencontre plus rarement d'autres sphaignes minérotrophiles comme *Sphagnum girgensohnii*, *S. angustifolium*, *S. inundatum*, *S. teres*. *Polytrichum commune* est commune avec d'autres types de tourbières boisées.

Autres espèces fréquentes

A : *Salix aurita* est fréquent en sous étage. *Salix* groupe *cinerea*, *Frangula dodonei* et plus rarement *Alnus glutinosa* sont présents de manière dispersée.

Les espèces caractéristiques sont donc surtout celles du **groupe 4** (voir § 4.1.5.). Ce sont des espèces des bas-marais des ***Molinietalia caeruleae*** W.Koch 1926 et des ***Caricetalia fuscae*** Koch 1926. *Carex rostrata* est généralement la seule espèce des ***Scheuchzerietalia palustris*** Nordh. 1936 qui subsiste par rapport aux tourbières boisées tremblantes à Trèfle d'eau décrites précédemment.

Les espèces ombrotrophiles comme *Sphagnum magellanicum*, *S. capillifolium* ou *Eriophorum vaginatum* sont rares et dispersées. Elles n'apparaissent qu'au niveau de petites zones d'ombrotrophisation diffuses sur le relevé. On observe parfois des buttes constituées de divers *Sphagnum* ou de *Polytrichum commune*, exclus du relevé. La microtopographie est donc plane, et les Sphaignes minérotrophiles forment des tapis uniformes et non pas des buttes. Les Laïches et la Molinie bleue sont présents en nappe et non en touradons. Le couvert arboré est variable mais peut parfois être assez important (il varie entre 40% et 85% dans les relevés). Ce type de tourbière boisée est le plus souvent colonisé par le Bouleau pubescent sur les niveaux les plus humides (à *Carex rostrata*), avec nappe affleurante toute l'année en surface, mais il peut s'agir du Pin sylvestre, du Bouleau verruqueux ou de l'hybride *Betula x autata*. Les peuplements sont colonisés indifféremment par le Pin sylvestre ou les bouleaux sur les situations les moins mal drainées.

Selon les variantes, la végétation herbacée est dominée ou codominée par *Carex rostrata*, *Molinia caerulea* et/ou *Juncus acutiflorus*.

Variantes observées

Il est possible de distinguer plusieurs variantes, avec des transitions progressives entre chacune d'entre elle. Les niveaux les plus humides sont caractérisés par l'abondance de *Carex rostrata* (variante à Laïche à utricules rostrés : relevés 458828 près de la tourbière de Virennnes [63], 463932 à Fontanelle [63], 463876 en forêt d'Ayguebonne [63] et 463920 au domaine du Sauvage [43] par exemple).

Sur les niveaux moins humides, la végétation est marquée par la présence de *Molinia caerulea* et/ou *Juncus acutiflorus* (variante à Jonc acutiflore : relevés 463801 à Virennnes [63], 463829 à Laquairie [15]...). La flore est alors extrêmement proche des bas-marais non boisés du ***Selino pyrenaei-Juncetum acutiflori*** (Luquet 1926) Julve 1983, et seule la structure (présence d'arbres) permet de les en différencier dans les bois jeunes, clairs et pâturés. Lorsque l'ambiance forestière s'installe, on observe l'arrivée d'espèces forestières comme *Dryopteris cartusiana*.

Les niveaux moins humides, généralement observés au sein de la variante à *Juncus acutiflorus* (par exemple relevés 463802, 463805 et 463807 dans le Livradois) sont eux caractérisés par la présence des espèces des ourlets acidiphiles (*Deschampsia flexuosa*, *Galium saxatile*...) et des *Nardetea strictae* (*Juncus squarrosus*, *Nardus stricta*, *Potentilla erecta*). Les formes de transition vers des végétations plus ombrotrophiles sont marquées par la présence de *Sphagnum magellanicum*, *S. capillifolium* ou *Eriophorum vaginatum* (relevés 463854 à la Litte-bois des Boules, 463873 au Plan du Sapey...). La disparition de la Molinie bleue et le développement d'espèces prairiales indique des situations plus riches trophiquement (par exemple relevé 335110 près du lac de Chambadaze [63]). On observe un relevé isolé avec *Equisetum sylvaticum* dans le Forez, qui rappelle un type de tourbière boisée minérotophile très fréquent dans le Pilat (CHOISNET 2007, RENAUX 2009). En dehors de ce relevé très appauvri, ce type de tourbière boisée à *Equisetum sylvaticum* ne semble pas être présent en Auvergne.

Le peuplement est souvent assez jeune, et les espèces typiquement forestières sont souvent rares. Pour certains relevés, on observe une certaine maturité de la végétation avec l'arrivée d'espèces plus forestières comme *Dryopteris dilatata*, *Athyrium filix-femina* ou *Rubus* sp. (notamment *Rubus* sous-section *Glandulosi*). Il s'agit alors d'une variante sciaphile de transition vers les sapinières à sphaignes du *Betulo-Abietetum*. La présence de ces espèces, ainsi que de jeunes Sapins pectinés (*Abies alba*) marque la transition vers les sapinières à sphaignes du *Betulo pubescentis-Abietetum albae* Lemée ex Thébaud 2006, habitat vers lequel la Tourbière boisée de Pin sylvestre et de Bouleau à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore est susceptible d'évoluer (voir partie 5). Outre la présence de sapins adultes, ces sapinières se distinguent cependant par la présence des espèces forestières, comme *Luzula pilosa*, *Lonicera nigra*, *Prenanthes purpurea*, et de nombreuses bryophytes acidiphiles mésophiles (*Hylocomium splendens*, *Rhytidiadelphus loreus*, *R. triquetrus*, *Dicranum scoparium*, *Polytrichum formosum*, *Thuidium tamariscinum*, *Ptilium crista-castrensis*, *Hypnum cupressiforme*...

Discussion phytosociologique

Le rattachement au *Betulion pubescentis* préconisé par THÉBAUD *et al.* (2012) à la suite des Cahiers d'habitats (RAMEAU *et al.* 2001) nous semble délicat, cette alliance étant marquée par la présence d'espèces ombrotrophiles absentes ici (ou très rares et non structurantes). Les espèces des bas-marais caractéristiques du *Sphagno-Alnion glutinosae* sont en revanche très présentes et un rattachement au *Sphagno-Alnion glutinosae* nous semble donc préférable. La Tourbière boisée minérotophile à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore observée en Auvergne est le vicariant montagnard du *Sphagno-Betuletum pubescentis* Mériaux *et al.* 1980 *agrostido-caricetum nigrae*, avec comme différences l'absence d'espèces collinéennes. *Narthecium ossifragum* n'est pas non plus dans nos relevés mais est présent dans la région en milieu prairial.

Comme nous l'avons vu précédemment, le *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis* Noirfalise, Dethioux & Zuttere 1971 cité dans les Cahiers d'habitats (RAMEAU *et al.* 2001), rassemble à la fois des espèces ombrotrophiles et des minérotophiles, il semble donc hétérogène et donc à écarter.

Rattachement à la directive « Habitats »

Comme pour le groupement à *Carex rostrata* et *Juncus acutiflorus*, un rattachement à l'habitat d'intérêt prioritaire « Tourbière boisée » ne pose aucun problème. Les conditions présentées au § 2.3. sont en effet réunies sur un plan floristique (*Betula pubescens*, *Pinus sylvestris*, *Frangula alnus*, *Sphagnum* sp., *Carex rostrata*, *C. echinata*, *C. nigra*, *Juncus acutiflorus*, *Molinia caerulea*, *Viola palustris*...) comme écologique (présence de tourbe). Il s'agit de l'habitat élémentaire « Boulaie pubescente tourbeuse de montagne » (91D0-1.2) dans sa variante 2 (typique) voire 1 (de transition vers les aulnaies marécageuses). L'absence de mention du *Sphagno-Alnion glutinosae* pour cet habitat élémentaire (l'alliance n'est citée que pour les Boulaies pubescentes tourbeuses de plaine, 91D0-1.1) est probablement due à une insuffisance de connaissances sur ce type de tourbière boisée ou à un choix différent pour le rattachement à l'alliance (rattachement au *Betulion pubescentis*).

État de conservation

Ce type de tourbière boisée peut couvrir des surfaces assez importantes. L'état de conservation et de maturité des peuplements est très variable, mais les peuplements sont souvent assez jeunes, avec peu de bois mort et de micro-habitats. Les peuplements les plus intéressants d'un point de vue de l'état de conservation et la surface couverte ont été observés au plan du Sapey (Bois Noirs) et en forêt d'Ayguebonne (nord Forez). À Ayguebonne, l'invasion de semis d'Épicéa issu des plantations voisines est une menace pour le maintien de l'habitat dans un état de conservation favorable. Dans certains cas (variante à *Juncus acutiflorus* le plus souvent), on observe un pâturage, néfaste au maintien du milieu forestier à moyen et long

terme. En forêt d'Algère et de Trémouille (Cantal), on observe une forme de transition entre la Tourbière boisée et la Sapinière à sphaignes, ce qui témoigne d'une maturité intéressante du peuplement. Cette maturation naturelle vers un autre habitat qui relève également de la directive « Habitats » n'est bien entendu pas négative.



Photos 25 – Variante à *Juncus acutiflorus* de la tourbière boisée minérotrophile de *Betula pubescens* et de *Pin sylvestris* à *Larix laricina* à *Juncus acutiflorus* sur la tourbière de Virenes [63]. Le peuplement est clairesemé et la mortalité des arbres importante.

Photo 26 (en bas à gauche) – Variante à Laïche à utricules rostrés de la tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore en forêt d'Ayguebonne [63]. Le peuplement est assez jeune et régulier.



Photo 27 (ci-dessus) – Variante à Laïche à utricules rostrés de la tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore en bordure de la tourbière de Laquairie [15]. On distingue bien une prairie mésophile au premier plan (1), un bas-marais (2) bordant la tourbière bombée colonisée par une lande tourbeuse à *Erica tetralix* (3), la boulaie tourbeuse (4) et enfin une hêtraie-sapinière colonisant le versant (5).

Photo 28 (ci-dessous) – Variante à Laïche à utricules rostrés de la tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore en bordure de la tourbière de Laquairie [15].



Photos 29 (en haut à gauche), 30 (en haut à droite) et 31 (en bas) – Variante de transition vers la Sapinière à sphaignes de la tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore au plan du Sapey dans les Bois Noirs (photo 29). En forêt domaniale d'Algèrè dans les gorges de la Rhue (photo 31) ou en forêt de Trémouille dans l'Artense (photo 30) on observe en de nombreux endroits un passage vers la Sapinière à sphaignes du *Betulo-Abietetum*. L'état de conservation de ces sites forestiers est souvent bien meilleur qu'en contexte agropastoral, avec un peuplement plus mature et présence de bois mort, mais il n'est pas optimal car on observe des traces d'exploitation forestière (forêt de Trémouille ou d'Algèrè).



5. – ANALYSE DES RÉSULTATS

5.1. – Origine, déterminisme et dynamique des tourbières boisées

5.1.1. – Âge et origine des tourbières auvergnates

L'âge des tourbières du Massif central est bien connu (CUBIZOLLE *et al.* 2004, CUBIZOLLE 2005 et 2006). On distingue deux grands cas de figure. La plupart des tourbières bombées se sont mises en place entre le boréal et l'atlantique ancien (entre 5000 et 9000 ans avant J.-C., le plus souvent entre 5500 et 7000 ans avant J.-C.). Les tourbières plates sont généralement plus récentes, et datent de la fin du subboréal ou les deux premiers tiers du subatlantique, soit entre 1000 ans avant J.-C et 700 ans après J.-C. Il est intéressant de constater que nombre de ces tourbières basses « récentes » sont d'origine anthropique, créées par des modifications dans le fonctionnement hydrologique du bassin versant consécutives aux activités humaines.

5.1.2. – Indigénat du Pin à crochets dans le Massif central

Pour REILLE (1991a), le Pin à crochets n'est pas indigène dans le Massif central, et notamment sur les stations de Pin à crochets connues de longue date en Auvergne (tourbière de la Barthe dans le Cézallier, tourbière des sources du Pontajou en Margeride) et sur ses marges (tourbière de la Pigne dans le Haut-Forez ligérien, Fouon de la Bique en Margeride lozérienne). L'analyse de carottes de tourbe sur ces tourbières bombées permet de remonter jusqu'à l'époque de leur formation. Elle met selon lui en évidence une très grande rareté de pollens de Pin dans la tourbière avant le XIX^{ème} siècle, période à laquelle des quantités de pollen très importantes apparaissent (en même temps que les pollens de *Picea abies*, espèce massivement plantée). Avant cette explosion au XIX^{ème} siècle, les taux de pollens de pin sont toujours restés modestes. Ces taux ont pu augmenter consécutivement à des déprises agricoles intenses (notamment au haut Moyen-Âge), mais toujours de manière modeste par rapport à l'époque moderne. Ceci traduit pour l'auteur, d'une part l'extrême rareté des pins dans la région, et d'autre part l'absence de pin sur ces tourbières avant le XIX^{ème} siècle, que ce soit le Pin sylvestre ou le Pin à crochets (il n'est pas possible de les distinguer avec les seuls pollens). En effet, l'auteur considère que la présence de pins sur la tourbière se serait forcément traduite par des taux de pollens importants.

Ce XIX^{ème} siècle a été effectivement marqué par d'intenses reboisements, notamment dans le cadre du service de RTM (Restauration des terrains en montagne). REILLE (1991a) conclut donc que le Pin à crochets a été introduit à cette époque sur ces tourbières. Cette découverte étayée par des analyses polliniques venait remettre en cause la thèse alors admise, selon laquelle les populations de Pin à crochets du Massif central seraient des populations relictuelles de l'époque glaciaire (ROUX 1908, QUÉZEL & RIOUX 1954, CHASSAGNE 1956 & 1957, SANDOZ 1987). Dans son ouvrage sur les végétations forestières de Basse Auvergne, BILLY (1997) reprend à son compte les conclusions de REILLE (1991a) mais sans apporter d'éléments nouveaux. La présence de la variété *rostrata* dans la tourbière de la Pigne [42] rend effectivement l'indigénat du Pin dans cette tourbière douteux, puisque c'est normalement la variété *rotundata* qui colonise les tourbières (RAMEAU *et al.* 1993, RAMEAU *et al.* 1996, GÉGOUT *et al.* 2008)¹³. L'absence d'individus isolés en dehors des grandes stations bien connues où il forme des peuplements importants plaiderait également pour son introduction par semi ou plantation. Des plantations sont d'ailleurs attestées sur certains sites (tourbière des Narses près de la Verrerie [03], tourbière de Mépart [03]...), et d'autres plantations de Pin à crochets ont pu être trouvées pendant l'étude (Plaine de Montcineyre [63], relevé 463889). Les quelques sondages effectués pour le moment par GOUBET (com. pers) sur la tourbière ombrotrophe de la Barthe ne mettent pour le moment pas en évidence de présence de couches de bois importantes dans la tourbe, ce qui confirmerait la thèse d'une extension récente de celui-ci.

¹³ La variété *rostrata* caractérise les forêts des *Erico carnea-Pinetea sylvestris* Horvat 1959 colonisant les versants secs et les crêtes des Pyrénées, des Alpes et du Jura, aux étages montagnard supérieur et subalpin. Une étude biochimique et génétique portant sur les populations de « Pin des tourbières » de Pologne et de France (LAURANSON-BROYER J., KRZKOWA M., LEBRETON P. 1997) ainsi que l'étude spécifique des Pins du Pinet (BARTOLI 2007) indique que la variété *rotundata* serait proche de *Pinus x uliginosa* Neumann, hybride fixé entre *Pinus sylvestris* et *P. uncinata* et typique des tourbières.

La question de l'indigénat du Pin à crochets en Auvergne n'est cependant pas tranchée dans l'Atlas de la flore d'Auvergne (ANTONETTI *et al.* 2006). Si cet indigénat reste douteux, les éléments dont nous disposons à ce jour nous portent à croire qu'il n'est toujours pas possible de conclure de manière définitive. Plusieurs études ont en effet remis en cause les conclusions de REILLE (1991b) sur le caractère artificiel des tourbières boisées de Pin à crochets des Vosges, du Jura et des Pyrénées. Son raisonnement et ses conclusions ayant été les mêmes en Auvergne, le doute est dès lors permis. Dans les Vosges, EDELMANN 1985 indique la présence de macrorestes de Pin à crochets vieux de 300 ans dans la tourbière de la Goutte-Loiselot, tourbière voisine de celle du Beillard et actuellement couvert de Pin à crochets. MAPPUS (1742) signale l'espèce dans les Vosges vers 1710, et la présence du Pin à crochets est attestée depuis au moins la fin du XVII^{ème} siècle dans les Vosges. REILLE (1991b) conclut comme dans le Massif central à l'origine anthropique de ce peuplement dense de Pin à crochets au Beillard, qui aurait selon lui été planté à la fin du XVII^{ème} siècle. De même que BŒUF (2012) dans son récent référentiel des types forestiers d'Alsace, la conclusion de REILLE nous semble hasardeuse même si cette introduction « sauvage » par un botaniste n'est pas impossible. La seconde étude, celle d'ANDRÉ & ANDRÉ (2008) dans le Jura, est bien postérieure aux travaux de REILLE (1991b). Ils avaient eu les mêmes conclusions sur les tourbières des Veaux, des Enfers et de Frasné dans le Jura qu'en Auvergne et dans les Vosges, à savoir une introduction récente de ces Pins par plantation. ANDRÉ & ANDRÉ (2008) prouvent par l'étude approfondie des archives communales, ecclésiastiques et seigneuriales que des peuplements denses de Pin à crochets existent depuis au moins le XIV^{ème} siècle, période à laquelle de telles pratiques de plantation n'étaient pas connues. De plus, l'espèce ne semble pas avoir fait l'objet de plantation, elle aurait même fait l'objet de tentatives d'élimination (MANNEVILLE *et al.* 2006). L'espèce s'était, semble-t-il, maintenue sur ces tourbières de manière plus diffuse jusqu'à ce qu'elle se développe considérablement au Moyen-Âge et surtout au XVII^{ème} siècle. La différenciation entre une variété *rotundata* sur les tourbières et une variété *rostrata* sur les crêtes rocheuses va, selon nous, dans le sens d'un maintien sur les tourbières de populations distinctes de celles observées sur les crêtes. Si l'espèce semble bien s'être maintenue sur les tourbières, le développement de peuplements denses de Pin à crochets est en revanche bien du à l'homme. Il n'est en revanche pas le fait de plantations récentes mais la conséquence de l'exploitation de la tourbière, notamment depuis le XVII^{ème} siècle. Le Pin à crochets est donc naturel sur les tourbières du Jura, mais il a été favorisé de manière indirecte par l'homme (conséquence de l'exploitation de la tourbe et non plantation).

Un dernier site à Pin à crochets considéré par REILLE (1991b) comme issu de plantation a fait l'objet d'études génétiques approfondies, il s'agit de la tourbière du Pinet dans l'Aude. Là aussi, les conclusions présentées par BARTOLI (2007) sont les mêmes que dans le Jura et probablement les Vosges : la population de Pin à crochets présente sur la tourbière est d'origine ancienne, et non pas issue de plantation. Il est intéressant de signaler que REILLE (1991b) indique lui-même la présence de macrorestes de bois de pin dans la tourbe, indiquant la présence ancienne d'arbres sur cette tourbière. Comme dans le Jura, il s'agit de la variété *rotundata*, typique des tourbières et distincte morphologiquement et génétiquement de la variété *rostrata* propre aux stations non tourbeuses et présente dans les Pyrénées. Autre similitude avec le Jura, on observe un développement important des pins dus à l'exploitation de la tourbière en 1976.

Le Pin à crochets a donc pu être planté au début du XIX^{ème} siècle à la Barthe. Il l'a probablement été à la Pigne et sur d'autres stations historiques de Pin à crochets d'Auvergne et de ses marges. Des cas de plantations plus récentes sont d'ailleurs bien documentés. Comme nous l'avons vu, il est néanmoins permis de douter des conclusions de REILLE (1991a) sur le caractère exclusivement exotique du Pin à crochets dans le Massif central et de résultats récents qui ont mis en évidence l'indigénat du Pin à crochets dans des tourbières des Pyrénées, du Jura et des Vosges. Dans le Massif central et particulièrement en Auvergne, une origine indigène (relicte glaciaire) et une origine exogène (introduction) sont toutes deux possibles, seules ou combinées. Il n'est pas exclu que, comme dans le Jura, les Vosges et les Pyrénées le Pin à crochets se soit maintenu à l'état naturel dans les tourbières, de manière plus dispersée qu'aujourd'hui, et que les populations de Pin à crochets se soient étendues plus récemment suite à des actions anthropiques directes (plantation) ou indirectes (modification de l'équilibre de la tourbière). ELLENBERT (1978, in BARTOLI 2007) indique que le Pin à crochets peut même se maintenir sans fructifier pendant une période importante dans les stations contraignantes telles que les tourbières, grâce à des bourgeons racinaires. La survivance d'une espèce relictuelle d'une période plus froide ne serait pas un cas isolé en Auvergne : les populations de *Betula nana* en Margeride en sont un bel exemple. Seules des analyses biochimiques, génétiques (portant notamment sur la composition flavonique et la teneur en quercétine), des analyses de macrorestes et enfin l'analyse de l'âge des arbres (cernes de croissance) pourraient permettre de trancher définitivement cette question. Des analyses génétiques seules ne suffiraient peut-être pas, car il est du domaine du possible que des populations indigènes de Pin à crochets aient été éliminées et remplacées par les variétés introduites. Sur le modèle de ce qui a été réalisé dans le Jura, une étude historique des tourbières boisées à Pin à crochets d'Auvergne et de ses marges serait hautement instructive. Ceci passerait notamment pour une étude des archives (forestières, communales...), afin de trouver trace d'éventuelles introductions. Si une plantation était avérée à la Barthe, elle serait forcément bien antérieure à

1850 vu les observations de GAY en 1861 (in LUQUET 1926. voir au § 4.2. la fiche sur les tourbières bombées à Airelle des marais et Linaigrette engainante). Il faudrait notamment examiner l'affirmation de BARTOLI (2007) qui considère qu'il n'y a pas eu de plantation de Pins à crochets en France avant 1864 ou 1865. Enfin, une étude de la toponymie à des périodes antérieures aux plantations du XIX^{ème} siècle serait utile. Si la tourbière boisée de la « Barthe » porte un toponyme courant pour les tourbières du Massif central (MANNEVILLE *et al.* 2006), le toponyme « Pigne » fait clairement référence au pin pour celle située sur le versant ligérien du Forez.

Plusieurs tourbières boisées ombrotrophes parmi les plus typiques sont peuplées de pins à crochet, mais la majorité des tourbières boisées auvergnates sont constituées de pins sylvestres et de bouleaux. On observe même la présence indifféremment des deux pins dans certaines tourbières ombrotrophes, avec la même flore. La question de l'indigénat du Pin à crochets est donc relativement marginale dans celle plus générale de l'origine des tourbières boisées en Auvergne.

5.1.3. – Origine de la présence du Pin sylvestre sur les tourbières auvergnates

De même que pour le Pin à crochets, REILLE & PONS (1982) concluent au caractère artificiel et récent de la présence de Pin sylvestre dans les tourbières de la Margeride et plus généralement d'Auvergne (REILLE 1991a). L'espèce aurait été plantée ou semée au XIX^{ème} siècle dans les tourbières sur lesquelles on l'observe aujourd'hui. Cette conclusion doit être abordée avec beaucoup de circonspection. En effet, il est bien admis que les études palynologiques traduisent essentiellement la végétation régionale. Elles ne reflètent que partiellement et imparfaitement la végétation présente sur la tourbière. Le pollen de pin emprisonné dans la tourbe provient non seulement des arbres présents sur la tourbière mais aussi d'arbres présents dans un vaste périmètre alentours (à l'échelle de la région). Selon VERGNE (1989), 30 % de la pluie pollinique provient de la végétation croissant sur la tourbière. On peut donc parfaitement imaginer un taux de pollen de pins extrêmement élevé sans le moindre pin sur la tourbière mais dans un environnement riche en pins (comme observé aujourd'hui), et au contraire un taux comparativement beaucoup plus faible avec quelques pins sur la tourbière et aucun en dehors. Il faut en plus garder en mémoire que les diagrammes polyniques font référence à des proportions entre pollens des différents taxons, et non à des quantités absolues. On comprend donc parfaitement que le maintien de petites populations de Pin confinées à des stations refuge, même si elles incluent les tourbières, donneraient des taux de pollens considérablement plus faibles que les immenses forêts de Pin sylvestre¹⁴ apparues suite à la déprise agricole. De plus, la précision employée dans les études palynologiques est plus grande aujourd'hui que dans les études de REILLE *et al.*, qui dénombrèrent un nombre de grains de pollens assez faibles, tous les 10 ou 15 cm de profondeur. Les études récentes menées notamment à l'Université de Saint-Étienne (ISTHME) mettent ainsi en évidence des quantités non négligeables de pollens de Pin dans les tourbières (CUBIZOLLE, com. pers.), ce qui indique que REILLE *et al.*, ont probablement sous-estimé la présence du Pin.

En revanche, les grandes tendances mises en évidence par eux ne sont pas remises en question. La rareté des pollens de *Pinus* sur les 98 sites lacustres ou tourbeux analysés dans le Massif central atteste bien que le Pin a été rare à l'échelle de l'Auvergne depuis qu'il a été progressivement supplanté au postglaciaire (il y a environ 9500 ans) par les post-pionnières (*Quercus* sp., *Ulmus* sp., *Tilia* sp., *Alnus* sp.) puis les dryades (*Fagus sylvatica*, *Abies alba*). Les seules périodes qui font exception sont celles de déprise agricole intense, au bas Moyen-Âge (chute de l'empire romain d'occident) puis à la période moderne (XIX^{ème} et XX^{ème} siècles). Lors de ces pics, on observe un fort développement des espèces héliophiles colonisant naturellement les terres abandonnées, comme c'est aujourd'hui le cas : pins, bouleaux, noisetiers... Les pins se sont maintenus sur des stations refuges pendant ces périodes, notamment sur les milieux rupestres où il constitue des pineraies primaires. DAGET (1979) estime qu'il s'est également toujours maintenu dans les tourbières, ce que REILLE et PONS (1982) contestent, estimant comme pour le Pin à crochets que l'augmentation des taux de pollen de Pin est trop faible pour traduire un boisement de la tourbière (il n'est pas possible de distinguer les deux espèces sur les diagrammes). On l'a vu, des études palynologiques ne peuvent pas être utilisées seules pour conclure quoi que ce soit sur la végétation passée de la tourbière, et des nuances importantes sont à apporter sur les tendances mises en avant par REILLE *et al.* Toute la difficulté réside en fait dans la distinction entre « rareté » du Pin et « absence » du Pin sur les tourbières.

¹⁴ Environ un quart des forêts auvergnates sont aujourd'hui constituées de Pin sylvestre, soit 160.000 ha. Le taux de boisement régional est de 27 %. En Haute-Loire, département très étudiée par Reille *et al.* (DE BEAULIEU, PONS et REILLE 1988 ; PONS, REILLE et DE BEAULIEU 1989) avec notamment la Margeride, ce taux de boisement atteint même 37 % ; le Pin sylvestre y est encore plus présent puisqu'il constitue 43 % de la surface forestière.

Source : CRPF Auvergne (http://www.crpfauvergne.fr/fichiers/pin_sylvestre.pdf) et IFN (données 2001 à 2004 rassemblées sur le site <http://draaf.auvergne.agriculture.gouv.fr/La-foret-auvergnate>).

CBN Massif central \ 91D0 « Tourbières boisées » en Auvergne \ mars 2012

Le Pin (sylvestre ou à crochets) n'est pas le seul à coloniser les bas-marais et haut-marais : les bouleaux (Bouleau pubescent, verruqueux et hybride) sont aussi très fréquents. La question du caractère naturel ou anthropique des tourbières boisées ne se résume pas à la seule présence du pin sur les haut-marais, encore moins avec une approche palynologique. Seules des études génétiques, biochimiques, historiques et de macrorestes pourraient permettre de dire si une tourbière était réellement boisée ou non dans un passé lointain. Ces études ne sont pas aussi abondantes que les études palynologiques, mais il est déjà possible de se baser sur les macrorestes trouvés dans les carottes palynologiques. Or, des situations bien différentes se dessinent selon le type de tourbière.

5.1.4. – Dynamique des arbres sur les tourbières : des origines complexes et encore mal connues, une situation contrastée en fonction du type de tourbières.

En contexte **ombrotrophe**, les carottages effectués sur les haut-marais du Massif central oriental et les quelques observations faites sur les fronts d'exploitation de tourbe ne mettent pas en évidence de niveau de bois suffisamment important pour traduire un état boisé dans le passé. Seule la couche basale laisse apparaître des niveaux de bois importants. Il est généralement admis qu'elle correspond à la végétation qui existait avant la mise en place de la turfigénèse (CUBIZOLLE *et al.* 2010)¹⁵. Ces analyses sont encore incomplètes mais tendraient à prouver que les peuplements de bouleaux et de pins observés actuellement sur les tourbières ombrotrophes étudiées seraient récents. L'âge et de déterminisme de ces boisements restent à préciser, notamment par la datation des arbres, comme cela a été effectué sur plusieurs sites. Un boisement important de ces tourbières ombrotrophes dans le passé se serait probablement traduit par des couches de bois difficiles à manquer lors des carottages, mais la présence de cas isolés de tourbières ombrotrophes boisées, d'arbres isolés ou encore d'un boisement en couronne sur le pourtour du bombement n'est pas exclue. C'était probablement le cas dans les tourbières du Jura avant que des perturbations entraînent un développement plus important des pins au XVII^{ème} siècle (ANDRÉ & ANDRÉ 2008).

Ces observations sont conformes avec le modèle du climax asylvatique de la tourbière ombrotrophe développé par OHLSON *et al.* (2001) hors d'Auvergne, avancé pour certaines tourbières atlantiques (MANNEVILLE *et al.* 2006) et repris par GOUBET (2004, 2007) dans les monts de la Madeleine et les Bois Noirs. L'absence d'arbres sur la tourbière ombrotrophe, et notamment des Pins sylvestres, s'expliquerait selon ces auteurs par la subsidence (enfouissement) des racines des arbres dans la couche de sphagnes. Cette couche de tourbe fibrique peu décomposée croît de manière continue et plus rapidement que les racines des arbres. Facteur aggravant, l'arbre s'enfonce également du fait de son propre poids, et fini donc par mourir. Selon cette théorie du climax asylvatique, le développement des arbres ne peut être que la conséquence d'une perturbation exogène, anthropique ou non (climat, fonctionnement hydrographique...). Si l'absence de niveau de bois important dans les tourbières étudiées validerait ce modèle, il doit encore être employé au conditionnel, absence de preuve n'étant pas preuve définitive de l'absence. Le modèle du climax asylvatique n'est proposé que pour les seuls haut-marais, et même pour ce type de tourbière il ne fait pas l'unanimité.

Certains auteurs plus anciens soutenaient en effet un autre modèle, celui d'une régénération cyclique des buttes et dépressions formant la tourbière (VON POST & SERNANDER 1910, OSVALD 1923, MOORE & BELLAMY 1974). Dans ce modèle, le stade boisé n'est qu'une étape de la vie de la tourbière. Il ne marque d'ailleurs pas sa mort comme cela est parfois avancé de manière systématique. Une alternance de stades boisés et non boisés aurait été mise en évidence par des études de macrorestes en Forêt Noire (HÖLZER & HÖLZER 1994, 1995 et 2006). Même si les grands systèmes tourbeux sur lesquels ces deux modèles ont été bâtis (îles britanniques, Scandinavie, Europe de l'est...) sont différents dans leur fonctionnement des petites tourbières du Massif central, il est intéressant de constater que l'on observe des tourbières boisées ombrotrophes naturelles en Scandinavie ou en Europe de l'est, avec des combinaisons floristiques très proches (notamment au niveau des « espèces ingénieurs », édifcatrices de l'édifice tourbeux) et les mêmes espèces d'arbres (voir encadré). Pour revenir à l'Auvergne, la dynamique naturelle des tourbières

¹⁵ Selon DUBOIS (1939), l'absence de couches de bois avant les couches les plus profondes pourrait être en partie expliqué par un enfouissement progressif des éléments les plus denses dans une tourbe assez fluide, les faisant paraître lors de leur exhumation « plus anciens qu'ils ne le sont réellement ». Ce phénomène est selon lui fréquemment observé par les archéologues en milieux tourbeux. Il s'agit souvent d'objets plus denses que le bois (métaux, céramique, pierre...) et le mécanisme avancé par DUBOIS ne peut fonctionner que si le bois a une densité plus forte que la tourbe et que la tourbe a une portance faible. Ceci semble possible des les tourbes très fluides (comme on en trouve sous les tremblants) et/ou peu fibreuses (messique, saprique), mais n'est pas évident pour une tourbe plus fibreuse et dense. Cette hypothèse assez ancienne mériterait d'être soumise aux spécialistes de la question. Les mécanismes de décomposition du bois en surface avant son enfouissement (humification) sont également à prendre en compte, notamment sur les niveaux plus secs.

ombrotrophes est sans doute différente selon le type de tourbière, puisqu'on observe même aujourd'hui des situations bien différentes selon les cas. Certaines tourbières sont stables en l'absence de pratiques agricoles (les plus beaux exemples sont sur la marge ligérienne du Forez telles que les tourbières de la Morte et de Sagne-Bourrué) ; sur d'autres les arbres ne progressent pas (la Pigne, la Litte/Bois des Boules) ; enfin, ils progressent sur certains sites comme le marais de Limagne (CUBIZOLLE *et al.* 2010). Il faut donc garder à l'esprit enfin que les deux modèles évoqués plus haut (climax asylvatique et régénération cyclique) ne sont pour le moment que conjecturaux et bâtis hors du Massif central ; ils devront être démontrés pour l'Auvergne. Le modèle d'évolution linéaire du haut-marais vers un boisement entraînant sa mort, souvent évoqué dans les documents de vulgarisation, est en revanche loin d'être la règle. Il n'a été vu que sur un site en bord de bombement et le caractère systématique de ce phénomène n'est pas attesté ; les contre-exemples sont même nombreux (voir § 5.2.8.).

Les tourbières boisées naturelles en Europe

Il est délicat de trouver en Auvergne des sites non perturbés d'une manière ou d'une autre par les actions anthropiques. Si seules des analyses des profils de tourbe avec étude de macrorestes peuvent permettre de savoir quelles végétations couvraient les tourbières auvergnates dans le passé, il est intéressant d'observer des tourbières boisées naturelles dans des secteurs de l'aire européenne de l'habitat 91D0* ayant subi peu (ou pas) de perturbations anthropiques, notamment en Europe du nord et de l'est. Il est évident que des perturbations affectent aussi de nombreuses tourbières dans ces pays et l'extraction de tourbe y est notamment intense (pays Baltes notamment), mais des secteurs préservés existent, et on y observe des tourbières boisées. Le contexte bioclimatique est différent mais la comparaison semble possible, avec certaines réserves, vu la forte similitude dans les cortèges floristiques.

On observe de nos jours de multiples exemples de tourbières boisées naturelles, mais aussi des tourbières sur lesquels les arbres sont absents (ou très clairsemés). C'est le cas en zone boréale (LAASIMER & MASING 1995, RYDIN & JEGLUM 2006), en Biélorussie (réserve de Berezinsky : <http://berezinsky.by/content/en/forests2.html>)... De tels exemples de tourbières boisées étaient déjà décrits à des périodes antérieures aux changements globaux en cours (KATZ 1926 en Russie centrale, OSVALD 1923 en Suède). Même si l'écologie des espèces n'est pas forcément la même dans ces régions, il est intéressant d'y observer ces tourbières boisées avec une flore ombrotrophile. Ces tourbières boisées ne semblent pas associées à des phases de sénescence de la tourbière et se maintiennent dans le temps, avec une activité turfigène.

Il serait intéressant d'étudier les résultats très nombreux d'HÖLZER en Forêt Noire (1994, 1995, 2006), car il met en évidence à des périodes anciennes des niveaux de tourbe à bois comme des niveaux sans bois. La végétation de ces tourbières de la Forêt Noire et des Vosges est assez comparable à celle du Massif central. D'une manière générale, on observe des tourbières boisées partout dans le monde où s'observent des tourbières, du nord-est de l'Asie au sud de l'Amérique du sud en passant par l'Amérique du nord (RYDIN & JEGLUM 2006), mais nous n'approfondirons pas ce point car il s'agit de végétations bien différentes sur le plan floristique.

Comme nous l'avons vu, les tourbières boisées typiquement ombrotrophes sont rares en Auvergne, même aujourd'hui, et des éléments indiqueraient que ces formations sont d'origine récente sur les tourbières bombées et ombrotrophes de pente. En contexte **minérotophe**, on observe au contraire fréquemment des tourbières boisées, que ce soit actuellement sur le terrain ou dans le passé par l'étude des macrorestes de bois dans la tourbe. Dans les sondages étudiés par LEMÉE (1995), de nombreux macrorestes de bois de bouleau ou de sapin ont été mis en évidence, ce qui atteste de la présence ancienne de tourbières boisées à Bouleau ou de sapinières-boulaies tourbeuses à sphaignes sur ces tourbières. Nous reviendrons sur ce point au § 5.1.9. mais il montre clairement qu'un certain nombre de tourbières boisées à bouleau ou pin évoluent naturellement vers une sapinière-boulaie du *Betulo pubescentis-Abietetum albae*. Très récemment, la présence d'épaisseurs importantes de tourbes à bois de bouleau a été mise en évidence à la Godivelle dans le Cézallier (GOUBET à paraître) ou hors d'Auvergne à la Béroutte dans l'Ain (GOUBET 2010). Sur ces deux sites, la végétation qui a bâti l'édifice de tourbe était une boulaie turfigène à *Phragmites australis*, ce qui est très intéressant car ce type de végétation n'est pas actuellement décrit en Auvergne.

Certaines de ces tourbières boisées attestées dans le passé ont disparues pour laisser place à un bas-marais pâturé, ou à un haut-marais, encore présent aujourd'hui. La cause principale de leur disparition a été le défrichement, mais il n'est pas exclu que l'ombrotrophisation de la tourbière les ait fait régresser, au moins pour les sapinières. Sur de nombreux sites anciennement boisés, on observe le retour de la tourbière boisée suite à l'abandon des pratiques agricoles. C'est ce qui est actuellement en cours à la Béroutte dans l'Ain. L'existence passée ou actuelle de tourbières boisées naturelles n'est pas une spécificité auvergnate, et ce type de végétation est largement documentée en France et en Europe.

En conclusion, il apparaît en l'état actuel des connaissances que les tourbières hautes ne devaient pas être boisées de manière importante dans le passé, même aux périodes antérieures au défrichement des forêts (néolithique et antiquité). Un couvert boisé diffus a pu exister sur certaines de ces tourbières, voire un couvert plus important sur de rares sites. Il a aussi pu exister en périphérie du bombement, phénomène que l'on

observe fréquemment sur des tourbières peu perturbées. Le développement de boisements denses sur les tourbières ombrotrophes comme la Barthe semble en revanche récent, mais ses causes sont à expliciter. Au contraire, l'état boisé semble naturel sur les tourbières minérotrophes, sauf dans les situations les plus pionnières, instables et hygrophiles. Ces hypothèses sont cohérentes avec ce qu'on observe actuellement sur le terrain sur des sites peu perturbés. En effet, la majorité des tourbières boisées sont minérotrophes, ou correspondent à des zones d'ombrotrophisation récentes en contexte minérotrophe (tourbières plates), tandis que les tourbières bombées fonctionnelles sont souvent non boisées en leur centre (on observe seulement quelques arbres ou un boisement en périphérie, au niveau du lag et sur le bord du bombement).

5.1.5. – Tourbières boisées naturelles dominées par le Bouleau et caractère pionnier du pin dans les tourbières

On voit donc que la question du déterminisme de la présence des arbres sur une tourbière dépend fortement du type de tourbière. Comme la question de l'indigénat du Pin à crochet, le cas des seules tourbières bombées est bien l'arbre qui cache la forêt. Les pins ne sont pas les seules essences à constituer les tourbières boisées, et les bouleaux sont également très abondants, sur les niveaux minérotrophes mais aussi ombrotrophes. Il est d'ailleurs intéressant de constater dans les diagrammes palynologiques (REILLE *et al.*) que les taux de pollens de bouleau sont plus abondants que ceux de pin pendant les périodes de rareté du pin. Or, on observe actuellement que le bouleau est plus rare en milieu rupestre que le pin (il s'agit alors de Bouleau verruqueux) ; quant au Bouleau pubescent, il ne se maintient que dans les zones humides, dont les tourbières. Ces taux de pollens ne sont jamais très élevés, et l'espèce devait effectivement être rare en dehors des périodes de déprise, mais le bouleau a probablement toujours subsisté sur les tourbières.

Les flores anciennes mentionnent la présence de peuplements de Bouleau pubescent (*Betula alba*, syn. *Betula glutinosa*) sur sol tourbeux dès la fin du XIX^{ème} siècle. Il est bon de rappeler que cette espèce n'a pas fait l'objet de plantations, contrairement aux pins. Les frères GUSTAVE & HÉRIBAUD-JOSEPH (1888) en font mention dans les hautes vallées des monts Dore et du Cantal. MIGOUT (1890) signale le Bouleau pubescent sur des secteurs où des tourbières sont connues (le Montcelle, Laprugne, l'Assise, Saint-Nicolas-des-Biefs). Pour CHASSAGNE (1956 & 1957), le Bouleau pubescent est assez commun dans les tourbières des lacs, marais tourbeux et tourbières de pente des monts Dore (Chambadaze, Bourdouze, entre Guézy et Ordanche), du Cézallier, des monts du Cantal (nord du Puy Mary, lac de Madic, ravin de la Croix) et de l'Aubrac. Il peuple « parfois en petits groupes les pentes et le sommet des tourbières bombées » dans les Bois Noirs et le Forez. Ces tourbières boisées à Bouleau pubescent constituent selon lui le climax final des tourbières bombées, mais elles ont été pour la plupart « détruites par les bergers, les incendies et l'exploitation » et ne subsistent que dans les régions fortement boisées comme les Bois Noirs. L'intuition de CHASSAGNE (climax à bouleau) semble démentie sur les tourbières bombées par les données actuelles de macrorestes, mais ces témoignages anciens nous indiquent l'existence de bois tourbeux de bouleau avant la déprise agricole. En revanche, les flores anciennes ne mentionnent pas la présence fréquente du Pin sylvestre sur les tourbières (contrairement au Pin à crochets), ce qui confirmerait une origine plus récente de son développement (déprise agricole depuis l'entre-deux-guerres). À l'époque moderne, le Pin sylvestre semble donc se comporter dans les tourbières comme dans les autres milieux qu'il colonise, en pionnier opportuniste. Le fait que les pics de bouleau soient postérieurs aux pics de pins liées aux déprises agricoles dans les diagrammes polliniques (PONS, REILLE & BEAULIEU 1989) indiqueraient un caractère plus pionnier pour le Pin sylvestre que pour le bouleau. Nos observations de terrain vont dans ses sens, puisque le bouleau semble mieux se régénérer que le pin sur les tourbières visitées (surtout sur les niveaux minérotrophes), annonçant un peuplement plus riche en bouleaux dans le futur.

5.1.6. – Déterminisme de la dynamique ligneuse sur une tourbière : des causes anthropiques récentes...

Comme nous l'avons vu, l'analyse des macrorestes ligneux livre des résultats précieux. Ils restent encore très incomplets, le champ des études paléoenvironnementales s'étant beaucoup axé sur les analyses polliniques, mais cette approche est la seule à même de déterminer de manière fiable si une tourbière était boisée dans le passé. Toute la difficulté en Auvergne et dans le Massif central en général est de démêler les causes naturelles des causes anthropiques. La chose est le plus souvent malaisée, vue l'empreinte anthropique très forte et ancienne sur ses paysages. Les premiers défrichements (« *landnam* ») remontent en effet à la fin du néolithique : il y a environ 5500 ans dans le Pilat (ARGANT & CUBIZOLLE 2005) voire 6500 ans sur la tourbière d'Ampoix dans la chaîne des Puys (MANNEVILLE *et al.* 2006). L'emprise de l'agriculture est prépondérante sur les paysages du Massif central dès l'antiquité, il y a 2600 ans (PONS *et al.* 1989,

MICHELIN 1995). L'emprise de l'Homme est ancienne et profonde en Auvergne et dans tout le Massif central, y compris sur les tourbières (BRAUN-BLANQUET 1923, PONS *et al.* 1989, MICHELIN 1995, ARGANT & CUBIZOLLE 2005).

On peut donc distinguer plusieurs cas de figure en cas d'installation d'un boisement sur une tourbière. Ce peut être le fruit d'une **dynamique naturelle** rétablissant un état boisé antérieur au défrichement du milieu, suite à l'abandon des pratiques pastorales. De nombreuses tourbières, notamment minérotrophes, sont dans ce cas. Pour les tourbières dans lesquelles les sondages indiquent que la tourbière n'était pas boisée dans le passé, notamment les tourbières bombées, la dynamique serait en revanche liée à un changement des conditions du milieu. Les causes peuvent être multiples, et être naturelles ou anthropiques.

La comparaison des photographies aériennes anciennes datant des années 1940 pour les plus vieilles (HUGONNOT 2000 à Moissac-bas, SEYTRE 2003 au marais de Limagne, SEYTRE 2010 à la tourbière du Mathé, RENAUX & SEYTRE 2012 pour le domaine du Sauvage...) et l'analyse des témoignages des habitants et agriculteurs présents sur le site (CUBIZOLLE *et al.* 2010, RENAUX & SEYTRE 2012...) sont fréquemment utilisés pour étudier la dynamique ligneuse sur les sites tourbeux. Cette approche a une portée limitée dans la recherche de la végétation naturelle spontanée de la tourbière puisqu'elle ne permet pas de remonter à une époque où aucune activité de l'homme n'influaient sur le milieu. À part sur quelques sites préservés (CUBIZOLLE et SACCA 2004), les milieux tourbeux ont pu faire l'objet d'utilisation et de modifications anciennes, bien avant une révolution agricole récente marquée par la déprise sur certains secteurs mais aussi par une intensification des pratiques sur d'autres. Ces modifications récentes peuvent expliquer le boisement de certains sites.

Il peut s'agir d'une **dégradation de la qualité de l'eau**, avec notamment des phénomènes de pollutions agricoles diffuses enrichissant un milieu dont une des caractéristiques essentielle est l'oligotrophie. Ce phénomène est spectaculaire sur le marais de transition de Moissac-bas (voir HUGONNOT 2000 et RENAUX 2010) ; il est soupçonné en périphérie au marais de Limagne (SEYTRE & HUGONNOT 2011). Sur d'autres sites, la colonisation par les ligneux a manifestement été favorisée par un **drainage** récent. C'est notamment le cas sur la tourbière ombrotrophe d'Ayguebonne (nord Forez) ou sur la Narse de l'Hospitalet en Margeride. Autre cause de perturbation du régime hydrique de la tourbière (bilan hydrique), **le changement climatique** en cours est une cause possible de l'installation récente de ligneux, comme au marais de Limagne (SEYTRE 2003, CUBIZOLLE *et al.* 2010).

Sur certaines tourbières, l'état boisé actuel est manifestement dû à des **plantations ou des semis**. C'est le cas sur plusieurs sites des monts de la Madeleine comme les Narses (près de la Verrerie) et Mépart (Épicéa, Pin à crochet), à Ayguebonne (nord Forez) ou en dehors d'Auvergne sur la tourbière des Roussis dans le Forez (Pin sylvestre)... C'est peut être aussi le cas des tourbières de la Barthe ou de la Pigne (Pin à crochet), mais ceci reste hypothétique. Il est bien connu que l'importance actuelle du Pin sylvestre en Auvergne, sur les sites tourbeux et non tourbeux, est en partie dû à des reboisements actifs, et pas seulement aux seuls accrus spontanés (LEMÉE 1955 ; REILLE 1989 ; ARGANT et CUBIZOLLE 2005). Si certaines tourbières ont donc manifestement été plantées, considérer que toutes les tourbières boisées ont toutes été plantées est cependant difficilement tenable. Cela l'est d'autant moins pour de petits sites isolés au sein des vastes sapinières et hêtraies-sapinières du Forez ou des gorges de la Rhue. Une autre hypothèse proche consisterait à dire que les tourbières non plantées ont été colonisées par des semences issues de plantations voisines, phénomène que l'on observe pour l'Épicéa dans les monts de la Madeleine (Mépart, Gué de la Chaux), les monts du Forez (tourbière ombrotrophe d'Ayguebonne) et la Margeride. L'Épicéa se comporte comme une espèce exotique envahissante et perturbe le fonctionnement de la tourbière (arrêt de la turfigénèse, concurrence des végétaux autochtones...). Cette hypothèse ne tient pas pour les bouleaux, essences non utilisées en reboisement. Quant au Pin sylvestre, il a dû bénéficier de l'abondance de semenciers (semés, plantés ou spontanés) autour des tourbières pour les coloniser, mais l'espèce est autochtone dans le Massif central et était présente même en petit nombre avant plantations. Le développement du Pin et du Bouleau, espèces autochtones, ne peut être lié qu'à un changement des conditions écologiques ou à une dynamique naturelle, comme mentionné plus haut (retour d'un stade boisé défriché dans le passé). L'utilisation en reboisement de la variété « Haguenau » du Pin sylvestre jusqu'à 1874 (DAGUET 1979) est parfois avancée pour expliquer le succès actuel du Pin sylvestre dans les tourbières auvergnates. Cette variété non autochtone se comporterait alors comme une exotique envahissante, colonisant des milieux demeurés hostiles à la variété autochtone. Nous n'avons pas connaissance d'études génétiques ou de comparaisons du comportement des provenances « Auvergne » et « Haguenau » en milieu tourbeux mais nous doutons fort de cette hypothèse. Puisque le Pin sylvestre est une espèce extrêmement plastique, quelle qu'en soit la provenance, capable de croître sur les milieux à fort contraste hydrique tels que les tourbières (RAMEAU *et al.* 1993). Dans les Vosges du nord et la région d'Haguenau, le Pin sylvestre n'est d'ailleurs pas spécifique aux tourbières puisqu'il colonise aussi bien les tourbières que les milieux rupestres les plus secs (BŒUF 2012).

Une fois éliminé les cas les plus évidents (mais pas les plus fréquents) de fortes perturbations récentes (plantation, drainage...), on constate que la colonisation ligneuse est souvent spontanée (pas de plantation ni de semis). Les causes sont difficiles à cerner, et peuvent être anthropique ou naturelles.

5.1.7. – ...ou un déterminisme plus ancien et complexe !

Les analyses diachroniques ne sont dans ce cas pas suffisantes pour donner une réponse. Le seul abandon des pratiques pastorales lié à la déprise ne peut en effet pas permettre de savoir si la dynamique est naturelle ou liée à une dégradation d'origine exogène. Des analyses historiques de la végétation des tourbières à travers les cartes anciennes (cartes de CASSINI au XVIII^{ème} siècle, cartes dites « Napoléon » au début du XIX^{ème} siècle) et des archives mériteraient d'être effectuées sur les tourbières, mais les limites seraient rapidement les mêmes limites que les analyses de photographies aériennes. Il n'est en effet pas certains qu'il soit possible de remonter à des époques auxquelles l'empreinte anthropique était faible, ni que l'on puisse mesurer l'intensité et les effets de ces activités anciennes.

En plus des analyses de macrorestes, l'analyse de l'âge des arbres par carottage et comptage des cernes de croissance livre des résultats intéressants. Elle permet de dater l'arrivée des arbres sur une tourbière, et de répondre à certaines interrogations quand à l'origine du boisement. Ainsi, un âge des arbres supérieur à 60 ans sur la tourbière de l'Étui permet d'écarter le changement climatique comme cause du boisement (CUBIZOLLE 2010), puisque les effets du changement climatique se font sentir depuis les années 1950 et sont surtout intenses depuis les années 1980 (GIEC 2007).

Lorsqu'aucune cause anthropique n'est visible, il peut s'agir de causes naturelles mais on ne peut complètement écarter un déterminisme d'origine anthropique plus subtil et ancien. Sur certaines tourbières ombrotrophes (l'Étui par exemple), on observe ainsi un boisement par des pins et des bouleaux mais sans en trouver de cause autres qu'une dynamique ligneuse consécutive à l'abandon du pastoralisme. Or, un boisement du haut-marais par la simple dynamique naturelle est contraire à ce qu'on a observé jusqu'à présent dans les carottes de tourbe (absence de niveau à bois traduisant un état ouvert dans le passé). Un pâturage dans le passé est souvent avancé pour expliquer le boisement d'un haut-marais suite à l'abandon du pastoralisme (GOUBET 2004), comme sur la tourbière de Leydy. Le pâturage est alors à considérer comme une perturbation ayant installé les conditions du boisement (perturbation du fonctionnement hydraulique et du sol). Ce pâturage a longtemps endigué l'arrivée des ligneux (consommation des jeunes arbres par le bétail), d'autant que la dynamique est souvent diffuse et la croissance des arbres lentes. Dès l'arrêt du pâturage, les arbres auraient ainsi pu s'installer.

5.1.8. – Place de l'arbre dans la vie de la tourbière

Nous avons vu que les tourbières boisées pouvaient avoir un déterminisme naturel endogène ou être liées à des modifications des conditions écologiques, plus ou moins récentes et intenses mais le plus souvent d'origine anthropique. Les exemples les plus évidents de plantations récentes d'espèces exotiques ou d'accrus denses liés à un drainage correspondent à des cas de dégradation manifeste de la tourbière, avec perte de fonctionnalité du milieu. Ces cas de figures, assez rares, correspondent aux « Tourbières boisées secondaires » décrits dans le manuel d'interprétation de la directive « Habitats » (voir § 2.3.2.) ; elles en relèvent mais avec une priorité moindre que celles qui sont naturelles. Sur le terrain, les phénomènes d'accrus naturels et d'accrus liés à une perturbation du fonctionnement de la tourbière se distinguent parfois empiriquement par la densité des arbres : une tourbière boisée naturelle est souvent assez claire (surtout en contexte ombrotrophe), tandis que les accrus peuvent être très denses si la fonctionnalité du milieu est atteinte. En dehors de ces cas extrêmes marqués par une perte de fonctionnalité hydrologique et un boisement dense même en situation ombrotrophe, on constate que l'état boisé en lui-même ne porte bien souvent pas atteinte au milieu, qu'il soit d'origine anthropique ou naturel. On observe même un retour à la normale après une phase d'accrus très denses et vigoureux (CUBIZOLLE & SACCA 2004).

L'existence de stades boisés turfigènes est tout d'abord attestée en situation minérotrophe par les rares analyses de macrorestes. Sur le terrain, on constate que la turfigénèse était active sur la quasi totalité des tourbières boisées visitées pendant cette étude. Le couvert boisé, souvent peu dense en situation ombrotrophe, n'est alors pas néfaste à la turfigénèse. Ceci est observé fréquemment en Auvergne et sur ses marges, y compris sur des sites manifestement boisés dans le passé (LEMÉE 1995, CUBIZOLLE & SACCA 2004, CUBIZOLLE 2005, THÉBAUD et al. 2009, THÉBAUD & GOUBET 2009). Le rôle bénéfique du couvert boisé dans le maintien des sphaignes et de la turfigénèse a même clairement été mis en évidence en Auvergne et sur ses marges (RAGUÉ & GOUBET 2008, CUBIZOLLE 2005), dans les Vosges (RAGUÉ & CBN Massif central \ 91D0 « Tourbières boisées » en Auvergne \ mars 2012

GOUBET 2008 ; DUCHAMP 2008), en Allemagne (WAGNER 1994) et plus loin de nous au Canada (MUNRO 1984). Comme RAGUÉ & GOUBET 2008 dans les Vosges, nous soupçonnons même que certains bois de Pin probablement récents favorisent le démarrage d'une turfigénèse, avec présence des sphaignes ombrotrophes. C'est probablement ce qui se produit dans les pineraies paratourbeuses de Pin sylvestre à Airelle rouge (voir partie 4.2.). Le mécanisme en jeu est le rôle joué par le couvert arboré et arbustif dans le maintien d'une hygrométrie favorable aux sphaignes, surtout aux périodes critiques fréquentes sur les tourbières de basse altitude. Plus que la simple hygrométrie du sol, ce bilan hydrique global avec une forte humidité ambiante caractérise fortement les tourbières, notamment à la période estivale (GÉGOUT *et al.* 2008). *A contrario*, certains effets négatifs d'une coupe des ligneux ont pu être mis en évidence par certains gestionnaires. On observe par exemple un dessèchement (mort) des buttes de sphaigne, un assèchement et une eutrophisation des gouilles sur le plateau de Montselgue, en Ardèche (GRÉGOIRE *et al.* 2010).

S'ils ont un rôle positif dans le maintien de conditions hydriques favorables, les arbres agissent également comme une pompe. Ce rôle est limité lorsque les arbres sont rabougris et espacés comme sur les haut-marais, ou que l'alimentation en eau est importante comme en situation minérotrophe. Il semble néanmoins devenir prépondérant en présence d'Épicéa, exotique sur les tourbières du Massif central, à plus forte raison lorsque la plantation est dense et croît fortement du fait du drainage. Un autre effet négatif des arbres, souvent avancé, est la concurrence du couvert sur les espèces patrimoniales héliophiles des tourbières (majoritairement herbacées). Cet effet est indéniable mais doit cependant être nuancé. Sur de nombreux sites visités pendant cette étude, le couvert reste diffus lorsque le fonctionnement de la tourbière n'est pas fortement altéré. Cette concurrence des arbres s'avère alors limitée, comme le montre la présence d'un cortège floristique complet. Certaines espèces semblent tolérer assez bien la demi-ombre (*Vaccinium* groupe *oxycoccos*). D'autres s'en accommodent moins aisément : elles se maintiennent sous le couvert diffus et profitent des nombreuses trouées dans la canopée pour se développer (*Empetrum nigrum*, *Andromeda polifolia*...). L'intensité du couvert joue beaucoup, et un couvert artificiellement trop important pourrait être à l'origine d'un appauvrissement du cortège floristique sur certains sites (les Roussis [42] par exemple). Au contraire, on observe parfois des effets imprévus des coupes de ligneux visant à favoriser des espèces patrimoniales. Ainsi, si *Drosera rotundifolia* était menacée par la fermeture du milieu sur le marais de transition de Moissac-bas, la coupe des saules et bouleaux a entraîné une reprise de croissance très forte des sphaignes qui concurrencent aujourd'hui fortement *Drosera rotundifolia* (LE HÉNAFF 2008, RENAUX 2010). Ceci démontre l'effet positif que peut avoir la remise en lumière sur la croissance des sphaignes, mais aussi le rôle de régulation que peut avoir un boisement diffus.

Il apparaît au vu de ces éléments que la tourbière boisée est le siège d'équilibres subtils. Une perte de fonctionnalité importante par drainage et/ou plantation d'Épicéa (tourbière boisée d'Ayguebonne, de Mépart...), ou encore par modification de la quantité et de la qualité de l'eau (marais de Limagne, Moissac-bas...) peut mettre cet équilibre à mal, mais on observe une certaine résilience et des boucles de rétroactions complexes. Ainsi, si le couvert arboré limite le développement des sphaignes et joue un rôle de pompe, il favorise également une certaine hygrométrie sans laquelle les sphaignes ne peuvent survivre. Le développement des sphaignes est lui néfaste au maintien des arbres, et on observe une forte mortalité des arbres âgés dans certaines tourbières boisées avec évolution vers un boisement plus clair ou un stade non boisé. L'instabilité du substrat et le faible enracinement génère également une forte mortalité, avec de nombreux chablis. Sur la tourbière de la Pigne, on observe une mortalité importante des arbres, avec régression du couvert dans le premier cas et un couvert stable et assez diffus dans le second.

Les phénomènes de persistance de la fonctionnalité de l'écosystème tourbeux malgré l'état boisé observés tant sur les tourbières minérotrophes qu'ombrotrophes sont compatibles à la fois avec le modèle de climax asylvatique avancé pour tourbières hautes, et avec celui antagoniste de l'alternance de cycles boisés et non boisés. Dans le premier cas, le boisement a pour origine une perturbation exogène et disparaît si la turfigénèse est toujours active (ce qui exclu les dégradations les plus fortes) ; dans le second, le boisement est un phénomène endogène à la tourbière mais des processus finalement assez proches entraînent l'apparition puis la disparition de la tourbière boisée (effondrement du peuplement, dépérissement, remonté du niveau d'eau du fait du poids des arbres).

La conséquence de cela est que quelle que soit l'origine de la tourbière boisée ombrotrophe, elle n'est pas incompatible avec la « vie » de cette tourbière. Ceci est en contradiction avec le modèle parfois avancé, mais rarement validé, d'une évolution linéaire de la tourbière depuis des stades pionniers vers une phases sénescence boisée. Sur le terrain, les tourbières boisées correspondent parfois à des stades de maturité de la tourbière (surtout en conditions ombrotrophes) mais très peu de stades de sénescence ont été observés (arrêt de la turfigénèse et « mort » de la tourbière). En cas de perte de fonctionnalité trop importante de la tourbière, on assiste bien à une dérive vers des végétations non turfigènes. Un relevé réalisé dans une plantation de Pin à crochets sur un bas-marais à Molinie bleu montre ainsi une minéralisation de la tourbe en surface, avec disparition des espèces turficoles. Cette plantation est située en bordure de lac et on

n'observe pas de drainage ; il sera intéressant de suivre l'évolution de la végétation car une reprise de la turfigénèse est probable et la dégradation n'est probablement pas irréversible. En effet, un redémarrage intense de la turfigénèse est possible même dans des cas de dégradation important, si la fonctionnalité hydrologique se rétablit ou est restaurée (CUBIZOLLE & SACCA 2004). Parmi nos relevés, un cas laisse penser à un ralentissement de la turfigénèse, avec processus d'humification. Il s'agit d'un relevé réalisé dans un bosquet sur le plateau de la Verrerie. *Eriophorum vaginatum* est toujours présent mais le recouvrement des sphaignes est faible, et on observe au contraire des espèces acidiphiles mésophiles (*Dicranum scoparium*, *Polytrichum formosum*). La position de ce bosquet en dépression par rapport au reste de la tourbière suscite des interrogations : ralentissement de la turfigénèse par rapport aux zones ouvertes, enfouissement sous les poids des arbres ? Un autre relevé, réalisé au Jas Deyvant (près du col de Baracuchet), est caractérisé par une raréfaction des sphaignes. Dans les deux cas, la flore herbacée reste assez typique, avec *Eriophorum vaginatum* très abondant.

Un seul relevé correspond à proprement parler à une phase de sénescence. Il s'agit d'une pineraie à myrtille (relevé 463872) observée en bordure du bombement de la tourbière de Leydy (monts de la Madeleine). Ce relevé est certes situé sur tourbe, mais les sphaignes sont quasiment absentes, le cortège muscinale indique un processus d'humification, et enfin la flore vasculaire ne comporte plus d'espèces typiques des tourbières. Cette pineraie est mentionnée par GOUBET (2007). À ces rares exceptions près, les autres tourbières boisées ombrotrophes rencontrées correspondent à des tourbières évoluées, avec l'arrivée des mêmes espèces mésophiles que dans les landes tourbeuses, mais ce ne sont pas des tourbières mortes. Rien n'indique actuellement qu'un tel processus de sénescence y soit en cours.

5.1.9. – Succession des végétations et climax sur les tourbières

Comme nous l'avons vu, la présence ancienne et actuelle de tourbières boisées à bouleau mais aussi de sapinières-boulaies à sphaignes est attestée sur de nombreuses tourbières (voir LEMÉE 1995 notamment). Pour THÉBAUD *et al.* (2012), le ***Betulo pubescentis-Abietetum albae*** constitue donc le climax des tourbières auvergnates, qu'elles soient ombrotrophes ou minérotrophes. Si ce modèle semble s'appliquer dans de nombreux sites tourbeux, cette évolution n'est pas la règle pour tous les types de tourbières et il nous semble que de nombreux blocages existent, avec persistance d'un milieu ouvert ou d'une tourbière boisée à bouleau et/ou pin dans certains cas.

Cette maturation dendrologique nous semble tout à fait possible sur les tourbières plates minérotrophes ou légèrement ombrotrophisées, ainsi qu'en périphérie des tourbières bombées (lagg principalement). Ainsi, la Tourbière boisée minérotrophile à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore (association proche du ***Sphagno-Betuletum pubescentis***) mais aussi la Pineraie paratourbeuse de Pin sylvestre à Airelle rouge et la Tourbière boisée de Pin sylvestre et Bouleau pubescent à Molinie bleue (***Betulo pubescentis-Abietetum albae*** dans sa variante mésohygrophile). Ce phénomène est fréquemment observé sur le terrain pour les tourbières boisées minérotrophiles, avec de nombreuses formes de transition vers une sapinière-boulaie à sphaignes. La distinction entre les deux n'est d'ailleurs pas toujours évidente (§ 4.1.2. et clef au § 5.1.). Ce processus peut être localement hâté par un drainage important mais est parfaitement naturel. Si l'installation d'une sapinière-boulaie sur des tourbières plates légèrement ombrotrophisées semble crédible, l'ombrotrophisation d'une sapinière tourbeuse minérotrophe (variante mésohygrophile du ***Betulo pubescentis-Abietetum albae***) est également possible. On observe alors une déconnexion progressive avec la nappe d'eau par accumulation de tourbe peu décomposée et un glissement lent vers la variante mésophile de cette association. Ce phénomène explique la présence d'espèces ombrotrophiles dans la variante mésophile du ***Betulo pubescentis-Abietetum albae*** (relevés de LEMÉE 1995). Ce phénomène d'ombrotrophisation des bas-marais est classiquement décrit en milieu ouvert (GOUBET 2004 et 2007, CUBIZOLLE 2005), mais existe également dans ces sapinières dans (LEMÉE 1995, THÉBAUD & LEMÉE 1995). LEMÉE (1995) ne semble pas exclure une régression de la sapinière-boulaie au profit de végétations moins évoluées (tourbière boisées, formations non boisées) en cas d'ombrotrophisation importante.

Nous doutons en revanche fortement que les tourbières bombées (et ombrotrophes de pente) soit voués à une telle évolution vers la sapinière-boulaie. Cette évolution n'est d'ailleurs pas observée sur le terrain même en contexte général de sapinière (Forez, Bois Noirs, monts de la Madeleine...). Les tourbières ombrotrophes typiques (par exemple la Barthe, Mépart, la Sagne-Haute, Leydy ou au domaine du Sauvage en Auvergne, la Morte, Sagne bourrue, la Pigne, la Litte/Bois des Boules ou les Roussis sur ses marges ligériennes) resteraient ainsi bloquées au stade de la tourbière boisée voire de stades non boisés. Le climax serait alors, selon les théories envisagées et le type de tourbière, soit des groupements non boisés du ***Sphagnion***

*medii*¹⁶ et du *Rhynchosporion albae* soit une mosaïque de milieux tourbeux ouverts et d'une Tourbière boisée ombrotrophe à Airelle des marais et/ou Linaigrette engainante (*Pinetum rotundatae* ou *Eriophoro vaginati - Betuletum pubescentis*).

L'évolution des marais de transition semble également bloquée au stade non boisé pour les formes les plus tremblantes et hygrophiles (*Scheuchzerietalia palustris*) ou de la Tourbière boisée tremblante à Trèfle d'eau (association proche du *Carici (canescentis)-Betuletum pubescentis*).



Photos 32 – Exemple d'évolution spontanée et naturelle d'une tourbière minérogène. On observe le boisement des niveaux de type bas-marais du *Juncion acutiflori*, mais le marais de transition à *Menyanthes trifoliata* du *Caricion lasiocarpae* situé au niveau le plus bas (centre de la photo) ne se boise pas. On y observe une forte mortalité des arbres.

Selon le contexte, des blocages plus ou moins longs sont possibles aux différents stades d'évolutions de la tourbière. La transition vers un stade plus mature passe par une évolution des conditions écologiques du milieu, liée à l'atterrissement du système lacustre et à l'édification de l'édifice tourbeux. Ces mécanismes entraînent une stabilisation du substrat et une baisse du niveau d'eau, probablement accentuée par la présence des arbres lorsque le boisement devient suffisamment dense et riche en sapin (l'impact d'un peuplement assez clair de bouleau et surtout de pin est souvent faible). Ces processus peuvent être extrêmement lents et connaître des blocages. L'existence dans le passé de stades ouverts ou de boulaies tourbeuses stables et turfigènes, attestée par l'étude des macrorestes dans la tourbe, montre que ces blocages existent et que l'évolution de la boulaie vers la sapinière peut être extrêmement lente voire être bloquée.

¹⁶ syn : *Sphagnion magellanicum* M. Kästner & Flössner 1933 in THÉBAUD *et al.* 2012
CBN Massif central \ 91D0 « Tourbières boisées » en Auvergne \ mars 2012

5.1.10. – Tourbières boisées et microhabitats

La présence d'une tourbière boisée dans un état de conservation favorable conditionne l'existence de microhabitats de grand intérêt patrimonial sur la tourbière (RAMEAU *et al.* 2000, RAMEAU *et al.* 2001). Un bon état de conservation peut être associé à l'ancienneté et à la naturalité du peuplement, avec une structure irrégulière dans laquelle on peut à la fois observer des stades de sénescence avec abondance de bois mort debout ou sur pied, des microhabitats liés aux chablis et accidents de croissance sur les arbres (bris de branche...) et des phases pionnières. Les chablis entraînent par exemple un arrachement de la tourbe et la création de gouilles et de plages de tourbe dénudées. Ce phénomène a par exemple été observé au domaine du Sauvage [43] et sur le site de Jas Deyvant (col de Baracuchet). Les gouilles sont favorables à la petite faune aquatique et amphibie. On y observe ainsi le développement des larves d'insectes et d'amphibiens, ou d'une flore hygrophile au sein de tourbières évoluées. Les plages de tourbe dénudée sont favorables au développement de communautés du *Rhynchosporion albae*, avec développement d'espèces héliophiles comme *Drosera rotundifolia* si la trouée est suffisamment importante (bouquet d'arbres). En un point donné, ces microhabitats pionniers finissent par disparaître mais ils réapparaissent plus loin au gré de l'apparition de nouveaux chablis.

Si ces microhabitats pionniers peuvent également être créés par la faune (notamment le bétail), ceux liés à la présence d'arbres et de bois mort n'existent que sur les tourbières boisées. De nombreuses espèces leur sont associées, par exemple certains oiseaux comme les pics, les insectes colonisant le bois mort, mais aussi des bryophytes de grand intérêt patrimonial poussant sur le bois mort des tourbières comme *Dicranum flagellare* Hedwig, ou sur l'écorce des bouleaux (*Ptilidium pulcherrimum* (Weber) Vain) et des saules (*Orthotrichum* sp., *Ulota* sp., *Zygodon* sp.).

Des études ont mis en évidence le grand intérêt des forêts en général en termes de biodiversité, notamment des forêts anciennes et non gérées. On y observe une flore, une faune et une fonge qui leur sont inféodés et sont largement menacés du fait de l'artificialisation des forêts françaises (SCHNITZLER-LENOBLE 2002, VALLAURI *et al.* 2002 & 2006, VALLAURI 2007, PAILLET *et al.* 2010).

5.2. – Précisions et évolutions souhaitées dans les Cahiers d'Habitats, prise en compte des « Sapinières à sphaignes »

Certaines évolutions seraient souhaitables dans les Cahiers d'habitats, qui rappelons-le constituent l'interprétation française de la directive « Habitats ».

La description des « Tourbières boisées » dans les Cahiers d'habitats semble globalement conforme à ce qui est observé sur le terrain en Auvergne, mais il serait utile de compléter les fiches habitats. Ceci passe notamment par la prise en compte de la Tourbière boisée tremblante à Trèfle d'eau, qui répond en tous points aux critères de la directive « Habitats » mais n'est pas décrite, et par la mention du *Sphagno-Alnion glutinosae* pour les Boulaies pubescentes tourbeuses de montagne.

Les sapinières-boulaies sur tourbe du *Betulo pubescentis-Abietetum albae* sont actuellement concernées par la directive « Habitats » et protégées au titre de l'habitat 9410. Néanmoins, une évolution de l'interprétation française du manuel d'interprétation des habitats (présentée dans les Cahiers d'habitats) est souhaitable. L'interprétation des Cahiers d'habitats est très claire à leur sujet, et elles sont explicitement rattachées à l'habitat élémentaire 9410-8 (« Sapinières à sphaignes »). Or, la présence d'une épaisseur importante de tourbe, d'espèces des tourbières boisées (citées pour l'habitat 91D0*) telles que les diverses *Sphagnum*, *Betula pubescens*, *Carex rostrata*, *Molinia caerulea*, *Frangula alnus*, *Viola palustris*... et le caractère parfaitement turfigène de ce groupement (il est bien établi qu'il ne s'agit pas de « tourbières mortes ») plaiderait davantage pour un rattachement à l'habitat « Tourbières boisées » (91D0*). La transition entre les tourbières boisées minérotrophes à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore et ces sapinières-boulaies est très graduelle, comme cela a été mis en évidence sur certains sites de l'Artense et des gorges de la Rhue. Le choix d'un rattachement au 91D0* avait d'ailleurs été fait sur ces sites par les opérateurs. Le *Betulo pubescentis-Abietetum albae* représente le faciès le plus mature des forêts sur tourbe en Auvergne et dans le Massif central. Il présente à ce titre un intérêt patrimonial très élevé, comme ses auteurs l'ont souligné à de nombreuses reprises (LEMÉE 1995, THÉBAUD & LEMÉE 1995, THÉBAUD 2006). Cet intérêt est notamment lié à celui des forêts naturelles et matures (VALLAURI *et al.* 2002, PAILLET *et al.* 2010).

5.3. – Prise en compte de l'habitat « tourbières boisées » dans le réseau Natura 2000, protection des stades boisés au sein des complexes tourbeux

Cette étude souligne le grand intérêt patrimonial et la rareté des tourbières boisées en Auvergne. Grâce aux cartographies d'habitats réalisées sur les sites Natura 2000 auvergnats et centralisées par le Conservatoire botanique national du Massif central, il est possible d'avoir une idée précise des surfaces concernées. 8.919 ha de tourbières boisées ont ainsi été cartographiés dans le réseau Natura 2000 en Auvergne. Ceci confirme la rareté de cet habitat, perçue lors des inventaires de terrain. La première explication est la rareté des milieux tourbeux, mais on s'aperçoit également que les stades boisés sont rares par rapport aux autres milieux tourbeux non boisés. Les tourbières boisées représenteraient ainsi entre 5 % et 8 % des milieux tourbeux et paratourbeux¹⁷. Si on ajoute aux « Tourbières boisées » les « Sapinières à sphaignes » du 9410-8 (qui constituent une partie des forêts du 9410), les forêts sur tourbe pourraient alors représenter entre 5 % et 11 % de tous les milieux tourbeux. À titre de comparaison cette proportion est comprise pour les stades non boisés entre 24 % et 38 % pour les « Tourbières hautes actives » (7110*), et entre 19 % et 30 % pour les « Tourbières de transition et tremblantes » (7120)¹⁸. L'habitat 6410 « Prairies à *Molinia* sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux (*Molinion caeruleae*) » représente 38 % de tous les milieux tourbeux ; il rassemble des prairies et bas-marais tourbeux comme non tourbeux.

La surface couverte en réalité par l'habitat 91D0* peut en réalité être largement différente des chiffres issus de la cartographie des sites Natura 2000 et mentionnés plus haut. D'après nos prospections de terrain, certaines tourbières boisées cartographiées relèvent en réalité des « Sapinières à sphaignes » (9410-8), notamment dans l'Artense et les gorges de la Rhue. De plus, l'habitat 91D0* a été fréquemment cartographié en mosaïque sur de nombreux sites visités, mais il n'est en réalité pas présent dans de nombreux cas (versant auvergnat des monts du Forez par exemple). L'existence d'arbres isolés sur une tourbière n'est en effet pas suffisante pour considérer que l'habitat « Tourbières boisées » est présent, et ces arbres doivent au minimum constituer de petits bouquets pour que l'habitat soit exprimé. La limite entre « arbres isolés » et « bouquet » est floue, mais il semble que la présence de 2 arbres bien développés ou 3 plus petits, formant localement un couvert de plus de 25 %, soit un minimum. On voit donc que certains secteurs cartographiés en 91D0* pourraient en réalité ne pas en être ; *a contrario*, un certain nombre de « Tourbières hautes dégradées encore susceptibles de régénération naturelle » (7120) pourraient relever de « Tourbières boisées ». Ce point précis n'a pas été étudié en Auvergne, mais certaines tourbières boisées naturelles (91D0*) avaient par exemple été rattachées au 7120 sur le site rhônalpin des Tourbières du Pilat (RENAUX 2009). Nous rappelons à ce propos qu'un rattachement au 7120 pour un bois sur tourbe se justifie lorsqu'il s'agit d'une plantation ou d'accrus consécutifs à des perturbations anthropiques importantes. Il ne se justifie pas pour les accrues naturels. On constate alors un arrêt de la turfigénèse (disparition des sphaignes) et un appauvrissement important de la flore.

La faible proportion de tourbières boisées par rapport aux autres habitats tourbeux peut s'expliquer en partie par des causes naturelles. Comme nous l'avons vu, les tourbières bombées (au sens large) et les stades les plus instables des marais de transition sont bloqués à un stade non boisé, ou ne sont boisés que de manière très éparse (voir § 5.1.9). Lorsqu'il est boisé, le haut-marais l'est souvent que de manière éparse. Les tourbières de la Pigne, de la Litte/Bois des Boules et de la Sagne Bourrue situées dans le département voisin de la Loire en sont une bonne illustration. Ce boisement est également fréquemment limité par les pratiques pastorales anciennes, attestées jusqu'à récemment sur de nombreuses tourbières, mais aussi par la gestion conservatoire opérée sur le site. Les cas de coupe de pins ou de bouleaux, visant à favoriser les milieux ouverts, sont ainsi très fréquents.

Une coupe des arbres se justifie pleinement lorsqu'il s'agit d'Épicéa (*Picea abies*, *P. sitkensis*), genre exotique en Auvergne qui crée un déséquilibre sur la tourbière. Il en va de même avec le Pin de Weymouth

¹⁷ Outre l'habitat « Tourbières boisées » (91D0), les habitats tourbeux et paratourbeux sont les suivants (la surface qu'ils couvrent en Auvergne par rapport dans les sites Natura 2000 est précisée entre parenthèses) : 7110* « Tourbières hautes actives » (44.403 ha), 7120 « Tourbières hautes dégradées encore susceptibles de régénération naturelle » (24.705 ha), « 7140 Tourbières de transition et tremblantes » (34.819 ha), 7150 « Dépressions sur substrats tourbeux du *Rhynchosporion* » (3.648 ha), 4010 « Landes humides atlantiques septentrionales à *Erica tetralix* » (93 ha). Seul certains types de végétations rattachés aux habitats élémentaires 6410 « Prairies à *Molinia* sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux (*Molinion caeruleae*) » (69.969 ha) et 9410 « Forêts acidophiles à *Picea* des étages montagnard à alpin (*Vaccinio-Piceetea*) » (3.580 ha) sont considérés comme tourbeux. Une partie du 6410 constitue des prairies et bas-marais non tourbeux, et une partie du 9410 des sapinières mésophiles non tourbeuses (*Vaccinio myrtilli - Abietetum albae* Thébaud (1988) 1996 et *Lycopodio annotini - Abietetum albae* Thébaud (1988) 1996 notamment).

¹⁸ Même calcul : habitat 6410 inclus pour le premier chiffre, habitat 6410 exclu pour le second.

(*Pinus strobus*) ou le Sapin de Nordmann (*Abies nordmanniana*), espèces pour lesquelles des essais de plantation ont parfois été entrepris mais apparemment sans grand succès. Ces arbres d'essences exotiques peuvent avoir été plantés, ou sont issus des graines produites par des plantations voisines. Il convient donc également d'éliminer les semenciers en bordure de la tourbière. Les cas de plantations récentes de pins (généralement Pin à crochets) peuvent également faire l'objet d'une élimination¹⁹. Enfin, il peut parfois être judicieux d'intervenir sur les jeunes accrus colonisant les tourbières bombées suite au drainage récent de la tourbière, afin d'éviter l'arrêt de la turfigénèse et la disparition des espèces typiques de la tourbière. La tourbière bombée d'Ayguebonne en est un bon exemple. Il n'existe pas de règle générale devant déclencher une intervention ; il convient plutôt d'étudier si la fonctionnalité de la tourbière est réellement atteinte ou non. Sur la tourbière des Roussis, on observe par exemple une régression des arbres et une turfigénèse très active, alors que les pins ont probablement été plantés il y a une soixantaine d'années.

Ces actions de coupe des arbres sont à réserver à des cas de perturbations importantes et avérées (drainage, plantation... : degrés de modification 3 et suivants dans la figure 4), et ne doivent être entreprises qu'après réflexion préalable sur les effets de cette dynamique sur la tourbière comme sur les conséquences des travaux. Un suivi de la réponse de la végétation doit en outre être mené (placettes permanentes, transects). Même dans ces cas de perturbations manifestes, la non-intervention peut être une option très intéressante, comme le préconisent de nombreux auteurs sur la base d'expériences concluantes en Auvergne (CUBIZOLLE & SACCA 2004), dans les Vosges (RAGUÉ & GOUBET 2008 ; DUCHAMP 2008), en Allemagne du nord-ouest (WAGNER 1994)... Un retour à la normale a en effet été observé sur des tourbières boisées artificiellement, avec reprise de la turfigénèse et éclaircissement progressif du peuplement par mortalité accrue des arbres. La turfigénèse peut redémarrer et/ou se maintenir sous un couvert arboré relativement diffus, ce qui est généralement le cas pour les espèces au feuillage clair comme le Pin sylvestre ou les bouleaux mais rarement sous un fourré dense de saules ou une plantation d'Épicéa. Certaines espèces d'intérêt patrimonial peuvent se maintenir sous un couvert généralement léger, comme en témoigne la présence de *Vaccinium* groupe *oxycoccos*, *Empetrum nigrum*, *Andromeda polifolia* ou *Ligularia sibirica* dans nos relevés. Dans les cas assez rares de plantations ou d'accrus denses consécutifs à des dégradations anthropiques (drainage, plantation...), le couvert peut être plus important et causer la disparition des espèces patrimoniales typiques de la tourbière, ce qui pose alors problème. Celles-ci peuvent réapparaître une fois le peuplement devenu plus mature et plus clair, mais le résultat est incertain. Il peut donc être judicieux dans ce cas de figure d'effectuer des coupes pour maintenir des zones ouvertes. Des expériences de dessèchement des sphaignes ou de croissance trop forte des sphaignes suite à une ouverture complète du milieu (GRÉGOIRE *et al.* 2010, LE HÉNAFF 2008, RENAUX 2010) indiquent qu'il peut alors être préférable d'intervenir par trouées plus ou moins grandes.

Quelle que soit l'option choisie, la clef de la restauration d'une tourbière dégradée est la restauration de sa fonctionnalité hydrologique, tant sur le plan quantitatif (remontée des niveaux d'eau) que sur le plan qualitatif pour les systèmes minérotrophes (protection de la tourbière contre les pollutions diffuses notamment d'origine agricole). L'obturation des drains peut être effectuée par des opérations de génie écologique, abondamment documentées dans la littérature (MANNEVILLE *et al.* 2006, CHOLET J. & MAGNON G. 2010...) et généralement couronnées de succès. Cette obturation des drains peut également se faire par « cicatrization » naturelle, car la croissance des sphaignes est souvent importante dans les fossés (CUBIZOLLE & SACCA 2004). La protection contre les pollutions diffuses est garantie par le maintien de végétations gérées extensivement au voisinage de la tourbière et sur le bassin versant en général : forêts et formations arbustives, systèmes agropastoraux maigres (landes, pelouses...). Dans de nombreux cas d'atteintes mineures à la fonctionnalité de la tourbière ou de sites préservés (degrés de modification 1 et 2 de la figure 4), il conviendrait de laisser évoluer librement un milieu en équilibre ou en lente évolution depuis parfois des siècles voire des millénaires. Ces tourbières constituent des témoins rares et précieux sur le plan patrimonial comme scientifique du fonctionnement naturel d'une tourbière.

Les actions de gestion menées sur les tourbières, notamment la coupe des ligneux et l'étrépage, n'ont pas toujours pour but de restaurer le fonctionnement naturel de l'écosystème. Elles visent parfois à bloquer l'évolution du milieu à des stades pionniers, de manière artificielle, afin de favoriser certaines espèces patrimoniales. L'intérêt écologique des milieux agropastoraux extensifs est certain, et il peut être intéressant de maintenir une fauche ou un pâturage sur certains bas-marais afin de conserver ce type de végétation et des espèces patrimoniales qui s'y maintiennent. Nous rappelons qu'en haut-marais comme en bas-marais le pâturage n'est pas compatible avec le maintien de la Tourbière boisée dans un bon état de conservation.

Sur les haut-marais et notamment les tourbières bombées, l'installation d'une tourbière boisée n'est généralement pas incompatible avec le maintien de milieux tourbeux ouverts voire pionniers en mosaïque, en dehors des cas de disfonctionnement évoqués plus haut et causés par une perte de fonctionnalité du milieu (dégradation anthropique). Ces milieux et espèces pionniers se sont longtemps maintenus (et se

¹⁹ Par récente, il faut entendre une plantation datant d'au plus quelques décennies.

maintiennent encore) dans des tourbières exemptes d'actions anthropiques, même si l'exploitation de la tourbe ou le pâturage peuvent localement les favoriser. Il ne s'agit pas d'espèces anthropophiles, contrairement à certaines espèces des cultures (moissons) ou à d'autres apportées par les transhumances. Certains processus naturels favorisent même ces milieux et espèces pionnières dans les tourbières boisées matures, comme le décapage de la tourbe pas les chablis. En conclusion, il convient de laisser plus de place à la dynamique naturelle, non pas par défaut en délaissant ces sites, mais dans une attitude positive de protection intégrale. Dans la majorité des cas, ce choix n'est pas incompatible avec la « vie » de la tourbière (accumulation de tourbe) ni avec la présence d'espèces et milieux d'intérêt patrimonial élevé. Si l'installation de l'état boisé se traduit généralement par une baisse de la biodiversité dans la phase de jeunesse du peuplement, celle-ci augmente ensuite fortement à mesure que le peuplement vieillit et s'irrégularise (PAILLET *et al.* 2010).

Comme le rappellent CHOLET J. & MAGNON G. (2010), la « non-intervention » est aussi un mode de gestion à part entière, au même titre que les travaux de génie écologique. Sur les **haut-marais**, rassemblant les végétations d'intérêt patrimonial le plus élevé pour les milieux tourbeux ouverts, ces tourbières laissées en libre évolution devraient être choisies prioritairement parmi les cas de figures suivants :

- Les tourbières qui ont été les moins perturbées, et/ou sur lesquelles on observe naturellement un équilibre entre les différents milieux tourbeux ouverts (*Sphagnion medii*, *Rhynchosporion albae*) et boisés.
- Les sites qui, au contraire, ont été les plus perturbés (extraction de la tourbe, drainage irréversible...), et sur lesquels il n'est pas réaliste de restaurer la fonctionnalité initiale du milieu.
- Les tourbières qui ne montrent pas un arrêt effectif de la turfigénèse (disparition des sphaignes) consécutif à un dérèglement du milieu ayant entraîné l'installation d'un couvert arbustif dense (plantation, drainage important). Par exemple, la coupe de saules à Moissac-bas a permis le redémarrage de la turfigénèse (LE HÉNAFF 2008, RENAUX 2010). Il s'agit non pas de maximiser la croissance des sphaignes mais de rétablir l'équilibre du milieu, sachant qu'une vitesse de croissance maximale des sphaignes n'est pas forcément bénéfique au maintien des taxons rares colonisant les buttes de sphaignes.
- Les sites rassemblant les types de tourbières boisées les plus rares (groupements à Linaigrette engainante et Airelle des marais ou Linaigrette engainante, tourbières boisées tremblantes...) et/ou les plus intéressants d'un point de vue patrimonial (groupements matures, notamment ceux évoluant vers la sapinière-boulaie) ;
- Enfin, les sites qui ne constituent pas des stations clef pour la conservation de taxons²⁰ ou milieux particulièrement rares et dont la présence est réellement incompatible avec l'état boisé. Sur ce point, de nombreuses espèces décrites comme strictement héliophiles s'accommodent parfaitement des peuplements clairs que l'on observe généralement sur les tourbières (notamment en haut-marais).

Les niveaux de **bas-marais** sont davantage sujets à un boisement dense. Ils abritent moins fréquemment des espèces à statut de protection et de rareté élevé dont la présence est incompatible avec l'état boisé. Sauf cas particulier, il est donc indiqué de laisser la dynamique naturelle s'exprimer sur ces niveaux minérotrophes, notamment en périphérie des haut-marais (zone tampon). Le choix d'une libre évolution sur les haut-marais est d'ailleurs fréquent sur les sites gérés, car les mesures de limitations de la colonisation ligneuse portent surtout sur les haut-marais. Les choix de gestion devraient s'effectuer non seulement site par site mais avec une vision régionale, afin de ne pas rechercher forcément la présence de tous les types de milieux tourbeux dans chaque tourbière mais un équilibre dans un secteur donné. Ces secteurs peuvent par exemple correspondre aux grands ensembles de paysages définis dans la carte des paysages d'Auvergne (DIREN 2009). Les choix de gestion opérés doivent en outre être pérennes dans le temps, sauf évolution importante des paramètres écologiques ou données scientifiques nouvelles, ce qui souligne l'importance capitale du suivi floristique et écologique des tourbières. Le choix du maintien de systèmes agropastoraux extensifs peut se justifier pleinement sur certains sites (par exemple sur les hautes chaumes du Forez), mais ce choix doit être pérenne dans le temps. De même, le choix de la libre évolution vers la tourbière boisée implique la recherche d'une maturation dendrologique maximale des peuplements, même si elle conduit à une sapinière-boulaie à sphaignes rattachée dans les Cahiers d'habitats aux « Sapinières à sphaignes » (9410-8), habitat d'intérêt communautaire mais non prioritaire. Des dispositifs de type Réserve naturelle ou Réserve biologique intégrale (en forêt soumise) seraient dans ce cas adaptés. Dans le cas d'une gestion pastorale, la contractualisation peut s'avérer suffisante même si elle ne garantit pas toujours une continuité dans le temps de la gestion appliquée.

²⁰ Végétaux, animaux, ou champignons. Pour les végétaux vasculaires, correspond aux classes de rareté définies dans ANTONETTI *et al.* 2006, principalement E (extrêmement rare) et RR (très rare).
CBN Massif central \ 91D0 « Tourbières boisées » en Auvergne \ mars 2012

degré de modification	Description du type de tourbière concerné et nature des modifications
1- Absence de modification (fonctionnement naturel, tourbière naturelle)	L'évolution de la tourbière est naturelle. Des activités humaines très anciennes peuvent l'avoir affectée mais elles ont été sans conséquence notable ou leur impact n'est plus perceptible actuellement, l'écosystème s'étant complètement régénéré.
2- Modifications mineures	Des activités humaines plus ou moins importantes et plus ou moins anciennes, ont influé sur la dynamique de la tourbière, mais très localement. Les modifications qui en ont découlé n'ont pas remis en cause le processus d'accumulation de la tourbe. Le retour à un état naturel est possible à moyen terme.
3- Modifications modérées (fonctionnement perturbé, tourbière en partie naturelle)	La dynamique de la tourbière est conditionnée soit par des travaux séculaires importants dont l'impact est encore effectif bien que sensiblement atténué, soit par des travaux récents bien perceptibles, d'une importance moyenne et affectant une partie plus ou moins grande du site. La structure et la forme de la tourbière sont ponctuellement modifiées. Le rétablissement d'une dynamique naturelle prendra plusieurs décennies mais peut être accéléré par une intervention humaine adaptée.
4- Modifications majeures	Le fonctionnement de la tourbière est totalement modifié par une exploitation qui a concerné tout ou partie du site. L'écosystème a perdu ses caractéristiques initiales. La structure et la forme mêmes de la tourbière ont été modifiées. Cependant la modification de l'écosystème n'est pas irréversible et les conditions hydrologiques favorables à la turfigenèse peuvent être rétablies. Le retour à l'équilibre du milieu est envisageable à long terme, une intervention humaine étant dans certains cas un préalable indispensable.
5- Destruction presque totale puis restauration (fonctionnement artificiel, tourbière artificielle)	Les activités humaines ont totalement transformé le site. La tourbière originelle a disparu et celle qui se développe actuellement est le résultat direct d'une volonté de restaurer l'hydrosystème.
6- L'ouvrage qui était à l'origine du développement de la tourbière a disparu ou n'est plus fonctionnel (tourbière d'origine anthropique résiduelle ou non fonctionnelle)	La tourbière s'est développée grâce à la présence d'un ouvrage – parfois hydraulique – qui a créé des conditions hydriques favorables à la turfigenèse. L'ouvrage n'étant plus fonctionnel l'hydrologie du site est radicalement modifiée, condamnant la tourbière à la disparition à plus ou moins long terme.

Figure 4 – « Classification des tourbières du Massif central oriental en fonction d'une estimation des modifications physionomiques et fonctionnelles engendrées par les activités humaines ». D'après CUBIZOLLE & SACCA 2004.

5.4. – Synsystème des forêts sur tourbe

5.4.1. – Études récentes et évolutions pressenties pour la déclinaison du Prodrome des végétations de France

La prochaine déclinaison du Prodrome des végétations de France modifiera probablement le synsystème concernant les tourbières boisées (deux classes du Prodrome de 2002 sont concernées, les *Vaccinio myrtilli-Picetea abietis* et les *Alnetea glutinosae*). Il est probable et souhaitable que certaines propositions de TÜXEN (1955), PASSARGE & HOFMANN (1968), et plus récemment SCHUBERT 2001, ŠIBIK *et al.* 2008 et BŒUF 2012 soient intégrées. Ces auteurs proposent notamment de retenir la classe des *Vaccinio uliginosi-Pinetea sylvestris* Passarge 1968, qui regrouperait « les formations tourbeuses oligotrophes à oligomésotrophes collinéennes à subalpines structurées par le Bouleau pubescent, le Pin sylvestre, le Pin des tourbières, le Pin mugu ou bien encore l'Épicéa », et actuellement intégrées aux *Vaccinio myrtilli-Picetea abietis*. Seuls les groupements plus matures sur tourbe à Sapin pectiné ou Épicéa resteraient dans les *Vaccinio-Picetea (Betulo pubescentis-Abietetum albae* en Auvergne). Au sein des *Vaccinio uliginosi-Pinetea sylvestris*, une alliance nouvelle par rapport au Prodrome de 2002 serait également ajoutée au côté du *Betulion pubescentis*, l'*Eriophoro vaginati-Piceion abietis* Passarge 1968. Le *Pinetum rotundatae* (représenté en Auvergne et sur ses marges ligériennes par la Tourbière boisée ombrotrophile Pin à crochets et Pin sylvestre à Linaigrette vaginée et Airelle des marais) serait intégré à cette alliance à tonalité alticole marquée. Les autres formations ombrotrophiles resteraient dans le *Betulion pubescentis* : il s'agit en Auvergne et sur ses marges de la Tourbière boisée ombrotrophile à Linaigrette vaginée (*Eriophoro vaginati-Betuletum pubescentis*), de la Pinaie paratourbeuse à Airelle rouge et de la Tourbière boisée à Molinie bleue (cf. *Betuletum pubescentis*). Il serait intéressant de retenir dans le synsystème la disjonction entre les groupements atlantiques à subatlantique présents en France, et ceux boréocontinentaux (à *Ledum palustris*, *Calla palustris*, *Trientalis europaea*...) absents de France à part dans les Vosges du nord (RAMEAU *et al.* 2001, GÉGOUT *et al.* 2008, BŒUF 2012).

Le cas des tourbières boisées minérotrophiles sera à trancher dans le prochain Prodrome puisque certaines au moins semblent relever de la classe des *Alnetea glutinosae*. Enfin, il conviendra de clarifier la position synsystématique du *Betulo pubescentis-Abietetum albae*. Nous préférierions voir cette association versée dans une alliance distincte du *Betulion pubescentis*, mais dont la position semble poser question puisque ses auteurs semblent hésiter à juste titre entre le *Piceion excelsae* (notamment le *Vaccinio vitis-idaeae-Abietenion albae* Oberd. 1962, THÉBAUD & LEMÉE 1995), le *Betulion pubescentis* (THÉBAUD 2006) et ces deux alliances à la fois (THÉBAUD *et al.* 2012). Ce dernier choix impliquerait de fait une partition en deux associations distinctes.

5.4.2. – Proposition d'un synsystème pour l'Auvergne et ses marges

La description des différents types de tourbières boisées et des habitats proches avec lesquels la confusion est possible (partie 4) permet de dégager une typologie des tourbières boisées en Auvergne. Ce travail souligne également les critères floristiques et écologiques permettant de les identifier de manière certaine. Dans notre synthèse sur les tourbières boisées d'Auvergne et de ses marges comme dans l'abondante littérature phytosociologique relative aux tourbières boisées d'Europe, plusieurs coupures nettes se dessinent entre :

- les groupements ombrotrophes et les groupements minérotrophes ;
- les groupements boréocontinentaux (avec *Ledum palustre*, *Trientalis europaea*, *Calla palustris*...) d'une part et les groupements subatlantiques à atlantiques d'autre part (disparition des espèces boréocontinentales, présence d'*Erica tetralix* dans les variantes atlantiques) ;
- les groupements collinéens, les groupements montagnards et les groupements du montagnard supérieur ou du subalpins ;
- les groupements hémisciaphiles (strate arborée constituée d'espèces pionnières héliophiles, strates inférieures comportant de nombreuses espèces des tourbières non boisées) et les groupements matures à Sapin pectiné et/ou hors du Massif central à Épicéa (avec présence d'espèces sciaphiles et liées aux processus d'humification).

La constitution d'un synsystème phytosociologique complet pour les forêts sur tourbe en France et en Europe n'est pas l'objet de la présente étude. Il est en revanche possible de proposer un synsystème cohérent pour les forêts sur tourbe d'Auvergne et de ses marges (voir pages suivantes). Le rattachement à la directive « Habitats » est précisé (en rouge), ainsi que la synécologie du groupement, la combinaison caractéristique et les espèces compagnes, la synchorologie du groupement (répartition géographique) et les éventuelles

variantes identifiées. D'un point de vue synomencatural, le rattachement à une association valide est précisé lorsqu'il ne pose pas de problème. Dans le cas contraire, une piste pour la proposition d'une association nouvelle est faite mais il ne s'agit en aucun cas d'une typification *hoc. loco.*, celle-ci devant se faire selon les règles du code de nomenclature (WEBER *et al.* 2000). Il est notamment nécessaire que la typification soit publiée valablement, avec désignation d'un type d'association accompagné d'un tableau de plusieurs relevés. Il nous semble de plus nécessaire que cette typification se fasse en concertation avec la Société française de phytosociologie impliquée dans la déclinaison du Prodrome des végétations de France.

Le **tableau synthétique** des groupements et associations mis en évidence est présenté en **annexe 3**.

Proposition de synsystème des forêts sur tourbe en Auvergne et sur ses marges

□ **VACCINIO MYRTILLI-PICEETEA ABIETIS** Braun-Blanq. in Braun-Blanq., G.Sissingh & Vlieger 1939

Dans le Massif central, correspond aux **sapinières hyperacidiphiles** et inclue les formations matures sciaphiles sur tourbe qui sont le climax des bas-marais et des tourbières plates ombrotrophisées. Outre la présence de Sapins adultes, les sapinières-boulaies à sphaignes sur tourbe se distinguent des tourbières boisées du **Vaccinio uliginosi-Pinetea sylvestris** par l'abondance d'espèces forestières sciaphile et humicoles telles que *Luzula pilosa*, *Lonicera nigra*, *Prenanthes purpurea*, *Hylocomium splendens*, *Rhytidiadelphus loreus*, *R. triquetrus*, *Dicranum scoparium*, *Polytrichum formosum*, *Thuidium tamariscinum*, *Ptilium crista-castrensis*, *Hypnum cupressiforme*...

◆ **Betulo pubescentis-Abietetum albae** Lemée ex Thébaud 2006

- Intérêt communautaire : 9410-8 « Sapinières à sphaignes »

- Synécologie : sapinière-boulaie pubescente ou stade plus jeune dominé de boulaie-sapinière sur tourbe parfois très épaisse (plus de 40 cm). Climax des systèmes minérotrophes, des stades d'ombrotrophisation des tourbières minérotrophes. Différentes situations de tourbières topogènes (vallons, dépressions...), soligènes (de pente), périphérie des tourbières bombées...

- Combinaison caractéristique.

Abies alba, *Betula pubescens* ;

Listera cordata, *Rubus* sous-section *Glandulosi*, *Blechnum spicant*

Polytrichum commune, *Ptilium crista-castrensis*, *Rhytidiadelphus loreus*, *Sphagnum palustre*, *S. capillifolium*, *S. flexuosum*, *S. girgensohnii*, *S. quinquefarium*

Autres espèces : *Melampyrum pratense*, *Dryopteris carthusiana*, *D. dilatata*, *Vaccinium myrtillus*, *Luzula sylvatica*, *Dicranum scoparium*, *Polytrichum formosum*, *Thuidium tamariscinum*, *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*...

- Synchorologie :

Race du Massif central : décrit dans le Forez, les Bois Noirs et les monts de la Madeleine ou cette association est abondante. Présent également dans le Cantal dans l'Artense (forêt de Trémouille...) ou les gorges de la Rhue (forêt d'Algère). À rechercher dans le Pilat, sur le plateau ardéchois et le plateau de Millevaches.

Race des Vosges (tourbière de la Maxe...).

Variante mésohygrophile minérotrophile, variante mésophile d'ombrotrophisation.

□ **VACCINIO ULIGINOSI-PINETEA SYLVESTRIS** Passarge 1968

Tourbières boisées des haut-marais et tourbières de transition, hémisciaphiles, à pins (*Pinus sylvestris*, *Pinus uncinata*) et bouleaux (*Betula pubescens*, *B. x aurata*).

L'ensemble de cette classe correspond à l'habitat « Tourbières boisées » (91D0*).

● **Eriophoro vaginati-Piceion abietis** Passarge 1968

◆ **Pinetum rotundatae** Kästn., Föβn. 1933 corr. Mucina in Steiner 1993

- Intérêt prioritaire : 91D0-3* « Tourbières boisées à Pin à crochets »

- Synécologie : pineraie de Pin à crochets ou sylvestre des **tourbières bombées du montagnard supérieur ou du subalpin**, plus rarement du **montagnard moyen**. Climax des tourbières bombées d'altitude, en limite de répartition en Auvergne. L'origine du Pin à crochets, qui forme la majorité des peuplements, est incertaine (indigène, introduit ?) ; on observe aussi un faciès à Pin sylvestre.

- Combinaison caractéristique.

Pinus sylvestris, *P. uncinata* ;

Vaccinium uliginosum, *V.* groupe *oxycoccos*, *Eriophorum vaginatum*, *Andromeda polifolia*, *Empetrum nigrum*...

Polytrichum strictum, *Sphagnum capillifolium*, *S. magellanicum*, *S. rubellum*, *S. russowii*...

- Synchorologie :

Groupement extrêmement rare dans le Massif central où seuls 3 sites sont connus. Un seul est connu en Auvergne dans les monts Dore (la Barthe), les autres sont sur le versant ligérien du Forez (la Pigne, la Litte/Bois des Boules). On observe en outre une phase pionnière à Bouleau dans les monts de la Madeleine (Leydy).

Race du Jura, des Vosges, des Alpes, des Pyrénées (à préciser)...

-FICHE => Tourbière boisée de Pin à crochets et Pin sylvestre à Linaigrette vaginée et Airelle des marais (voir fiche au § 4.2. et clef au § 5.1.).

● **Betulion pubescentis** (Tüxen 1937, 1955) Scamoni & H.Passarge 1959

◆ **Eriophoro vaginati - Betuletum pubescentis** Passarge & Hofmann 1968

- Intérêt prioritaire : 91D0-1.2* « Boulaies pubescentes tourbeuses de montagne »

- Synécologie : Pinaie-boulaie occupant diverses situations ombrotrophes marquées : **tourbières bombées et tourbières ombrotrophes de pente** du montagnard inférieur à moyen. Bombements importants au sein de tourbières plates, bord des tourbières bombées (hors lag).
- Combinaison caractéristique :

Betula pubescens, *Pinus sylvestris*, (*Pinus uncinata* plus rarement).

Eriophorum vaginatum, *Vaccinium uliginosum* et *V.* groupe *oxycoccos* dispersées.

Polytrichum strictum, *Sphagnum capillifolium*, *Sphagnum magellanicum*...

Autres espèces : *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus*, *Molinia caerulea*, *Polytrichum commune*, *Aulacomnium palustre*, *Sphagnum flexuosum*, *Sphagnum palustre*...
sylvestris ou encore *Epilobium angustifolium*.

- Synchorologie :

Groupement rare en Auvergne et dans le Massif central : Forez, Bois Noirs, monts de la Madeleine, monts Dore, Cézallier, monts du Cantal, Aubrac, Margeride.

Races géographiques des Vosges, des Ardennes, du Jura (?), des Alpes (?).

- Variante typique hygrophile, variantes plus sèches à Canche flexueuse ou à Laïche hérisson et Potentille dressée, variante dégradée à Framboisier :

variante à Canche flexueuse : *Deschampsia flexuosa*, *Galium saxatile*, *Potentilla erecta*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Leucobryum glaucum*, *Dicranum scoparium*, *Polytrichum formosum*, *Rhytidadelphus squarrosus* ;

variante Laïche hérisson et Potentille dressée : *Juncus squarrosus*, *Nardus stricta*, *Carex echinata*

variante dégradée à Framboisier : *Rubus idaeus*, *R.* section *Rubus*, *Angelica sylvestris*...

-FICHE => Tourbière boisée de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée (voir fiche au § 4.2. et clef au § 5.1.).

♦ Groupement à *Molinia caerulea* et *Betula pubescens*

Association à typifier : syntaxon subatlantique montagnard basée sur le ***Betuletum pubescentis*** Tüxen 1937 (association hétérogène (boréocontinentale à atlantique) ; vicariant montagnard du ***Sphagno-Betuletum pubescentis*** Mériaux et al. 1980 (collinéen).

- Intérêt prioritaire : 91D0-1.2* « *Boulaies pubescentes tourbeuses de montagne* »

- Synécologie : **zones d'ombrotrophisation des tourbières plates** (minérrogènes).

- Combinaison caractéristique :

Pinus sylvestris, *Betula pubescens*.

Molinia caerulea,

Sphagnum capillifolium (et différents *Sphagnum ombrotrophes* : *S. magellanicum*, *S. rubellum*...),
Polytrichum strictum.

Autres espèces : *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus*, *Deschampsia flexuosa*, *Galium saxatile*, *Melampyrum pratense*, *Anthoxanthum odoratum*, *Nardus stricta*, *Potentilla erecta*, *Juncus squarrosus*, *Carex nigra*, *C. echinata*, *Polytrichum commune*, *Aulacomnium palustre*, *Sphagnum palustre*, *S. flexuosum*...

- Synchorologie :

Groupement assez répandu dans les secteurs de tourbières mais couvrant généralement de petites surfaces, sauf pour la variante paratourbeuse (connue que sur 2 sites) : Aubrac, Livradois, l'Artense, le Cézallier, Monts Dore, Forez (probablement Bois Noirs et monts de la Madeleine), Pilat, plateau ardéchois.

On observe une association vicariante en Limousin (***Sphagno-Betuletum pubescentis*** Mériaux et al. 1980 **typicum**, répartie également dans un grand quart nord de la France (Bretagne, Perche, Bassin parisien au sens large, Ardennes). Vosges (?)...

Variante typique

-FICHE => Tourbière boisée de Pin sylvestre et de Bouleau pubescent à Molinie bleue

Variante paratourbeuse (entre 10 et 30 cm de tourbe fibreuse) à *Vaccinium vitis-idaea* et *Pinus sylvestris*

-FICHE => Pinaie paratourbeuse de Pin sylvestre à Airelle rouge.

♦ Groupement à *Menyanthes trifoliata* et *Betula pubescens*

Association à typifier : Association subatlantique montagnarde vicariante du ***Carici (canescentis)-Betuletum pubescentis*** (Steffen 1931) Passarge 1968 boréocontinental.

- Intérêt prioritaire : 91D0-1.2* « *Boulaies pubescentes tourbeuses de montagne* »

Synécologie : **boulaie-pinaie des tourbières des transitions** (treublants, radeaux) généralement d'origine limnogène, plus ou moins atterries.

Combinaison caractéristique

Betula alba, *Pinus sylvestris*.

Menyanthes trifoliata, *Potentilla palustris*, *Equisetum fluviatile*, *Carex rostrata*, *C. Lasiocarpa*, *Salix repens*, *S. lapponum*, *Ligularia sibirica*, *Drosera rotundifolia*, *Eriophorum angustifolium*...

Sphagnum flexuosum, *S. palustre*. On rencontre plus rarement *Sphagnum centrale*, *S. fallax* ou *S. teres*.

Autres espèces : *Calamagrostis canescens*, *Molinia caerulea*...

Présence dispersée d'espèces du ***Betulion pubescentis*** et des ***Molinietalia caeruleae***.

Synchorologie : Cézallier, monts Dore et du Cantal, l'Artense, le Forez. Groupement assez rare en Auvergne, vraisemblablement encore plus rare dans le reste du Massif central : plateau de Millevaches, Pilat (les Chaumasses)...

Cité également dans les Vosges où il est très rare ; présent dans le Jura ?

- FICHE => Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau.

□ **ALNETEA GLUTINOSAE** Braun-Blanq. & Tüxen ex V. Westh., Dijk & Passchier 1946

Remarque importante : Seule une petite partie de cette classe correspond à l'habitat « Tourbières boisées » (91D0*). Il s'agit d'une petite frange du ***Sphagno-Alnion glutinosae***, correspondant aux critères suivants (dans le cas contraire, il peut s'agir de groupements du ***Salicion cinereae*** ou d'autres associations du ***Sphagno-Alnion glutinosae*** telles que le ***Sphagno-Alnetum glutinosae***) :

-Strate dominante composée majoritairement de bouleaux et/ou de Pin sylvestre ; les saules ou l'Aulne glutineux ne sont pas structurants dans les tourbières boisées de montagne mais ils peuvent être présents (ils sont plus abondants dans les tourbières collinéennes).

-Rareté ou absence d'espèces des milieux humides à tendance eutrophile (*Lysimachia vulgaris*, *Ranunculus repens*, *Deschampsia cespitosa*, *Polygonum bistorta*, *Juncus effusus*, *Ranunculus flammula*, *Filipendula ulmaria*) ainsi que d'espèces des forêts humides mésotrophiles (*Equisetum sylvaticum*, *Athyrium filix-femina*, *Geum rivale*, *Cardamine amara*) ou des bords des eaux courantes (*Ranunculus aconitifolius*, *Carex remota*, *Myosotis groupe scorpioides*, *Chrysosplenium oppositifolium*, *Impatiens noli-tangere*, *Stellaria nemorum*, *Stellaria alsine*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Lysimachia nemorum*).

-Présence de sphaignes généralement minérotrophiles (*Sphagnum palustre*, *S. squarrosum*...), et dominance d'espèces affines des ***Caricetalia fuscae***, ***Scheuchzerietalia palustris*** et ***Molinietalia caeruleae***, **très rarement de quelques espèces des *Oxycocco palustris-Sphagnetum magellanicum***.

-Présence de tourbe (au moins 10 cm, généralement beaucoup plus) et non d'un humus de type hydromoor ou anmoor.

● ***Sphagno-Alnion glutinosae*** (Doing-Kraft in Maas 1959) H. Passarge & Hofmann 1968 **proparte**

Groupe d'association faisant transition vers le ***Betulion pubescentis***. Systèmes tourbeux et paratourbeux minérotrophiles (bas-marais) à bouleaux (*Betula pubescens*, *B. x aurata*) et Pin sylvestre.

◆ **Groupement à *Carex rostrata* et *Betula pubescens***

Association subatlantique montagnarde subatlantique vicariante du ***Sphagno-Betuletum pubescentis*** Mériaux *et al.* 1980 ***agrostido-caricetum nigrae*** qui est plus collinéenne et atlantique.

- Intérêt prioritaire : 91D0-1.2* « ***Boulaies pubescentes tourbeuses de montagne*** »

Synécologie : **boulaie ou boulaie-pineraie** des **bas-marais** (tourbières minérotrophes), dans différents contextes : topogène (vallon, cirque glaciaire, dépression...), soligène (suintements sur pente) ou d'origine limnogène ancienne (très atterrie). Occupe également fréquemment la dépression périphérique des tourbières bombées (lagg).

- Combinaison caractéristique :

Betula alba, *Pinus sylvestris*.

Carex rostrata, *Molinia caerulea*, *Juncus acutiflorus*, *Agrostis canina*, *Valeriana dioica*, *Succisa pratensis*, *Dactylorhiza maculata*, *Selinum pyrenaicum* (= *Epikeros pyrenaicus*), *Eriophorum polystachion*,

Sphagnum flexuosum, *S. palustre*, plus rarement *Sphagnum girgensohnii*, *S. inundatum*, *S. teres*...

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

- Variante à Laïche à utricules rostrés très humide, variante à Jonc acutiflore, variante sciaphile de transition vers les sapinières à sphaignes du *Betulo-Abietetum*.

Synchorologie : type de tourbière boisée le plus fréquent en Auvergne et le Massif central, mais n'en demeurant pas moins rare du fait de la rareté des tourbières et de la rareté des stades boisés en leur sein : monts de la Madeleine, Bois Noirs, Haut-Livradois, chaîne des Puys, plateau du Cézallier, monts Dore et du Cantal, Aubrac, Margeride. Également Pilat et plateau ardéchois.

Races régionales à décrire dans d'autres massifs montagneux français. On observe une association vicariante en Limousin (***Sphagno-Betuletum pubescentis*** Mériaux *et al.* 1980 ***agrostido-caricetum nigrae***, et dans un grand quart nord de la France (Bretagne, Perche, Bassin parisien au sens large, Ardennes).

- FICHE => Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore.

6. – CONCLUSION

Cette étude a permis de préciser les caractéristiques floristiques et écologiques des différents types de tourbières boisées d'Auvergne, mais aussi leur place dans les écosystèmes tourbeux (fonctionnement, dynamique, origine) et enfin leur état général de conservation ainsi que leur statut de rareté. **6 types de tourbières boisées** ont été identifiés en Auvergne (déclinés en **12 variantes et 5 associations phytosociologiques ou groupements végétaux**). **2 habitats élémentaires** des Cahiers d'habitats sont concernés : **91D0-4* « Tourbières de Pin à crochets »** et **91D0-1.2* « Boulaies pubescentes tourbeuses de montagne »**. Les tourbières boisées sont réparties dans les différents massifs volcaniques ou cristallins d'Auvergne, ainsi que sur les hauts plateaux d'Auvergne : Monts de la Madeleine, Bois Noirs, Forez, Haut-Livradois, chaîne des Puys, monts Dore, Cézallier, Artense, Gorges de la Rhue, Margeride et Haut-Allier, Aubrac. Aucun individu n'a été recensé dans les monts du Cantal mais l'habitat y est peut-être présent. On rencontre généralement les tourbières boisées au dessus de 900 m, sous climat montagnard froid et arrosé, mais il existe des individus en situation abyssale dans l'Artense (600 m), sous influence atlantique plus marquée que dans le reste de l'Auvergne. L'habitat « Tourbières boisées » est probablement l'un des habitats forestiers les plus rares en Auvergne. Il est également rare par rapport aux autres habitats tourbeux non boisés, ce qui a des causes naturelles (dynamique ligneuse bloquée sur les tourbières bombées et les marais de transition les plus instables) mais aussi anthropiques (défrichement ancien ou coupe plus récente des arbres et arbustes au profit des milieux ouverts, gestion pastorale).

Les tourbières boisées d'Auvergne sont très proches de celles observées en Rhône-Alpes et notamment dans le département de la Loire. C'est d'ailleurs sur le versant ligérien du Forez que l'on observe les individus les plus typiques de tourbières boisées ombrotrophiles. Ces groupements ombrotrophiles (à Linaigrette engainante et Airelle des marais ou à Linaigrette engainante) sont proches de ceux observés dans l'est de la France (Jura, Alpes, Vosges) et une partie de la Belgique ou de l'Allemagne sous climat subatlantique à médioeuropéen atténué. Ils se distinguent en revanche nettement des tourbières boisées d'Europe centrale et de l'est ou de Scandinavie par l'absence des espèces boréoc continentales comme *Ledum palustre* ou *Trientalis europaea*. En dehors d'une petite frange ouest de la région (Artense), les groupements auvergnats ne sont pas pour autant pénétrés d'espèces atlantiques comme celles du Limousin qui accueillent *Erica tetralix* ou *Wahlenbergia hederacea*. Les autres tourbières boisées auvergnates, notamment minérotrophiles, se distinguent à la fois des groupements boréoc continentaux, mais aussi de groupements plus collinéens et atlantiques présents en Limousin et dans un grand quart nord-ouest de la France (jusqu'en Belgique) ; une ou plusieurs associations phytosociologiques seraient probablement à décrire à l'occasion de la déclinaison du Prodrome des végétations de France, travail actuellement en cours (groupements à *Molinia caerulea* et *Betula pubescens*, à *Menyanthes trifoliata* et *Betula pubescens*, ou à *Carex rostrata* et *Betula pubescens*). Le type d'alimentation en eau (ombrotrophie ou minérotrophie, caractère plus ou moins atterri ou hygrophile) semble être le paramètre écologique prépondérant dans l'individualisation des différents types de végétation sur les tourbières, mais les paramètres anthropiques sont également déterminants. En dehors des actions les plus récentes et intenses (drainage, plantation), ces facteurs humains s'avèrent souvent subtils à identifier et à distinguer des causes naturelles. La Tourbière boisée de Pin à crochet et Pin sylvestre à Linaigrette engainante et Airelle des marais en est une belle illustration. Il s'agit là de l'exemple le plus typique et le plus rare de la tourbière boisée ombrotrophile dans le Massif central. Or, il n'est toujours pas possible à ce jour de conclure de manière définitive sur l'origine (naturelle ou anthropique) du Pin à crochets dans ces tourbières. D'une manière générale et en dehors des cas les plus évidents de plantation ou semis, la présence d'arbres sur les tourbières bombées conserve encore une part importante de mystère : ces peuplements très clairs sont-ils une formation climacique naturelle longtemps éliminée par l'homme, ou leur origine est-elle anthropique ? Même parmi les causes anthropiques, les mécanismes en jeu sont parfois bien plus complexes qu'une simple introduction sur la tourbière du Pin (sylvestre ou à crochet). Des mécanismes plus anciens sont à étudier (conséquences du piétinement par le bétail, exploitation ancienne de la tourbière...), tout comme des phénomènes récents (changements globaux). Quelle qu'en soit l'origine, ces tourbières boisées n'en revêtent pas moins un intérêt patrimonial très fort et sont à protéger.

Si les tourbières boisées ombrotrophiles à Linaigrette engainante sont mieux exprimées et plus typiques dans la Loire, les boulaies tremblantes à *Menyanthes trifoliata* sont assez typiques de la région Auvergne, puisqu'elles sont liées aux tourbières de lacs souvent d'origine volcanique (maars). Le type de tourbière boisé le plus fréquent en Auvergne est la Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore. Il est généralement voué à évoluer vers la Sapinière-boulaie à sphaignes du *Betulo pubescentis-Abietetum albae*, type forestier de grand intérêt patrimonial constituant le climax naturel sur de nombreux types de tourbières, en dehors des tourbières ombrotrophes (bombées notamment) et des marais de transition. **Selon les Cahiers d'habitats, ces**

sapinières-boulaies sur tourbe ne relèvent pas de l'habitat « Tourbières boisées » (91D0*) mais des « Sapinières à sphaignes » (9410-8). Un **rattachement** à l'habitat « Tourbières boisées » (91D0*) serait néanmoins **possible d'après le manuel d'interprétation de la directive « Habitats »**, sur des bases floristiques, écologiques (épaisseur de tourbe importante, caractère turfigène), historique et dynamique. **Une évolution est donc souhaitable** sur ce point **au niveau national**, avec modification des Cahiers d'habitats. En plus de fondements écologiques, floristiques et fonctionnels évidents, une telle modification permettrait d'éviter que des coupes d'élimination des sapins soient entreprises dans les boulaies tourbeuses matures, afin de maintenir l'habitat prioritaire 91D0* au dépend du 9410 non prioritaire. Dans un contexte forestier, de telles actions n'auraient aucun fondement écologique. Cette problématique des « Sapinières à sphaignes » laisse transparaître celle plus large des sapinières hyperacidiphiles, et plaide pour une étude complète des « Forêts acidophiles à *Picea* des étages montagnard à alpin (*Vaccinio-Piceetea*) » (9410) en Auvergne. Notre étude donne enfin des éléments pour améliorer la description de l'habitat dans les Cahiers d'habitats : prise en compte des tourbières tremblantes, précisions sur leur définition phytosociologique...

La caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne permet de préciser leur place dans les écosystèmes tourbeux. La dynamique de la végétation varie beaucoup en fonction du type de tourbière. Le climax de nombreuses tourbières minérotrophes semble être la sapinière-boulaie du *Betulo pubescentis-Abietetum albae*, mais les stades les plus instables des marais de transitions sont probablement bloqués au stade de la boulaie-pineraie voire du milieu ouvert. L'évolution, très lente, n'est possible qu'avec l'atterrissement progressif du milieu. En contexte de haut-marais typique, l'évolution vers l'état boisé est loin d'être la norme. La végétation spontanée naturelle semble être une mosaïque des plus intéressantes de milieux boisés et ouverts, voire un état non boisé au moins sur certaines tourbières bombées. Le Pin sylvestre, espèce pionnière aujourd'hui aussi abondante que le Bouleau pubescent sur les tourbières, est probablement amené à régresser au profit de ce dernier, surtout en contexte minérotrophe. À de très rares exceptions près, ces stades boisés ne sont pas pour autant une phase de sénescence de la tourbière, qui signifierait l'arrêt du processus parfois millénaire d'accumulation de la tourbe. Pour les végétations boisées minérotrophes, l'ombrotrophisation progressive pourrait même les faire évoluer à terme vers une tourbière bombée, avec recul progressif des arbres.

La tourbière, et notamment le haut-marais, sont ainsi le siège d'équilibres subtils, avec des boucles de rétroactions complexes entre les sphaignes et les arbres. La présence d'un couvert souvent assez diffus de pins et de bouleaux limite, sans toutefois l'arrêter, la croissance des sphaignes, en filtrant une partie du rayonnement lumineux. Il favorise au contraire la présence des sphaignes par le maintien d'un microclimat humide. De leur côté, les sphaignes en accumulant une épaisseur toujours plus importante de tourbe fibreuse non décomposée finissent par « tuer » les arbres par enfouissement du système racinaire et instabilité du substrat. La présence des arbres peut favoriser l'apparition de microhabitats pionniers, avec décapage de la tourbe et création de gouilles par les chablis. Sur les haut-marais, riches en taxons rares et menacés, la présence des arbres n'est bien souvent pas incompatible avec le maintien d'espèces héliophiles, puisque le peuplement y est souvent très clair, surtout dans les peuplements âgés. Ces équilibres sont fragiles et peuvent être mis à mal par des dégradations anthropiques : drainage, exploitation de la tourbe, plantation notamment d'Épicéa, eutrophisation, changement climatique, effets négatifs à long terme du pâturage... Il convient alors de restaurer la fonctionnalité du milieu (obstruction des drains, élimination des épicéas...), et non pas de se limiter à des actions de coupe des ligneux, actions lourdes qui peuvent se montrer parfois inefficaces voire contreproductives. Dans les tourbières perturbées, la coupe d'accrus denses d'origine anthropique ou de plantations récentes peut être indiquée. La présence de l'épicéa, espèce exotique en Auvergne, est notamment incompatible avec un maintien en bon état de la tourbière. Néanmoins, même dans les cas évidents de pineraies ou boulaies secondaires (origine anthropiques), la non-intervention donne souvent des résultats très intéressants, avec reprise d'une turfigénèse qui finit par combler les drains et faire dépérir les arbres. Si certaines perturbations sont malheureusement irréversibles, on observe ainsi une certaine résilience de la tourbière. Devant la complexité des systèmes tourbeux, cette étude se veut une clef pour déterminer le type de tourbière boisée rencontré. Elle plaide aussi pour un diagnostic du fonctionnement de la tourbière avant toute intervention.

Sans nier l'intérêt de milieux ouverts parfois concurrencés par une dynamique ligneuse qui n'est dans certains cas pas naturelle, nous plaidons pour une gestion laissant davantage de place à la non-intervention sur les tourbières. Ceci permettrait notamment le développement des stades arborés matures, habitat très rare, souvent fragmentaire et en mauvais état de conservation dans la région (peuplements jeunes, déficitaires en vieux arbres et bois mort...). Cette stratégie de gestion, définie au niveau régional et sur le long terme, s'appuierait sur des suivis scientifiques, et sur des études poussées dans certains domaines encore mal connus. Il s'avère en particulier indispensable de répondre aux interrogations concernant l'origine de la dynamique ligneuse sur les haut-marais, notamment l'indigénat du Pin à crochets et/ou son introduction. Ceci passe par des études complètes de macrorestes de bois dans les tourbières, des études historiques remontant à des périodes anciennes (bien avant le XIX^{ème} siècle), ou encore l'analyse génétique et biochimique des populations de pin colonisant les tourbières.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLORGE P. ; DENIS M. 1927. - Notes sur les complexes végétaux des lacs-tourbières de l'Aubrac. Archives de Botanique. *Bulletin Mensuel* 1(2) : 1-36.
- ANDRÉ G. & ANDRÉ M. 2008. - Le Pin à crochets (*Pinus uncinata* Ramond ex DC. var. *rotunda* [Link] Antoine) des tourbières : preuves historiques de son indigénat dans le massif jurassien et dynamique des peuplements suite aux actions anthropogènes. *Les Nouvelles Archives de la Flore jurassienne* 6 : 57-101.
- ARGANT J. 2006. - Les études palynologiques récentes dans le Massif central oriental. *L'Échos des Tourbières* 12 : 6-7.
- ARGANT-CUBIZOLLE 2005. - L'évolution holocène de la végétation des monts de la Madeleine, du Forez, du Livradois et du Pilat (Massif central, France) : l'apport d'une nouvelle série d'analyses palynologiques. *Quaternaire* 16(2) : 119-142.
- BARDAT J., BIORET F., BOTINEAU M., BOULLET V., DELPECH R., GÉHU J.-M., HAURY J., LACOSTE A., RAMEAU J.-Cl., ROYER J.M., ROUX G. & TOUFFET J. 2004. - *Prodrome des végétations de France*. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 171 p. (Collection Patrimoine Naturel, 91).
- BARTOLI M. 2007. - *Taxonomie des pins de la tourbière du Pinet*. Communication au 4ème séminaire des tourbières pyrénéennes, 20 – 21 juin 2007.
- BEAULIEU J.L. de, REILLE M. & PONS A. 1988. - Histoire de la végétation, du climat et de l'action de l'homme dans le Massif central français depuis 15000 ans. *Inst. fr. Pondichéry, trav. sec. sci. tech.* XXV : 27-32.
- BISSARDON M. & GUIBAL L. 1997. - *CORINE biotopes. Version originale. Types d'habitats français*. École nationale du génie rural des eaux et forêts / Muséum national d'histoire naturelle, 217 p.
- BOEUF R. 2012. - *Référentiel des types forestiers d'Alsace : du type générique au type élémentaire - Relations entre les stations forestières, les communautés forestières, les habitats et les espèces patrimoniales*. Office National des Forêts (Direction Territoriale Alsace & Direction de l'Environnement et du Développement Durable) \ Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche, Service Régional de la Forêt et du Bois Alsace. Imprimerie Scheuer.
- BRAUN-BLANQUET J. 1923. - *L'Origine et le développement des flores dans le Massif central de France, avec aperçu sur les migrations des flores dans l'Europe sud-occidentale*. Imprimerie A. Rey, Lyon ; Léon Lhomme, Paris ; Beer et Cie, éditeurs, Schlüsselgasse, Zürich, 282 p.
- BRETSCHNEIDER A. 2008. - *Moorwald oder Birkenstadium des degenerierten Hochmoores ? in Écologie et protection des tourbières*. Colloque franco-allemand de Bitche (Moselle), 19-21 juin 2008.
- CHABROL L., REIMRINGER K. 2011. - *Catalogue des végétations du Parc naturel régional de Millevaches en Limousin*. Conservatoire botanique national du Massif central \ Parc naturel régional de Millevaches en limousin, 240 p.
- CHASSAGNE H. 1956. - *Inventaire analytique de la flore d'Auvergne et contrées limitrophes des départements voisins*. Paul Lechevalier Ed., Paris, I, 458 p.

- CHASSAGNE H. 1957. - *Inventaire analytique de la flore d'Auvergne et contrées limitrophes des départements voisins*. Paul Lechevalier Ed., Paris, II, 542 p.
- CHOISNET G. 2007. - *Catalogue des habitats naturels du Parc naturel régional du Pilat*. Conservatoire botanique national du Massif central / Conseil régional Rhône-Alpes, 200 p.
- CHOISNET G. & CELLE J. 2010. - *Suivi des végétations des zones tourbeuses et des hêtraies du site Natura 2000 "Cratère du Mont Bar" (Allègre, Haute-Loire)*. Conservatoire botanique national du Massif central \ Département de la Haute-Loire, 36 p.
- CHOLET J. & MAGNON G. 2010. - *Tourbières des montagnes françaises - Nouveaux éléments de connaissance, de réflexion et de gestion*. Pôle-relais Tourbières, Fédération des Conservatoires d'Espaces Naturels, 188 p.
- CLAIR M., GAUDILLAT V. & HERARD-LOGEREAU K. 2005. - *Cartographie des habitats naturels et des espèces végétales appliquée aux sites terrestres du Réseau Natura 2000 - Guide méthodologique*. Fédération des Conservatoires botaniques nationaux, Muséum national d'histoire naturelle / Ministère de l'Écologie et du Développement durable, 66 p.
- COMMISSION EUROPÉENNE 2007. - *Interpretation manual of European union habitats - EUR 27*. Commission of the European Community, 136 p.
- COSTE H. 1901. *Flore descriptive et illustrée de la France de la Corse et des contrées limitrophes*. Paul Klincksieck, Paris, I, 416 p.
- COSTE H. 1903. - *Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes*. Paul Klincksieck, Paris, II, 627 p.
- COSTE H. 1904. - *Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes*. Paul Klincksieck, Paris, III, 807 p.
- CUBIZOLLE H. & SACCA C. 2004. - Quel mode de gestion conservatoire pour les tourbières ? L'approche interventionniste en question. *Géocarrefour* 79(4) : 285-302.
- CUBIZOLLE H. 1999. - *Les tourbières de Virennnes (commune du Monestier, Haut-Livradois) et du Mont-Bar (commune d'Allègre, Haute-Loire) : évolution des paysages et action de l'homme au cours des 10 000 dernières années*. Université Jean Monnet de Saint-Etienne, 19 p.
- CUBIZOLLE H. 2005. - *Paléoenvironnements et turfigenèse. L'apport de l'étude des tourbières à la connaissance de l'évolution holocène des milieux montagnards du Massif central oriental granitique*. Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Limoges, 750 p.
- CUBIZOLLE H. 2006. - *Les tourbières du Massif central oriental : Bois-Noirs, monts du Forez, plateau du Devès*. Université Jean Monnet de Saint-Etienne, Groupe d'étude des tourbières, 117 p.
- CUBIZOLLE H., THEBAUD G., SEYTRE L, PORTERET J. & TOURMAN A. 2010. - Les causes du développement de l'arbre sur les tourbières du Massif Central oriental (France) au cours du XXème siècle. *Annales scientifiques de la réserve de Biosphère transfrontalière Vosges du Nord* 15 : 140-170.
- DAGET Ph. 1979. - Études sur la végétation du Massif central : place du Pin sylvestre dans le climax du Hêtre en Margeride. *Bulletin d'Écologie* 10(4) : 315-325.
- DIREN 2009. - *Carte des Paysages d'Auvergne*. Direction Régionale de l'Environnement Auvergne 2009, 1 carte A0. Téléchargeable sur le site de la DIREN Auvergne : <http://www.auvergne.developpement-durable.gouv.fr/carte-des-paysages-d-auvergne-a1312.html>.

- DELPECH R. 1980. - Les prairies tourbeuses du Haut-Vivarais (Ardèche, France). In La végétation des sols tourbeux, Lille 1978. *Colloques Phytosociologiques*, N.S. VII : 265-275.
- DUBOIS G. 1939. - L'analyse pollinique et son application à l'étude du peuplement forestier des montagnes de l'Europe occidentale. *Revue de géographie alpine* 27(3) : 591-624.
- DUCHAMP L. 2008. - *Le Pin sylvestre en contexte tourbeux : un allié du gestionnaire en ces périodes climatiques incertaines ?* in *Écologie et protection des tourbières*. Colloque franco-allemand de Bitche (Moselle), 19-21 juin 2008.
- EDELMANN H.J. 1985. - *Late glacial and Holocene vegetation development of la Goutte Loiselot (Vosges, France)*. Thèse, Université d'Utrecht, 196p.
- FERREZ Y., BAILLY G., BEUFILS Th., COLLAUD R., CAILLET M., FERNEZ T., GILLET F., GUYONNEAU J., HENNEQUIN Ch., ROYER J.M., SCHIMITT A., VERGON-TRIVAUDEY M.J., VADAM J.CI. & VUILLEMENOT M. 2011. Synopsis commenté des groupements végétaux de Franche-Comté. *Les Nouvelles Archives de la Flore jurassienne* n°spécial 1, 281 p.
- FOUCAULT B. de 1984. - *Systémique, structuralisme et synsystématique des prairies hygrophiles des plaines atlantiques françaises*. Thèse, Université de Rouen, 675 p. + tableaux.
- FOUCAULT B. de 1986. - Contribution à une étude systématique des prairies de l'Aubrac (Massif central français). *Documents Phytosociologiques, Nouvelle série X(I)* : 255-305.
- GAUDILLAT V., HAURY J., BARBIER B., PESCHADOUR F. 2002. - *Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire : Habitats humides*. La Documentation française, Paris, tome 3 : 449 p.
- GHESTEM A., VILKS A. 1980. - Contribution à l'étude phytosociologique des tourbières acides du Limousin. In : La végétation des sols tourbeux, Lille 1978. *Colloques Phytosociologiques*, N.S., VII : 165-182.
- GIEC 2007. - *Bilan 2007 des changements climatiques*. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Équipe de rédaction principale, Pachauri, R.K. et Reisinger, A. (publié sous la direction de~)]. GIEC, Genève, Suisse, 103 p.
- GOUBET P. 2010. - *Compte rendu d'expertise commandée par le Conservatoire des Espaces Naturels Rhône-Alpes. Diagnostic fonctionnel du complexe de la Bérarde (Les Neyrolles, Ain, France)*. Cabinet Pierre Goubet, Jenzat, vol.1 : 17 p., vol. 2 : 24 p.
- GOUBET P. 2010. - *Compte rendu d'expertise commandée par l'antenne de l'Ain du Conservatoire Régional des Espaces Naturels Rhône-Alpes. Diagnostic préliminaire des sites de la Bérarde (Les Neyrolles, Ain), du marais de Fenièvre (Thoiry, Ain) et de l'étang des Loups (Brénod, Ain)*. Cabinet Pierre Goubet, Jenzat. 18 p.
- GOUBET P. (à paraître). - *Diagnostic du site de la tourbière de la Godivelle (Réserves naturelles nationales des Sagnes de La Godivelle & Rocher de la Jaquette)*. Cabinet Pierre Goubet, Jenzat.
- GOUBET P. & RAGUÉ J.C. 2008. - *L'impact des arbres sur les communautés turfifères serait-il toujours négatif ? Quelques observations dans les Vosges et le Massif central* in *Écologie et protection des tourbières*. Colloque franco-allemand de Bitche (Moselle), 19-21 juin 2008.
- GRÉGOIRE F., PARMENTIER H. & PASCAULT B. 2010. - La tourbière, le plateau et l'arbre : exemple du réseau de tourbières de Montselgues (Ardèche). *Annales scientifiques de la réserve de Biosphère transfrontalière Vosges du Nord* 15 : 179-191.

- GRENIER E. 1992. - *Flore d'Auvergne*. Société Linnéenne de Lyon, Lyon, 655 p.
- ONF Puy-de-Dôme 2002. - *Document d'objectifs - Site Natura 2000 FR8301051 "Vallées et Piémonts du Nord-Forez" : document de synthèse*. Office national des forêts du Puy-de-Dôme, 39 p.
- MULOT P.E. 2006. - *Inventaire et cartographie des habitats naturels ouverts et des espèces végétales d'intérêt communautaire du site Natura 2000 FR8302002 "Tourbière du Haut-Livradois : complexe tourbeux de Virennnes"*. Conservation botanique national du Massif central \ Direction régionale de l'environnement Auvergne ; Parc naturel régional du Livradois-Forez, 17 p.
- GUENET P. 1986. - *Analyse pollinique de la tourbière de Chambedaze et recherches pollenanalytiques dans les Monts Dore et le Cézallier (Massif central, France)*. Université d'Aix-Marseille III, 107 p.
- GUSTAVE (Frère), HERIBAUD-JOSEPH (Frère) 1988. - *Flore d'Auvergne contenant la description des familles, genres, espèces et variétés de toutes les plantes vasculaires qui croissent spontanément dans les départements du Puy-de-Dôme et du Cantal, l'indication de leurs propriétés usuelles, des clefs analytiques conduisant rapidement aux noms spécifiques et un vocabulaire des termes techniques employés dans cet ouvrage*. Michel Bellet & fils Ed., Clermont-Ferrand, 576 p.
- HENNEKENS S.M., MARBUS M., MEERTENS H. & NOBBE C. 1986. - De vegetatie van de Hautes-Chaumes van de monts du Forez (Frankrijk). *Mem. Botanish laboratorium Nijmegen*, 134 p.
- HILL M.O., BELL N., BRUGGEMAN-NANNENGA M.A., BRUGUÉS M., CANO M.J., ENROTH J., FLATBERG K.I., FRAHM J.-P., GALLEGU M.T., GARILLETI R., GUERRA J., HEDENÅS L., HOLYOAK D.T., HYVÖNEN J., IGNATOV M.S., LARA F., MAZIMPAKA V., MUÑOZ J. & SÖDERSTRÖM L. 2006. - Bryological Monograph - An annotated checklist of the mosses of Europe and Macaronesia. *Journal of Bryology* 28 : 198-267.
- HÖLZER A. & HÖLZER A. 1994. - Studies on the Vegetation History of the Lautermoor in the Upper Rhine Valley (SW-Germany) by means of Pollen, macrofossils, and geochemistry. In: Festschrift Gerhard Lang. A.F. Lotter & B. Ammann (eds.). *Diss. Bot.* 234 : 309-336.
- HÖLZER A. & HÖLZER A. 1995. - Zür Vegetationsgeschichte des Hornisgrinde-Gebietes im Nordschwarzwald: Pollen, Großreste und Geochemie. *Carolinea* 53 : 199-228.
- HÖLZER A. & HÖLZER A. 2003. - Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Großen- und kleinen Muhr an der Hornisgrinde (Nordschwarzwald). *Mitt. Ver. Forstl. Standortkunde u. Forstpflanzenzüchtung* 42 : 31-44.
- HUGONNOT V. 2006. - Les bryophytes de l'étang de Moissac-bas (Saint-Didier-sur-Doulon, Haute-Loire). *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne* 70 : 59-66.
- HUGONNOT & GRAVELAT 2002. - Intérêt bryologique des tourbières du domaine du Sauvage. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne* 66 : 33-38.
- JOLY D., BROSSARD T., CARDOT H., CAVAILHES J., HILAL M. & WAVRESKY P. 2010. - Les types de climats en France, une construction spatiale. *Cybergeo : European Journal of Geography*. Cartographie, Imagerie, SIG, article 501, mis en ligne le 18 juin 2010, consulté le 09 février 2012. URL : <http://cybergeo.revues.org/23155> ; DOI : 10.4000/cybergeo.23155
- 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.

- LAMBINON J., DE LANGHE J.E., DELVOSALLE L. & DUVIGNEAUD J. 1999. - *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.
- LE HÉNAFF P.-M. 2008. - *Suivi des végétations sur les sites Natura 2000 "Tourbières du Pilat et landes de Chaussitre" et "Crêts du Pilat"*. Conservatoire botanique national du Massif central / Conseil général de la Haute-Loire, 93 p.
- LE HÉNAFF P.-M. 2010. - *Inventaire et cartographie d'habitats naturels et des habitats d'espèces du site Natura 2000 FR8301091 "Dore, Faye, Couzon"*. Conservatoire botanique national du Massif central \ Parc naturel régional du Livradois-Forez, 81 p.
- LEMÉE G. 1955. - L'évolution de la forêt française au cours du Quaternaire d'après les analyses polliniques. *Revue Forestière Française* 7(6) : 442-460.
- LEMÉE G. 1995. Les sapinières disparues et actuelles sur tourbe du Massif central Français. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne* 59 : 21-36.
- LOLIVE N. & LOUVRADOUX M. 2006. – *Inventaire et cartographie des habitats naturels et des espèces dans les sites Natura 2000 : FR8302014 "Site de Tessières"*. Centre permanent d'initiatives pour l'environnement de Haute-Auvergne \ Direction régionale de l'environnement Auvergne, 14 p.
- LUQUET A. 1925. - Le Pin sylvestre et l'Épicéa dans le massif des monts Dore. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Auvergne* 8 : 27-41.
- LUQUET A. 1926. - *Études sur la géographie botanique de l'Auvergne : esquisse phytogéographique du Massif des Monts Dore*. Rev. Géogr. Alpine 14(2) : 63 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.
- MAPP M. 1742. - *Historia plantarum alsaticarum posthuma*. J.D. Dulsecker, 335 p.
- LAURANSON-BROYER J., KRZKOWA M., LEBRETON P. 1997. - Reconnaissance chimiosystématique et biométrique du pin de tourbière *Pinus x uliginosa* (Neumann). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series III - Sciences de la Vie* 320(7), July 1997 : 557–565.
- MÉRIAUX J.L., SCHUMACKER R., TOMBAL P., DE ZUTTERE Ph. 1980. - Contribution à l'étude des boulaies à sphaignes dans le Nord de la France, l'Île-de-France et les Ardennes. In : La végétation des sols tourbeux, Lille 1978. *Colloques Phytosociologiques*, VII : 477-494.
- MICHELIN Y. 1995. - *Les jardins de Vulcain : paysages d'hier, d'aujourd'hui et de demain dans la chaîne des Puys du Massif central français*. Maison des Sciences de l'Homme Ed., Paris, 147 p.
- MUNRO D.S. 1984. - Summer soil moisture content and the water table in a forested wetland peat. *Canadian Journal of Forest Resources* 14 : 331-335.
- PAILLET Y., BERGÈS L. et al. 2010. - Biodiversity differences between managed and unmanaged forests: meta-analysis of species richness in Europe. *Conservation Biology* 24(1) : 101-112.
- PASSARGE H. & HOFMANN G. 1968. - *Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes*. Jura : Gust. Fischer. Vol. II.

- PÉRERA S. 1997. - *Contribution à l'étude des Forêts humides oligotrophes à sphaignes dans le Perche et l'Eure-et-Loir et dans les limites du future Parc naturel régional*. Association d'étude pour un Parc naturel régional Perche, 97 p.
- ONF Cantal 2011. - *Document d'objectifs - Site Natura 2000 FR8301068 "Gorges de la Rhue"*. Office national des forêts du Cantal / Direction régionale de l'environnement Auvergne, 68 p. + annexes cartographiques.
- PNR Livradois-Forez 2000. *Document d'objectifs - Site Natura 2000 FR8301030 "Monts du Forez" : une montagne d'estives et de nature*. Parc naturel régional du Livradois-Forez, 93 p.
- PNR du PILAT 2001. - *Document d'objectifs - Site Natura 2000 FR8201761 "Tourbières du Pilat et Landes de Chaussitre" - Rapport de synthèse et annexes - Document de travail*. Parc naturel régional du Pilat, 49 p.
- PONS A., REILLE M., BEAULIEU J.L. de 1989. - La végétation du Massif central depuis la fin du dernier glaciaire. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne* 55 : 87-95.
- PONS A., REILLE M. & BEAULIEU J.L. de 1989. - Histoire de la flore et de la végétation du Massif Central (France) depuis la fin de la dernière glaciation. *Cahiers de Micropaléontologie* 3(4) : 5-36.
- POUVARET S. 2007. - *Diagnostic phytosociologique et cartographie de tourbières méconnues du sud des monts du Forez en vue de leur gestion et de leur protection*. Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand II, 21 p.
- RAMEAU J.-C., CHEVALLIER H., BARTOLI M., GOURC J., BENSETITTI F. 2001. - Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. *Tome 1 - Habitats forestiers*. Éd. La Documentation française, Paris, vol. 1 : 339 p., vol. 2 : 423 p.
- RAMEAU J.-C., MANSION D. & DUME G. 1993. - *Flore forestière française, guide écologique illustré. Tome 2 : montagnes*. Institut pour le développement forestier, vol. 2 : 2421 p.
- RAMEAU J.-C. 1996a - *Réflexions syntaxonomiques et synsystématiques au sein des complexes sylvatiques français*. Colloque Int. de Phytosociologie, Orsay, 25 p
- RAMEAU J.-C., GAUBERVILLE C., DRAPIER N. 2000. - *Gestion forestière et diversité biologique. Identification et gestion intégrée des habitats et espèces d'intérêt communautaire. France domaine continental* ; ENGREF, ONF, IDF, 119 p.
- REILLE M. 1978. - Nouvelles analyses polliniques de sédiments tardiglaciaires et holocènes du Cantal (Massif central, France). *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, vol. 287 : 73-76.
- REILLE M. 1982. - Recherches pollenanalytiques sur l'histoire de la végétation de la bordure nord du massif du Cantal (Massif central, France). *Pollen & Spores* 24(2) : 251-300.
- 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.
- REILLE M. 1987. - L'histoire de la végétation de Margeride (Massif central, France) depuis quelque cent siècle révélé par l'analyse pollinique de la tourbière de la Fouon de la Bique. *Revue du Gevaudan* 2 : 17-23.
- REILLE M. 1990. - *Leçons de palynologie et d'analyse pollinique*. Centre national de la recherche scientifique, Montpellier, 206 p.

- REILLE M. 1991a. - L'origine du Pin à crochets dans le Massif central français. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne* 56 : 71-78.
- REILLE M. 1991b. L'origine de la station de pin à crochets de la tourbière de Pinet (Aude) et de quelques stations isolées de cet arbre dans les Vosges et le Jura. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne* 1989, Vol. 55, p. 65-85
- REILLE M., BEAULIEU J.L. de, PONS A. 1985. Recherches pollenanalytiques sur l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation du Cézallier, de la planèze de St Flour et de la Margeride (Massif central). *Pollen & Spores* 27(2) : 209-269.
- REILLE M. et PONS A. 1982. - L'histoire récente de *Pinus sylvestris* L. en Margeride (Massif central, France) et la signification de cette essence dans la végétation actuelle. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences* 294 : 471-474.
- RENAUX B. 2009. - Cartographie des habitats naturels du site Natura 2000 FR8201761 "Tourbières du Pilat et landes de Chaussitre". Conservatoire botanique national du Massif central \ Parc naturel régional du Plat, 35 p.
- RICHARD J.-L. 1961. - Les forêts acidophiles du Jura. *Matterriaux pour le levé géobot. de la Suisse* 38 : 164 p.
- ROYER J.M., FELZINES J.-C., MISSET Cl. & THEVENIN S. 2006. - Synopsis commenté des groupements végétaux de Bourgogne et de Champagne-Ardenne. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, N.S. N°spécial* 25, 393 p.
- ROBBE G. 1993. - *Les groupements végétaux du Morvan*. Société d'Histoire Naturelle et des Amis du muséum d'Autun, Autun, 159 p.
- ROS R.M., MAZIMPAKA V., ABOU-SALAMA U., ALEFFI M., BLOCKEEL T.L., BRUGUÉS M., CANO M.J., CROS R.M., DIA M.G., DIRKSE G.M., EL SAADAWI W., ERDAĞ A., GANEVA A., GONZÁLEZ-MANCEBO J.M., HERRNSTADT I., KHALIL K., KÜRSCHNER H., LANFRANCO E., LOSADA-LIMA A., REFAI M.S., RODRÍGUEZ-NUÑEZ S., SABOVJLEVIĆ M., SÉRGIO C., SHABBARA H., SIM-SIM M., SÖDERSTRÖM L. 2007 - Hepatics and Anthocerotes of the Mediterranean, an annotated checklist. *Cryptogamie, Bryologie* 28(4) : 351-437.
- RYDIN H. & JEGLUM J.K. 2006. - *The Biology of Peatlands*. Oxford University Press, Oxford, 392 p., 106 illus.
- SCAMONI A., PASSARGE H. 1959. - *Gedanken zu einer natürlichen Ordnung der Waldgesellschaften*. Arch. Forstwes. 8 : 386 - 426.
- SCHNITZLER-LENOBLE A. 2002. - *Écologie des forêts naturelles d'Europe. Biodiversité, sylvigénèse, valeur patrimoniale des forêts primaires*. Editions Tec & Doc, Londres, Paris, New York, 271 p.
- SEYTRE L. 2003. - *Évolution des végétations du Marais de Limagne (Haute-Loire) au cours des 50 dernières années*. Conservatoire botanique national du Massif central \ Association départementale pour l'aménagement des structures des exploitations agricoles de la Haute-Loire, DIREN Auvergne, 22 p.
- SEYTRE L. 2008. - Appui technique pour l'actualisation de la cartographie des végétations du Domaine du Sauvage (Haute-Loire). Conservatoire botanique national du Massif central \ Office national des Forêts Cantal Haute-Loire, 12 p.
- SEYTRE L. 2010. - *Analyse diachronique des végétations du site de la tourbière du Mathé (commune d'Aubigny, Allier)*. Conservatoire botanique national du Massif central \ Département de l'Allier, 23 p.

- SEYTRE L. 2011. - *Suivi scientifique des habitats naturels et semi-naturels du Domaine du Sauvage (Chanaleilles, Haute-Loire)*. Conservatoire botanique national du Massif central / Conseil général de la Haute-Loire, 16 p.
- SEYTRE L. & HUGONNOT V. 2011. - *Suivi de la végétation du site Natura 2000 FR8301077 "Marais de Limagne" (Haute-Loire)*. Conservatoire botanique national du Massif central / Conseil général de la Haute-Loire, 25 p.
- SCHUBERT R. 2001. - Prodrum der Pflanzengesellschaften Sachsen-Anhalts. *Mitteilungen zur floristischen Kartierung in Sachsen-Anhalt*. Sonderheft 2, 689 p.
- ŠIBÍK J., DÍTĚ D., ŠIBÍKOVÁ I. & PUKAJOVÁ D. 2008. - Plant communities dominated by *Pinus mugo* agg. in Central Europe – comparison of the oligotrophic communities rich in Sphagnum. *Phytocoenologia*, Berlin-Stuttgart, 38/3 : 221–238.
- SOBERCO Environnement 2008. - *Document d'objectifs - Site Natura 2000 FR8301079 "Sommets et versants orientaux de Margeride"*. SOBERCO Environnement, 112 p.
- SOUCHON C. 1965. - Étude de la localisation stationnelle de *Betula nana* L. en Margeride. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne* 31 : 59-71.
- THÉBAUD G. 2006. - Associations végétales récemment décrites dans le Massif central oriental français : typification et validation nomenclaturale. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne* 70 : 75-95.
- THÉBAUD G., SKRZYPCZAK R., ARDOIN É., FAFOURNOUX L. & COMBES C. 2009. - *Diagnostic phytoécologique préalable au document d'objectifs et au suivi du complexe tourbeux de Vireennes (FR8302002)*. Herbiers Universitaires de Clermont-Ferrand ; Pôle de Recherche et d'Enseignement supérieur Clermont-Université / Parc naturel régional du Livradois-Forez, 19 p.
- THÉBAUD G., CUBIZOLLE H. & PÉTEL G. 2003. - Étude préliminaire des hauts-marais ombrotrophes du Forez septentrional et des Bois-Noirs (Massif central, France) : végétation, évolution et dynamique actuelle. *Acta Botanica Gallica* 150(1) : 35-57.
- THÉBAUD G., LEMÉE G. 1995. - Groupements forestiers murs à *Abies alba* dans les monts du Forez. *Acta Botanica Gallica* 142(3) : 253-266.
- 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. 2008. - Contribution à une révision des végétations des tourbières ombrotrophes et ombrominérotrophes médioeuropéennes. *Phytocoenologia* 38(4) : 239-256.
- THÉBAUD G., SKRZYPCZAK R., ROUX C. & DELCOIGNE A. 2012. - Une analyse intégrée des végétations des tourbières acides du massif central, in Conservatoire botanique national du Massif central, *Actes des premières Rencontres végétales du Massif central*. Conservatoire botanique national du Massif central, Chavaniac-Lafayette.
- TUTIN T. G., HEYWOOD V. H., BUERGES N. A., VALENTINE D. H., WALTERS S. M., WEBB D. A. 2001. - *Flora europaea*. Cambridge University Press, 2392 p.
- TÜXEN R. 1937. - Die Pflanzengesellschaften Nord westdeutschlands ; *Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft*. Niedersachsen. Vol. 3, 170 p.
- TÜXEN R. 1955. - Das System des nordwestdeutschen Pflanzengesellschaften ; *Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft*. Stolzenau. 5 : 155 - 176.

- VALLAURI D., ANDRÉ J. & BLONDEL J. 2002. - *Le bois mort, un attribut vital de la biodiversité de la forêt naturelle, une lacune des forêts gérées*. Rapport scientifique. WWF, 34 p.
- VALLAURI et al. 2006. - *Bois mort et à cavités. Une clé pour des forêts vivantes*. Lavoisier, Tec & Doc, 405 p.
- VALLAURI D. 2007. - *Biodiversité, naturalité, humanité. Application à l'évaluation des forêts et de la qualité de la gestion*. Rapport WWF, Marseille, 86 pages.
- VANDEN BERGHEN C. 1951. - Note sur la végétation de quelques tourbières de la Margeride méridionale. *Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique* 83 : 365-372.
- VERGNE, V. 1989. - *L'évolution tardiglaciaire et holocène d'un piémont de moyenne montagne cristalline : l'Artense (Massif central, France)*. Thèse de Doctorat, Université Paris I Panthéon Sorbonne : 354 p.
- VILLARET J.Ch. 1987. - *Inventaire des tourbières d'Auvergne*. CARENE. Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, 127 p.
- WAGNER C. 1994. - Zur Ökologie der Moorbirke *Betula pubescens* ehrh. in Hochmooren Schleswig-Holsteins unter besonderer Berücksichtigung von Regenerationsprozessen in Torfstichen. *Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg*, 182 p.
- WEBER H.E., THEURILLAT J.P. & MORAVEC J. 2000. International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd edition. *Journal of vegetation science*. 11 : 739-768.

ANNEXES

Annexe 1 – Tableaux phytosociologiques et données écologiques sur les relevés.

Annexe 2 – Localisation des relevés (lieu-dit et commune), auteur(s) et date de réalisation (TABLEAU).

Annexe 3 – Tableau de fréquence simplifié des groupements végétaux mis en évidence (tourbières boisées d’Auvergne et autres groupements tourbeux ou paratourbeux proches).

Annexe 4 – Tableaux de fréquence de tourbières boisées décrite dans la littérature Française et Européenne.

Annexe 5 – Cartes de répartition des relevés, cartes météorologiques.

Annexe 6 – Lexique.

ANNEXE 1

nom de la fiche	Code groupement végétal	Nom du groupement végétal, précédé du code Natura 2000 (habitat élémentaire ou générique, ""*"" indique les habitats prioritaires), ou si l'habitat ne relève pas de la directive de la mention "hors directive" et du code CORINE Biotopes. Le code du type de végétation utilisé dans le tableau phytosociologique et sur les figures 2 et 3 (AFC) est précisé à la fin entre parenthèses.	nombre de relevés	numéro du tableau
Tourbières boisées d'Auvergne			88	1
Tourbière boisée ombrotrophile de Pin à crochets ou Pin sylvestre à Linaigrette vaginée et Airelle des marais, phase jeune à bouleau				
	evu	91D0-3* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin à crochets ou Pin sylvestre à Linaigrette vaginée et Airelle des marais, phase jeune à bouleau	1	1
	evu	91D0-3* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin à crochets ou Pin sylvestre à Linaigrette vaginée et Airelle des marais	6	1
Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée				
	e	91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée, variante typique	4	1
	er	91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée : variante dégradée à Framboisier	2	1
	ed	91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée : variante à Canche flexueuse	7	1
	en	91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée : variante à Laïche hérisson et Potentille dressée	4	1
	se	91D0* : Tourbière boisée morte à Pin sylvestre	1	1
Pineraie paratourbeuse de Pin sylvestre à Airelle rouge				
	vi	91D0* : Pineraie paratourbeuse de Pin sylvestre à Airelle rouge	2	1
Tourbière boisée de Pin sylvestre et Bouleau pubescent à Molinie bleu				
	mo	91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile à Linaigrette vaginée	13	1
	mot	91D0-1.2* : Tourbière boisée de Pin sylvestre et Bouleau pubescent à Molinie bleue, variante atlantique à Bruyère à quatre angles	1	1
Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau				
	mj	91D0-1.2* : Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau, variante jeune très tremblante	3	1
	ma	91D0-1.2* : Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau, variante atterrie	8	1
	me	91D0-1.2* : Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau, variante à Linaigrette à feuille étroites	2	1
Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore				
	ros	91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore, variante à Laïche à utricules rostrés	14	1
	jm	91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore, variante à Jonc acutiflore	13	1
	j/b	91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore, variante sciaphile de transition vers les sapinières à sphaignes	7	1
Tourbières boisées du Plateau de Millevaches en Limousin et de Rhône-Alpes, non présentes en Auvergne (pas de fiche)				
	l	91D0-1.1* : Tourbière boisée collinéenne du plateau de Millevaches (Limousin)	48	3
	eq	91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore : variante Prêle des bois	1	1
Autres habitats : saulaies-boulaies et sapinières-boulaies à sphaignes, sur substrat tourbeux ou paratourbeux (pas de fiche)				
	b	9410-8 : Sapinière-boulaie du Betulo pubescentis-Abietetum albae (Thébaud et Lemée, 1995) Thébaud 1996	15	2
	bv	9410-8 : Sapinière-boulaie du Betulo pubescentis-Abietetum albae (Thébaud et Lemée, 1995) Thébaud 1996, variante à Violette des marais et Agrostis des chiens	2	2
	bly	9410-7 : Sapinière du Lycopodio annotini-Abietetum albae (Thébaud 1988) Thébaud 1996	3	2
	bly	9410-8? (CB 42.1) : Sapinière du Blechno-Abietetum Billy 1997 nom. inval.	5	2
	box	9410-8? (CB 42.1) : Sapinière du Blechno-Abietetum Billy 1997 nom. inval., variante à Oxalis petite oseille	8	2
	ph	Hors directive : Boulaie-pineraie avec sous étage de type « prairie humide »	8	2
	sa	Hors directive (CB 44.92) : Saulaie-boulaie marécageuse du Salicion cinereae Th.Müll. & Görs 1958	14	2
	X	Autres relevés non rattachés aux tourbières boisées	2	1
Total			194	

Tableau phytosociologique 1/3 : "Tourbières boisées" (91D0*) auvergnales (relevés d'Auvergne et de ses marges)

	5	3	5	5	1	5	5	5	5	2	0	5	5	3	5	2	10	0	2	3	15	5	4	0	4	0	5	5	3	1	6	3										
Pente maxi relevé (*)																																										
Exposition relevé																																										
Surface (m²)	200	200	300	200	100	100	150	150	150	600	100	80	200	200	25	120	200	200	400	200	400	400	200	200	200	200	200	200	400	400	200	400	200	300								
Hauteur strate arborescente (m)	9	9	9	9	6	6	4	5	4	8	9	15	15	15	8	6	10	10	400	400	400	400	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200								
Hauteur strate arbustive (m)	5	4	6	7	6	6	4	5	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5								
Hauteur strate sous-arbustive (m)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
Hauteur strate herbacée (m)	0,5	0,3	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,8	0,4	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5								
Recouvrement total (%)	100	99	98	100	100	100	100	100	100	99	100	99	100	100	99	100	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						
Recouvrement strate arborescente (%)	55	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50						
Recouvrement strate sous-arborescente (%)	30	10	50	50	15	0																																				
Recouvrement strate sous-arbustive (%)	1	1	1	1																																						
Recouvrement strate herbacée (%)	95	70	90	95	100	100	95	85	85	80	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90				
Recouvrement strate muscinale (%)	100	85	80	100	80	80	90	90	80	100	99	40	30	10	80	75	90	40	50	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70				
Structure du peuplement (voir note 4 p. 20)																																										
épaisseur tourbe fibreuse blonde/rousse (cm)	130	130	130	130	nr	nr	nr	130	130	130	30	130	130	0	20	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr				
épaisseur tourbe peu fibreuse brun chocolat (cm)	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr			
épaisseur tourbe non fibreuse ou OH (cm)	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr				
épaisseur totale tourbe (cm)	130	130	130	130	nr	nr	nr	130	130	130	130	130	130	100	80	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr				
Nombre de lignes	14	22	16	17	12	9	12	9	17	17	17	13	22	12	13	14	23	17	16	18	20	22	21	23	42	31	20	23	19	26	22	37	28	15	20	17	6	13	15	12	15	22
département	03	42	42	42	63	63	63	63	42	42	42	15	15	42	42	42	42	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63		
lieu-dit court (voir feuille localisation pour ref complète)																																										

	1005	1305	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	
Altitude	1005	1305	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	1940	
N° CBNMC	463071	463086	463089	463093	463094	463095	463096	463097	463098	463099	463100	463101	463102	463103	463104	463105	463106	463107	463108	463109	463110	463111	463112	463113	463114	463115	463116	463117	463118	463119	463120	463121	463122	463123	463124	463125	463126	463127	463128
Code groupement végétal	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	EVU	

Strate arborée et arbustive haute	Abies alba Mill.	Betula pendula Roth	Betula x aurata Borkh.	Betula alba L.	Pinus sylvestris L.	Pinus uncinata Ramond ex DC. et non Miller	Picea abies (L.) Karsten	Alnus glutinosa (L.) Gaertn.	Frangula dodonei Ard.	Salix acuminata Miller	Salix aurita L.	Salix cinerea L.	Salix sp.	Sorbus aucuparia L.	Juniperus communis L.	Fagus sylvatica L.	Sorbus aria (L.) Crantz	Salix caprea L.	Pinus strobus L.																			
			3,3	+1	2,2	+1																																
			3,3	+1	2,2	+1																																
			4,4	+1	4,4	+1																																

Strate arbustive basse	Abies alba Mill.	Betula pendula Roth	Betula x aurata Borkh.	Betula alba L.	Frangula dodonei Ard.	Pinus sylvestris L.	Salix aurita L.	Salix acuminata Miller	Salix cinerea L.	Salix repens L.	Salix lapponum L.	Alnus glutinosa (L.) Gaertn.	Juniperus communis L.	Sorbus aucuparia L.	Fagus sylvatica L.	Rubus idaeus L.	Sorbus aria (L.) Crantz	Sambucus racemosa L.	Populus tremula L.	Picea abies (L.) Karsten	Pinus uncinata Ramond ex DC. [1805], et non Miller	Pseudotsuga menziesii (Mirbel) Franco	Salix sp.																

Strate herbacée	espèces des tourbières ombrotrophes des Oxycocco pallasii-Sphagnetum magellanici Braun-Blanquet & Tüxen ex V. Westh., Dijk & Passchier 1946	Eriophorum vaginatum L.	Vaccinium uliginosum L.	Vaccinium oxycoccos L. gr.	Andromeda polifolia L.	Empetrum nigrum L.	espèces des landes acidiphiles montagnardes	Vaccinium vitis-idaea L.	Calluna vulgaris (L.) Hull	Vaccinium myrtillus L.	espèces des dépressions tourbeuses et des gouilles	Drosera rotundifolia L.	Trichophorum cespitosum (L.) Hartm.																									

ANNEXE 2

Localisation et date des relevés

N° relevé(1)	Région (2)	Département	Lieu-dit	Commune	Date relevé	Auteur(s)	N° pointage
463830	Auv	15	Forêt de Trémouille.	TREMOUILLE	23 août 2011	RENAUX B.	4
463832	Auv	15	Forêt de Trémouille.	TREMOUILLE	23 août 2011	RENAUX B.	5
463839	Auv	15	Forêt d'Algère, à l'O.N.O. du sommet coté 862.	SAINT-ETIENNE-DE-CHOMEIL	24 août 2011	RENAUX B.	2
463841	Auv	15	Forêt d'Algère, au N. de Roc Blanc.	SAINT-ETIENNE-DE-CHOMEIL	24 août 2011	RENAUX B.	3
463859	Auv	63	Rive droite du Sapet, en contrebas du bois du Terme	BRUGERON	30 août 2011	RENAUX B.	6
463860	Auv	63	Rive droite du Sapet, en contrebas du bois du Terme	BRUGERON	30 août 2011	RENAUX B.	7
463817	Auv	63	Tourbière de la Barthe.	PICHERANDE	17 août 2011	RENAUX B.	3
463861	Auv	03	Tourbière de Mépart.	LAPRUGNE	06-sept-11	RENAUX B.	1
463864	Rh-A	42	Tourbière du Gué de la Chauz	ARCON	06-sept-11	RENAUX B.	3
463877	Rh-A	42	Tourbière des Roussis (Entre Souillat et les Roussis).	SALLES	07-sept-11	RENAUX B.	6
463851	Rh-A	42	Tourbière de la Pigne.	CHALMAZEL	30 août 2011	RENAUX B.	2
463865	Rh-A	42	Tourbière de la Verrerie. (Plateau de la Verrerie, à l'O.S.O. de la borne cotée 1030).	SAINT-RIRAND	06-sept-11	RENAUX B.	4
463878	Rh-A	42	Tourbière des Roussis (bord E.).	SALLES	07-sept-11	RENAUX B.	7
463913	Auv	15	Sagne Haute (Entre les ruines des Ygrands et la Sagne Haute).	JABRUN	04-oct-11	RENAUX B.	3
463938	Auv	63	Jas Deyvant (Au S. du point coté 1235)	SAINT-ANTHEME	12-oct-11	RENAUX B.	6
463915	Auv	15	Sagne Haute (Entre les ruines des Ygrands et la Sagne Haute).	JABRUN	04-oct-11	RENAUX B.	4
463922	Auv	43	Domaine du Sauvage (Entre la Matte Longue et le Sauvage).	CHANAILELLES	05-oct-11	RENAUX B.	2
463935	Auv	63	A l'E.S.E. de Garnasson.	FERRÉOL	12-oct-11	RENAUX B.	4
463824	Auv	15	lieu dit "les Tourbières" (Bordure O., en périphérie de la zone exploitée).	LANDEYRAT	23 août 2011	RENAUX B.	1
463827	Auv	15	lieu dit "les Tourbières" (Bordure O., en périphérie de la zone exploitée).	LANDEYRAT	23 août 2011	RENAUX B.	2
463820	Auv	63	Tourbière de la Barthe.	PICHERANDE	17 août 2011	RENAUX B.	4
463849	Rh-A	42	Tourbière de la Pigne.	CHALMAZEL	30 août 2011	RENAUX B.	1
463853	Rh-A	42	Tourbière de la Pigne.	CHALMAZEL	30 août 2011	RENAUX B.	3
463856	Rh-A	42	Tourbière de la Litte (Bois des Boules).	JEANSAGNIERE	30 août 2011	RENAUX B.	5
463871	Auv	03	Tourbière de Leydy, au N.O. de la croix de l'Olivier	LAVOINE	07-sept-11	RENAUX B.	2
463783	Auv	63	Vallon à l'E.S.E. du col des Supeyres	SAINT-ANTHEME	6 juil 2011	RENAUX B., HUGONNOT V.	1M
463802	Auv	63	A l'Ouest des Costilles.	FOURNOLS	12 juil 2011	RENAUX B.	1
463805	Auv	63	Rive droite du ruisseau de la Grive, au Sud du lieu-dit du même nom.	SAINT-GERMAIN-L'HERM	12 juil 2011	RENAUX B.	3
463807	Auv	63	Rive droite du ruisseau de la Grive, à l'E. du Moulin du Viallard.	FOURNOLS	12 juil 2011	RENAUX B.	4
463808	Auv	63	Tourbière de Virennas.	MONESTIER	12 juil 2011	RENAUX B.	5
463821	Auv	63	Tourbière de la Barthe.	PICHERANDE	17 août 2011	RENAUX B.	5
463829	Auv	15	Tourbière de Laquairie.	SAINT-AMANDIN	23 août 2011	RENAUX B.	3
463867	Rh-A	42	Tourbière de la Verrerie. (Plateau de la Verrerie, au S.O. de la borne cotée 1030).	SAINT-RIRAND	06-sept-11	RENAUX B.	5
463893	Auv	15	Sagne Haute (Au N. de la Sagne Haute et au S.E. des ruines des Ygrandes).	JABRUN	04-oct-11	RENAUX B.	2
463813	Auv	63	Tourbière de la Godivelle (lac d'en Bas)	GODIVELLE	17 août 2011	RENAUX B.	1
463883	Auv	63	Tourbière d'Auzolle	SAINT-ALYRE-ES-MONTAGNE	30-sept-11	RENAUX B.	1
463886	Auv	63	Tourbière d'Auzolle	SAINT-ALYRE-ES-MONTAGNE	30-sept-11	RENAUX B.	2
446549	Auv	43	Marais de Limagne (partie N.).	SIAUGUES-SAINTE-MARIE	24 août 2010	SEYTRE L., HUGONNOT V.	P1
236120	Auv	43	Marais de Limagne.	SIAUGUES-SAINTE-MARIE	9 août 2000	HUGONNOT V.	2
463838	Auv	15	Étang de Roussillon.	RIOM-ES-MONTAGNES	24 août 2011	RENAUX B.	1
463845	Auv	15	Tourbière de la Bouboulie	ANTIGNAC	24 août 2011	RENAUX B.	4
236122	Auv	43	Marais de Limagne.	SIAUGUES-SAINTE-MARIE	9 août 2000	HUGONNOT V.	4
463785	Auv	63	Vallon à l'E.S.E. du col des Supeyres	SAINT-ANTHEME	6 juil 2011	RENAUX B., HUGONNOT V.	1B
463815	Auv	63	Tourbière de la Barthe.	PICHERANDE	17 août 2011	RENAUX B.	2
463833	Auv	63	Lac de Laspiolade (Au N. du lac)	SAINT-GENES-CHAMPESPE	23 août 2011	RENAUX B.	6
463834	Auv	63	Lac de Laspiolade (Au N. du lac)	SAINT-GENES-CHAMPESPE	23 août 2011	RENAUX B.	7
463916	Auv	15	Vergnes des Mazes (Partie S.)	LIEUTADES	04-oct-11	RENAUX B.	5
463919	Auv	15	Vergnes des Mazes (Partie S.)	LIEUTADES	04-oct-11	RENAUX B.	6
463930	Auv	63	La Fontanelle. Rive gauche du ruisseau aux abords S. du point coté 1141. Près du hameau de la Chassaing.	CHAULME	12-oct-11	RENAUX B.	1
463846	Auv	15	Tourbière de la Bouboulie	ANTIGNAC	24 août 2011	RENAUX B.	5
463787	Auv	63	Vallon à l'E.S.E. du col des Supeyres	SAINT-ANTHEME	6 juil 2011	RENAUX B., HUGONNOT V.	2
463789	Auv	63	Vallon à l'E.S.E. du col des Supeyres	SAINT-ANTHEME	6 juil 2011	RENAUX B., HUGONNOT V.	3
463799	Auv	63	Rive gauche du ruisseau du Batifol, dans la partie amont du bois des Reblats.	VALCIVIERES	6 juil 2011	RENAUX B., HUGONNOT V.	4
463927	Auv	43	Domaine du Sauvage. Rive gauche de la Virlange, au N.N.O. du Sauvage.	CHANAILELLES	05-oct-11	RENAUX B.	3
463801	Auv	63	Tourbière de Virennas.	MONESTIER	6 juil 2011	RENAUX B., HUGONNOT V.	6
463804	Auv	63	Rive gauche du ruisseau du Forestier, en amont de la D37 au S. de Magny.	FOURNOLS	12 juil 2011	RENAUX B.	2
463854	Rh-A	42	Tourbière de la Litte (Bois des Boules).	JEANSAGNIERE	30 août 2011	RENAUX B.	4
463862	Auv	03	Tourbière de Mépart.	SAINT-NICOLAS-DES-BIEFS	06-sept-11	RENAUX B.	2
463869	Auv	03	Tourbière de Leydy, au N.O. de la croix de l'Olivier	LAVOINE	07-sept-11	RENAUX B.	1
463873	Auv	63	Tourbière du Plan du Sapay	SAINT-VICTOR-MONTVIANEIX	07-sept-11	RENAUX B.	4
463876	Auv	63	Forêt domaniale d'Ayguebonne, au N.N.E. de la maison forestière. En contrebas de la piste avec panneau informatif.	VOLLORE-VILLE	07-sept-11	RENAUX B.	5
463920	Auv	43	Narce de l'Hospitalet.	CHANAILELLES	05-oct-11	RENAUX B.	1
463932	Auv	63	La Fontanelle. Rive gauche du ruisseau aux abords S. du point coté 1141. Près du hameau de la Chassaing.	CHAULME	12-oct-11	RENAUX B.	2
463934	Auv	63	A l'E.S.E. de Garnasson.	FERRÉOL	12-oct-11	RENAUX B.	3
458825	Auv	63	Lieu-dit "Bois Noirs" près de Virennas (Haut de pente à l'E. du sommet coté 1214)	MONESTIER	9 juin 2011	LE HENAFF P.M.	1
458828	Auv	63	Lieu-dit "Bois Noirs" près de Virennas (Haut de pente à l'E. du sommet coté 1214)	MONESTIER	9 juin 2011	LE HENAFF P.M.	2
463872	Auv	03	Tourbière de Leydy, à O.N.O. de la croix de l'Olivier	LAVOINE	07-sept-11	RENAUX B.	3
463928	Auv	43	La Chalm, à l'O. du point coté 1204.	GREZES	05-oct-11	RENAUX B.	4
463936	Auv	63	Jas Deyvant (Bord O. de la D261)	SAINT-ANTHEME	12-oct-11	RENAUX B.	5
463889	Auv	63	Plaine de Montcineyre, sur la rive S.S.O. de l'étang	Plaine	30-sept-11	RENAUX B.	4

463892	Auv	15	Sagne Haute (Abords E.)	JABRUN	04-oct-11	RENAUX B.	1
			Forêt domaniale d'Ayguebonne, au N.N.E. de la maison forestière. En contrebas de la piste avec panneau informatif.	VOLLORE-VILLE	25-nov-11	LE COQUEN M., RENAUX B.	1
472136	Auv	63		FÉRRÉOL	2007	POUVARET	3
Pouvaret r3	Auv	63	tourbière de marais	FÉRRÉOL	2007	POUVARET	4
Pouvaret r4	Auv	63	tourbière de marais	FÉRRÉOL	2007	POUVARET	12
Pouvaret r1	Auv	63	tourbière de marais	FÉRRÉOL	2007	POUVARET	12
408667	Rh-A	42	Bois Frison.	SAINT-GENEST-MALIFAUZ	30 juil 2009	LE HENAFF P.M.	5
408678	Rh-A	42	Bois du Sapt (partie N.E.)	SAINT-GENEST-MALIFAUZ	30 juil 2009	LE HENAFF P.M.	9
408665	Rh-A	42	Bois du Sapt (au-dessus de la D28)	SAINT-GENEST-MALIFAUZ	30 juil 2009	LE HENAFF P.M.	4
413691	Rh-A	42	Grolière	SAINT-GENEST-MALIFAUZ	17-sept-09	LE HENAFF P.M.	6
413684	Rh-A	42	Bois Cognet (Partie S.O.)	SAINT-GENEST-MALIFAUZ	17-sept-09	LE HENAFF P.M.	4
413694	Rh-A	42	Bois Cognet (Partie O.S.O.)	SAINT-GENEST-MALIFAUZ	17-sept-09	LE HENAFF P.M.	7
413697	Rh-A	42	La Verrière (Bords du ruisseau)	SAINT-GENEST-MALIFAUZ	17-sept-09	LE HENAFF P.M.	8
413701	Rh-A	42	La Verrière (Bords du ruisseau dans la partie S.)	SAINT-GENEST-MALIFAUZ	17-sept-09	LE HENAFF P.M.	9
413707	Rh-A	42	La Verrière (Bords du ruisseau)	SAINT-GENEST-MALIFAUZ	17-sept-09	LE HENAFF P.M.	10
413711	Rh-A	42	La Verrière (Bords du ruisseau dans la partie E.S.E.)	SAINT-GENEST-MALIFAUZ	17-sept-09	LE HENAFF P.M.	11
365287	Lim	19	Entre Goutte Loubarde et les Chabrettes, à l'E. du point coté 777.	BUGEAT	16 juil 2007	REIMRINGER K.	C3R34
412764	Lim	23	Entre Combe la Vialle et les Chassagnoux	ROYERE-DE-VASSIVIERE	4 août 2009	REIMRINGER K.	TC32-R6
338710	Lim	19	Vieux Moulin (au S., à environ 220 m. au N.N.E. du point coté 822).	SAINT-SETIERS	18 juil 2006	REIMRINGER K.	C2-R16
391456	Lim	19	Forêt de Mirambel, à l'O. de l'Etanchou	SAINT-REMY	16 juil 2008	REIMRINGER K.	C4.R34
			Rive gauche de la Vienne, juste en amont du Moulin de Labarre.	TARNAC	31 juil 2007	REIMRINGER K.	C13-R16
368466	Lim	19		TARNAC	31 juil 2007	REIMRINGER K.	C13-R16
391434	Lim	19	Forêt de Mirambel, au S. des Bouyges de Jue	SAINT-REMY	30 juil 2008	REIMRINGER K.	C4.R21
368526	Lim	19	Au N.N.O. du moulin ruiné près de Chez Troussas	TARNAC	1 août 2007	REIMRINGER K.	C13-R19
391437	Lim	19	Forêt de Mirambel, à l'E.S.E. de l'Etanchou	SAINT-REMY	15 juil 2008	REIMRINGER K.	C4.R24
340399	Lim	19	Montagne de Bay.	PEROLS-SUR-VEZERE		ROUAUD R.	0
			Sources du ruisseau de Châteauvert, au N.E. du point coté 819.	SAINT-MARTIAL-LE-VIEUX	10-sept-08	CHABROL L.	2
392590	Lim	23		SAINT-MARTIAL-LE-VIEUX	10-sept-08	CHABROL L.	2
392579	Lim	23	Au S. de l'étang de Gane Eglise.	SAINT-ORADOUX-DE-CHIROUZE	23 mai 2008	CHABROL L.	1
392585	Lim	23	Vallon à l'E. de l'étang de Vergne Jalouse	SAINT-ORADOUX-DE-CHIROUZE	21 août 2008	CHABROL L.	2
			(Au Lac de La Vaud-Gelade, anse au S. de Vincent et O.N.O. de Praschaud.	ROYERE-DE-VASSIVIERE	31 août 2006	CHABROL L.	10
340942	Lim	23		ROYERE-DE-VASSIVIERE	31 août 2006	CHABROL L.	10
			Etang de Faux, sur la berge O.	FAUX-LA-MONTAGNE	13 juil 2006	CHABROL L., REIMRINGER K.	9
340121	Lim	23		FAUX-LA-MONTAGNE	13 juil 2006	CHABROL L., REIMRINGER K.	9
340900	Lim	23	La Vergne, près du lac de Vassivière.	ROYERE-DE-VASSIVIERE	21 août 2006	CHABROL L.	6
340915	Lim	19	Au N.N.E. de l'étang de Condeau, près de la D160	VIAM	22 août 2006	CHABROL L.	5
341009	Lim	23	Près du ruisseau de Beauvais, à l'E. de Puy Blanc	ROYERE-DE-VASSIVIERE	13-sept-06	CHABROL L.	5
391451	Lim	19	Forêt de Mirambel, au S.S.E. de la Bessade.	SAINT-REMY	16 juil 2008	REIMRINGER K.	C4.R31
412770	Lim	23	Combe la Vialle (Partie S.)	ROYERE-DE-VASSIVIERE	4 août 2009	REIMRINGER K.	TC32-R8
			Vieux Moulin (au S., à environ 125 m. au N.N.E. du point coté 822)	SAINT-SETIERS	18 juil 2006	REIMRINGER K.	C2-R18
338712	Lim	19		SAINT-SETIERS	18 juil 2006	REIMRINGER K.	C2-R18
391448	Lim	19	Forêt de Mirambel.	SAINT-REMY	16 juil 2008	REIMRINGER K.	C4.R30
			L'Epine des Bourgnons (à environ 315 m. au S.O. du point coté 818)	SAINT-REMY	16 juil 2008	REIMRINGER K.	C4.R30
338854	Lim	23		GIoux	10 juil 2006	REIMRINGER K.	67
372283	Lim	19	Vallée du Vianon, à l'E. du Puy Bon-Teint	SAINT-ANGEL	2 août 2007	CHABROL L.	9
			Pont de Caux (Rive droite du ruisseau, à l'E. de Ludinas)	PEYRELEVADE	9 août 2007	CHABROL L.	12
372325	Lim	19		PEYRELEVADE	9 août 2007	CHABROL L.	12
369847	Lim	19	Suc de la Cubesse, aux abords de la source.	AMBRUGEAT	06-sept-07	CHABROL L.	2
369790	Lim	19	Saulière (Rive droite, au S.O. de Beynat)	AMBRUGEAT	24 août 2007	CHABROL L.	5
340958	Lim	19	Lac de Servières (Berges E., entre le lac et la D160)	PEYRELEVADE	05-sept-06	CHABROL L.	7
340906	Lim	23	Pré Joli	ROYERE-DE-VASSIVIERE	21 août 2006	CHABROL L.	8
392584	Lim	23	Vergne Jalouse (Vallon au S.O. de l'étang de)	SAINT-ORADOUX-DE-CHIROUZE	21 août 2008	CHABROL L.	1
340403	Lim	19	Montagne de Bay.	PEROLS-SUR-VEZERE		ROUAUD R.	0
			Rive droite de la Vienne, au niveau du coude au S.S.O. du Mas à Loubaud.	TARNAC	31 juil 2007	REIMRINGER K.	C13-R11
368326	Lim	19		TARNAC	31 juil 2007	REIMRINGER K.	C13-R11
			Roc Malmonté (Entre le puy de l'Etang, en rive gauche du ruisseau de la Font de Nouaille).	BONNEFOND	17 juil 2007	REIMRINGER K.	C3R47
365467	Lim	19		BONNEFOND	17 juil 2007	REIMRINGER K.	C3R47
391455	Lim	19	Forêt de Mirambel.	SAINT-REMY	16 juil 2008	REIMRINGER K.	C4.R33
			Vieux Moulin (au S., abords du gué à environ 140 m. au N.E.E. du point coté 822)	SAINT-SETIERS	18 juil 2006	REIMRINGER K.	C2-R20
338714	Lim	19		SAINT-SETIERS	18 juil 2006	REIMRINGER K.	C2-R20
368249	Lim	19	Rive gauche de la Vienne, en amont du Pont Lagorce	TARNAC	27 juil 2007	REIMRINGER K.	C13-R8
			Rive gauche de la Prade, au S.S.E. de Beauvais.	SAINT-PIERRE-BELLEVUE	29 juil 2009	REIMRINGER K., DELBOSC P.	TC31-R28
412711	Lim	23		SAINT-PIERRE-BELLEVUE	29 juil 2009	REIMRINGER K., DELBOSC P.	TC31-R28
412850	Lim	23	Entre Vanne et las Neydas.	ROYERE-DE-VASSIVIERE	27 août 2009	REIMRINGER K.	TC34-R2
			Rive gauche du ruisseau de la Jasse, au S.S.O. de Petit Billoux.	PEYRELEVADE	9 août 2007	CHABROL L.	10
372322	Lim	19		PEYRELEVADE	9 août 2007	CHABROL L.	10
			Etang de Villesaint (Au N.O. de l'étang, et au S. de Planchenières).	FAUX-LA-MONTAGNE	21 août 2006	CHABROL L.	2
340890	Lim	23		FAUX-LA-MONTAGNE	21 août 2006	CHABROL L.	2
349850	Lim	19	Puy Aumont, à environ 265 m. au N.O. du sommet.	PEYRELEVADE	05-sept-06	FOUCOUT A.	35
			Rive droite de la Saulière, au S.S.O. de Launey dans la Forêt de la Cubesse.	AMBRUGEAT	24 août 2007	CHABROL L.	2
369766	Lim	19		AMBRUGEAT	24 août 2007	CHABROL L.	2
			Forêt domaniale de Longéroux, source d'un ruisseau en rive gauche de la Vézère et à env. 325 au S.E. du point coté 895)	MEYMAC	22 juin 2004	CHABROL L.	15
280288	Lim	19		MEYMAC	22 juin 2004	CHABROL L.	15
391465	Lim	19	Forêt de Mirambel, au N. de la Mélange	SAINT-REMY	18 juil 2008	REIMRINGER K.	C4.R39
			Bois de Broussouloux (au N.O., en bordure de ruisseau).	BUGEAT	11 juil 2007	REIMRINGER K.	C2R54
366318	Lim	19		BUGEAT	11 juil 2007	REIMRINGER K.	C2R54
366187	Lim	19	Au S. d'En Carteyroux, et à l'E.S.E. du point coté 730	BUGEAT	10 juil 2007	REIMRINGER K.	C2R38
			Broussouloux (Au N.O. de, bord de ruisseau à l'O. du point coté 727).	BUGEAT	12 juil 2007	REIMRINGER K.	C2R59
366346	Lim	19		BUGEAT	12 juil 2007	REIMRINGER K.	C2R59
366189	Lim	19	Terracol (Au N.E. de Terracol, et au S.E. du point coté 730).	BUGEAT	10 juil 2007	REIMRINGER K.	C2R39
			Broussouloux (Au N.O. de Broussouloux, en bordure de ruisseau au S.O. du point coté 727).	BUGEAT	12 juil 2007	REIMRINGER K.	C2R58
366332	Lim	19		BUGEAT	12 juil 2007	REIMRINGER K.	C2R58
368227	Lim	19	Vincent (Bas de pente du bois)	TARNAC	27 juil 2007	REIMRINGER K.	C13-R6
			Au S. de la Scierie de Tardieu, en bordure de ruisseau.	BURZET	13-sept-06	REIMRINGER K.	C3R32
342498	Rh-A	07		BURZET	13-sept-06	REIMRINGER K.	C3R32
378282	Rh-A	42	Tourbière de la Goutte d'Enfer.	SAINT-PRIEST-LA-PRUGNE	25 juil 2003	GALTIER J.	0
			Carrefour des Charbons, Les Bois Noirs le long de la D 51.	SAINT-PRIEST-LA-PRUGNE	19 juil 2005	HERAULT E.	0
309292	Rh-A	42		SAINT-PRIEST-LA-PRUGNE	19 juil 2005	HERAULT E.	0
393638	Rh-A	42	Roche Gourgon (Bas de pente N.)	ROCHE	25 août 2008	MULOT P.E.	V-1-R16
393639	Rh-A	42	Roche Gourgon (Pente N.)	ROCHE	25 août 2008	MULOT P.E.	V-1-R17
			Montagne de Courreau (Bas de pente, sur la rive gauche du ruisseau au S.S.O. de Goutte Fièrè).	SAINT-BONNET-LE-COURREAU	10-sept-09	MULOT P.E.	V-1-R24
411579	Rh-A	42		SAINT-BONNET-LE-COURREAU	10-sept-09	MULOT P.E.	V-1-R24

392052	Rh-A	07	Tourbière du plateau de Saint-Agrève. Site Natura 2000 FR8201667. Au S.E. du Pontet, tourbière en amont du ruisseau.	SAINT-AGREVE	25 juin 2008	OTTO-BRUC C.	11
392053	Rh-A	07	Tourbière du plateau de Saint-Agrève. Site Natura 2000 FR8201667. Au S.E. du Pontet, tourbière en amont du ruisseau.	SAINT-AGREVE	25 juin 2008	OTTO-BRUC C.	12
392054	Rh-A	07	Tourbière du plateau de Saint-Agrève. Site Natura 2000 FR8201667. Au S.E. du Pontet, tourbière en amont du ruisseau.	SAINT-AGREVE	25 juin 2008	OTTO-BRUC C.	13
392055	Rh-A	07	Tourbière du plateau de Saint-Agrève. Site Natura 2000 FR8201667. Au S.E. du Pontet, tourbière en amont du ruisseau.	SAINT-AGREVE	20 mai 2008	OTTO-BRUC C.	14
452604	Rh-A	07	La Narce (A l'O.S.O. de la Narce)	LABASTIDE-SUR-BESORGUES	29 août 2008	MICHAU D.	20
447616	Auv	43	Etang de Moissac-bas.	SAINT-DIDIER-SUR-DOULON	01-sept-10	RENAUX B.	6
304257	Auv	43	Etang de Moissac-bas.	SAINT-DIDIER-SUR-DOULON	25 juil 2005	HERAULT E.	0
447598	Auv	43	Etang de Moissac-bas.	SAINT-DIDIER-SUR-DOULON	30 août 2010	RENAUX B.	T3R3
447596	Auv	43	Etang de Moissac-bas.	SAINT-DIDIER-SUR-DOULON	30 août 2010	RENAUX B.	T3R2
447595	Auv	43	Etang de Moissac-bas.	SAINT-DIDIER-SUR-DOULON	30 août 2010	RENAUX B.	T3R1
309307	Rh-A	42	Tourbière du Carrefour des Charbons (Les Bois Noirs, le long de la D 51).	SAINT-PRIEST-LA-PRUGNE	19 juil 2005	HERAULT E.	0
309264	Rh-A	42	Tourbière du Carrefour des Charbons (Les Bois Noirs, le long de la D 51).	SAINT-PRIEST-LA-PRUGNE	20 juil 2005	HERAULT E.	0
309273	Rh-A	42	Tourbière du Carrefour des Charbons (Les Bois Noirs, le long de la D 51).	SAINT-PRIEST-LA-PRUGNE	20 juil 2005	HERAULT E.	0
309278	Rh-A	42	Tourbière du Carrefour des Charbons (Les Bois Noirs, le long de la D 51).	SAINT-PRIEST-LA-PRUGNE	19 juil 2005	HERAULT E.	0
309281	Rh-A	42	Tourbière du Carrefour des Charbons (Les Bois Noirs, le long de la D 51).	SAINT-PRIEST-LA-PRUGNE	19 juil 2005	HERAULT E.	0
256967	Rh-A	42	Tourbière de Chausseterre (Entre les Grandes Gasses et le Vacques).	CHAUSSETERRE	10 juil 2003	SEYTRE L.	3
378204	Rh-A	42	La Prenarde-Haut	SAINT-JEAN-SOLEYMIEUX	27 juin 2003	GALTIER J.	0
367246	Rh-A	42	Tourbière du Bois Vague, en rive gauche du Boën	TUILIERE	13 août 2004	FAVRE E., FRAPPA F.	0
26791	Rh-A	42	Chalmazel (A gauche de la D6 en direction du Col du Béal, lisière S.O. du bois de Bayet).	CHALMAZEL	7 juil 1985	THEBAUD G.	250
26794	Rh-A	42	Chalmazel. Près de la Couarde.	CHALMAZEL	7 juil 1985	THEBAUD G.	253
26792	Rh-A	42	Chalmazel (A gauche de la D6 en direction du Col du Béal, lisière S.O. du bois de Bayet).	CHALMAZEL	7 juil 1985	THEBAUD G.	251
263174	Rh-A	42	Haute-vallée de l'Etui, aux Quatre Chemins	SAINT-PRIEST-LA-PRUGNE	19-mars-05	THEBAUD G., PETETIN A.	0
26803	Rh-A	42	Tourbière de la Morte, en marge Est.	SAUVAIN	1 août 1986	THEBAUD G.	329
199528	Rh-A	42	Rive droite du ruisseau de l'Etui	SAINT-PRIEST-LA-PRUGNE	21-nov-95	THEBAUD G.	0
263178	Rh-A	42	Haute-vallée de l'Etui, aux Quatre Chemins	SAINT-PRIEST-LA-PRUGNE	19-mars-05	THEBAUD G., PETETIN A.	0
309269	Rh-A	42	Col de la Charme (Bois Noirs le long de la D 51)	SAINT-PRIEST-LA-PRUGNE	20 juil 2005	HERAULT E.	0
309298	Rh-A	42	Tourbière du Carrefour des Charbons (Les Bois Noirs, le long de la D 51).	SAINT-PRIEST-LA-PRUGNE	19 juil 2005	HERAULT E.	0
309306	Rh-A	42	Tourbière du Carrefour des Charbons (Les Bois Noirs, le long de la D 51).	SAINT-PRIEST-LA-PRUGNE	19 juil 2005	HERAULT E.	0
231867	Auv	15	Forêt Sectionale de Couderc (limite des parcelles 4 et 6).	TREMOUILLE	12 mai 1999	LASSAGNE H.	122
231758	Auv	15	Forêt d'Algère.	SAINT-ETIENNE-DE-CHOMEIL	7 juil 2000	LASSAGNE H.	197
335098	Auv	63	Lac de Chambedaze (Zone humide au S.E. du lac, à environ 165 m. au S. du point coté 1181)	EGLISENEUVE-D'ENTRAIGUES	20 juil 2005	NICOLAS S.	2
335099	Auv	63	Lac de Chambedaze (Zone humide au S.E. du lac, à environ 115 m. au S.O. du point coté 1181)	EGLISENEUVE-D'ENTRAIGUES	20 juil 2005	NICOLAS S.	3
335106	Auv	63	Lac de Chambedaze (Zone humide à l'O. du lac, à environ 60 m. au S.O. du point coté 1179)	EGLISENEUVE-D'ENTRAIGUES	20 juil 2005	NICOLAS S.	8
335110	Auv	63	A environ 600 m. au N. de la maison isolée de la Plaine.	COMPAINS	27 juil 2005	NICOLAS S.	12
335126	Auv	63	Lac de Bourdouze, rive S.O.	BESSE-ET-SAINT-ANASTAISE	3 août 2005	NICOLAS S.	28
335137	Auv	63	Tourbière de la Barthe.	PICHERANDE	28 juin 2005	NICOLAS S.	39
335136	Auv	63	Tourbière de la Barthe.	PICHERANDE	28 juin 2005	NICOLAS S.	38
335144	Auv	63	Tourbière de la Barthe.	PICHERANDE	28 juin 2005	NICOLAS S.	46
341659	Auv	15	Site de Tessières. Rive droite du ruisseau de Bioude, à environ 120 m. au S.E. de la mine abandonnée.	TEISSIERES-LES-BOULIES	10 juil 2006	LOLIVE N.	8
350447	Auv	63	La Fontanelle.	CHAULME	3 août 2006	BOUCARD E.	6
350641	Auv	03	Plan du Fumouzet (Bords du ruisseau descendant du Plan du Fumouzet, à l'O. de la source captée).	LAVOINE	14 juin 2006	BOUCARD E.	9
384477	Auv	63	Etang de Lachamp (A l'E. de l'étang et de la D413).	MANZAT	16 mai 2007	LEGE V.	0
414800	Auv	63	Marais des Glègues (Partie S.S.O.)	GELLES	18 juil 2007	LEGE V.	0
27900	Rh-A	42	Au SW de les Vernels.	PLANFOY	19 juil 2000	GRAVELAT B., BEAL C., VAGINAY N.	14
463689	Rh-A	42	Bois des Boules.	JEANSAGNIERE	30 août 2011	LE HENAFF P.M.	2
27897	Rh-A	42	Les Chaumasses (Forêt à 375m au N. des Chaumasses)	VERSANNE	19 juil 2000	GRAVELAT B., BEAL C., VAGINAY N.	11
202453	Auv	03	Tourbière de Mépart, au S.O.	LAPRUGNE	4 août 1999	PETETIN A., DESCHATRES R., THEBAUD G.	12
263170	Rh-A	42	Etui (Haute-vallée de l', aux Quatre Chemins	SAINT-PRIEST-LA-PRUGNE	19-mars-05	THEBAUD G., PETETIN A.	0
408671	Rh-A	42	Bois Frison. Amont de la haute vallée de l'Etui. Frison, dans le vallon au-dessus de la D28 près des sommets.	SAINT-GENEST-MALIFAUZ	30 juil 2009	LE HENAFF P.M.	7
413687	Rh-A	42	Bois Cognet (Partie S.O.)	SAINT-GENEST-MALIFAUZ	17-sept-09	LE HENAFF P.M.	5
Lem1	Rh-A	42	Bois de l'hermitage près des sources de l'Anzon.	NOIRETABLE	<=1995	LEMEE G.	r1 p28
Lem2	Auv	63	Forêt d'Aubusson	VOLLORE MONT	<=1995	LEMEE G.	r2 p28
Lem3	Rh-A	42	Forêt d'Aubusson	NOIRETABLE	<=1995	LEMEE G.	r3 p28
Lem4	Auv	63	Forêt d'Aubusson	VOLLORE MONT	<=1995	LEMEE G.	r4 p28
Lem5	Rh-A	42	Tourbière de Fond Blanche	NOES	<=1995	LEMEE G.	r5 p28
Lem6	Rh-A	42	Tourbière de l'Etui (Bois noirs)	SAINT-PRIEST-LA-PRUGNE	<=1995	LEMEE G.	r6 p28

(1) Relevés issus du système d'exploitation Chloris® à l'exception des relevés « Pouvaret r3 annexe2 », « Pouvaret r4 annexe2 », « Pouvaret r12 annexe2 » et « Lem1 » à « Lem6 » qui sont issus de POUVARET 2007 et LEMÉE 1995 (voir biblio).

(2) "Auv = Auvergne, "lim" = limousin, Rh-A = Rhône-Alpes

ANNEXE 3

Annexe 3 : tableau de fréquence synthétique des groupements mis en évidence

Les espèces non caractéristiques présentes sur 1 ou 2 relevés dans tout le jeu de donnée (198 relevés) ne sont pas représentées. Codage de la fréquence de l'espèce (F) dans les relevés : r si F <= 2,5 %, + si 2,5 % <= F < 6 %, I si 6 % <= F < 20 % [(I) si 6 % <= F < 20 % mais un seul relevé], II si 20 % <= F < 40 %, III si 40 % <= F < 60 %, IV si 60 % <= F < 80 %, V si F >= 80 %. Le nombre de relevé est mentionné en chiffres arabes pour les groupements avec moins de 7 relevés

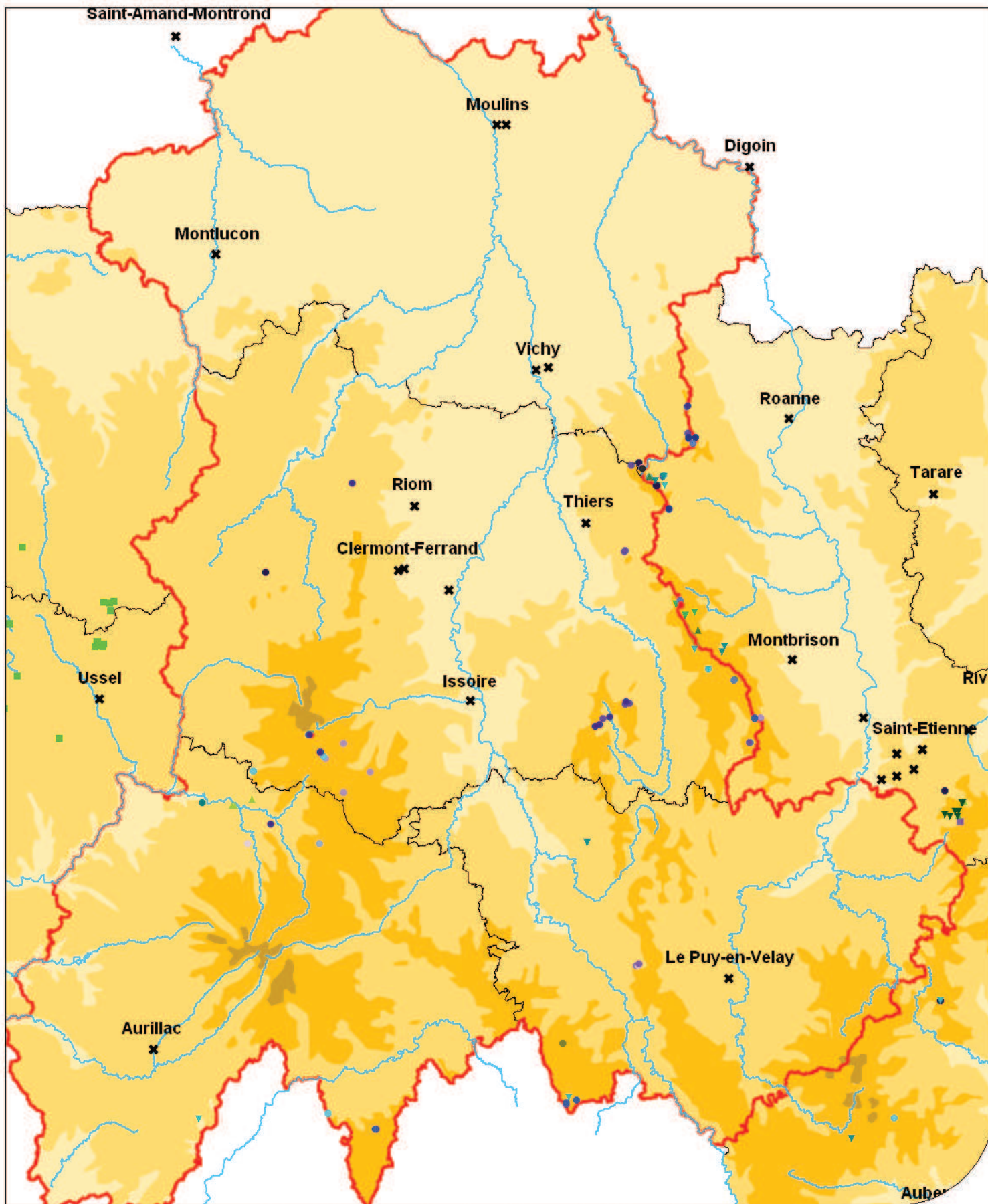
Code du groupement	evu	e,ed, en	mo,m ot	vi	mj	ma	mj,ma,m e	jm	ros	j/b	bly	b(v)	ble, box	l	sa	ph
Nom du groupement	Tourbière boisée ombrotrophile de Pin à crochets ou Pin sylvestre à Linaigrette vaginée et Airelle des marais															
nombre de relevés	7	16	14	2	3	8	13	14	15	7	3	17	13	48	12	8
nombre sites en Auvergne	2	8	7	2	3	4	7	9	9	2	0	4	1	0	3	5
nombre sites hors Auvergne	2	6	3	0	0	2	2	4	1	3	2	6	5	37	2	2
Strate supérieure : strate (arborée ou arbustive haute) et strate arbustive base (les coefficient des strates supérieure et arbustive base sont séparés par "/")																
<i>Abies alba</i>		I/I	I/II			(I)/	(I)/	I/	II/III	II/(I)	3/1	V/III	V/II	r/	II/	
<i>Betula pendula</i>		II/	III/II		1/1	(I)/	I/	III/II	II/II	III/		+/		II/I	(I)/II	III/(I)
<i>Betula x aurata</i>	(I)/	I/	(I)/			(I)/(I)	(I)/(I)	I/	II/			+/				
<i>Betula alba</i>	IV/III	IV/II	II/I		1/	V/II	IV/II	III/I	IV/II	III/	3/	V/I	II/	V/II	III	III
<i>Pinus sylvestris</i>	II/(I)	IV/I	IV/(I)	2/1	2/	(I)/	II/(I)	III/	III/(I)	III/				II/	(I)/(I)	(I)/
<i>Pinus uncinata</i>	IV/II	I/	(I)/					(I)/								(I)/
<i>Picea abies</i>		II/II	I/		1/		(I)/	I/	III/II	II/(I)	3/1	I/	I/II	I/		
<i>Alnus glutinosa</i>			I/(I)		1/		(I)/		(I)/	I/(I)		+/+	(I)/	II/I	(I)/	
<i>Salix aurita</i>		I/	I/(I)		1/	(I)/(I)	I/(I)	II/I	III/III	(I)/(I)			(I)/II	I/	III/I	(I)/II
<i>Frangula dodonei</i>			II/I	/1	/1	I/(I)	I/	I/		I/(I)		I/		II/III	(I)/(I)	I/(I)
<i>Salix acuminata</i>						(I)/(I)	(I)/(I)		I/				I/(I)	III/I	II/II	
<i>Salix cinerea</i>			(I)/I			I/(I)	I/(I)						(I)/(I)	I/	(I)/(I)	(I)
<i>Salix pentandra</i>															I/	(I)/
<i>Salix repens</i>			I/	/1		III/	II/	I/								
<i>Salix lapponum</i>						II/	II/	I/(I)								
<i>Sorbus aucuparia</i>		I/	II/(I)			(I)/I	II/I	III/	3/1	II/I	III/II	I/	II/	II/	(I)/	
<i>Juniperus communis</i>		I+	II/I	/2		(I)/	(I)/	I/(I)	II/	II/						I/(I)
<i>Fagus sylvatica</i>				/1		(I)/	(I)/	I/(I)	(I)/(I)		3/	I/+	II/	+/I		
<i>Sorbus aria</i>			I/II					I/	(I)/		2/		II/	I/		
<i>Populus tremula</i>								I/(I)				+/		I/		
<i>Salix caprea</i>								(I)/		(I)/			(I)/	r/		
<i>Corylus avellana</i>												+/+		r/I	I/(I)	
<i>Ilex aquifolium</i>												+/	(I)/	r/I		
<i>Quercus petraea</i>												I/		r/		
<i>Quercus robur</i>														+/+	I/(I)	
<i>Acer pseudoplatanus</i>													(I)			
<i>Rubus idaeus</i>			I/					I/			/3			r/	I/(I)	I/(I)
<i>Sambucus racemosa</i>								I/(I)						r/r		
<i>Lonicera nigra</i>												I/	I/			
<i>Sambucus ebulus</i>													I/			
Strate herbacée et arbustes nains																
Espèces des tourbières ombrotrophes des Oxycocco pallustris-Sphagneteta magellanica Braun-Blanq. & Tüxen ex V.Westh., Dijk & Passchier 1946																
<i>Eriophorum vaginatum</i>	V	V	II	1		II	II	I	II			+				
<i>Vaccinium uliginosum</i>	V	I	(I)			III	II	(I)				+				
<i>Vaccinium oxycoccum</i>	III	I	I			II	II									
<i>Andromeda polifolia</i>	IV					II	I									(I)
<i>Empetrum nigrum</i>	(I)															(I)
Espèces des landes acidiphiles montagnardes																
<i>Lycopodium annotinum</i>											3					
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>		I		2												
<i>Calluna vulgaris</i>	V	V	IV	2		II	I	II	II			+		+		(I)
<i>Vaccinium myrtillus</i>	V	V	IV	2		(I)	(I)	IV	IV	II	3	V	V	I	III	IV
Espèces des dépressions tourbeuses et des gouilles																
<i>Drosera rotundifolia</i>					1	(I)	II									(I)
<i>Trichophorum cespitosum</i>	(I)															
<i>Juncus bulbosus</i>													(I)	+		
Espèces des marais de transition (espèces des Magnocaricetalia elatae Pignatti 1954 et des Scheuchzerietalia palustris Nordh. 1936)																
<i>Carex elata</i>																(I)
<i>Carex vesicaria</i>									(I)			I			II	
<i>Carex paniculata</i>						(I)	(I)							I		
<i>Carex limosa</i>					1	(I)	II									
<i>Potentilla palustris</i>			I		2	IV	IV	II	I	(I)				+	II	
<i>Menyanthes trifoliata</i>					3	V	IV		(I)						III	
<i>Carex lasiocarpa</i>					1	III	II									
<i>Equisetum fluviatile</i>			I		1	III	II							I		
<i>Parnassia palustris</i>						II	II									
<i>Carex rostrata</i>		I	(I)		1	IV	IV	II	V	(I)		III	(I)	II		II

Code du groupement	evu	e,ed, en	mo,m ot	vi	mj	ma	mj,ma,m e	jm	ros	j/b	bly	b(v)	ble, box	l	sa	ph
Espèces des ourlets acidoclinophiles à acidiphiles																
<i>Pteridium aquilinum</i>			I									+		I	I	
<i>Holcus mollis</i>			I	1					(I)				(I)	II	II	(I)
<i>Deschampsia flexuosa</i>	(I)	III	III	2				II	II	(I)	1	III		I	(I)	
<i>Melampyrum pratense</i>	II	I	II					(I)	(I)		1	II	I	I		
<i>Galium saxatile</i>		+	II	2		(I)	(I)	II	I			+		r		
<i>Anthoxanthum odoratum</i>			(I)	1				I		(I)					(I)	(I)
<i>Luzula multiflora</i>		+	(I)			II	I	(I)						I		
<i>Agrostis capillaris</i>			(I)											+		
<i>Festuca rubra</i>			(I)											+		
Espèces des Nardetea strictae (Nardo strictae-Juncion squarrosi) (Oberd. 1957) H.Passarge 1964																
<i>Juncus squarrosus</i>		I						II	(I)							
<i>Nardus stricta</i>		+		2				II								I
<i>Potentilla erecta</i>		I	III	1		III	II	IV	III	II		I	I	III	III	IV
Espèces des bas marais des Caricetalia fuscae Koch 1926																
<i>Carex nigra</i>			I			II	II	II	I	II				II	I	(I)
<i>Carex echinata</i>		I	I	1		II	I	III	II	II		I	II	III	II	III
<i>Viola palustris</i>			(I)			III	II	III	III	II		I	(I)	IV	II	II
<i>Carex curta</i>								I	(I)			+		r	(I)	I
Espèces des bas marais des Molinietaalia caeruleae W.Koch 1926																
<i>Calamagrostis canescens</i>						(I)	(I)									
<i>Festuca rivularis</i>						II	I		(I)			+	(I)	I	I	I
<i>Eriophorum polystachion</i>		II				(I)	II	II	(I)	(I)					(I)	
<i>Juncus acutiflorus</i>		I	(I)			(I)	(I)	III	III	(I)				I	II	I
<i>Molinia caerulea</i>	IV	V	V	2	2	IV	IV	V	V	(I)	3	III	II	V	III	(I)
<i>Agrostis canina</i>		I				II	I	III	III	(I)		I		IV	II	I
<i>Succisa pratensis</i>			I			III	II	II	III					III	III	
<i>Valeriana dioica</i>						II	II	II	II	(I)			(I)	I	III	III
<i>Dactylorhiza maculata</i>			I			III	II	II	II	(I)				r	(I)	III
<i>Selinum pyrenaicum</i>			(I)			II	I	I	II							(I)
<i>Ligularia sibirica</i>			(I)			III	II									
<i>Gentiana pneumonanthe</i>						II	II	(I)								
<i>Epilobium tetragonum</i>					(I)	(I)			(I)					+	(I)	
<i>Carum verticillatum</i>								I	(I)	(I)						(I)
<i>Epilobium obscurum</i>								(I)								(I)
<i>Carex viridula</i>													(I)	I		
<i>Mentha arvensis</i>														I		
<i>Silene flos-cuculi</i>									(I)					r	(I)	
<i>Scutellaria galericulata</i>						(I)	(I)							+		
<i>Festuca filiformis</i>								(I)								
Espèces des bas marais et prairies humides																
<i>Lysimachia vulgaris</i>					1		(I)							I	II	
<i>Agrostis stolonifera</i>			(I)						(I)					II	II	(I)
<i>Deschampsia cespitosa</i>			(I)					(I)				+		II	r	IV
<i>Caltha palustris</i>						(I)	(I)	(I)	I			+		II	II	III
<i>Juncus effusus</i>		I	II	1		II	I	IV	V	V		II	IV	IV	IV	V
<i>Cirsium palustre</i>						III	II	II	II			+		II	III	(I)
<i>Galium uliginosum</i>			(I)			III	II	II		(I)				I	I	(I)
<i>Angelica sylvestris</i>			(I)			II	I	II					(I)	I	III	
<i>Lotus pedunculatus</i>						II	I	I	II				(I)	II	I	I
<i>Galium palustre</i>			I			II	I	I	I			+	(I)	II	III	
<i>Polygonum bistorta</i>			I			II	I	(I)	I	II		I	II	+	II	II
<i>Myosotis scorpioides</i>								(I)	(I)	(I)				III	r	III
<i>Cardamine amara</i>														II		(I)
<i>Filipendula ulmaria</i>						(I)	(I)	(I)					(I)		II	(I)
<i>Myosotis lamottiana</i>															II	
<i>Cardamine pratensis</i>														I	I	I
<i>Ranunculus flammula</i>														I	I	
<i>Ranunculus repens</i>													II	I		(I)
<i>Holcus lanatus</i>						(I)	(I)	II		II				I		
<i>Potentilla reptans</i>								(I)		II						(I)
<i>Iris pseudacorus</i>														r		
<i>Veratrum album</i>			(I)			II	I									I
<i>Poa trivialis</i>										(I)				I	(I)	
Espèces des forêts humides																
<i>Equisetum sylvaticum</i>								(I)							I	(I)
<i>Luzula sylvatica</i>			I					(I)				I	(I)	r	I	
<i>Lonicera periclymenum</i>			(I)		1		(I)		(I)	(I)		+		II	I	
<i>Rubus fruticosus</i>			II	1					II	III	1	II	III	III	I	
<i>Carex remota</i>								(I)				+		II	II	
<i>Ajuga reptans</i>								(I)						II	I	II
<i>Chrysosplenium oppositifolium</i>												+		II		(I)
<i>Glyceria fluitans</i>			(I)											II	I	
<i>Impatiens noli-tangere</i>												+		II		
<i>Stellaria nemorum</i>														II		
<i>Stellaria alsine</i>														II		
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>								(I)						II		(I)
<i>Lysimachia nemorum</i>														II	r	I
<i>Rubus glandulosus</i>												II	II			(I)
<i>Oxalis acetosella</i>			(I)					(I)	(I)			II	IV	I	(I)	
<i>Blechnum spicant</i>								(I)		(I)		I	V	II		
<i>Dryopteris carthusiana</i>		I	I	1		(I)	(I)	II	III	(I)		II	III	IV	I	I
<i>Dryopteris dilatata</i>		I	(I)			(I)	(I)	(I)	(I)	II	3	III	IV	II		
<i>Athyrium filix-femina</i>			I					(I)	I	III		+	II	III	III	I

Code du groupement	evu	e,ed, en	mo,m ot	vi	mj	ma	mj,ma,m e	jm	ros	j/b	bly	b(v)	ble, box	l	sa	ph
<i>Listera cordata</i>			(l)			(l)	(l)					+	II			
<i>Crepis paludosa</i>						II	I	(l)					II	+	III	I
<i>Ranunculus aconitifolius</i>													II	+	II	I
<i>Geum rivale</i>															II	I
<i>Geranium sylvaticum</i>																II
Autres espèces forestières																
<i>Maianthemum bifolium</i>			(l)						(l)	(l)		+		+		
<i>Prenanthes purpurea</i>												+	I			
<i>Senecio ovatus</i>								(l)					I		(l)	
<i>Stellaria holostea</i>								(l)						I		
<i>Galeopsis tetrahit</i>								I						I	(l)	
<i>Polygonatum verticillatum</i>									(l)	(l)					(l)	
<i>Dryopteris filix-mas</i>										(l)				r		
<i>Solidago virgaurea</i>			(l)											r		
<i>Fragaria vesca</i>								(l)							(l)	
<i>Lamium galeobdolon</i>													(l)			
<i>Anemone nemorosa</i>			(l)					I					(l)			
<i>Luzula pilosa</i>		+										I	(l)			
Espèces atlantiques																
<i>Erica tetralix</i>			(l)													
<i>Scutellaria minor</i>														III		
<i>Carex laevigata</i>								(l)						II	(l)	
<i>Wahlenbergia hederacea</i>						(l)	(l)							I		
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>														+		
<i>Ceratocarpus claviculata</i>														I		
<i>Ulex minor</i>														+		
Strate muscinale																
<i>Leucobryum glaucum</i>		I														
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>		+				(l)	(l)	(l)	(l)							I
<i>Pleurozium schreberi</i>	III	IV	II	1		(l)	(l)	I	II		1	+			(l)	
<i>Hylocomium splendens</i>	II	II	(l)	1		(l)	(l)	(l)	II	(l)	2	III	II			(l)
<i>Rhytidiadelphus loreus</i>		I						(l)	I	(l)	3	III	II			
<i>Dicranum scoparium</i>	(l)	III		1				(l)	(l)	(l)	3	II	(l)		(l)	
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>						(l)	(l)	(l)			3	II	(l)			(l)
<i>Ptilium crista-castrensis</i>											2	I	(l)			
<i>Polytrichum formosum</i>		+							(l)		1	I	II			
<i>Thuidium tamariscinum</i>								(l)	(l)		1	II	III			
<i>Hypnum cupressiforme</i>										(l)		+				
<i>Sphagnum sp.</i>	III	I	II			IV	II	II	(l)	V		I	I	IV	III	III
<i>Polytrichum commune</i>	II	III	III	2	1	(l)	I	IV	V	II	2	IV	II	I	(l)	(l)
<i>Aulacomnium palustre</i>	II	III	II	2	1	II	II	II	II	(l)					(l)	I
<i>Polytrichum strictum</i>	II	IV	I	1	1	(l)	II	(l)								
<i>Sphagnum capillifolium</i>	III	V	II	2			I	(l)	I		1	II				
<i>Sphagnum magellanicum</i>	III	I	I		1	(l)	I	(l)	II			+	(l)			
<i>Sphagnum rubellum</i>	(l)		(l)													
<i>Sphagnum russowii</i>	(l)								(l)		2	+				
<i>Sphagnum fimbriatum</i>															(l)	
<i>Sphagnum subnitens</i>															(l)	
<i>Sphagnum fuscum</i>							(l)									
<i>Sphagnum flexuosum</i>	(l)	III	II		1	II	II	III	V	(l)	1	I	III			
<i>Sphagnum palustre</i>	(l)	II	III		2	II	III	III	IV	(l)	1	IV	V	+	II	I
<i>Sphagnum squarrosum</i>									(l)		1	I	II			(l)
<i>Sphagnum girgensohnii</i>			I						I		2	II	(l)			
<i>Sphagnum teres</i>						(l)	(l)									II
<i>Sphagnum angustifolium</i>			(l)						(l)						r	
<i>Sphagnum centrale</i>							(l)									
<i>Sphagnum fallax</i>					1		(l)							r	(l)	
<i>Sphagnum gr. subsecundum</i>					1		(l)					I				
<i>Sphagnum recurvum</i> P.Beauv.		I														
<i>Sphagnum inundatum</i>								(l)					I			
<i>Sphagnum denticulatum</i>														r		
<i>Sphagnum papillosum</i>			(l)													
<i>Sphagnum quinquefarium</i>												+				
<i>Calliargonella cuspidata</i>					1	(l)	I		I						II	(l)
<i>Calliargon stramineum</i>						(l)	(l)									
<i>Calypogeia fissa</i>			(l)			(l)	(l)	(l)		(l)						
<i>Lophocolea bidentata</i>						(l)	(l)	(l)		I	(l)					
<i>Mnium hornum</i>									(l)	(l)			II			
<i>Rhizomnium punctatum</i>										(l)			I			
<i>Plagiothecium undulatum</i>											1		I			
<i>Pellia epiphylla</i>													I			
<i>Calypogeia muelleriana</i>													I			
<i>Plagiochila porelloides</i>													I			
<i>Pohlia nutans</i>							I									
<i>Aneura pinguis</i>																(l)
<i>Chiloscyphus pallescens</i>								(l)								(l)
<i>Chiloscyphus polyanthos</i>									I						(l)	
<i>Brachythecium rivulare</i>									(l)						(l)	
<i>Plagiomnium undulatum</i>													(l)		(l)	
<i>Lepidozia reptans</i>											1		(l)			
<i>Lophocolea heterophylla</i>												+	(l)			
<i>Plagiomnium affine</i>									(l)							(l)
<i>Ricciocarpos natans</i>															I	

ANNEXE 4

ANNEXE 5



Tourbières boisées d'Auvergne

- 91D0-3* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin à crochets ou Pin sylvestre à Linaigrette vaginée et Airelle des marais, phase jeune à bouleau (evu)
- 91D0-3* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin à crochets ou Pin sylvestre à Linaigrette vaginée et Airelle des marais (evu)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée, variante typique (e)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée : variante dégradée à Framboisier(er)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée : variante à Canche flexueuse (ed)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée : variante à Laïche hérissé et Potentille dressée (en)
- 91D0* : Tourbière boisée morte à Pin sylvestre (se)
- 91D0* : Pineriaie paratourbeuse de Pin sylvestre à Airelle rouge (vi)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée de Pin sylvestre et Bouleau pubescent à Molinie bleue (mo)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée de Pin sylvestre et Bouleau pubescent à Molinie bleue, variante atlantique à Bruyère à quatre angles (mot)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau, variante jeune très tremblante (mi)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau, variante atterrie (ma)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau, variante à Linaigrette à feuille étroites (me)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore, variante à Laïche à utricules rostrés (ros)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore, variante à Jonc acutiflore (jm)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore, variante sciaphile de transition vers les sapinières à sphaignes (j/b)

Tourbières boisées du Plateau de Millevaches en Limousin et de Rhône-Alpes, non présentes en Auvergne

- 91D0-1.1* : Tourbière boisée collinéenne du plateau de Millevache (l)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore : variante Prêle des bois (eq)

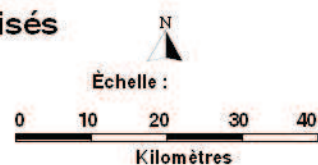
Autres habitats : saulaies-boulaies et sapinières-boulaies à sphaignes, sur substrat tourbeux ou paratourbeux

- ▲ 9410-8 : Sapinière-boulaie du *Betulo pubescentis-Abietetum albae* (Thébaud et Lemée, 1995) Thébaud 1996 (b)
- ▲ 9410-8 : Sapinière-boulaie du *Betulo pubescentis-Abietetum albae* (Thébaud et Lemée, 1995) Thébaud 1996, variante à Violette des marais et Agrostis des chiens (bv)
- ▲ 9410-7 : Sapinière du *Lycopodio annotini-Abietetum albae* (Thébaud 1988) Thébaud 1996 (bly)
- ▼ Hors directive (CB 42.1) : Sapinière du *Blechno-Abietetum Billy* 1997 nom. inval. (bl)
- ▼ Hors directive (CB 42.1) : Sapinière du *Blechno-Abietetum Billy* 1997 nom. inval., variante à Oxalis petite oseille (box)
- ▼ Hors directive : Boulaie-pineriaie avec sous étage de type « prairie humide » (ph)
- ▼ Hors directive (CB 44.92) : Saulaie-boulaie marécageuse du *Salicion cinereae* Th.Müll. & Görs 1958 (sa)
- ▼ Autres relevés non rattachés aux tourbières boisées (X)
- ~ Limite de la région Auvergne
- x Ville importante

Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne : Localisation des relevés phytosociologiques utilisés en Auvergne et sur ses marges



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable



Tourbières boisées d'Auvergne

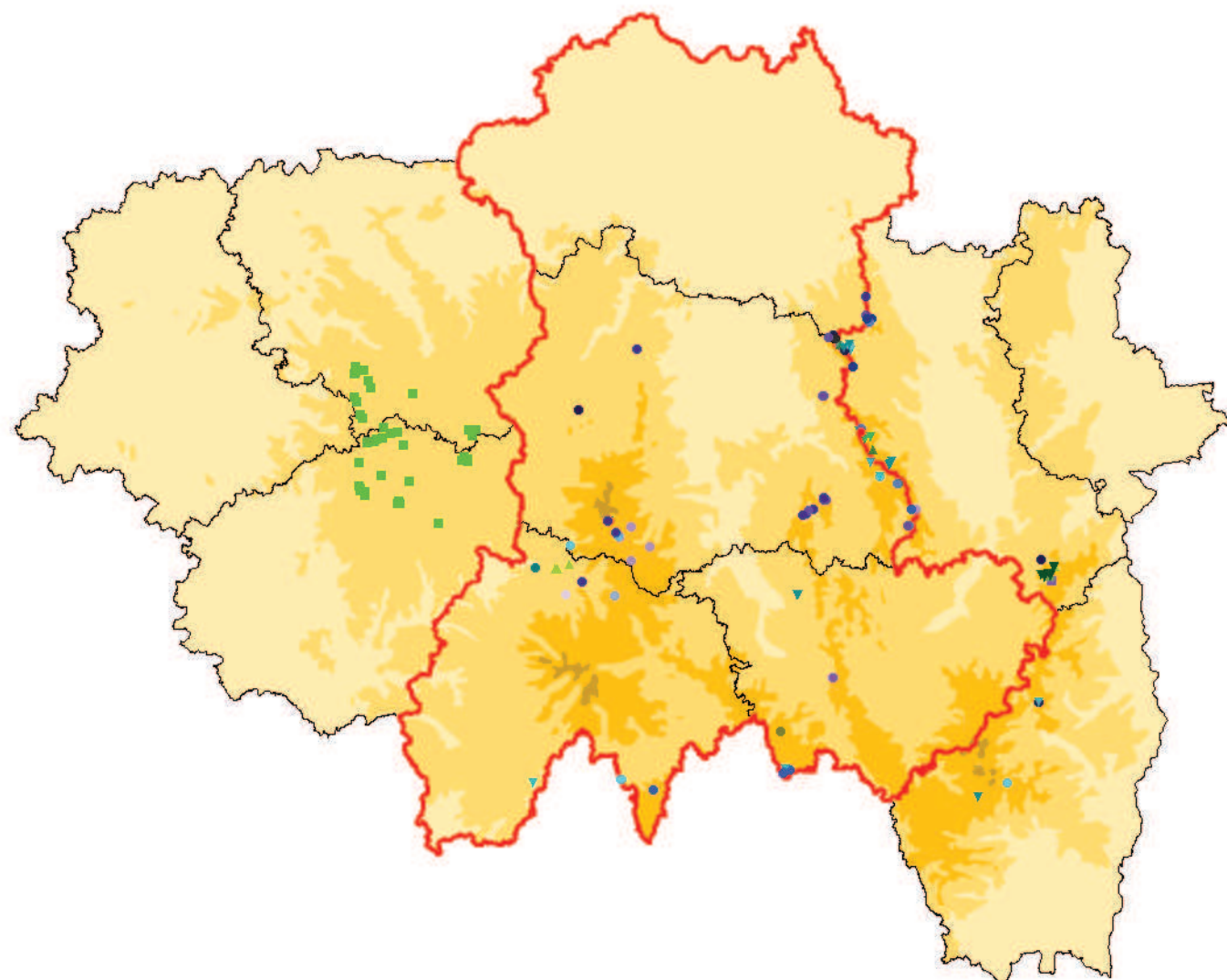
- 91D0-3* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin à crochets ou Pin sylvestre à Linaigrette vaginée et Airelle des marais, phase jeune à bouleau (evu)
- 91D0-3* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin à crochets ou Pin sylvestre à Linaigrette vaginée et Airelle des marais (evu)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée, variante typique (e)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée : variante dégradée à Framboisier(er)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée : variante à Canche flexueuse (ed)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée : variante à Laïche hérissé et Potentille dressée (en)
- 91D0* : Tourbière boisée morte à Pin sylvestre (se)
- 91D0* : Pineriaie paratourbeuse de Pin sylvestre à Airelle rouge (vi)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée de Pin sylvestre et Bouleau pubescent à Molinie bleue (mo)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée de Pin sylvestre et Bouleau pubescent à Molinie bleue, variante atlantique à Bruyère à quatre angles (mot)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau, variante jeune très tremblante (mi)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau, variante atterrie (ma)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau, variante à Linaigrette à feuille étroites (me)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore, variante à Laïche à utricules rostrés (ros)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore, variante à Jonc acutiflore (jm)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore, variante sciaphile de transition vers les sapinières à sphaignes (j/b)

Tourbières boisées du Plateau de Millevaches en Limousin et de Rhône-Alpes, non présentes en Auvergne

- 91D0-1.1* : Tourbière boisée collinéenne du plateau de Millevaches (l)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore : variante Prêle des bois (eq)

Autres habitats : saulaies-boulaies et sapinières-boulaies à sphaignes, sur substrat tourbeux ou paratourbeux

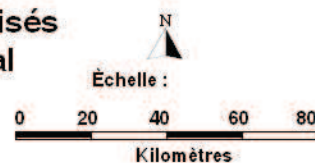
- ▲ 9410-8 : Sapinière-boulaie du *Betulo pubescentis-Abietetum albae* (Thébaud et Lemée, 1995) Thébaud 1996 (b)
- ▲ 9410-8 : Sapinière-boulaie du *Betulo pubescentis-Abietetum albae* (Thébaud et Lemée, 1995) Thébaud 1996, variante à Violette des marais et Agrostis des chiens (bv)
- ▲ 9410-7 : Sapinière du *Lycopodio annotini-Abietetum albae* (Thébaud 1988) Thébaud 1996 (bly)
- ▼ Hors directive (CB 42.1) : Sapinière du *Blechno-Abietetum Billy* 1997 nom. inval. (bl)
- ▼ Hors directive (CB 42.1) : Sapinière du *Blechno-Abietetum Billy* 1997 nom. inval., variante à Oxalis petite oseille (box)
- ▼ Hors directive : Boulaie-pineriaie avec sous étage de type « prairie humide » (ph)
- ▼ Hors directive (CB 44.92) : Saulaie-boulaie marécageuse du *Salicion cinereae* Th.Müll. & Görs 1958 (sa)
- ▼ Autres relevés non rattachés aux tourbières boisées (X)
- ~ Limite de la région Auvergne



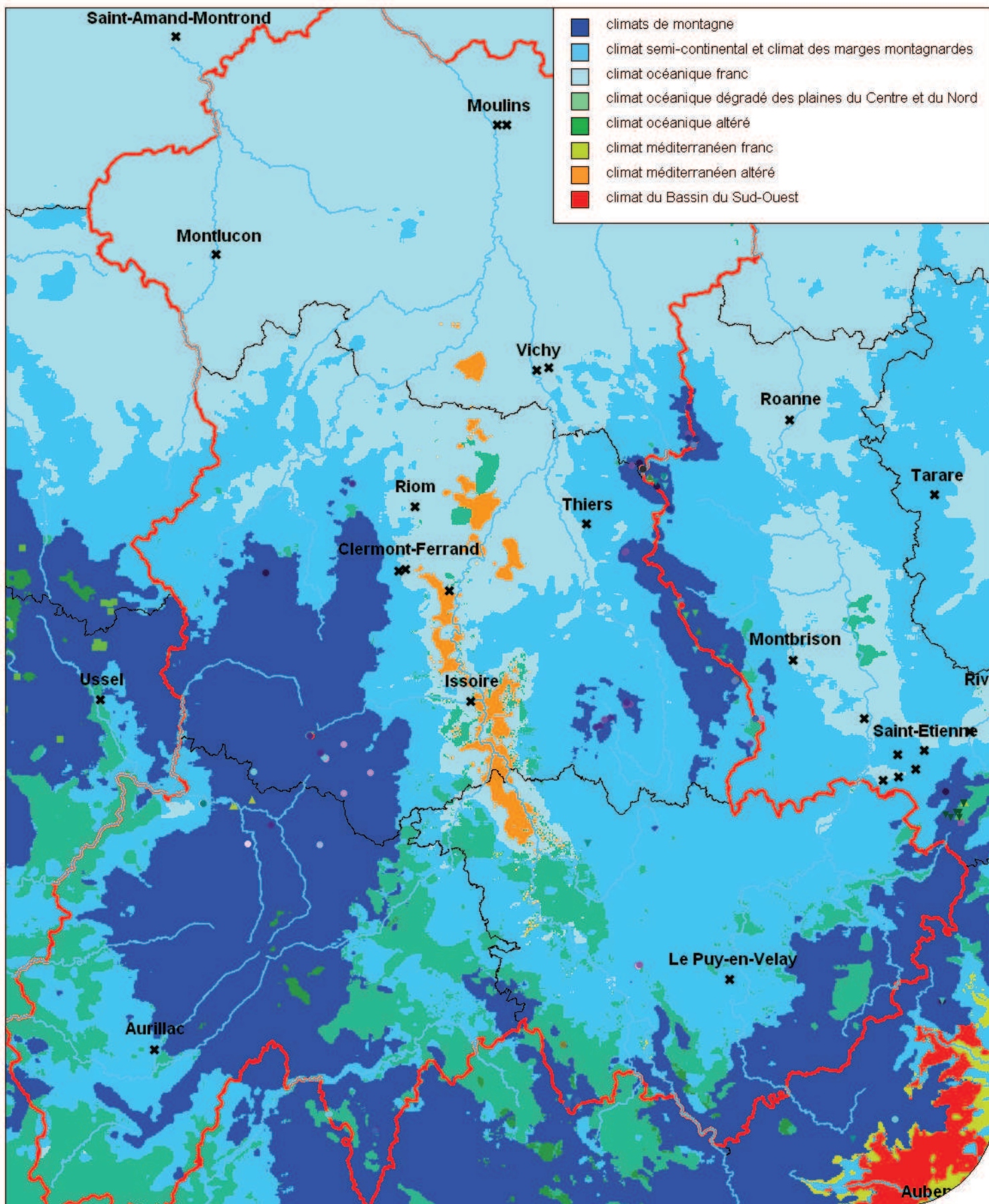
Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne : Localisation des relevés phytosociologiques utilisés sur le territoire d'agrément du CBN Massif central



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable



SIG CBN Massif central, Avril 2012



- climats de montagne
- climat semi-continentale et climat des marges montagnardes
- climat océanique franc
- climat océanique dégradé des plaines du Centre et du Nord
- climat océanique altéré
- climat méditerranéen franc
- climat méditerranéen altéré
- climat du Bassin du Sud-Ouest

Tourbières boisées d'Auvergne

- 91D0-3* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin à crochets ou Pin sylvestre à Linaigrette vaginée et Airelle des marais, phase jeune à bouleau (evu)
- 91D0-3* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin à crochets ou Pin sylvestre à Linaigrette vaginée et Airelle des marais (evu)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée, variante typique (e)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée : variante dégradée à Framboisier(er)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée : variante à Canche flexueuse (ed)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée : variante à Laïche hérissé et Potentille dressée (en)
- 91D0* : Tourbière boisée morte à Pin sylvestre (se)
- 91D0* : Pineriaie paratourbeuse de Pin sylvestre à Airelle rouge (vi)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée de Pin sylvestre et Bouleau pubescent à Molinie bleue (mo)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée de Pin sylvestre et Bouleau pubescent à Molinie bleue, variante atlantique à Bruyère à quatre angles (mot)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau, variante jeune très tremblante (mj)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau, variante atterrie (ma)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau, variante à Linaigrette à feuille étroites (me)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore, variante à Laïche à utricules rostrés (ros)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore, variante à Jonc acutiflore (jm)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore, variante sciaphile de transition vers les sapinières à sphaignes (j/b)

Tourbières boisées du Plateau de Millevaches en Limousin et de Rhône-Alpes, non présentes en Auvergne

- 91D0-1.1* : Tourbière boisée collinéenne du plateau de Millevache (l)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore : variante Prêle des bois (eq)

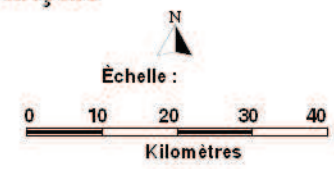
Autres habitats : saulaies-boulaies et sapinières-boulaies à sphaignes, sur substrat tourbeux ou paratourbeux

- ▲ 9410-8 : Sapinière-boulaie du *Betulo pubescentis-Abietetum albae* (Thébaud et Lemée, 1995) Thébaud 1996 (b)
- ▲ 9410-8 : Sapinière-boulaie du *Betulo pubescentis-Abietetum albae* (Thébaud et Lemée, 1995) Thébaud 1996, variante à Violette des marais et Agrostis des chiens (bv)
- ▲ 9410-7 : Sapinière du *Lycopodio annotini-Abietetum albae* (Thébaud 1988) Thébaud 1996 (bly)
- ▼ Hors directive (CB 42.1) : Sapinière du *Blechno-Abietetum Billy* 1997 nom. inval. (bl)
- ▼ Hors directive (CB 42.1) : Sapinière du *Blechno-Abietetum Billy* 1997 nom. inval., variante à Oxalis petite oseille (box)
- ▼ Hors directive : Boulaie-pineriaie avec sous étage de type « prairie humide » (ph)
- ▼ Hors directive (CB 44.92) : Saulaie-boulaie marécageuse du *Salicion cinereae* Th.Müll. & Görs 1958 (sa)
- ▼ Autres relevés non rattachés aux tourbières boisées (X)
- ~ Limite de la région Auvergne
- x Ville importante

Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne : Localisation des relevés phytosociologiques utilisés en Auvergne et sur ses marges sur fond cartographique "Typologie des climats français"

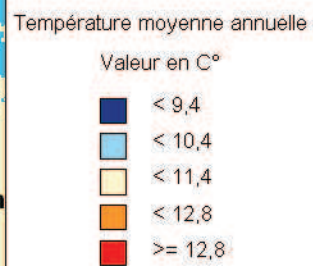
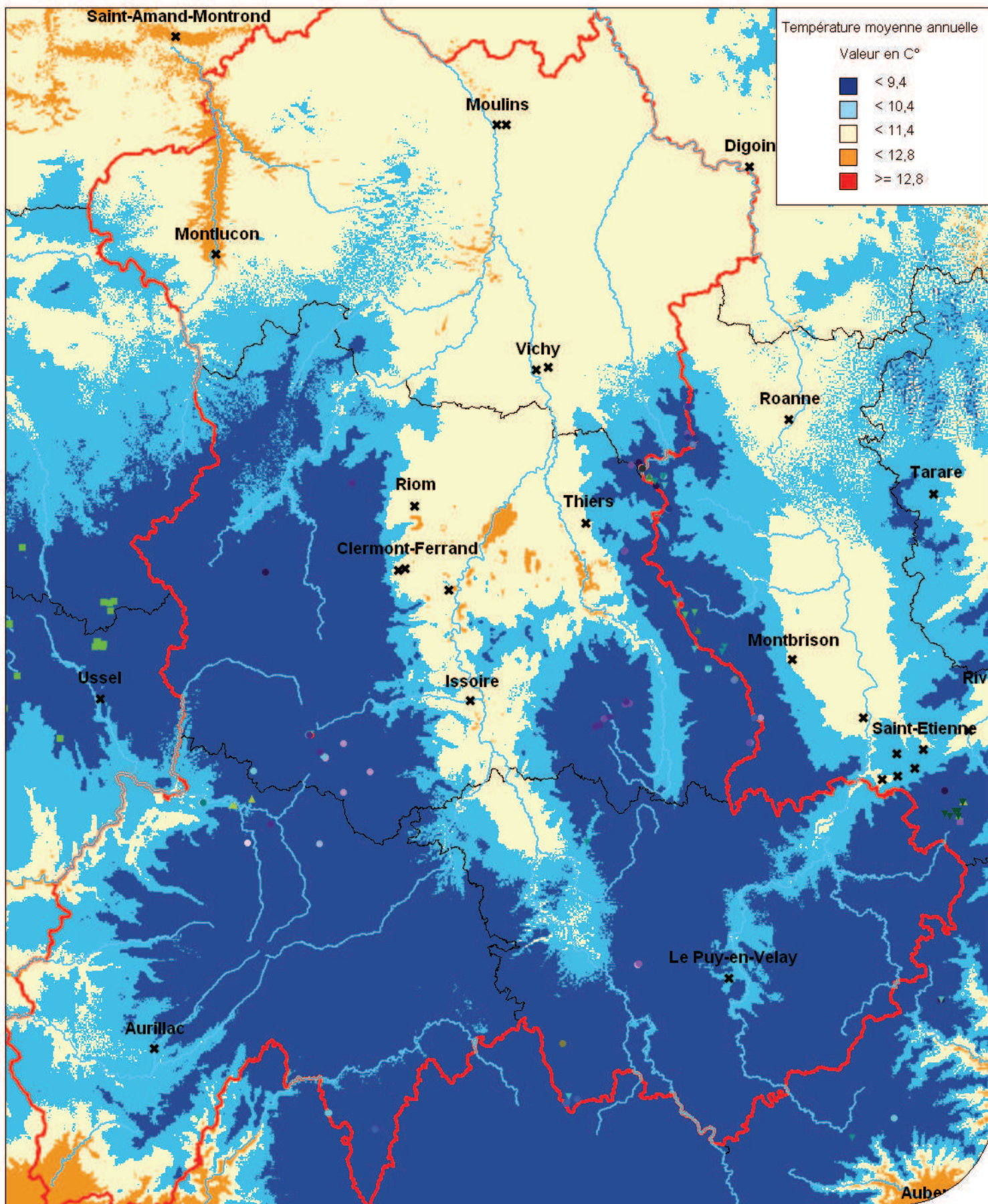


Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable



SIG CBN Massif central, Avril 2012

Daniel Joly, Thierry Brossard, Hervé Cardot, Jean Cavailhes, Mohamed Hilal et Pierre Wavresky, " Les types de climats en France, une construction spatiale ", Cybergeo : European Journal of Geography [En ligne], Cartographie, Imagerie, SIG, article 501, mis en ligne le 18 juin 2010, consulté le 09 février 2012. URL : <http://cybergeo.revues.org/23155> ; DOI : 10.4000/cybergeo.23155



Tourbières boisées d'Auvergne

- 91D0-3* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin à crochets ou Pin sylvestre à Linaigrette vaginée et Airelle des marais, phase jeune à bouleau (evu)
- 91D0-3* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin à crochets ou Pin sylvestre à Linaigrette vaginée et Airelle des marais (evu)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée, variante typique (e)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée : variante dégradée à Framboisier(er)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée : variante à Canche flexueuse (ed)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée : variante à Laïche hérisson et Potentille dressée (en)
- 91D0* : Tourbière boisée morte à Pin sylvestre (se)
- 91D0* : Pineriaie paratourbeuse de Pin sylvestre à Airelle rouge (vi)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée de Pin sylvestre et Bouleau pubescent à Molinie bleue (mo)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée de Pin sylvestre et Bouleau pubescent à Molinie bleue, variante atlantique à Bruyère à quatre angles (mot)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau, variante jeune très tremblante (mj)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau, variante atterrie (ma)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau, variante à Linaigrette à feuille étroites (me)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore, variante à Laïche à utricules rostrés (ros)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore, variante à Jonc acutiflore (jm)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore, variante sciaphile de transition vers les sapinières à sphaignes (j/b)

Tourbières boisées du Plateau de Millevaches en Limousin et de Rhône-Alpes, non présentes en Auvergne

- 91D0-1.1* : Tourbière boisée collinéenne du plateau de Millevache (l)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore : variante Prêle des bois (eq)

Autres habitats : saulaies-boulaies et sapinières-boulaies à sphaignes, sur substrat tourbeux ou paratourbeux

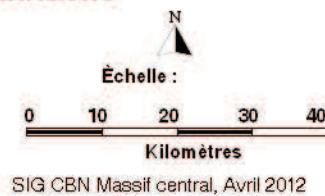
- ▲ 9410-8 : Sapinière-boulaie du *Betulo pubescentis-Abietetum albae* (Thébaud et Lemée, 1995) Thébaud 1996 (b)
- ▲ 9410-8 : Sapinière-boulaie du *Betulo pubescentis-Abietetum albae* (Thébaud et Lemée, 1995) Thébaud 1996, variante à Violette des marais et Agrostis des chiens (bv)
- ▲ 9410-7 : Sapinière du *Lycopodio annotini-Abietetum albae* (Thébaud 1988) Thébaud 1996 (bly)
- ▼ Hors directive (CB 42.1) : Sapinière du *Blechno-Abietetum Billy* 1997 nom. inval. (bl)
- ▼ Hors directive (CB 42.1) : Sapinière du *Blechno-Abietetum Billy* 1997 nom. inval., variante à Oxalis petite oseille (box)
- ▼ Hors directive : Boulaie-pineriaie avec sous étage de type « prairie humide » (ph)
- ▼ Hors directive (CB 44.92) : Saulaie-boulaie marécageuse du *Salicion cinereae* Th.Müll. & Görs 1958 (sa)
- ▼ Autres relevés non rattachés aux tourbières boisées (X)
- ~ Limite de la région Auvergne
- ✕ Ville importante

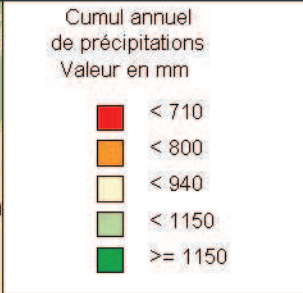
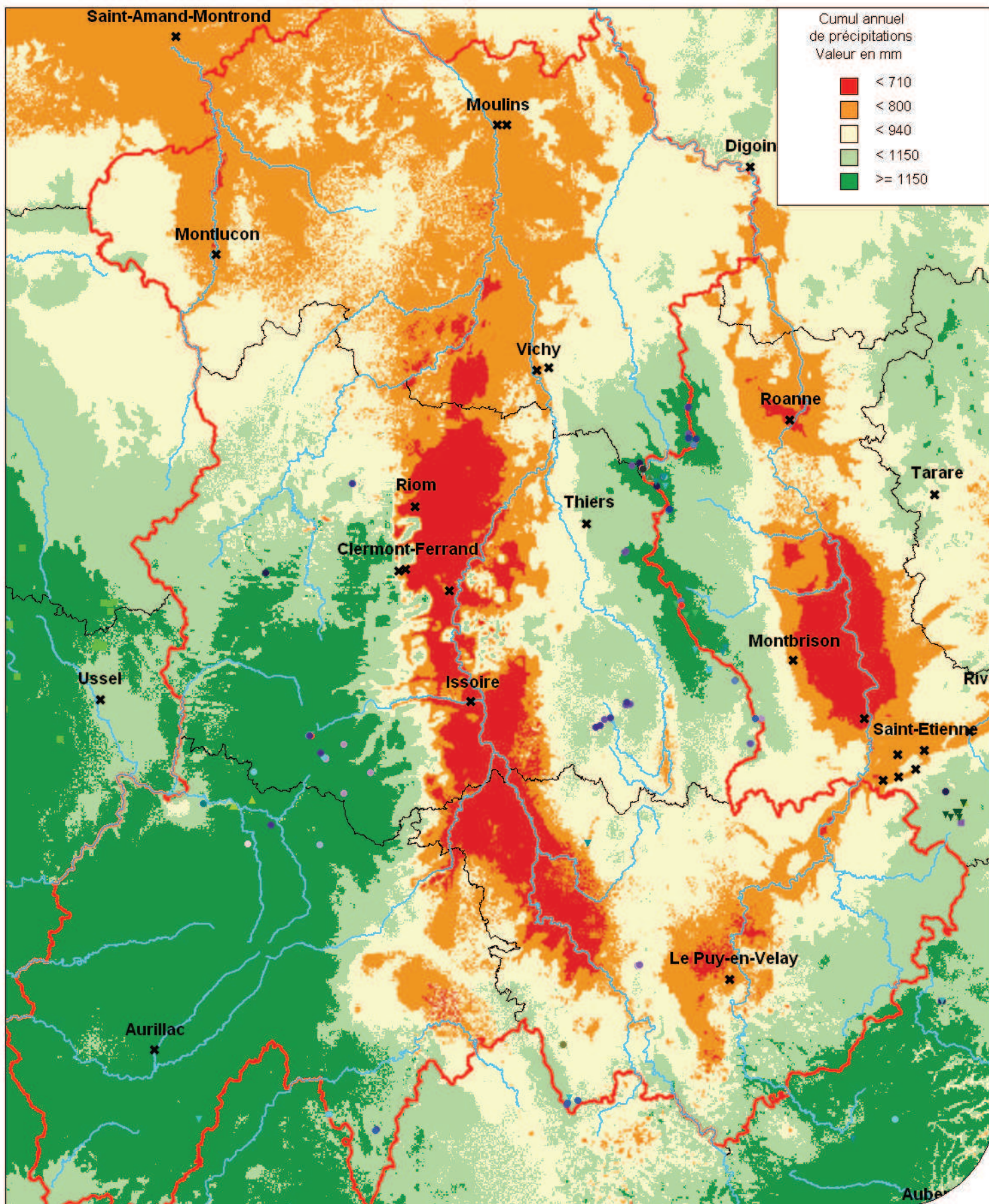
Daniel Joly, Thierry Brossard, Hervé Cardot, Jean Cavailles, Mohamed Hilal et Pierre Wavresky, " Les types de climats en France, une construction spatiale ", Cybergeo : European Journal of Geography [En ligne], Cartographie, Imagerie, SIG, article 501, mis en ligne le 18 juin 2010, consulté le 09 février 2012. URL : <http://cybergeo.revues.org/23155> ; DOI : 10.4000/cybergeo.23155

Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne : Localisation des relevés phytosociologiques utilisés en Auvergne et sur ses marges sur fond cartographique "Température moyenne annuelle"



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable





Tourbières boisées d'Auvergne

- 91D0-3* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin à crochets ou Pin sylvestre à Linaigrette vaginée et Airelle des marais, phase jeune à bouleau (evu)
- 91D0-3* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin à crochets ou Pin sylvestre à Linaigrette vaginée et Airelle des marais (evu)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée, variante typique (e)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée : variante dégradée à Framboisier(er)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée : variante à Canche flexueuse (ed)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée : variante à Laïche hérissé et Potentille dressée (en)
- 91D0* : Tourbière boisée morte à Pin sylvestre (se)
- 91D0* : Pineriaie paratourbeuse de Pin sylvestre à Airelle rouge (vi)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée de Pin sylvestre et Bouleau pubescent à Molinie bleue (mo)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée de Pin sylvestre et Bouleau pubescent à Molinie bleue, variante atlantique à Bruyère à quatre angles (mot)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau, variante jeune très tremblante (mj)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau, variante atterrie (ma)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau, variante à Linaigrette à feuille étroites (me)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore, variante à Laïche à utricules rostrés (ros)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore, variante à Jonc acutiflore (jm)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore, variante sciaphile de transition vers les sapinières à sphaignes (j/b)

Tourbières boisées du Plateau de Millevaches en Limousin et de Rhône-Alpes, non présentes en Auvergne

- 91D0-1.1* : Tourbière boisée collinéenne du plateau de Millevache (l)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore : variante Prêle des bois (eq)

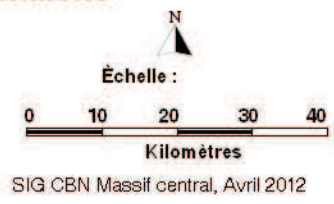
Autres habitats : saulaies-boulaies et sapinières-boulaies à sphaignes, sur substrat tourbeux ou paratourbeux

- ▲ 9410-8 : Sapinière-boulaie du *Betulo pubescentis-Abietetum albae* (Thébaud et Lemée, 1995) Thébaud 1996 (b)
- ▲ 9410-8 : Sapinière-boulaie du *Betulo pubescentis-Abietetum albae* (Thébaud et Lemée, 1995) Thébaud 1996, variante à Violette des marais et Agrostis des chiens (bv)
- ▲ 9410-7 : Sapinière du *Lycopodio annotini-Abietetum albae* (Thébaud 1988) Thébaud 1996 (bly)
- ▼ Hors directive (CB 42.1) : Sapinière du *Blechno-Abietetum Billy* 1997 nom. inval. (bl)
- ▼ Hors directive (CB 42.1) : Sapinière du *Blechno-Abietetum Billy* 1997 nom. inval., variante à Oxalis petite oseille (box)
- ▼ Hors directive : Boulaie-pineriaie avec sous étage de type « prairie humide » (ph)
- ▼ Hors directive (CB 44.92) : Saulaie-boulaie marécageuse du *Salicion cinereae* Th.Müll. & Görs 1958 (sa)
- ▼ Autres relevés non rattachés aux tourbières boisées (X)
- ~ Limite de la région Auvergne
- ✕ Ville importante

Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne : Localisation des relevés phytosociologiques utilisés en Auvergne et sur ses marges sur fond cartographique "Cumul annuel de précipitations"

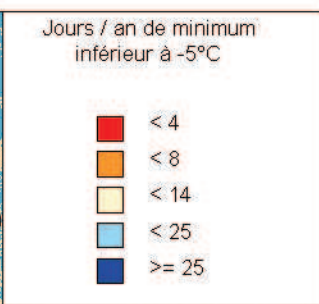
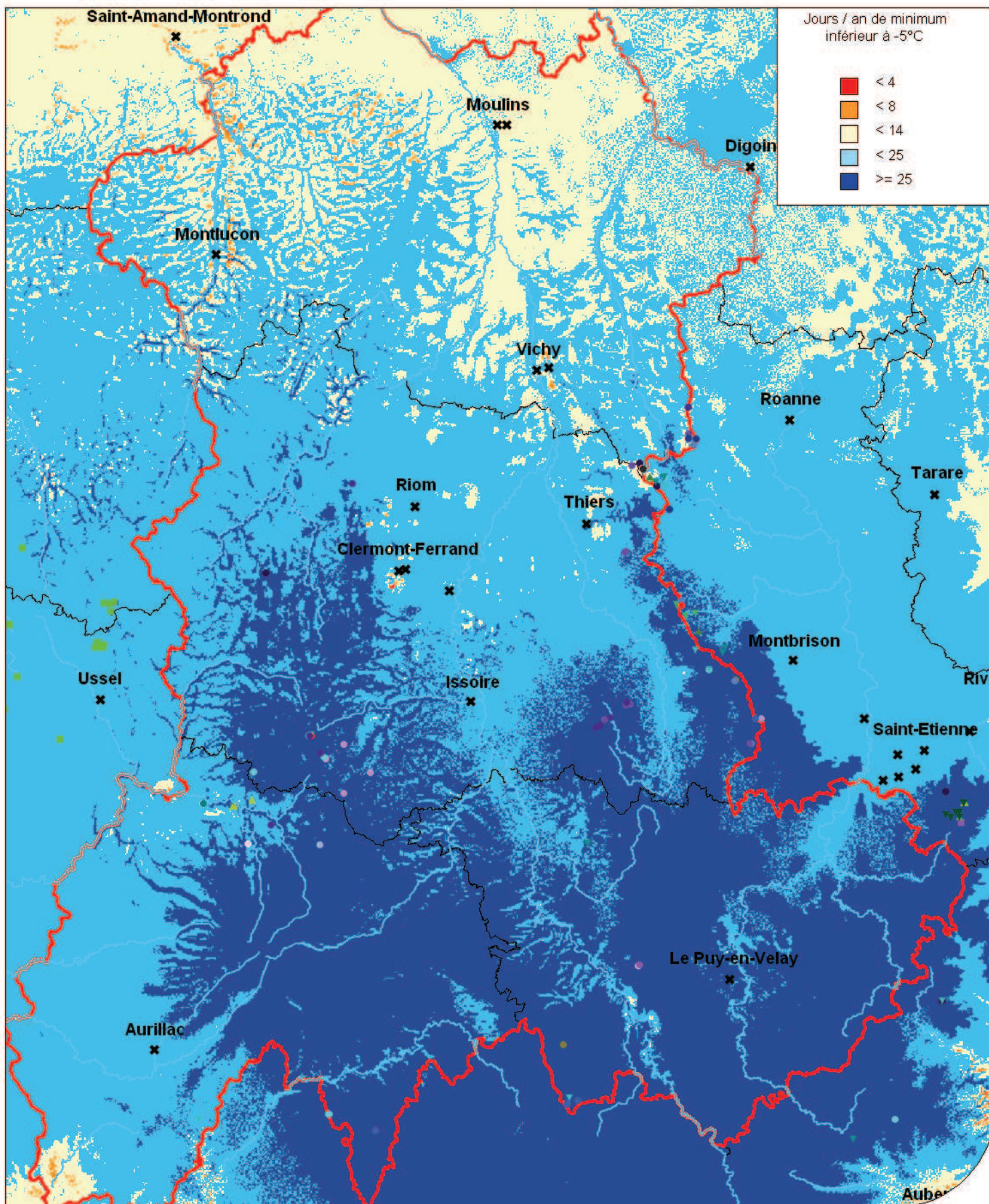


Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable



SIG CBN Massif central, Avril 2012

Daniel Joly, Thierry Brossard, Hervé Cardot, Jean Cavailhes, Mohamed Hilal et Pierre Wavresky, " Les types de climats en France, une construction spatiale ", Cybergeo : European Journal of Geography [En ligne], Cartographie, Imagerie, SIG, article 501, mis en ligne le 18 juin 2010, consulté le 09 février 2012. URL : <http://cybergeo.revues.org/23155> ; DOI : 10.4000/cybergeo.23155



Tourbières boisées d'Auvergne

- 91D0-3* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin à crochets ou Pin sylvestre à Linaigrette vaginée et Airelle des marais, phase jeune à bouleau (evu)
- 91D0-3* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin à crochets ou Pin sylvestre à Linaigrette vaginée et Airelle des marais (evu)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée, variante typique (e)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée : variante dégradée à Framboisier(er)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée : variante à Canche flexueuse (ed)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée : variante à Laïche hérissé et Potentille dressée (en)
- 91D0* : Tourbière boisée morte à Pin sylvestre (se)
- 91D0* : Pineriaie paratourbeuse de Pin sylvestre à Airelle rouge (vi)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée de Pin sylvestre et Bouleau pubescent à Molinie bleue (mo)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée de Pin sylvestre et Bouleau pubescent à Molinie bleue, variante atlantique à Bruyère à quatre angles (mot)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau, variante jeune très tremblante (mj)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau, variante atterrie (ma)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau, variante à Linaigrette à feuille étroites (me)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore, variante à Laïche à utricules rostrés (ros)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore, variante à Jonc acutiflore (jm)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore, variante sciaphile de transition vers les sapinières à sphaignes (j/b)

Tourbières boisées du Plateau de Millevaches en Limousin et de Rhône-Alpes, non présentes en Auvergne

- 91D0-1.1* : Tourbière boisée collinéenne du plateau de Millevache (l)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore : variante Prêle des bois (eq)

Autres habitats : saulaies-boulaies et sapinières-boulaies à sphaignes, sur substrat tourbeux ou paratourbeux

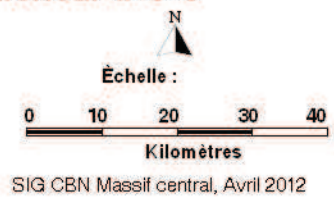
- ▲ 9410-8 : Sapinière-boulaie du *Betulo pubescentis-Abietetum albae* (Thébaud et Lemée, 1995) Thébaud 1996 (b)
- ▲ 9410-8 : Sapinière-boulaie du *Betulo pubescentis-Abietetum albae* (Thébaud et Lemée, 1995) Thébaud 1996, variante à Violette des marais et *Agrostis des chiens* (bv)
- ▲ 9410-7 : Sapinière du *Lycopodio annotini-Abietetum albae* (Thébaud 1988) Thébaud 1996 (bly)
- ▼ Hors directive (CB 42.1) : Sapinière du *Blechno-Abietetum Billy* 1997 nom. inval. (bl)
- ▼ Hors directive (CB 42.1) : Sapinière du *Blechno-Abietetum Billy* 1997 nom. inval., variante à *Oxalis petite oseille* (box)
- ▼ Hors directive : Boulaie-pineriaie avec sous étage de type « prairie humide » (ph)
- ▼ Hors directive (CB 44.92) : Saulaie-boulaie marécageuse du *Salicion cinereae* Th.Müll. & Görs 1958 (sa)
- ▼ Autres relevés non rattachés aux tourbières boisées (X)
- ~ Limite de la région Auvergne
- ✕ Ville importante

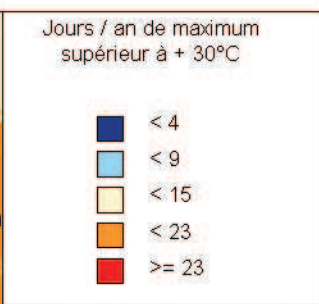
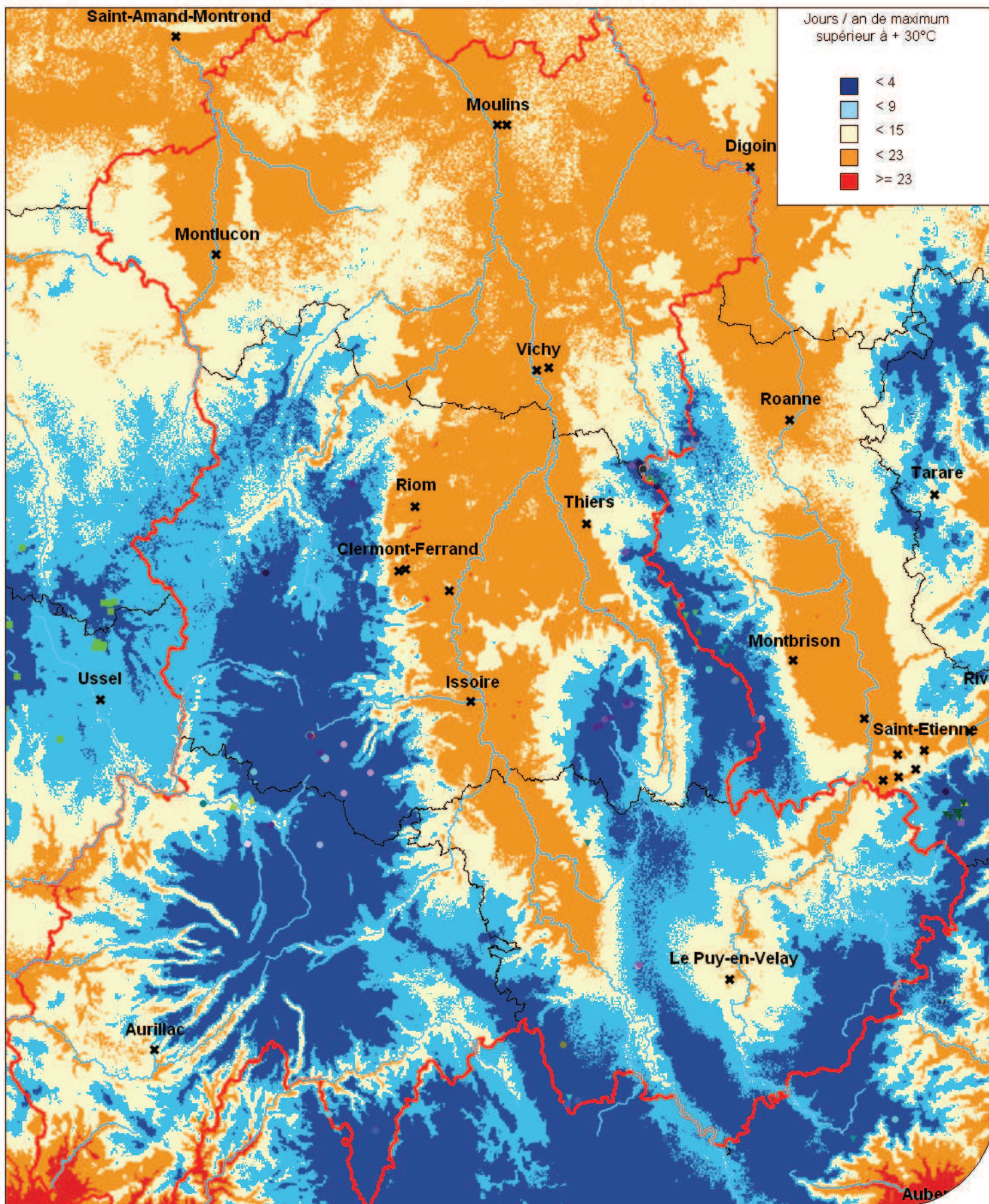
Daniel Joly, Thierry Brossard, Hervé Cardot, Jean Cavallhes, Mohamed Hilal et Pierre Wavresky, " Les types de climats en France, une construction spatiale ", Cybergeo : European Journal of Geography [En ligne], Cartographie, Imagerie, SIG, article 501, mis en ligne le 18 juin 2010, consulté le 09 février 2012. URL : <http://cybergeo.revues.org/23155> ; DOI : 10.4000/cybergeo.23155

Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne : Localisation des relevés phytosociologiques utilisés en Auvergne et sur ses marges sur fond cartographique "Jours an de minimum inférieur à -5°C"



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable





Tourbières boisées d'Auvergne

- 91D0-3* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin à crochets ou Pin sylvestre à Linaigrette vaginée et Airelle des marais, phase jeune à bouleau (evu)
- 91D0-3* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin à crochets ou Pin sylvestre à Linaigrette vaginée et Airelle des marais (evu)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée, variante typique (e)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée : variante dégradée à Framboisier(er)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée : variante à Canche flexueuse (ed)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée ombrotrophile de Pin sylvestre, Pin à crochets et Bouleau pubescent à Linaigrette vaginée : variante à Laïche hérissé et Potentille dressée (en)
- 91D0* : Tourbière boisée morte à Pin sylvestre (se)
- 91D0* : Pineriaie paratourbeuse de Pin sylvestre à Airelle rouge (vi)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée de Pin sylvestre et Bouleau pubescent à Molinie bleue (mo)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée de Pin sylvestre et Bouleau pubescent à Molinie bleue, variante atlantique à Bruyère à quatre angles (mot)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau, variante jeune très tremblante (mj)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau, variante atterrie (ma)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée tremblante de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Trèfle d'eau, variante à Linaigrette à feuille étroites (me)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore, variante à Laïche à utricules rostrés (ros)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore, variante à Jonc acutiflore (jm)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore, variante sciaphile de transition vers les sapinières à sphaignes (j/b)

Tourbières boisées du Plateau de Millevaches en Limousin et de Rhône-Alpes, non présentes en Auvergne

- 91D0-1.1* : Tourbière boisée collinéenne du plateau de Millevache (l)
- 91D0-1.2* : Tourbière boisée minérotrophile de Bouleau pubescent et de Pin sylvestre à Laïche à utricules rostrés et Jonc acutiflore : variante Prêle des bois (eq)

Autres habitats : saulaies-boulaies et sapinières-boulaies à sphaignes, sur substrat tourbeux ou paratourbeux

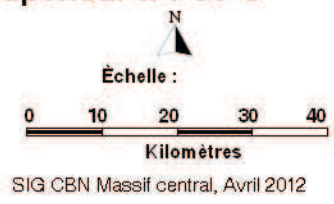
- ▲ 9410-8 : Sapinière-boulaie du *Betulo pubescentis-Abietetum albae* (Thébaud et Lemée, 1995) Thébaud 1996 (b)
- ▲ 9410-8 : Sapinière-boulaie du *Betulo pubescentis-Abietetum albae* (Thébaud et Lemée, 1995) Thébaud 1996, variante à Violette des marais et Agrostis des chiens (bv)
- ▲ 9410-7 : Sapinière du *Lycopodio annotini-Abietetum albae* (Thébaud 1988) Thébaud 1996 (bly)
- ▼ Hors directive (CB 42.1) : Sapinière du *Blechno-Abietetum Billy* 1997 nom. inval. (bl)
- ▼ Hors directive (CB 42.1) : Sapinière du *Blechno-Abietetum Billy* 1997 nom. inval., variante à Oxalis petite oseille (box)
- ▼ Hors directive : Boulaie-pineriaie avec sous étage de type « prairie humide » (ph)
- ▼ Hors directive (CB 44.92) : Saulaie-boulaie marécageuse du *Salicion cinereae* Th.Müll. & Görs 1958 (sa)
- ▼ Autres relevés non rattachés aux tourbières boisées (X)
- ~ Limite de la région Auvergne
- ✕ Ville importante

Daniel Joly, Thierry Brossard, Hervé Cardot, Jean Cavailhes, Mohamed Hilal et Pierre Wavresky, " Les types de climats en France, une construction spatiale ", Cybergeo : European Journal of Geography [En ligne], Cartographie, Imagerie, SIG, article 501, mis en ligne le 18 juin 2010, consulté le 09 février 2012. URL : <http://cybergeo.revues.org/23155> ; DOI : 10.4000/cybergeo.23155

Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne : Localisation des relevés phytosociologiques utilisés en Auvergne et sur ses marges sur fond cartographique "Jours an de maximum supérieur à + 30°C"



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable

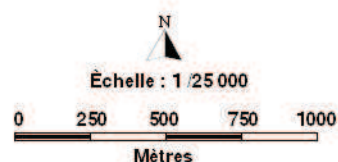




localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
 Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable



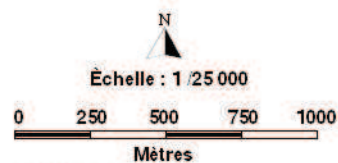
Fond cartographique :
 Scan25 © IGN 2008
 Sphère écologie contrat IGN-FCBN



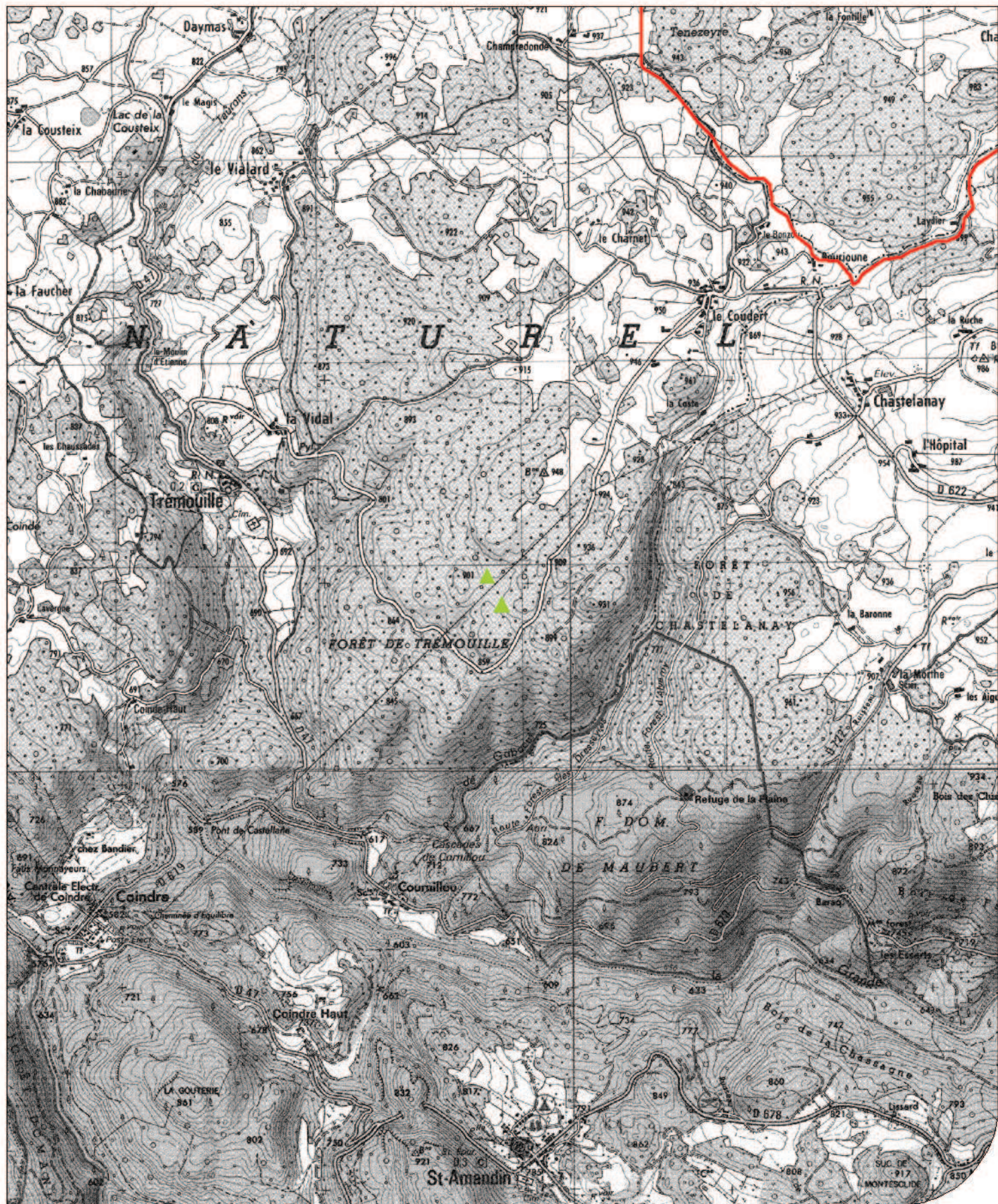
localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
 Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable



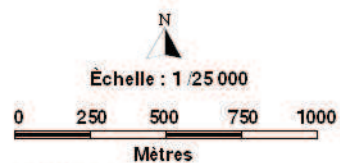
Fond cartographique :
 Scan25 © IGN 2008
 Sphère écologie contrat IGN-FCBN



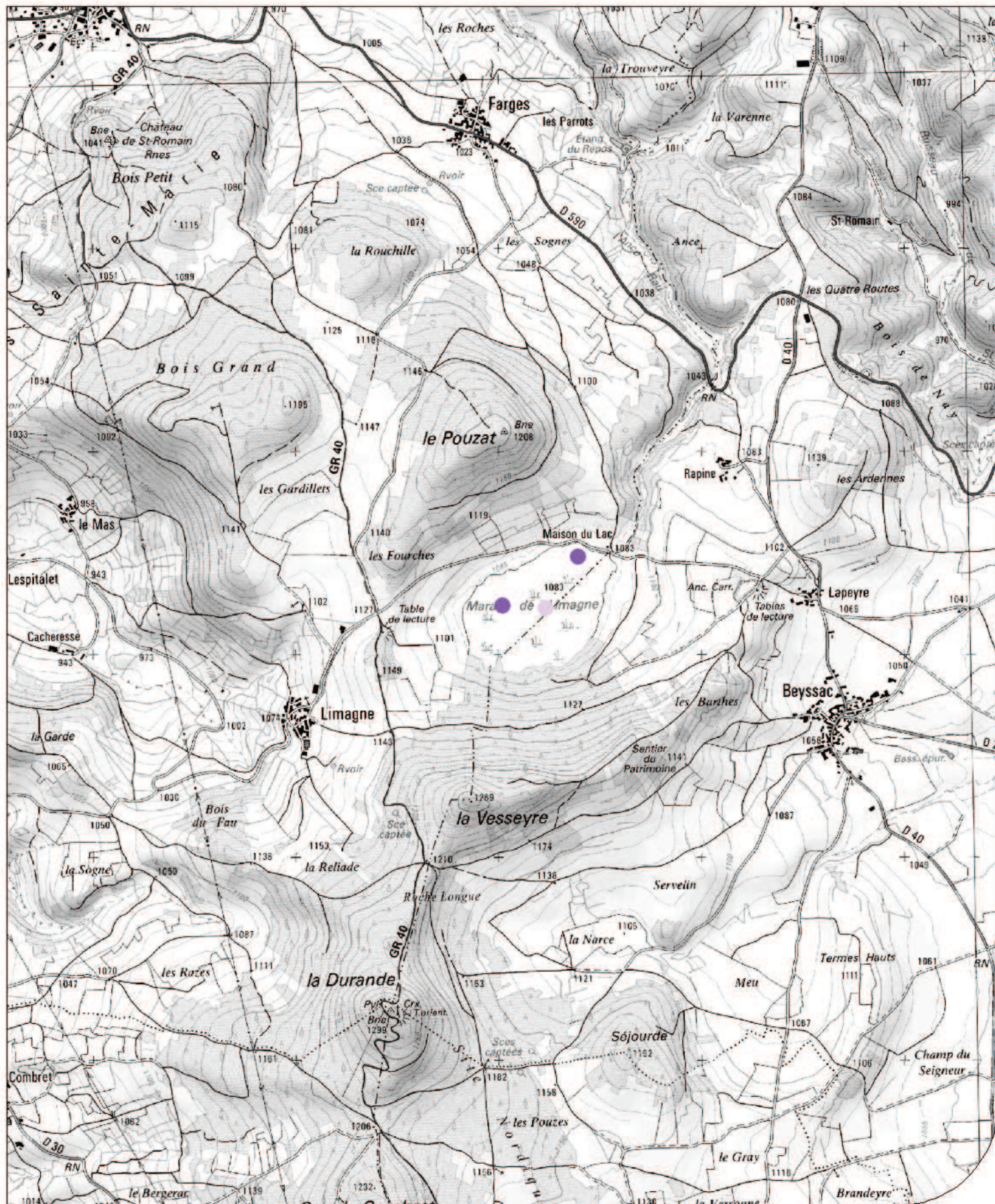
localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
 Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable



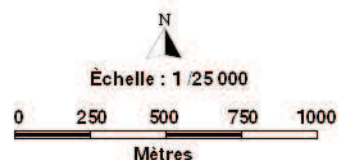
Fond cartographique :
 Scan25 © IGN 2008
 Sphère écologie contrat IGN-FCBN



localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
 Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable



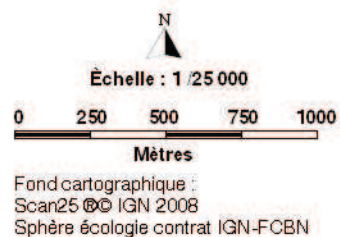
Fond cartographique :
 Scan25 © IGN 2008
 Sphère écologie contrat IGN-FCBN

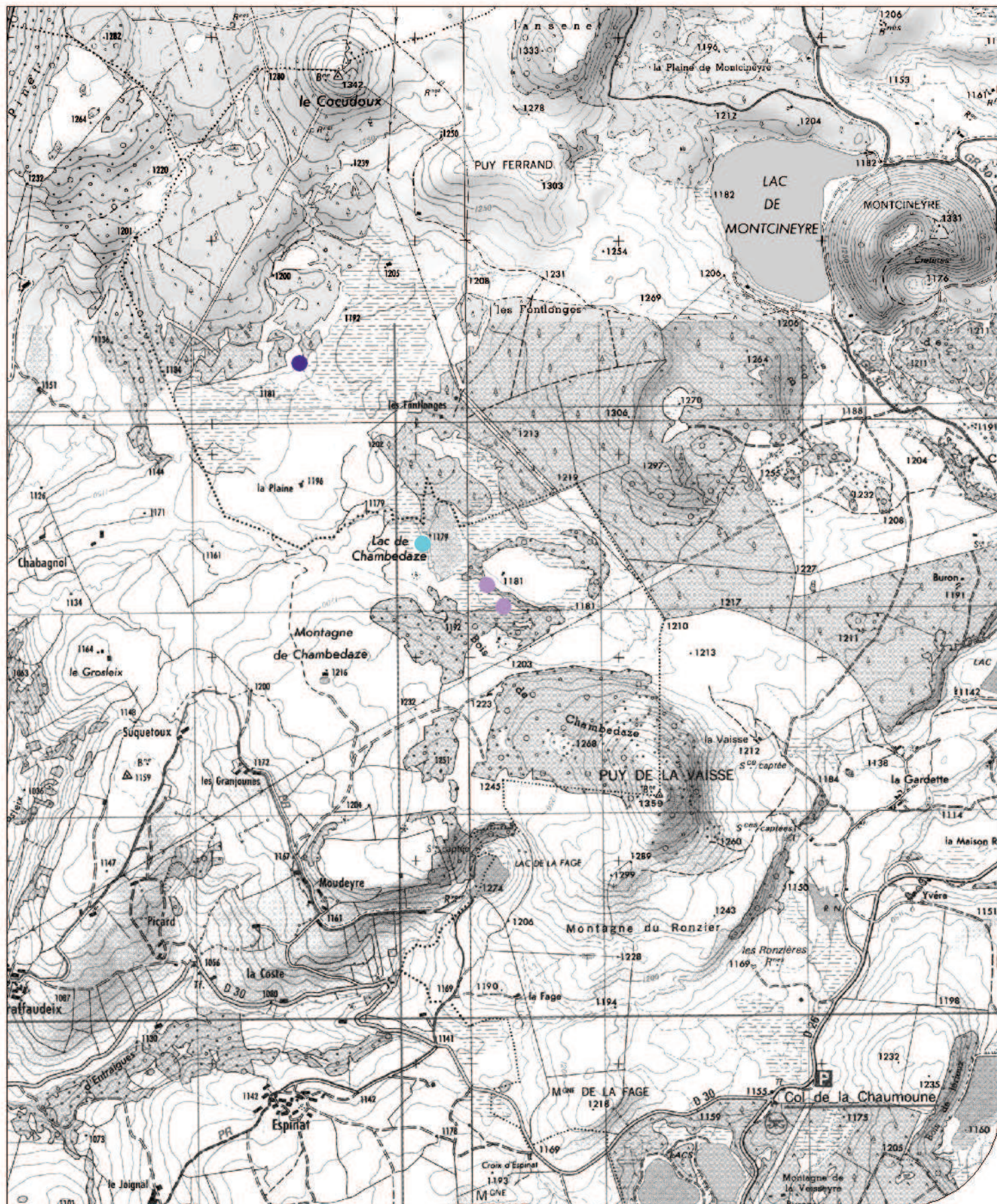


localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
 Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable

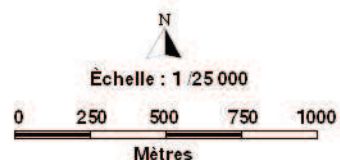




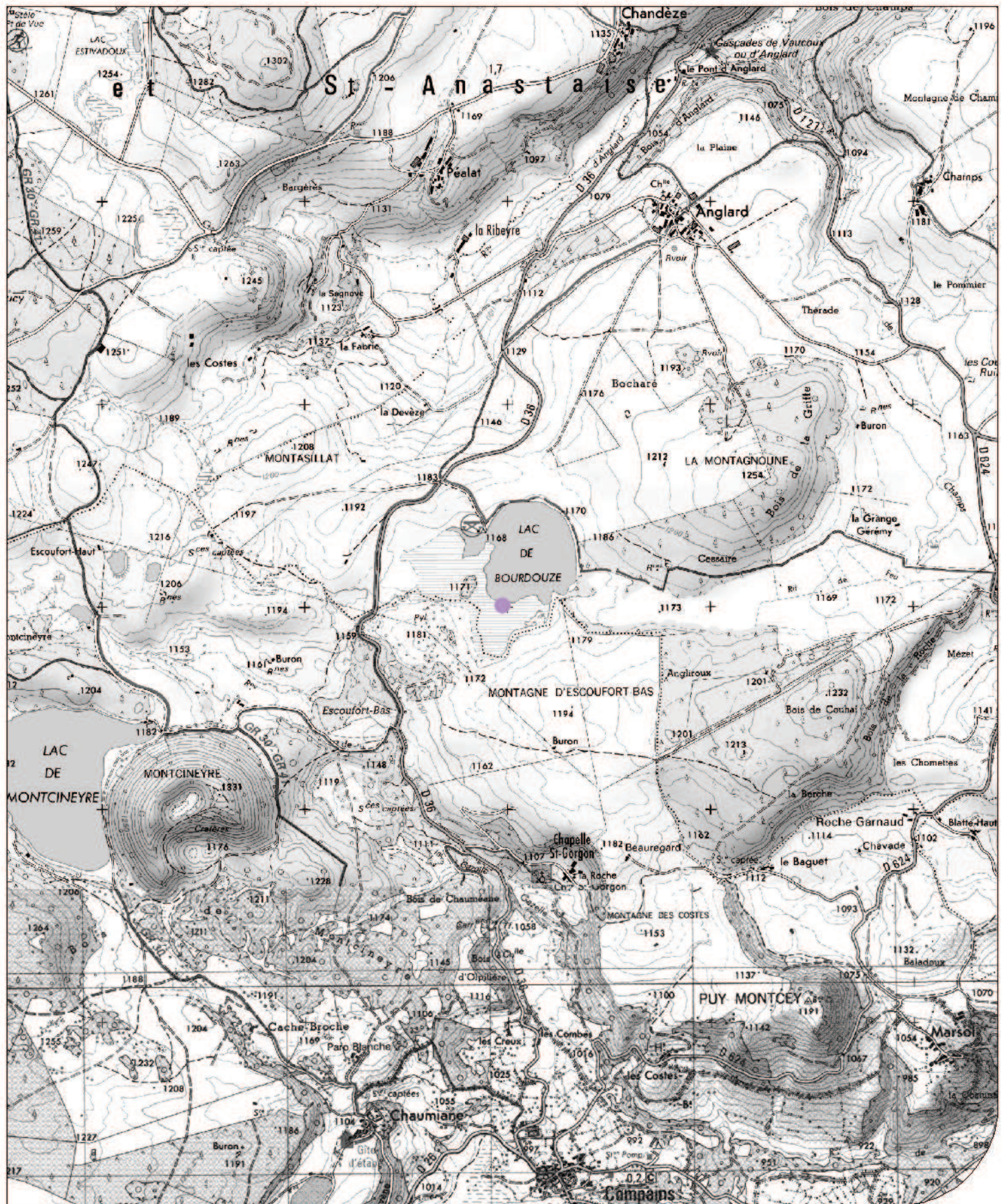
localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
 Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable



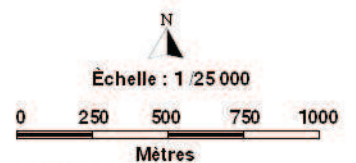
Fond cartographique :
 Scan25 © IGN 2008
 Sphère écologie contrat IGN-FCBN



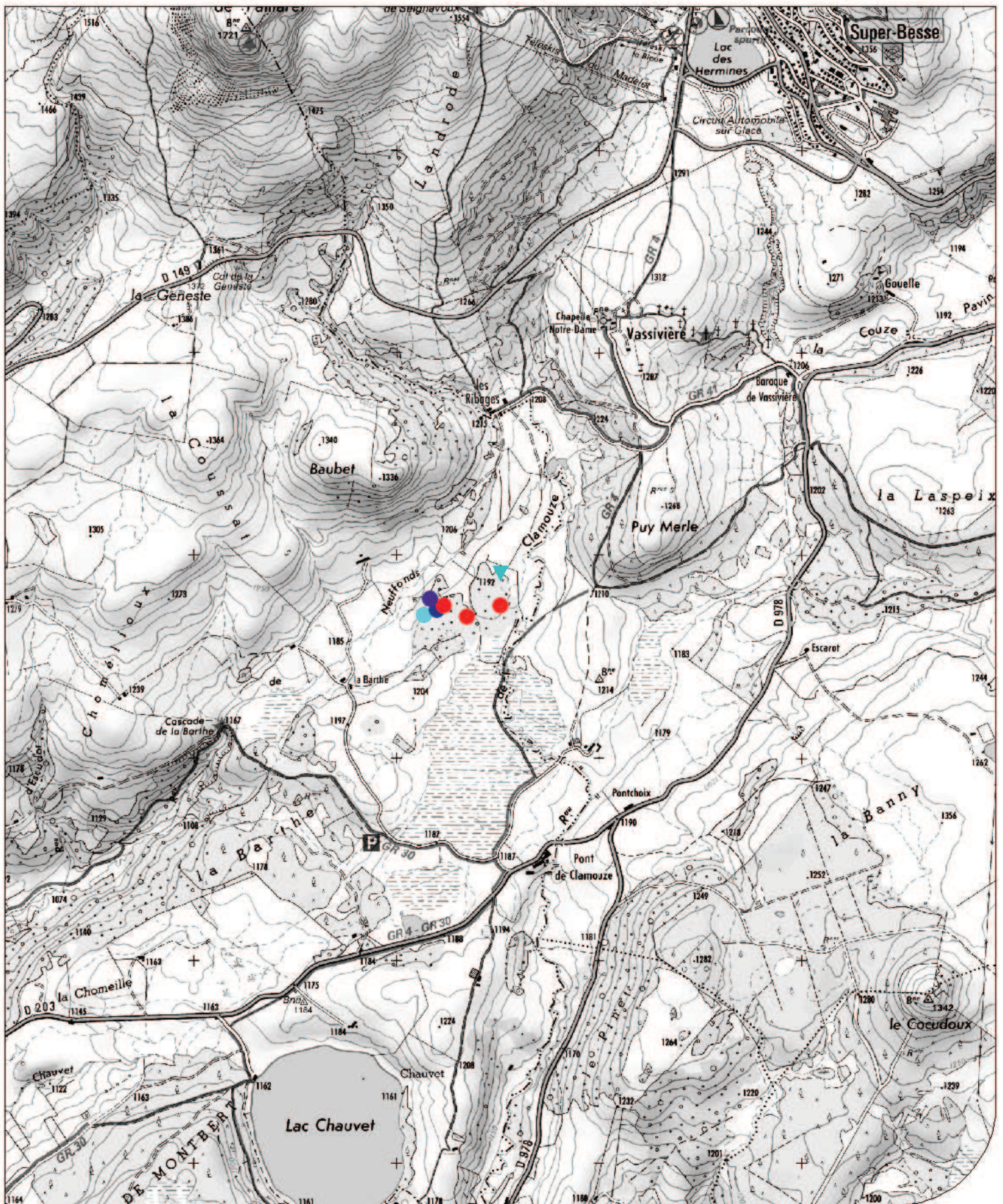
localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable



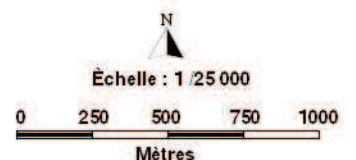
Fond cartographique :
Scan25 © IGN 2008
Sphère écologie contrat IGN-FCBN



localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
 Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable



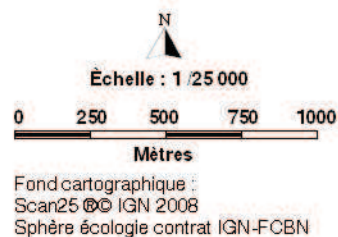
Fond cartographique :
 Scan25 © IGN 2008
 Sphère écologie contrat IGN-FCBN

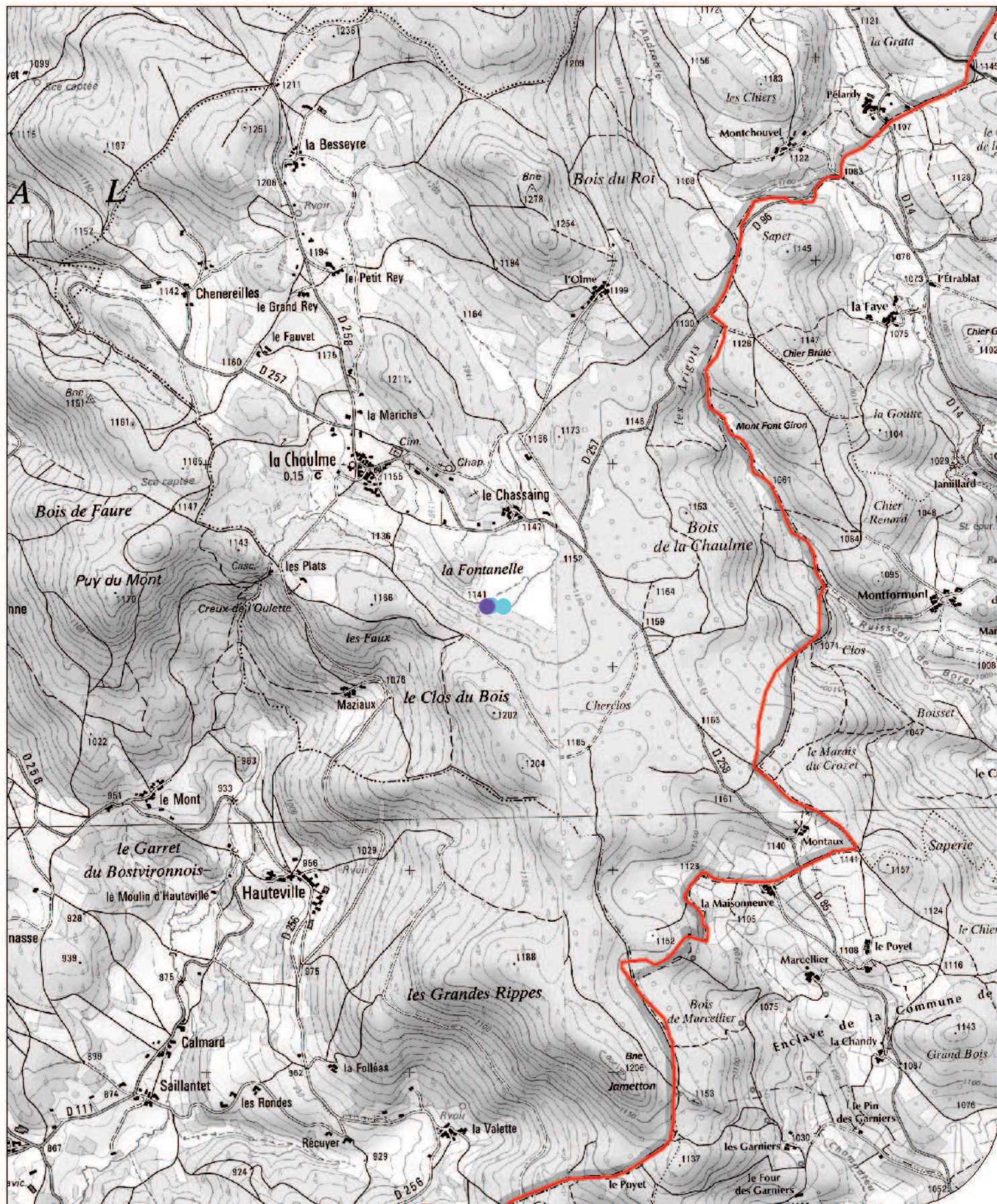


localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
 Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable

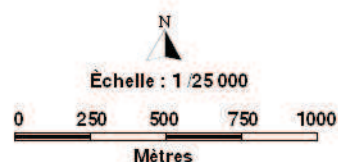




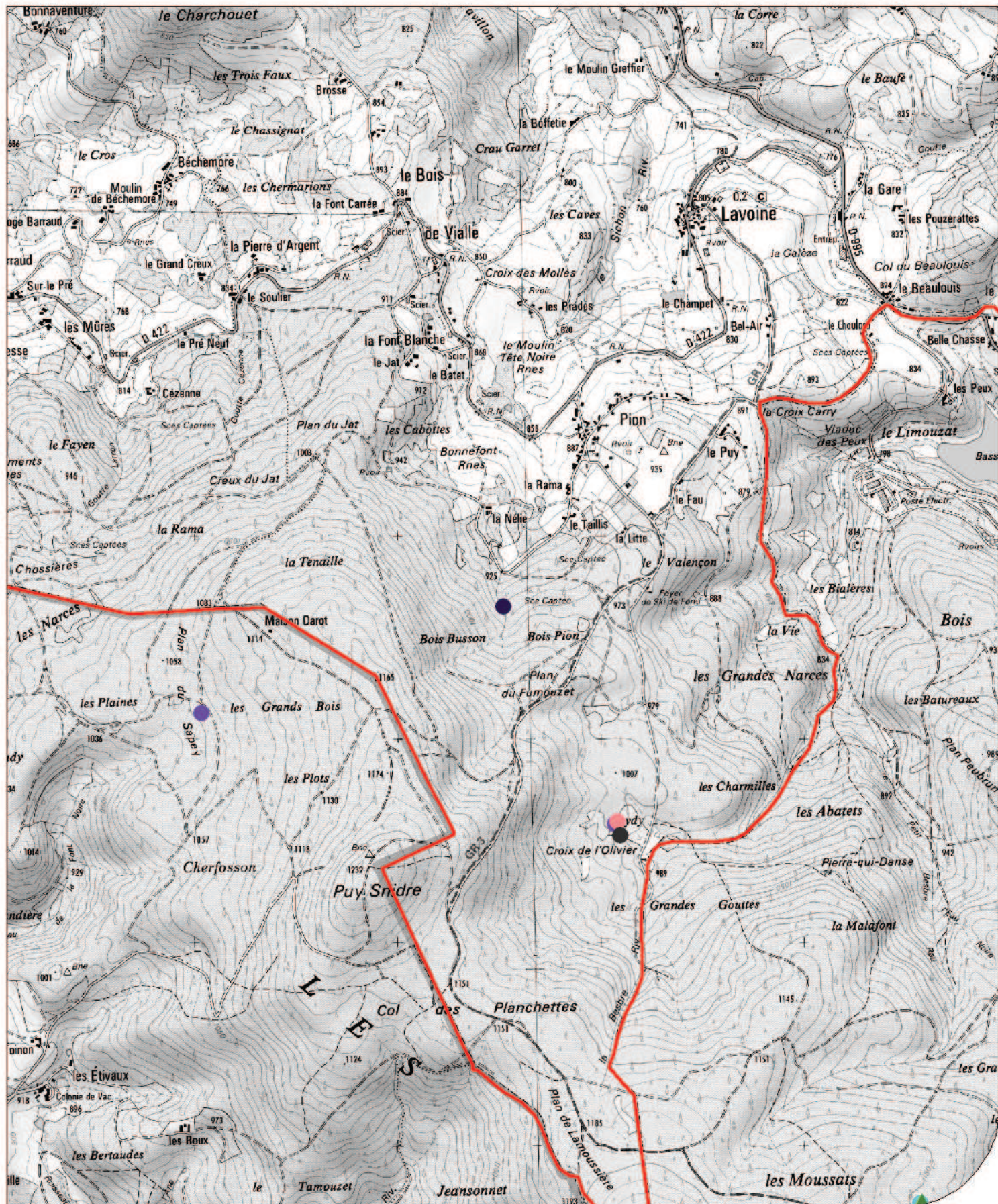
localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable



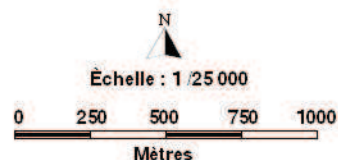
Fond cartographique :
Scan25 © IGN 2008
Sphère écologie contrat IGN-FCBN



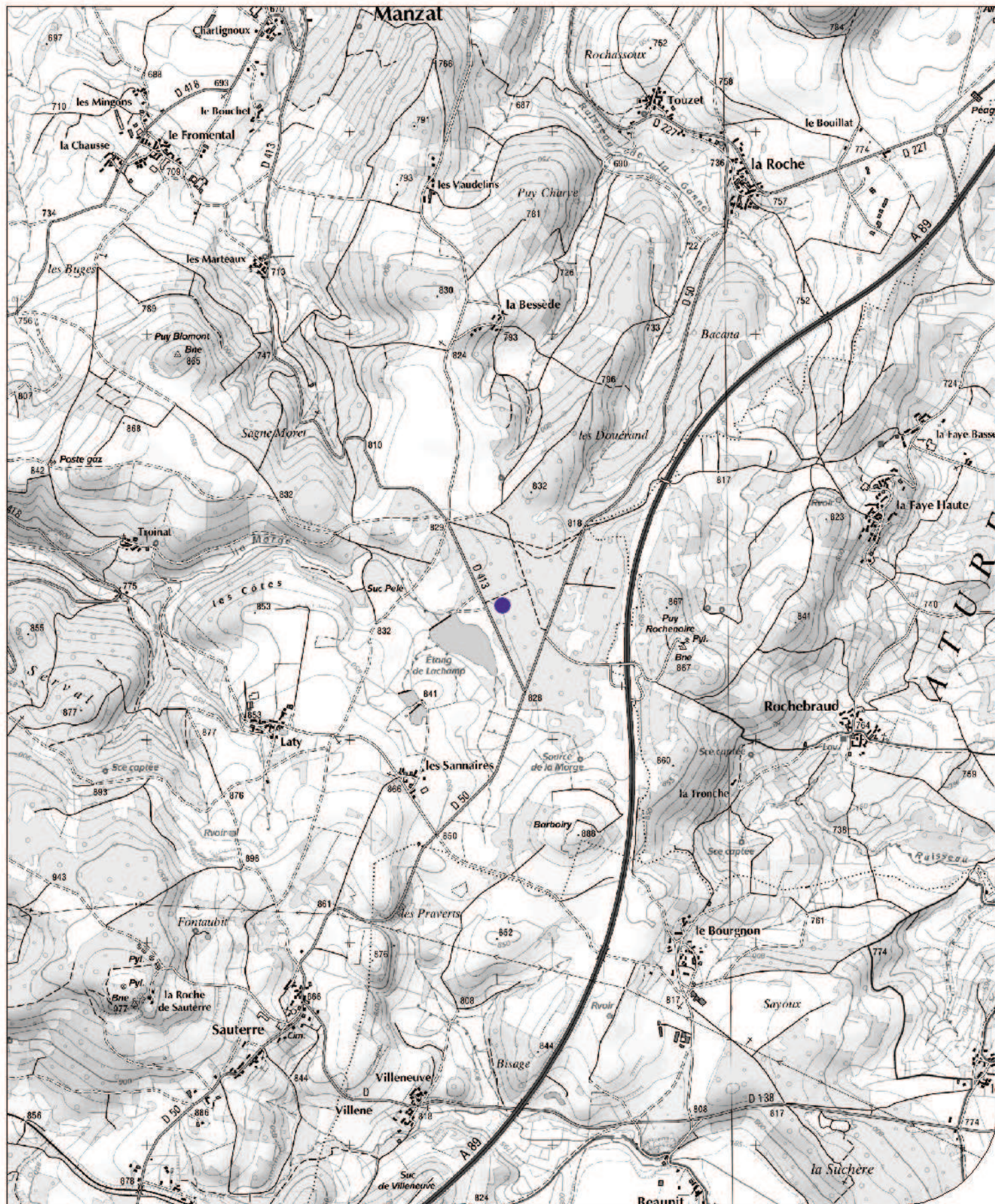
localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
 Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable



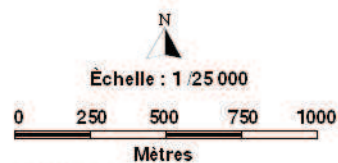
Fond cartographique :
 Scan25 © IGN 2008
 Sphère écologie contrat IGN-FCBN



localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
 Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable



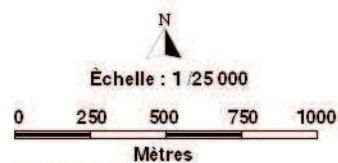
Fond cartographique :
 Scan25 © IGN 2008
 Sphère écologie contrat IGN-FCBN



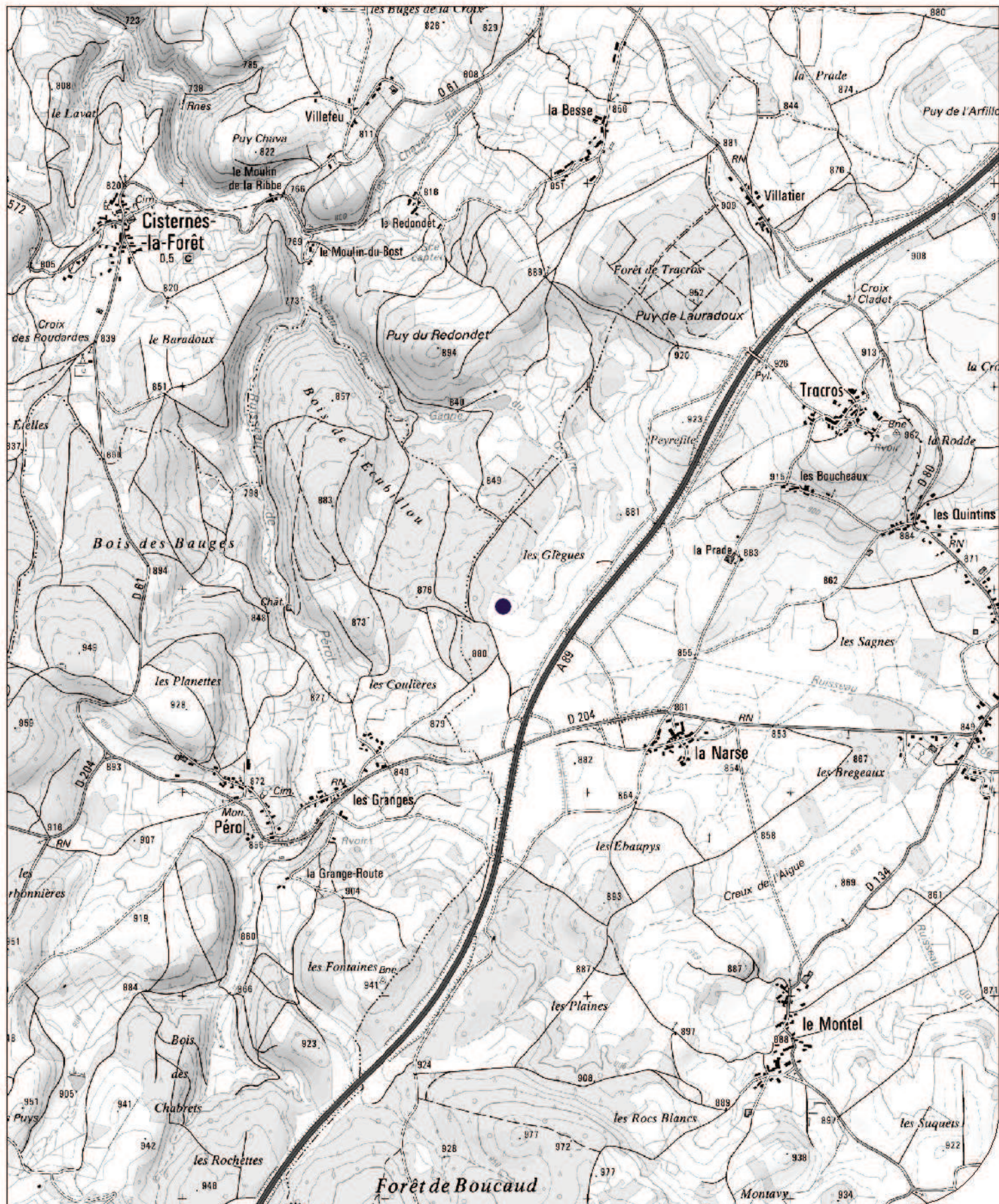
localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
 Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable



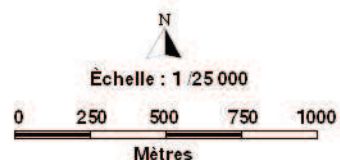
Fond cartographique :
 Scan25 © IGN 2008
 Sphère écologie contrat IGN-FCBN



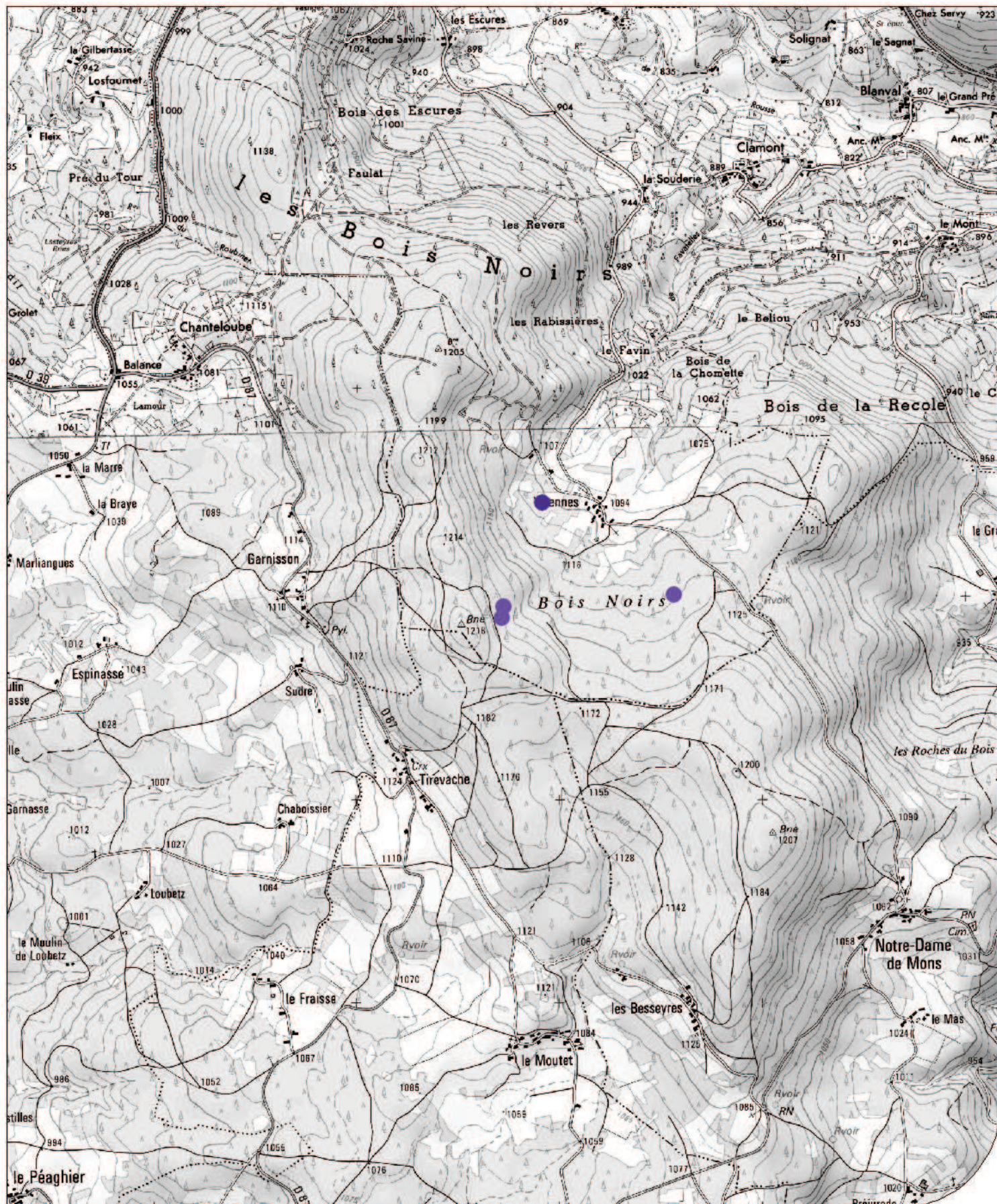
localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
 Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable



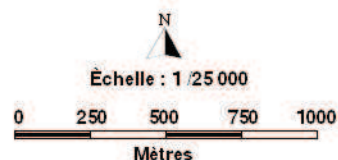
Fond cartographique :
 Scan25 © IGN 2008
 Sphère écologie contrat IGN-FCBN



localisation des relevés situés en Auvergne



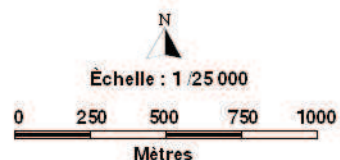
Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
 Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable



Fond cartographique :
 Scan25 © IGN 2008
 Sphère écologie contrat IGN-FCBN



localisation des relevés situés en Auvergne

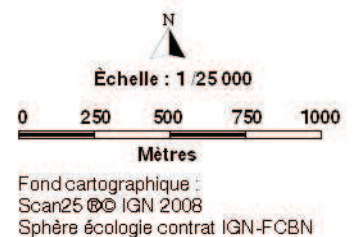




localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
 Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable

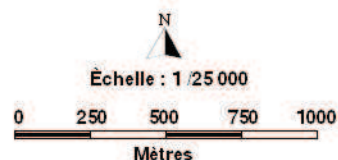




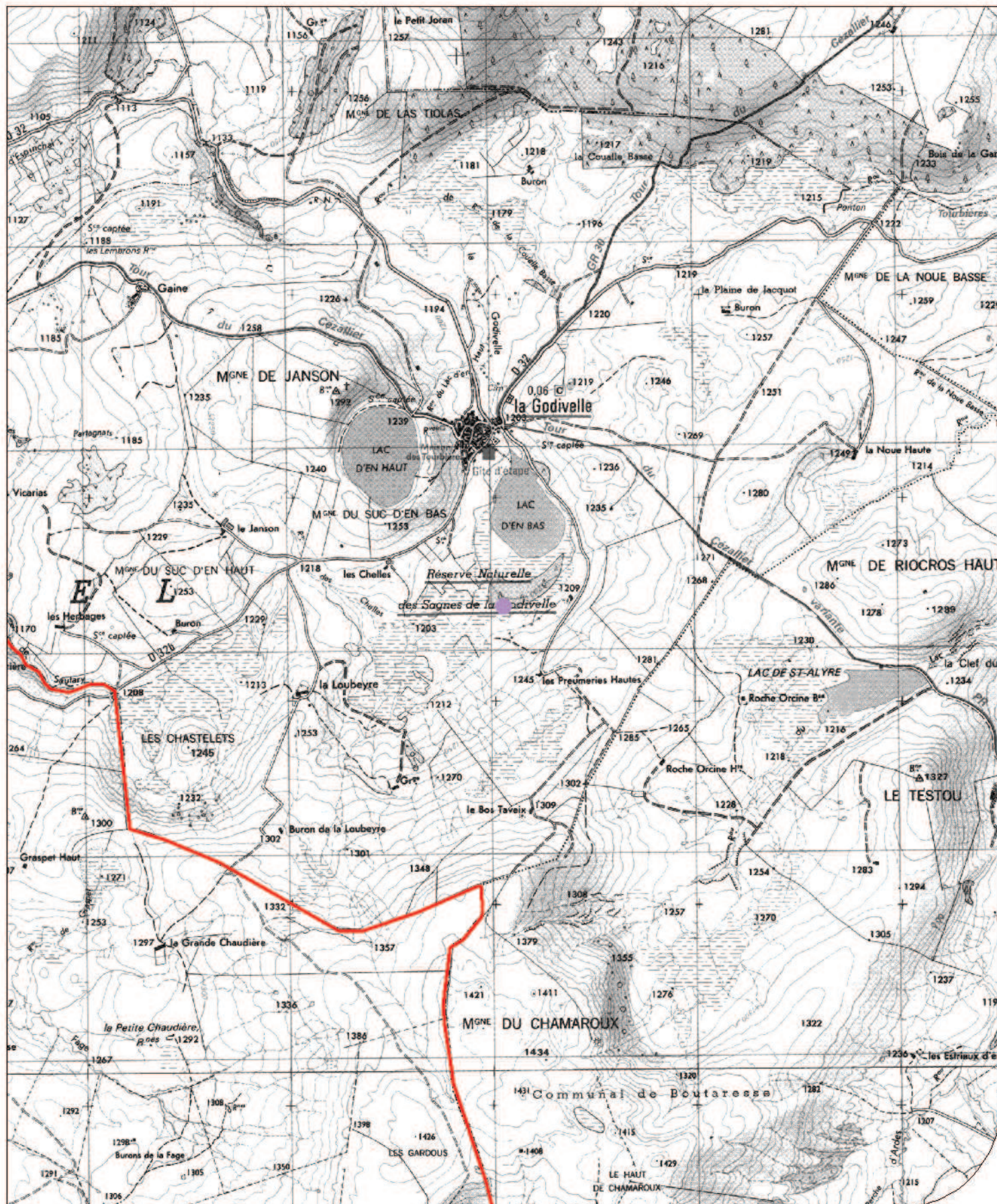
localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
 Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable



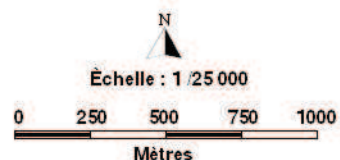
Fond cartographique :
 Scan25 © IGN 2008
 Sphère écologie contrat IGN-FCBN



localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
 Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable



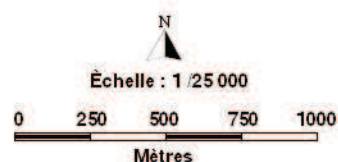
Fond cartographique :
 Scan25 © IGN 2008
 Sphère écologie contrat IGN-FCBN



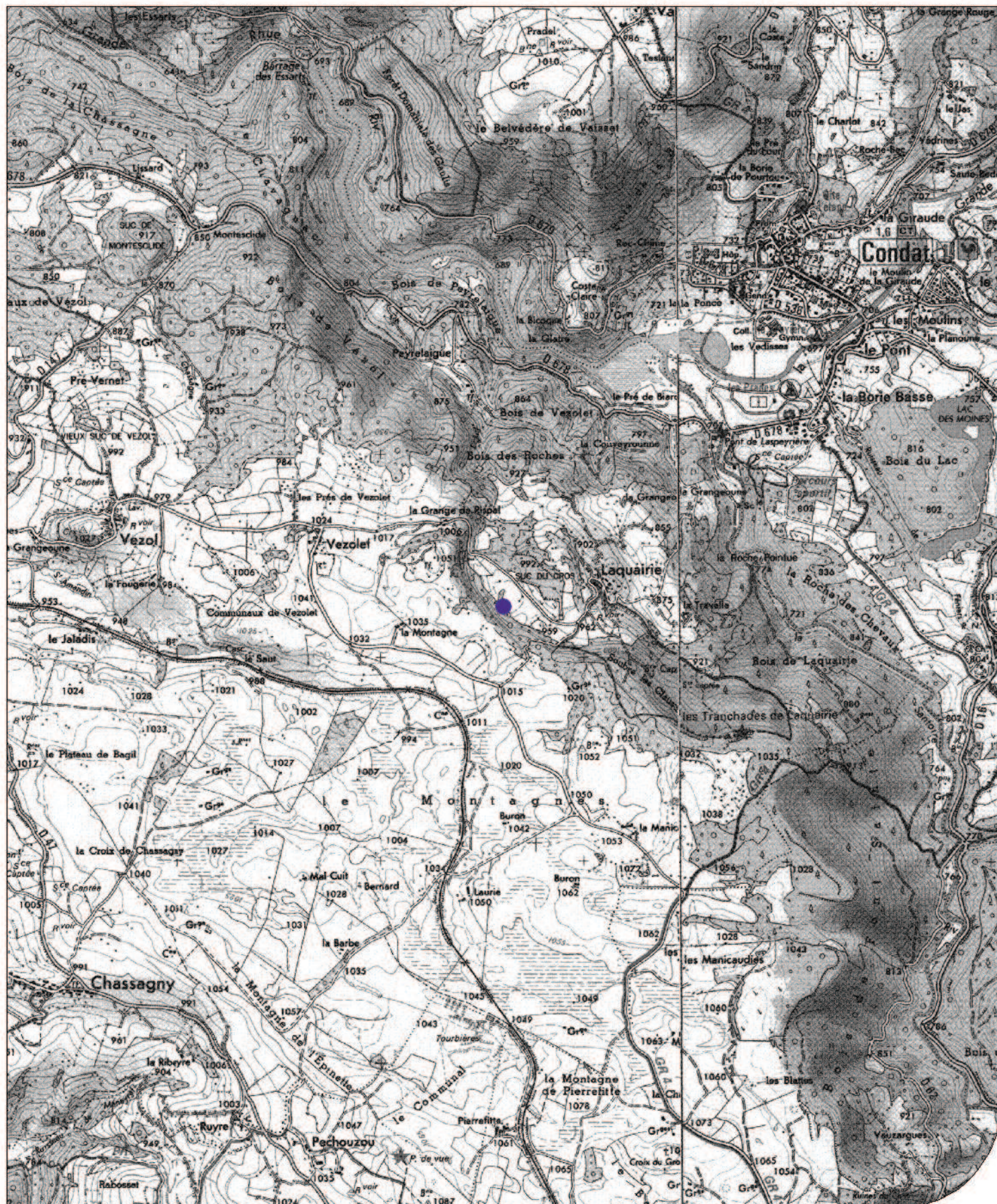
localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
 Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable



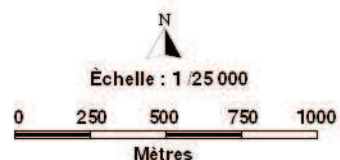
Fond cartographique :
 Scan25 © IGN 2008
 Sphère écologie contrat IGN-FCBN



localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable



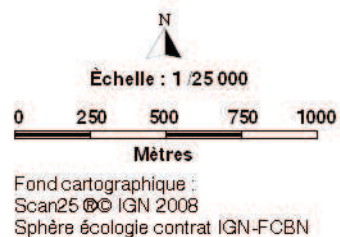
Fond cartographique :
Scan25 © IGN 2008
Sphère écologie contrat IGN-FCBN



localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
 Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable

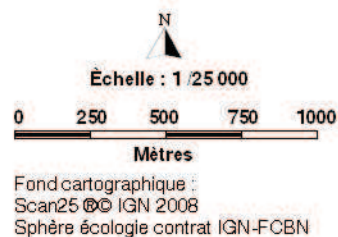




localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
 Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable

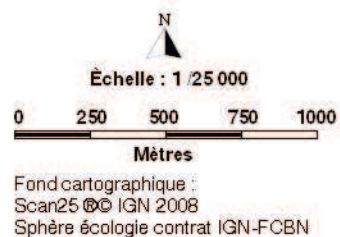


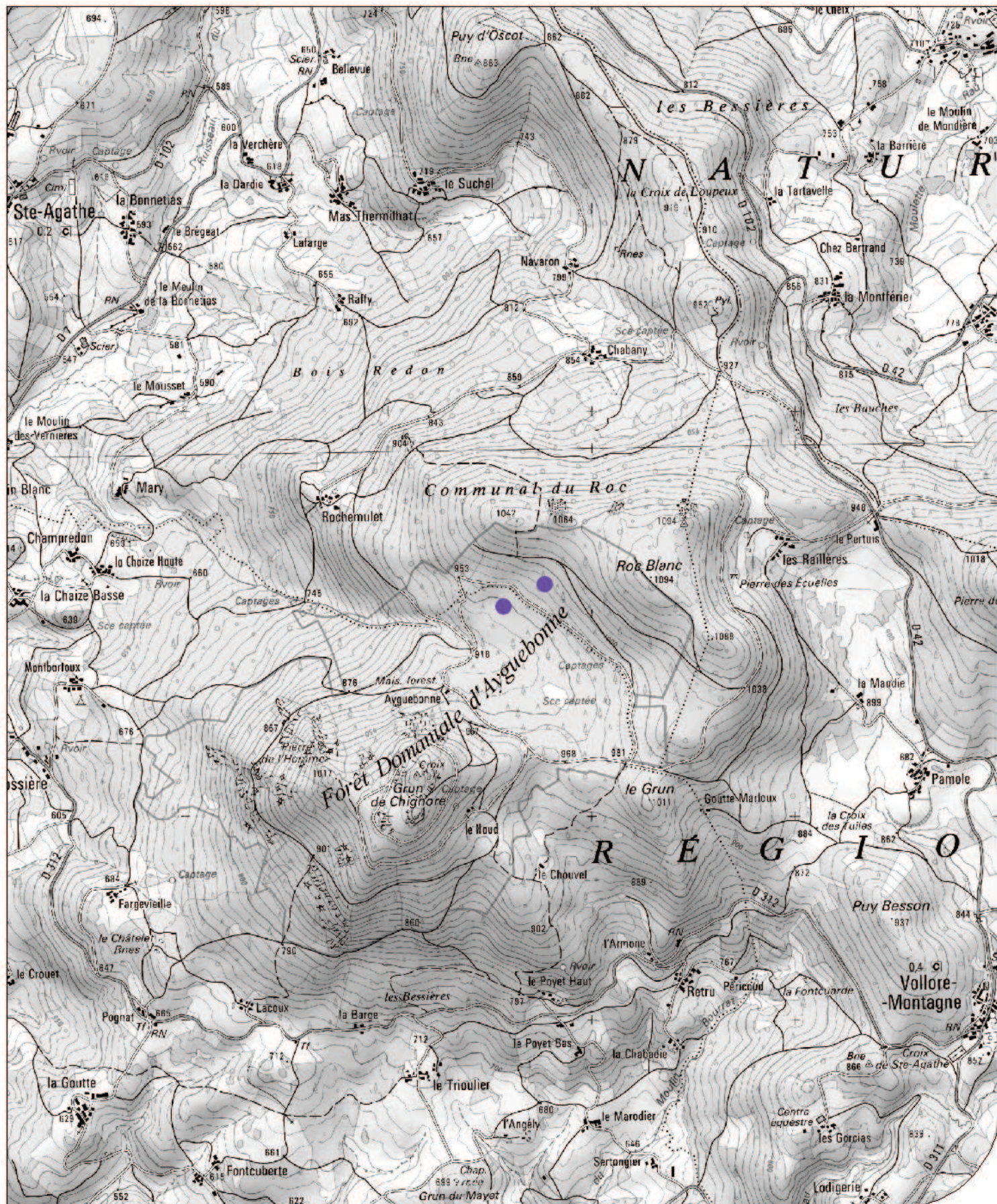


localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
 Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable

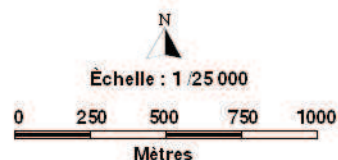




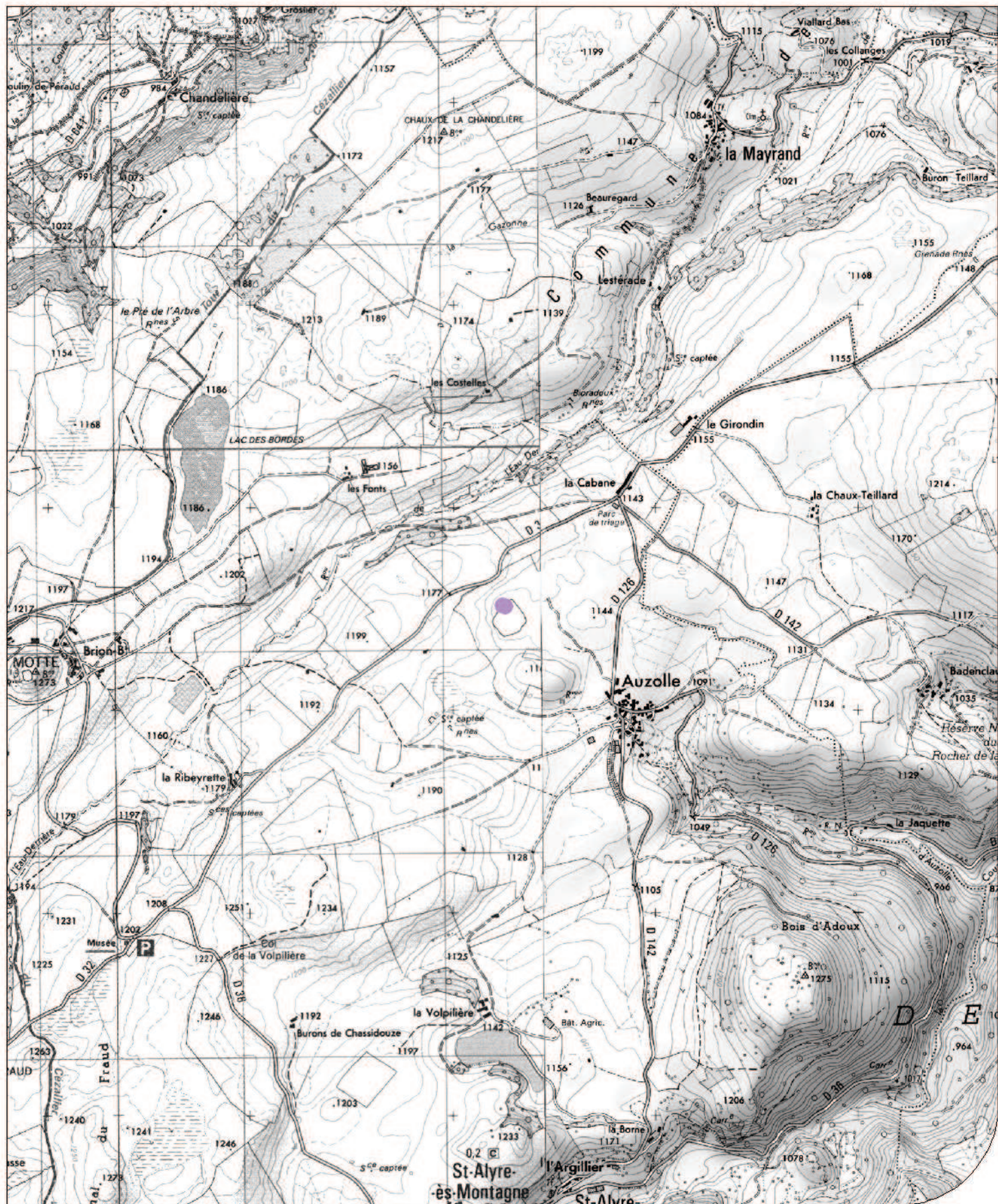
localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
 Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable



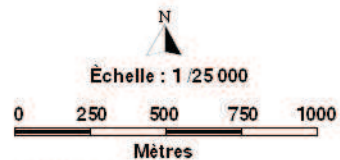
Fond cartographique :
 Scan25 © IGN 2008
 Sphère écologie contrat IGN-FCBN



localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
 Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable



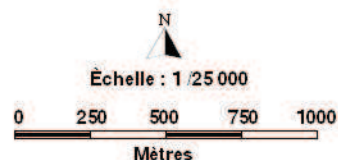
Fond cartographique :
 Scan25 © IGN 2008
 Sphère écologie contrat IGN-FCBN



localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
 Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable



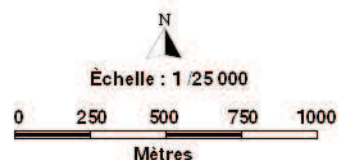
Fond cartographique :
 Scan25 © IGN 2008
 Sphère écologie contrat IGN-FCBN



localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
 Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable



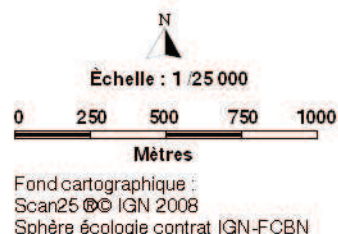
Fond cartographique :
 Scan25 © IGN 2008
 Sphère écologie contrat IGN-FCBN

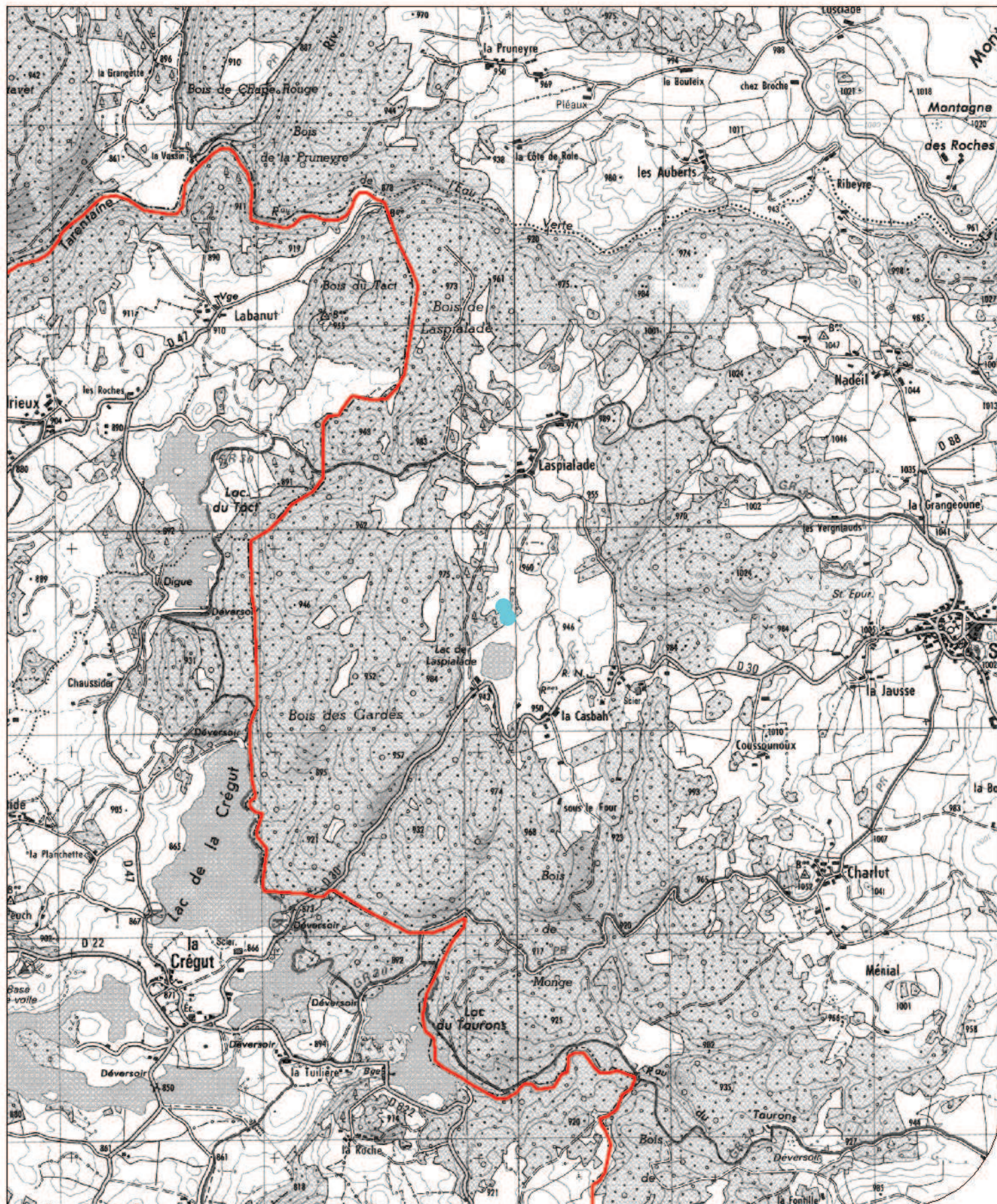


localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
 Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable

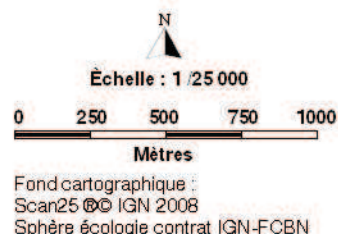




localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
 Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable

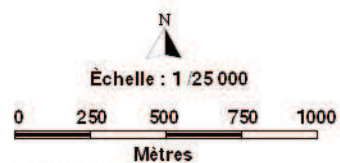




localisation des relevés situés en Auvergne



Caractérisation des tourbières boisées d'Auvergne
 Reproduction ou diffusion interdite sans autorisation préalable



Fond cartographique :
 Scan25 © IGN 2008
 Sphère écologie contrat IGN-FCBN

ANNEXE 6

Annexe 6 - Lexique

Acidicline	se dit d'une espèce ou d'une végétation qui présente une légère préférence pour les sols acides.
Acidiphile	se dit d'une espèce ou d'une végétation qui se développe sur les sols acides, riches en silice.
Alliance	unité de la classification phytosociologique (des communautés végétales) rassemblant plusieurs associations végétales apparentées (e.x.: alliance du <i>Potamion pectinatus</i>).
Alliance	unité phytosociologique regroupant plusieurs associations végétales apparentées.
Alticole	qualifie un organisme vivant préférentiellement en altitude.
Anmoor	forme d'humus en anaérobiose non permanente, constituée d'un mélange intime de matière minérale (à dominante argileuse) et de matière organique bien humifiée, noire, très plastique et assez épaisse.
Association végétale	unité fondamentale de la phytosociologie, définie comme un groupement de plantes aux exigences écologiques voisines, organisé dans l'espace, désigné d'après le nom de l'espèce dominante.
Atlantique [climat]	climat propre aux régions littorales atlantiques, où les conditions météorologiques sont influencées par la mer. Il est caractérisé par une humidité élevée et une faible amplitude thermique annuelle.
Atterrissement	passage progressif d'un milieu aquatique vers un milieu plus terrestre par comblement, dû à la sédimentation minérale et à l'accumulation de débris végétaux. <i>Adj.</i> Atterri.
Azonal, e	qualifie une végétation dont la composition dépend principalement des caractéristiques du substrat (submersion périodique, hydromorphie par exemple), peu dépendantes du climat (e.x.: forêts ripicoles).
Bas-marais	marais détrempé jusqu'à sa surface par affleurement de la nappe phréatique, d'origine diverse, méso- ou oligo-trophe. Terrain très marécageux, topographiquement situé au plus bas, privé d'exutoire et donc inondé durant la plus grande partie de l'année. <i>Syn.</i> Tourbière basse ou plate ; voir aussi à "minérotrophe".
Bétulaie ou boulaie	bois dominé par les bouleaux, généralement sur sol pauvre ou humide et traduisant une certaine dégradation de la forêt.
Boréal, ale	désigne toute entité située dans les parties septentrionales de l'hémisphère Nord.
Bryophytes	embranchement de plantes non vascularisées regroupant classiquement les mousses, les hépatiques et les anthocérotes.
Caractéristique [espèce]	qualifie une espèce dont la fréquence est significativement plus élevée dans un groupement végétal donné que dans tous les autres groupements de même rang syntaxonomique.
Cariçaie	groupement végétal de milieu humide (assez souvent prairial), dominé par des espèces appartenant au genre <i>Carex</i> (Laiche).
Chablis	arbre ou ensemble d'arbres renversé, déraciné ou cassé par suite d'un accident, climatique le plus souvent (vent, neige, givre...) ou parfois dû à une mauvaise exploitation.
Classe [phytosociologie]	unité taxonomique (e.x.: monocotylédones) ou syntaxonomique (e.x.: <i>Scheuchzeria palustris-Caricetea nigra</i> e), regroupant plusieurs ordres.
Climax	état d'un écosystème ayant atteint un stade d'équilibre relativement stable (du moins à l'échelle humaine), conditionné par les seuls facteurs climatiques et édaphiques. <i>Adj.</i> Climacique.
Collinéen [étage]	qualifie en France non méditerranéenne l'étage inférieur de végétation (celui des plaines et collines), par opposition aux étages montagnards. Étage à climat nébuleux, à température moyenne annuelle de 13°C à 10°C ; à climax de type chênaie caducifoliée (chênes sessile, pédonculé) ou bois mixte à charme.
Continental, e	climat propre à l'intérieur des continents, caractérisé par une humidité et une pluviosité faibles et par des variations importantes de la température.
Différentiel, elle	qualifie une espèce ayant une présence plus élevée dans un groupement végétal que dans d'autres groupements de même rang syntaxonomique.
Dynamique [de la végétation]	en un lieu et sur une surface donnés, modification dans le temps de la composition floristique et de la structure de la végétation. Selon que ces modifications rapprochent ou éloignent la végétation du climax, l'évolution est dite progressive ou régressive.
Dysmoder	humus de forme moder présentant une couche noire d'humification de plusieurs centimètres d'épaisseur.
Engorgement	état d'un sol caractérisé par une occupation totale de ses pores par l'eau.
Etrépage	arrachement de la végétation et décapage de la tourbe jusqu'au substrat minéral.
Eutrophe	riche en éléments nutritifs, généralement non ou faiblement acide, et permettant une forte activité biologique.
Exotique [plante]	se dit d'une espèce vivant en dehors de son aire d'origine par suite d'une introduction volontaire ou accidentelle.
Fourré	massif épais et touffu de végétaux sauvages de taille moyenne, ou d'arbustes à branches basses.
Groupe écologique	groupe d'espèces ayant approximativement la même amplitude de tolérance pour un ou plusieurs facteur(s) écologique(s).
Haut-marais	tourbière ombrotrophe, alimentée uniquement par des eaux de pluie ou de neige, très acide, très pauvre en minéraux, et souvent caractérisée par les Sphaignes et par un bombement au-dessus du niveau de la nappe phréatique minérotrophe. <i>Syn.</i> Tourbière bombée, tourbière haute.
Héliophile	se dit d'une espèce vivante exigeant un fort ensoleillement pour se développer ou présenter une activité normale (opposé à sciophile).
Humus	partie supérieure du sol composée d'un mélange complexe de matières organiques en décomposition et d'éléments minéraux venant de la dégradation de la roche sous-jacente. Selon la vitesse de décomposition on parle de mull (décomposition rapide), moder (moyenne), de dysmoder (faible) ou de mor (nulle).

Hydromorphie	ensemble de caractères morphologiques du sol dus à des périodes prolongées d'asphyxie donc souvent d'engorgement par l'eau : taches rouille, grises, verdâtres... Ne pas confondre avec l'engorgement qui désigne le phénomène lui-même (présence d'une nappe lorsqu'on fait un trou dans le sol).
Hygrophile	se dit d'une espèce ou, par extension, d'un groupement végétal, ayant besoin ou tolérant de fortes quantités d'eau tout au long de son développement (ex : Reine des prés). <i>Subst.</i> Hygrophilie.
Lande	formation végétale plus ou moins fermée, caractérisée par la dominance d'espèces sociales ligneuses basses (éricacées, ajoncs, genêts) ; elle résulte souvent d'une régression anthropique de la forêt sur sol acide.
Limnogène	qualifie une tourbière ou un marais provenant de l'atterrissement d'un plan d'eau.
Mature [peuplement forestier]	se dit d'un peuplement forestier où la composition en essence, l'âge des arbres, la structure ont atteint un stade de développement important, formant un écosystème complexe.
Médioeuropéen, éenne	dont l'aire de répartition concerne surtout l'Europe centrale. En France, domaine géographique concernant le secteur baltico-rhénan et alpin.
Mésophile	se dit d'une plante terrestre ayant des exigences moyennes vis-à-vis de l'humidité du sol, lequel doit être ni trop sec ni trop humide.
Microhabitat	désigne un habitat de très faible étendue et très spécialisé.
Minérotrophe	type d'alimentation hydrique par des eaux plus ou moins riches en sels minéraux récupérés sur ou dans le substrat minéral où elles ont circulé. Une tourbière minérotrophe est alimentée par des eaux de ruissellement et par la nappe souterraine en majorité, et donc alimentée en éléments minéraux en provenance du sous-sol minéral. Synonyme : bas-marais.
Moder	forme d'humus caractérisé par une succession d'horizons (OL, OF, OH) avec un passage progressif de OH à A par augmentation de la proportion des grains minéraux.
Montagnard [supérieur, moyen, inférieur]	qualifie l'étage inférieur des zones montagneuses ; correspond à un climat nébuleux-humide, à température moyenne annuelle de 7°C à 10°C, à climax de type hêtraie, sapinière, pessière.
Mor	forme d'humus caractérisé par une succession d'horizon OL, OF, OH sur un horizon minéral parfois humifère. L'horizon OH est généralement épais, l'horizon A est par contre souvent peu apparent. Type peu répandu sous nos climats, se trouve essentiellement associé à des conditions d'extrême acidité sous résineux ou landes à Éricacées (Bruyère, Callune, Myrtille). Cet humus est totalement inactif
Ombrotrophe	une tourbière ombrotrophe est alimentée uniquement par les eaux météoriques (pluie, neige, brouillard, vent) qui sont acides et pauvres en ions minéraux. Déconnectée de la nappe phréatique, le sol et l'eau que l'on y trouve sont souvent plus acides et plus pauvres en éléments minéraux nutritifs que les tourbières minérotrophes. Synonyme : haut-marais.
Paratourbeux, euse	qualifie des sols qui ont presque atteint le stade de tourbe, ou désigne des biotopes ou communautés végétales faisant la transition entre les tourbières et les autres milieux ayant moins de 20 cm de tourbe.
Palynologique	relatif à la palynologie, science consacrée à l'étude des grains de pollen ou des spores fossiles pour reconstituer l'histoire du climat et de la végétation.
Pessière	formation forestière naturelle ou semi-naturelle dominée par les Épicéas.
Phytosociologie	étude descriptive et causale des associations végétales
Pineraie	formation végétale forestière dominée par les pins. <i>Syn.</i> Pinède (dans le Midi).
Pionnier, ère	se dit d'une espèce apte à coloniser des terrains nus et participant aux stades initiaux d'une succession progressive.
Post-glaciaire	se dit de la période qui a suivi le retrait définitif des glaciers du Quaternaire.
Postpionnier, ère	se dit d'une espèce qui occupe, dans le processus dynamique, une place intermédiaire entre les vraies pionnières et les espèces des stades climaciques stationnels.
Radeau [flottant]	structure élaborée par les végétaux supérieurs ou les Sphaignes et colonisant les plans d'eau.
Saulaie ou saussaie	bois de saules ou riche en saules, ordinairement sur sol humide.
Sciaphile	se dit d'une plante tolérant, ou même parfois recherchant, un ombrage important.
Soligène	type de tourbière provenant du ruissellement ou de la percolation des eaux sur des pentes pas trop fortes ou encore de sources (l'eau circule donc plus ou moins vite).
Sylvofaciès	physionomie prise par un même type de station forestière lorsque la sylviculture qui y est pratiquée éloigne son peuplement du climax.
Topogène	type de tourbière dont l'origine est une nappe affleurante stagnante dans une dépression.
Touradon	grosse touffe (pouvant avoir jusqu'à 1 m de hauteur) résultant de la persistance, au cours des années, de la souche et des feuilles basales sèches de certaines plantes herbacées cespiteuses.
Tourbe	type d'humus formé dans les sols saturés en eaux de façon permanente, où le cycle du carbone est considérablement ralenti, et où la décomposition des matières végétales se fait de manière incomplète. On distingue généralement trois types de tourbe : la tourbe fibrique (tourbe blonde) formée par sphaignes, gorgée d'eau, structure fibrique, acide, riche en carbone organique. La tourbe mésique (tourbe mésique) qui provient de la transformation de débris végétaux ligneux (arbres divers) et d'éricacées. La tourbe saprique (tourbe noire) formée par joncs et laïches, à pH moins acide que les deux précédentes, plus minéralisée.
Tourbière de transition	tourbière minéro-ombrotrophe, alimentée à la fois par des eaux phréatiques et météoriques – stade évolutif temporel ou transition spatiale du bas-marais vers le haut-marais.

Caractérisation des Tourbières boisées (91D0*) en Auvergne



La caractérisation de l'habitat d'intérêt communautaire prioritaire « Tourbières boisées » (91D0*) en Auvergne se base sur une vaste synthèse bibliographique régionale, nationale et européenne, ainsi que sur l'étude statistique de 198 relevés de forêts sur tourbe répartis en Auvergne et sur ses marges ligériennes, ardéchoises et limousines, dont 67 relevés phytosociologiques et écologiques originaux. Après avoir défini le cadre officiel de l'habitat 91D0*, l'analyse statistique des relevés permet de dégager une typologie des tourbières boisées auvergnates. La distinction avec des végétations proches est en outre précisée, afin d'éviter les risques de confusion.

Cette étude fait ressortir la grande diversité des tourbières boisées auvergnates, présentes tant en situation ombrotrophe (haut-marais) qu'en contexte minérotrophe (bas-marais, marais de transition). 6 types de tourbières boisées ont été identifiés en Auvergne (déclinés en 12 variantes), avec 5 associations phytosociologiques ou groupements végétaux différents, dont des associations végétales originales. 2 habitats élémentaires des Cahiers d'habitats sont concernés : 91D0-4* « Tourbières de Pin à crochets » et 91D0-1.2* « Boulaies pubescentes tourbeuses de montagne ». Chaque type de tourbière boisée est caractérisé sur le plan floristique et écologique ; il est en outre rattaché aux typologies européennes et nationales : habitat élémentaire des Cahiers d'habitats, CORINE biotopes, synsystème phytosociologique. Un synsystème des forêts sur tourbe d'Auvergne est proposé, avec un certain nombre d'évolutions souhaitées pour la prochaine version du Prodrome des végétations de France déclinée jusqu'à l'association. Concernant l'interprétation française de la directive « Habitats », le rattachement à l'habitat 91D0* des sapinières sur tourbe du *Betulo pubescentis-Abietetum albae* Lemée ex Thébaud 2006 est en outre proposée. Nous contestons en effet l'interprétation actuelle des Cahiers d'habitats qui les place dans l'habitat 9410 (9410-8, « Sapinières à sphaignes »).

Cette étude propose une réflexion sur la place de l'arbre et des stades boisés dans les écosystèmes tourbeux, alimentée par des prospections de terrain mais aussi par de nombreux éléments bibliographiques : expérience des gestionnaires, suivis scientifiques, analyses palynologiques et des macrorestes, écologie et dynamique des tourbières... Il en ressort qu'un stade boisé turfigène et de grand intérêt patrimonial, le plus souvent la sapinière-boulaie du *Betulo pubescentis-Abietetum albae*, serait la physionomie naturelle de bon nombre de tourbières plates, minérotrophes ou légèrement ombrotrophisées. Jusqu'à ce que le milieu s'atterrisse, les marais de transition demeurent non boisés pour les plus pionniers, puis peuvent être colonisés par une boulaie. En contexte de haut-marais typique et notamment sur les tourbières bombées, la colonisation par les arbres est loin d'être systématique. La végétation spontanée naturelle semble être une mosaïque très riche de milieux boisés et ouverts, voire un milieu demeurant non boisé sur certaines tourbières bombées.

Cette étude est un outil d'identification des tourbières boisées. Elle a également pour vocation d'aider le gestionnaire dans ses choix. Elle souligne encore une fois la complexité des écosystèmes tourbeux, et la nécessité d'études complètes avant toute intervention. En dehors des cas flagrants de boisements secondaires (plantation, drainage important, exploitation de tourbe), l'origine du développement des pins et des bouleaux sur les haut-marais est complexe et demeure mal connue. À l'exception de ces peuplements d'origine purement anthropique, la présence de l'habitat « Tourbière boisée » n'est le plus souvent pas incompatible avec l'accumulation de tourbe, ni avec la présence de taxons rares et protégés. En haut-marais, ces bois sont en effet généralement clairs, surtout lorsqu'ils deviennent matures et donc plus irréguliers. Quant aux fourrés denses de recolonisation, ils sont souvent davantage le symptôme d'un dysfonctionnement que sa cause, et il convient d'agir en priorité sur ces dérèglements en rétablissant la fonctionnalité du milieu (bouchage des drains, élimination des épicéas). Si elle est parfois indiquée, la lutte contre les ligneux peut parfois se révéler inutile voire contreproductive, et on observe une reprise intense de la turfigénèse dans certaines pineraies ou boulaies secondaires, entraînant une forte mortalité des arbres. Sans nier l'intérêt patrimonial de milieux tourbeux ouverts parfois concurrencés par la dynamique ligneuse (surtout en bas-marais), nous plaçons donc pour une gestion laissant davantage de place à la non-intervention. Un tel choix devrait bien entendu être pérenne sur les sites concernés car la maturation dendrologique y est très lente. En plus d'être rares, les tourbières boisées rencontrées étaient le plus souvent jeunes et déficitaires en vieux arbres et bois mort : la garantie sur le long terme d'une libre évolution permettrait d'en améliorer l'état de conservation.

Mots clés : Phytosociologie, Natura 2000, dynamique de la végétation, analyse palynologique et des macrorestes, Pin à crochets.

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@cbtnmc.fr
Site Internet : www.cbtnmc.fr

Antenne Limousin
38 bis, avenue de la Libération
87000 LIMOGES
Téléphone : 05 55 77 51 47

Antenne Rhône-Alpes
Maison du Parc
Moulin de Virieu - 2, rue Benay
42410 PÉLUSSIN
Téléphone : 04 74 59 17 93

