

RNR des Tourbières du Morvan

Volet 2019

REGION
BOURGOGNE
FRANCHE
COMTE

SENSIBILISER



CONSERVER



ACCOMPAGNER



CONNAÎTRE



Conservatoire Botanique National



BASSIN PARISIEN



RNR des Tourbières du Morvan

Volet 2019

Ce document a été réalisé par le Conservatoire botanique national du Bassin parisien, délégation Bourgogne, sous la responsabilité de :

Frédéric Hendoux, directeur du Conservatoire
Conservatoire botanique national du Bassin Parisien
Muséum national d'Histoire naturelle
61 rue Buffon CP 53, 75005 Paris Cedex 05
Tel. : 01 40 79 35 54 – Fax : 01 40 79 35 53
E-mail : cbnbp@mnhn.fr

Olivier Bardet, Responsable de la délégation Bourgogne
Conservatoire botanique national du Bassin Parisien
Muséum national d'Histoire naturelle
61 rue Buffon CP 53, 75005 Paris Cedex 05
Tel. : 03 86 78 79 60
E-mail : cbnbp_bou@mnhn.fr

Inventaire de terrain : Olivier BARDET
Rédaction et mise en page : Olivier BARDET
Cartographie, Gestion des données, analyse : Olivier BARDET

Le partenaire de ce travail est :

Parc naturel régional du Morvan
Maison du Parc
58230 St-Brisson



Référence à utiliser

Bardet O. 2019 – RNR des Tourbières du Morvan - Volet 2019. Conservatoire botanique national du Bassin parisien., Paris. XX p.

Crédit photo

Photographies : O. BARDET MNHN - CBNBP sauf mention contraire

Sommaire

Résumé	4
1 Introduction	5
2 Flore caractéristique des massifs de tourbe (CS 1.4)	6
2.1 Contexte et objectif	6
2.2 Protocoles choisis	6
3 Suivi des Bryophytes indicateurs de l'état de la turfigénèse (C.S 1.5)	10
3.1 Contexte et objectifs	10
3.2 Protocoles choisis	11
4 Bibliographie	17
Annexes	18

Résumé

La Réserve Naturelle Régionale des Tourbières du Morvan (RNRTM) a été classée par délibération du Conseil Régional de Bourgogne le 13 novembre 2015. Le classement est valable pour 10 ans, renouvelable. La réserve est constituée d'un réseau de douze sites distribués sur le massif du Morvan au sein du Parc naturel régional du Morvan.

Le CBNBP est fortement impliqué dans la vie et le fonctionnement de la RNR, notamment sur les aspects de connaissance et de suivi des espèces ou des habitats, dès le premier plan de gestion 2018-2023.

Les missions prises en charges par le CBN en 2019 portaient essentiellement sur la mise au point des méthodes et protocoles de suivi (réflexion, test terrain, retour sur expérience) des espèces et des fonctionnalités suivantes :

- Flore caractéristique des massifs de tourbe (C.S 1.4) ;
- Suivi des Bryophytes indicateurs de l'état de la turfigénèse (C.S 1.5) ;
- Suivi scientifique des pratiques de pâturage (C.S 3.11).

Mots Clés :

Réserve naturelle régionale ; Bryophytes ; Tourbière ; Sphaignes ; Suivis scientifiques ; Protocole de suivi ; *Vaccinium microcarpum* ; *Trichophorum cespitosum* ;

1 Introduction

La Réserve Naturelle Régionale des Tourbières du Morvan (RNRTM) a été classée par délibération du Conseil Régional de Bourgogne le 13 novembre 2015. Le classement est valable pour 10 ans, renouvelable. La réserve est constituée d'un réseau de douze sites distribués sur le massif du Morvan au sein du Parc naturel régional du Morvan.

La création de la RNRTM est le fruit de près de 30 ans d'actions partenariales entre les cinq acteurs historiques de la connaissance et de la gestion conservatoire des tourbières du Morvan que sont le Conservatoire d'Espaces Naturels de Bourgogne (CENB), le Conseil Départemental de la Nièvre (CD NIÈVRE), le Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien (CBNBP), la Société d'Histoire Naturelle d'Autun (SHNA) et le Parc naturel régional du Morvan (PNRM).

Le CBNBP est donc fortement impliqué dans la vie et le fonctionnement de la RNR, notamment sur les aspects de connaissance et de suivi des espèces ou des habitats, dès le premier plan de gestion 2018-2023.

Les missions prises en charges par le CBN en 2019 portaient essentiellement sur la mise au point des méthodes et protocoles de suivi (réflexion, test terrain, retour sur expérience) des espèces et des fonctionnalités suivantes :

- Flore caractéristique des massifs de tourbe (C.S 1.4) ;
- Suivi des Bryophytes indicateurs de l'état de la turfigénèse (C.S 1.5) ;
- Suivi scientifique des pratiques de pâturage (C.S 3.11).

Le CBN a également contribué à des actions plus larges de la RNR, par des avis et relectures de documents ou d'études, par la participation aux instances de la réserve (Groupe technique, CCG), à des actions de communication.

2 Flore caractéristique des massifs de tourbe (CS 1.4)

2.1 Contexte et objectif

Contexte

Les massifs de tourbes conséquents sont très peu nombreux dans le Morvan et tous compris dans la RNR (en l'état des connaissances actuelles). Ces massifs peuvent être boisés ou ouverts. Ils portent une flore spécifique qui ne peut trouver ailleurs les conditions de son développement. La conservation de ces espèces est donc une responsabilité particulière voire exclusive de la RNR en Bourgogne.

Les objectifs de l'action sont

- Suivre la dynamique des espèces les plus caractéristiques des massifs de tourbe ;
- Compléter les connaissances sur les populations, la répartition dans la RNR et l'écologie des espèces visées ;
- Mettre en place de protocoles adaptés aux espèces et s'intégrant dans la dynamique régionale de Tableau de Bord des espèces menacées

L'hypothèse de travail est de cette action est double :

- Suivre les espèces des massifs de tourbe est un enjeu en soit, les espèces étant toutes inscrites sur la LRR de Bourgogne.
- Suivre les espèces des massifs de tourbe permet de révéler le l'état et l'évolution de ces massifs.

2.2 Protocoles choisis

Les espèces concernées sont : *Carex lasiocarpa*, *Rhynchospora alba*, *Trichophorum cespitosum*, *Vaccinium microcarpum*, *Vaccinium oxycoccos*, *Erica tetralix*, *Eriophorum vaginatum*. Inclusion possible de taxons en fonction de leur découverte ou de l'extension des périmètres (*Carex diandra*, *Drosera intermedia*...).

Les protocoles vont être dissociés selon les espèces :

- Espèces caractéristiques assez largement répandues au sein des massifs de tourbe comme *Eriophorum vaginatum* ou *Vaccinium oxycoccos* :
- Espèces très rares pour lesquelles la RNR à une responsabilité déterminante comme *Trichophorum cespitosum*, *Vaccinium microcarpum*, *Erica tetralix*,
- Espèces très rares pour lesquelles la RNR a une plus faible responsabilité comme *Carex lasiocarpa*, *Drosera intermedia*, *Rhynchospora alba*.

Ces catégories pourront accueillir de nouvelles espèces à l'avenir en fonction des découvertes ou des extensions de périmètre de la RNR

Sites concernés :

- Tourbière du Vernay à St-Brisson
- Tourbière du Port des Lambert à Glux-en-Glenne,
- Tourbière de Champgazon,
- Tourbière du Furtiau à Montsauche-les-Settons.

2.2.1 Espèces caractéristiques assez largement répandues

Un suivi exhaustif n'est pas envisageable et même pas utile dans le cas d'espèces comme *Eriophorum vaginatum* et *Vaccinium oxycoccos*.

Un dispositif d'échantillonnage est donc nécessaire pour obtenir une fréquence d'occurrence qui puisse être comparée dans le temps. Il est proposé de raccrocher ces espèces relativement fréquentes au dispositif de suivi général des bryophytes turficoles (voir 3.1.1 pour le détail complet).

- Les sites de la RNR accueillant ces deux espèces sont ceux visés pour le suivi des bryophytes
- Les habitats de *Eriophorum vaginatum* et *Vaccinium oxycoccos* sont identiques à ceux visés pour le suivi des bryophytes ;
- Les deux espèces sont faciles à détecter et le fait de les noter ne prend aucun temps supplémentaire ;

Pour *Vaccinium oxycoccos* tout de même il sera utile d'évaluer la fréquence exacte de l'espèce suite aux premières mises en œuvre pour vérifier que le protocole est pertinent (assez de contacts pour un suivi significatif).

Une partie dédiée à ces espèces est ajoutée au bordereau de terrain développé pour le suivi (Annexe 1), ainsi que les 3 trachéophytes structurantes des habitats suivis (*Calluna vulgaris*, *Carex rostrata*, *Molinia caerulea*) pour donner le contexte floristique rapide du relevé.

En pratique :

- À chaque point de la grille de relevé, l'espèce est notée, ainsi que son coefficient d'abondance - dominance (coefficient phytosociologique).
- Les données sont saisies dans une table SIG pour permettre la visualisation et l'analyse de la répartition des espèces.
- Une fréquence globale par espèce et par site (ou en cumul sur la RNR) pourra être calculée et suivie dans le temps.

2.2.2 Espèces très rares à très forte responsabilité

On parle ici d'espèces extrêmement rares en Bourgogne et dans la RNR. L'enjeu représenté par ces espèces et leurs faibles effectifs rend le suivi exhaustif possible et même nécessaire. Les espèces très rares pour lesquelles la RNR a une responsabilité déterminante sont *Trichophorum cespitosum* et *Vaccinium microcarpum*.

Pour ces suivis, la démarche se calque sur celle développée dans le cadre du tableau de bord des espèces menacées à l'échelle de la Bourgogne par le CBN. Le dispositif choisi est adapté à chaque espèce, à l'aire qu'elle occupe et à son mode d'occupation de l'espace.

Pour *Trichophorum cespitosum*, connu ces dernières années par un seul individu, un contrôle de la présence et de la floraison de l'espèce est assuré, avec pointage GPS à chaque visite. La survie de l'espèce étant grandement menacée dans ces conditions, il faudra aussi voir du côté de la conservation ex-situ pour assurer son avenir (prélèvement de graines, test de viabilité, multiplication ex-situ, renforcement de la population ?).

Le suivi de l'espèce sera assuré les mêmes années que pour *Vaccinium microcarpum*, puis les espèces sont dans le même site (Préperny). Un "état 0" a été réalisé en 2017 avec observation de 20 tiges fleuries sur un seul individu.

Pour *Vaccinium microcarpum*, la zone de présence ne représente que quelques mètres carrés dans une zone en forte dynamique de boisement. Le nombre d'individus est inconnu du fait de l'impossibilité de distinguer les parties liées entre elles au sein du tapis de sphaignes.

Un suivi a été mis en place en 2017 qui consiste en :

- La matérialisation de deux droites orthogonales par la pose de 3 piquets (renforcés par la pose d'aimants dans le sol au pied). L'une selon un azimut de 20°, l'autre de 290°.
- Le positionnement successif d'un cadre de 1m² en s'appuyant sur les deux droites ci-dessus pour couvrir l'ensemble de l'aire de l'espèce et de ses marges potentielles, soit un rectangle de 4 x 5 m (20 surfaces de cadre)
- La notation et le dessin de la zone de présence de l'espèce sur chacun des 25 divisions de 25x25 cm du cadre de suivi.
- Le calcul de la fréquence de l'espèce sur la base des 500 unités de 25x25 cm (totalité des unités relevées) et sur la base des 251 unités dont l'habitat est jugé favorable.

Le résultat de 2017 est de 183 carrés 25x25 cm avec présence de l'espèce.

Luronium natans fait également partie des espèces suivis très finement par un protocole standard (à Préperny) mais dans le cadre du PNA Luronium et non de la RNR.

Il est possible en fonction des évolutions du statut des espèces sur la RNR que d'autres intègre cette classe de protocoles comme *Erica tetralix*, *Rhynchospora alba*, *Drosera intermedia* ...

2.2.3 Espèces très rares à responsabilité plus limitée

Les espèces concernées ici sont dans un cas intermédiaire aux deux précédents : souvent trop "abondantes" (au niveau de la RNR ou au niveau régional) pour être suivies exhaustivement mais trop rares ou peu dispersées pour être suivies par des méthodes d'échantillonnage larges.

À court terme on prendra dans cette catégorie : *Carex lasiocarpa*, *Drosera intermedia*, *Rhynchospora alba*.

Pour suivre ces espèces il est proposé de restituer leur niveau de présence dans la RNR par une valeur indicatrice (un proxy) que l'on a prévu de mesurer par ailleurs. Ces espèces vont être suivie par leur aire de présence dans la RNR, établie à partir des cartes de leur habitat spécifique qu'il est prévu de renouveler régulièrement au cours de la vie de la Réserve. Chaque espèce étant étroitement liée à un habitat unique, il est possible de faire ce raccourci à condition tout de même que :

- La levée des polygones de l'habitat soit réalisée à une échelle très fine et précise (GPS si la lisibilité sur phot n'est pas optimale)
- La présence / absence de l'espèce soit bien notée dans les polygones de l'habitat cartographié (par exemple, *Arnica montana* n'est pas systématiquement présent dans les zones de *Juncion squarrosi* de la RNR).

Donc l'indicateur d'état de ces espèces évoluera au rythme des renouvellements de la carte de végétation. Si des situations évoluent défavorablement et qu'un suivi plus fin devient nécessaire, on basculera dans les suivis fin du 2.2.1.

Par ailleurs; d'autres espèces comme *Littorella uniflora*, *Ranunculus ololeucos*, *Arnica montana* peuvent être traitées de la même façon, mais elles ne rentrent pas dans le suivi des massifs de tourbes. Donc la cartographie des habitats prévue en C.S. 2.6 et C.S. 3.4, pourra aussi permettre de suivre des espèces à enjeu.

3 Suivi des Bryophytes indicateurs de l'état de la turfigénèse (C.S 1.5)

3.1 Contexte et objectifs

Contexte

Dans les végétations des massifs tourbeux, les bryophytes représentent une part importante des espèces végétales. Ce compartiment de la végétation est relativement mal pris en compte par les méthodes classiques et nécessite une approche dédiée. Par ailleurs, en particuliers dans les milieux ouverts, les massifs de tourbes portent une bryoflore spécifique qui ne peut trouver ailleurs les conditions de son développement.

Les objectifs de l'action sont :

- Suivre la dynamique des espèces de bryophytes induisant la formation de tourbe ;
- Compléter les connaissances sur les populations, la répartition dans la RNR et l'écologie des espèces visées.

L'hypothèse de travail est de cette action est double :

- Un suivi spatialisé des espèces édifiatrices de tourbe permet d'apprécier le dynamisme de la turfigénèse et ses éventuelles hétérogénéités au sein des sites. Cette voie d'étude repose elle-même sur l'hypothèse que la production de biomasse en surface par les bryophytes se traduit plus ou moins rapidement, plus ou moins complètement, par une production de tourbe.
- Le suivi spatialisé du cortège des hépatiques sphagnicoles permet de localiser des dynamiques négatives du massif de tourbe (dégradation, perturbation...) et de localiser des enjeux de patrimoine liés à ces mêmes espèces.

Les espèces concernées sont :

- Toutes les espèces de sphaignes ;
- Les Mousses comme *Polytrichum commune* et *Polytrichum strictum*, constituant des touradons et contribuant à la turfigénèse ;
- Les habitats à hépatiques comme *Biantheridion undulifolium*, *Calypogeia pl. sp.*, *Cephaloziella pl.sp.*, *Kurzia pauciflora*, *Leiomylia anomala*, *Lophozia ventricosa aggr.*, *Odontoschisma sphagni*, *Riccardia latifrons*...
- Certaines espèces plus communes traduisant des phénomènes intéressants ou des altérations fonctionnelles (*Aulacomnium palustre*, *Pseudoscleropodium purum*, *Hypnum sp.*)
- Inclusion possible de taxons en fonction de leur découverte ou de l'extension des périmètres.

Sites concernés :

- Tourbière du Vernay à St-Brisson
- Tourbière du Port des Lambert à Glux-en-Glenne,
- Tourbière de Champgazon,
- Tourbière du Furtiau à Montsauche-les-Settons.

3.2 Protocoles choisis

La mise au point des protocoles a débuté par une revue bibliographique et des contacts avec plusieurs collègues de CBN ailleurs en France. La revue bibliographique a plutôt remonté des protocoles orientés recherche peu adaptés mais sera sans doute précieuse pour la phase d'interprétation des résultats.

Un des aspects recherché dans la bibliographie a été de valider le lien supposé entre la production de biomasse vivante en surface et l'édification de tourbe. Ce lien est avéré, de façon triviale, dans beaucoup de tourbières de France par l'observation directe de macrorestes de sphaignes et autres bryophytes dans la tourbe fibrique.

Ce n'est pas le cas dans le Morvan où les études de macrorestes font essentiellement ressortir des plantes supérieures dans les tourbes anciennes (Arbres, Phragmites, Carex...) alors que les tourbes plus récentes sont plus dégradées et peu "lisibles" (Goubet 2014) avec une couche de sphaignes relativement récente. Le fonctionnement actuel des tourbières est donc très différent de celui qui a édifié l'essentiel du massif de tourbe, mais la dynamique actuelle, si elle existe encore, ne peut reposer que sur les communautés bryophytiques mais avec une efficacité (temps et taux de conversion de la biomasse en tourbe) inconnue.

Une autre question que le protocole devra contribuer à éclaircir est le rôle des arbres dans les massifs de tourbe : ont-ils un effet positif ou négatif sur les dynamiques observées, sur la composition en espèces... ? Le contexte de réchauffement climatique fait de plus en plus apparaître les arbres comme des protections pour les cortèges bryophytiques (mais pas forcément pour les trachéophytes). Ce fait reste à valider dans la RNR.

Cette question du rôle des arbres est aussi en lien avec la question de l'évapotranspiration, par les arbres et par les sphaignes, leurs interactions et l'effet global sur la réserve en eau de la tourbière en été.

Les contacts avec le CBN du Massif central, qui possède une grosse expérience de suivi de sites tourbeux ont été déterminants. Une journée sur le terrain dans le Morvan avec J. Celle du CBNMC le 20/06/2019 et la consultation de plusieurs études ont permis de dégrossir les problématiques et de cerner les protocoles à tester.

3.2.1 Suivi général des bryophytes turficoles

Ce premier protocole est le moins fin, et vise à couvrir l'essentiel des massifs de tourbe pour en suivre la dynamique de moyen à long terme. L'idée est d'échantillonner le cœur tourbeux des quatre sites étudiés et de connaître la répartition spatiale des sphaignes et de quelques autres bryophytes pour les suivre dans le temps, avec l'idée de la croiser cette spatialisation avec des évolutions du couvert boisé, de l'hydrologie (...).

Le protocole testé se base sur une grille de 50x50m appliquée sur SIG à l'ensemble du périmètre des 4 sous-entités suivies. Les points de relevés sont les intersections de cette grille. Une partie des points seulement a été retenue pour alléger le dispositif en temps. Les points retenus sont centrés sur les massifs de tourbe et leurs marges boisées ou prairiales (annexe 2). Les points ne sont pas matérialisés sur le terrain mais juste stocké dans un GPS de randonnée. Au pas de 50m et avec la précision du GPS, cette grille de points peut être considérée comme fixe pour les futures comparaisons.

Différentes surfaces échantillon **ont** été testées avec des rayons de 1m, 1.78m (surface de 10m²), 2m et 3m. de façon évidente le nombre d'espèces contactées augment avec le rayon mais le temps de relevé et le nombre de cas problématiques (habitat inhomogène) augment également. Le point le plus problématique est l'estimation du recouvrement des sphaignes, proches morphologiquement. Le rayon retenu est 2m, représentant un compromis entre les contraintes décrites. La forme en cercle est retenue par soucis de simplicité : un seul point à définir et un rayon qui peut être matérialisé par une ficelle de bonne longueur.

À chaque point un relevé simplifié est effectué selon la trame du bordereau de l'annexe 1 dont une partie est reprise ci-dessous. Toutes les sphaignes sont relevées (colonnes 1&2) ainsi que certaines autres espèces utiles pour comprendre les dynamiques ou la structure de l'habitat (colonne 3-4). L'abondance / dominance des espèces est notée.

Code point			
<input type="checkbox"/> Sph. angustifolium	<input type="checkbox"/> Sph. palustre	<input type="checkbox"/> Aulac palustre	<input type="checkbox"/> Polyt strictum
<input type="checkbox"/> Sph. capillifolium	<input type="checkbox"/> Sph. papillosum	<input type="checkbox"/> Calliery. cuspidata	<input type="checkbox"/> Polyt Commune
<input type="checkbox"/> Sph. cuspidatum	<input type="checkbox"/> Sph. rubellum	<input type="checkbox"/> Brachy. rutabulum	<input type="checkbox"/> Erio. Vaginatium
<input type="checkbox"/> Sph. fallax	<input type="checkbox"/> Sph. subnitens	<input type="checkbox"/> Hyloco. splendens	<input type="checkbox"/> Vaccinium oxycoccos
<input type="checkbox"/> Sph. fimbriatum		<input type="checkbox"/> Pleurozium schreberi	<input type="checkbox"/> Calluna vulgaris
<input type="checkbox"/> Sph. flexuosum		<input type="checkbox"/> Hypnum jutlandicum	<input type="checkbox"/> Molinia caerulea
<input type="checkbox"/> Sph. inundatum		<input type="checkbox"/> Pseudo. purum	<input type="checkbox"/> Carex rostrata
<input type="checkbox"/> Sph. magellanicum			

À ces bryophytes, sont ajoutées 5 trachéophytes pour les besoins du suivi des espèces et de la structure de végétation (voir 2.2.1).

Toutes ces données sont ensuite saisies directement dans la table SIG de localisation des points, permettant ainsi une analyse spatiale des répartitions d'espèce et de leurs évolutions (voir par exemple Celle 2016).

3.2.2 Suivi des dynamiques d'évolution des habitats des bryophytes turficoles

Ce protocole a pour objectif de comprendre les dynamiques plus fines à la limite de certains habitats, qui mettent souvent en jeu des évolutions spatiales d'espèces entre elles.

Le suivi repose sur la lecture de la végétation comprise à l'intérieur d'un quadrat de 1 x 1 m² déplacé successivement pour couvrir une placette de 2x2m ou 2x4m selon les besoins. L'emprise générale de la placette devra être matérialisée de façon fixe. Ce quadrat de 1m est divisé en 4 carrés de 50 cm de côté dans un but de repérage des colonies d'espèces. La méthode de suivi scientifique par quadrats est préconisée lorsque l'on souhaite appréhender, en plus des variations de la composition floristique, les mécanismes spatiaux de la dynamique à des échelles fines.



Exemple de mise en place du protocole sur le site du Vernay.

La détermination de la taille appropriée d'un quadrat permanent comporte une part de subjectivité. La taille optimale pour suivre des végétations bryophytiques est théoriquement de l'ordre de 0,1 m² (Hugonnot 2017). Dans le cas présent, le suivi porte sur des communautés majoritairement turficoles qui présentent des structures mosaïquées, dont la maille est de l'ordre du m² ou plus. De plus, augmenter le nombre de maille permet certes d'augmenter la finesse de lecture mais avec un coût élevé en temps d'inventaire. Le choix s'est donc porté sur un protocole qui avait déjà été déployé en tourbière par des collègues du CBNMC (Celle 2018)

Sur chaque carré de 50x50cm, un relevé rapide est réalisé, reprenant le même bordereau support que le suivi général (annexe 1), en notant les recouvrements de chacune des espèces. Une photographie de chaque carré sera faite systématiquement.

La présence, lorsqu'elle est évidente, de certaines espèces d'hépatiques sphagnicoles pourra être notée mais sans recherche spécifique.

Lors de l'interprétation des premiers résultats (sur la base d'une nouvelle lecture lors du second passage au bout de 5-10 années, en comparant un à un les carrés inventoriés), les modifications pourront être interprétées de façon spatiale grâce à ce maillage. Aucune validité statistique n'est attendue, ce protocole sert avant tout à focaliser le regard de façon reproductible sur des phénomènes pour mieux les comprendre.

Ce sont 6-8 placettes de 2x2m qui sont implantées sur chacun des 4 sites, toujours en milieux ouverts ou en zone de lisière mais pas au sein des boisements. La période de retour sur ces placettes devrait être de 2-3 ans.

3.2.3 Suivi de la croissance des sphaignes

Ce suivi a pour but d'apprécier / mesurer la croissance annuelle de certaines espèces de sphaignes. Ce suivi doit contribuer à apporter des éléments au problème de l'accroissement quantitatif de l'épaisseur de sphaigne au cours du temps et voir éventuellement par quoi il est affecté. Le protocole est mis en place à titre expérimental sur les sites de Champgazon et du Vernay. L'hétérogénéité des recouvrements par les sphaignes entre les sites ne permettra pas un avis global sur les quantités produites mais plutôt de mesurer des effets locaux comme le comportement des hautes buttes à *Sph. capillifolium* de Champgazon ou le dynamisme de *Sph. magellanicum* aggr. à la tourbière du Vernay.

Le protocole repose sur deux systèmes différents :

- Des tiges fixes (50 cm) implantées dans l'épaisseur d'une butte et marquées d'une encoche à l'affleurement des sphaignes (Figure 1). Un contrôle chaque année permettra de mesurer l'accroissement au-dessus de l'encoche. Sur le site du Vernay, les tiges sont enfoncées verticalement dans plusieurs buttes basses proches, de *S. capillifolium* et de *S. magellanicum* aggr.. Sur le site de Champgazon les tiges sont regroupées sur une haute butte de *S. capillifolium*, sur plusieurs faces (sommet, face nord, face est et face sud) pour essayer de comprendre l'évolution de ces formations remarquables.
- Des individus de sphaigne sont isolés et marqués individuellement en faisant un nœud sous le capitulum avec quelques fibres de ficelle en matériau synthétique. Les individus sont choisis en périphérie des piquets de mesure de croissance pour le repérage. On veille à ne pas trop tirer sur le brin lors de la mise en place. On laisse dépasser largement les brins en surface de la touffe de sphaignes. (Figure 2)

Pour les retrouver l'année N+1. Le contrôle s'effectue en mesurant l'accroissement de la tige au-dessus du nœud.



Figure 1 : suivi de la croissance d'une butte de *S. magellanicum* aggr. Au Vernay. Piquet étiqueté, enfoncé dans la butte.



Figure 2 : suivi de la croissance d'une butte de *S. capillifolium* à champgazon. L'encoche est visible.



Figure 3 : 3 individus de *S. magellanicum* aggr. marqués.

Si les premiers retours de ce protocole sont positifs (dès 2020), il pourra être étendu à d'autres sites pour d'autres questions (évolution des taches de *S. magellanicum* aggr. dans la moliniaie au port des Lamberts ou des buttes anciennes ou récentes du Furtiau par exemple).

3.2.4 Protocoles abandonnés

Il avait été envisagé de mettre en place des protocoles qui, à l'issue du test de 2019, n'ont pas été retenus :

- Suivi de l'évolution différentielle des différentes faces d'une haute butte de sphaignes (Champgazon, et Furtiau) pour mesurer effet de l'exposition, de l'ombrage par la callune, de la hauteur de butte...). Ce suivi aurait pu être mené par des relevés sur des Cadres de 25x25 cm ou A4. Cette question a été partiellement reprise dans le suivi croissance mais pas sous l'angle des communautés de petite échelle (notamment la progression des communautés à hépatiques).
- Suivi des communautés d'hépatiques sphagnicoles. Ce suivi était envisagé à grande échelle sur tous les massifs de tourbe pour détecter certains phénomènes de senescence des sphaignes, sur la base de la grille 50x50m du protocole général. C'est une question de temps qui a fait abandonner ce suivi, qui resterait pertinent tels que cela avait été démontré par HUGONNOT & CELLE (2014) .

4 Bibliographie

CELLE J. 2016. – Cartographie des Sphaignes du Marais de Limagne. Conservatoire botanique national du Massif central \ Département de la Haute-Loire, 12 p.

HUGONNOT V. (2017). Mise en place d'un suivi de la végétation vasculaire et des bryophytes après travaux de restauration hydrologique. Tourbière des Douillons (39). Année 0 – 2017. PNRHJ. 39p.

CELLE J. 2018. - Suivi 2018 de la dynamique des sphaignes dans la tourbière du site Natura 2000 FR8301084 « Cratère du Mont Bar ». Conservatoire botanique national du Massif central / Département de la Haute-Loire, 15 p.

GOUBET P. (2014). Les macrorestes des tourbes: contribution à la connaissance de l'histoire et du fonctionnement des tourbières du Morvan. Parc naturel régional du Morvan. 35p.

HUGONNOT & CELLE (2014). Tourbière de la Digonnière (Pilat, Loire). Processus d'humification. CBNMC. 6 p.

Annexes

Annexe 1 : Bordereau de suivi des placettes et points (2.2.1 , 3.2.1 , 3.2.2)

Code point			
<input type="checkbox"/> Sph. angustifolium <input type="checkbox"/> Sph. capillifolium <input type="checkbox"/> Sph. cuspidatum <input type="checkbox"/> Sph. fallax <input type="checkbox"/> Sph. fimbriatum <input type="checkbox"/> Sph. flexuosum <input type="checkbox"/> Sph. inundatum <input type="checkbox"/> Sph. magellanicum	<input type="checkbox"/> Sph. palustre <input type="checkbox"/> Sph. papillosum <input type="checkbox"/> Sph. rubellum <input type="checkbox"/> Sph. subnitens	<input type="checkbox"/> Aulac palustre <input type="checkbox"/> Calliarg. cuspidata <input type="checkbox"/> Brachy. rutabulum <input type="checkbox"/> Hyloco. splendens <input type="checkbox"/> Pleurozium schreberi <input type="checkbox"/> Hypnum jutlandicum <input type="checkbox"/> Pseudo. purum	<input type="checkbox"/> Polyt strictum <input type="checkbox"/> Polyt Commune <input type="checkbox"/> Erio. Vaginatum <input type="checkbox"/> Vaccinium oxycoccos <input type="checkbox"/> Calluna vulgaris <input type="checkbox"/> Molinia caerulea <input type="checkbox"/> Carex rostrata
Code point			
<input type="checkbox"/> Sph. angustifolium <input type="checkbox"/> Sph. capillifolium <input type="checkbox"/> Sph. cuspidatum <input type="checkbox"/> Sph. fallax <input type="checkbox"/> Sph. fimbriatum <input type="checkbox"/> Sph. flexuosum <input type="checkbox"/> Sph. inundatum <input type="checkbox"/> Sph. magellanicum	<input type="checkbox"/> Sph. palustre <input type="checkbox"/> Sph. papillosum <input type="checkbox"/> Sph. rubellum <input type="checkbox"/> Sph. subnitens	<input type="checkbox"/> Aulac palustre <input type="checkbox"/> Calliarg. cuspidata <input type="checkbox"/> Brachy. rutabulum <input type="checkbox"/> Hyloco. splendens <input type="checkbox"/> Pleurozium schreberi <input type="checkbox"/> Hypnum jutlandicum <input type="checkbox"/> Pseudo. purum	<input type="checkbox"/> Polyt strictum <input type="checkbox"/> Polyt Commune <input type="checkbox"/> Erio. Vaginatum <input type="checkbox"/> Vaccinium oxycoccos <input type="checkbox"/> Calluna vulgaris <input type="checkbox"/> Molinia caerulea <input type="checkbox"/> Carex rostrata
Code point			
<input type="checkbox"/> Sph. angustifolium <input type="checkbox"/> Sph. capillifolium <input type="checkbox"/> Sph. cuspidatum <input type="checkbox"/> Sph. fallax <input type="checkbox"/> Sph. fimbriatum <input type="checkbox"/> Sph. flexuosum <input type="checkbox"/> Sph. inundatum <input type="checkbox"/> Sph. magellanicum	<input type="checkbox"/> Sph. palustre <input type="checkbox"/> Sph. papillosum <input type="checkbox"/> Sph. rubellum <input type="checkbox"/> Sph. subnitens	<input type="checkbox"/> Aulac palustre <input type="checkbox"/> Calliarg. cuspidata <input type="checkbox"/> Brachy. rutabulum <input type="checkbox"/> Hyloco. splendens <input type="checkbox"/> Pleurozium schreberi <input type="checkbox"/> Hypnum jutlandicum <input type="checkbox"/> Pseudo. purum	<input type="checkbox"/> Polyt strictum <input type="checkbox"/> Polyt Commune <input type="checkbox"/> Erio. Vaginatum <input type="checkbox"/> Vaccinium oxycoccos <input type="checkbox"/> Calluna vulgaris <input type="checkbox"/> Molinia caerulea <input type="checkbox"/> Carex rostrata
Code point			
<input type="checkbox"/> Sph. angustifolium <input type="checkbox"/> Sph. capillifolium <input type="checkbox"/> Sph. cuspidatum <input type="checkbox"/> Sph. fallax <input type="checkbox"/> Sph. fimbriatum <input type="checkbox"/> Sph. flexuosum <input type="checkbox"/> Sph. inundatum <input type="checkbox"/> Sph. magellanicum	<input type="checkbox"/> Sph. palustre <input type="checkbox"/> Sph. papillosum <input type="checkbox"/> Sph. rubellum <input type="checkbox"/> Sph. subnitens	<input type="checkbox"/> Aulac palustre <input type="checkbox"/> Calliarg. cuspidata <input type="checkbox"/> Brachy. rutabulum <input type="checkbox"/> Hyloco. splendens <input type="checkbox"/> Pleurozium schreberi <input type="checkbox"/> Hypnum jutlandicum <input type="checkbox"/> Pseudo. purum	<input type="checkbox"/> Polyt strictum <input type="checkbox"/> Polyt Commune <input type="checkbox"/> Erio. Vaginatum <input type="checkbox"/> Vaccinium oxycoccos <input type="checkbox"/> Calluna vulgaris <input type="checkbox"/> Molinia caerulea <input type="checkbox"/> Carex rostrata
Code point			
<input type="checkbox"/> Sph. angustifolium <input type="checkbox"/> Sph. capillifolium <input type="checkbox"/> Sph. cuspidatum <input type="checkbox"/> Sph. fallax <input type="checkbox"/> Sph. fimbriatum <input type="checkbox"/> Sph. flexuosum <input type="checkbox"/> Sph. inundatum <input type="checkbox"/> Sph. magellanicum	<input type="checkbox"/> Sph. palustre <input type="checkbox"/> Sph. papillosum <input type="checkbox"/> Sph. rubellum <input type="checkbox"/> Sph. subnitens	<input type="checkbox"/> Aulac palustre <input type="checkbox"/> Calliarg. cuspidata <input type="checkbox"/> Brachy. rutabulum <input type="checkbox"/> Hyloco. splendens <input type="checkbox"/> Pleurozium schreberi <input type="checkbox"/> Hypnum jutlandicum <input type="checkbox"/> Pseudo. purum	<input type="checkbox"/> Polyt strictum <input type="checkbox"/> Polyt Commune <input type="checkbox"/> Erio. Vaginatum <input type="checkbox"/> Vaccinium oxycoccos <input type="checkbox"/> Calluna vulgaris <input type="checkbox"/> Molinia caerulea <input type="checkbox"/> Carex rostrata
Code point			
<input type="checkbox"/> Sph. angustifolium <input type="checkbox"/> Sph. capillifolium <input type="checkbox"/> Sph. cuspidatum <input type="checkbox"/> Sph. fallax <input type="checkbox"/> Sph. fimbriatum <input type="checkbox"/> Sph. flexuosum <input type="checkbox"/> Sph. inundatum <input type="checkbox"/> Sph. magellanicum	<input type="checkbox"/> Sph. palustre <input type="checkbox"/> Sph. papillosum <input type="checkbox"/> Sph. rubellum <input type="checkbox"/> Sph. subnitens	<input type="checkbox"/> Aulac palustre <input type="checkbox"/> Calliarg. cuspidata <input type="checkbox"/> Brachy. rutabulum <input type="checkbox"/> Hyloco. splendens <input type="checkbox"/> Pleurozium schreberi <input type="checkbox"/> Hypnum jutlandicum <input type="checkbox"/> Pseudo. purum	<input type="checkbox"/> Polyt strictum <input type="checkbox"/> Polyt Commune <input type="checkbox"/> Erio. Vaginatum <input type="checkbox"/> Vaccinium oxycoccos <input type="checkbox"/> Calluna vulgaris <input type="checkbox"/> Molinia caerulea <input type="checkbox"/> Carex rostrata

Annexe 2 : Carte des points du Suivi général des bryophytes turfiques







