



Réserve Naturelle Nationale  
et Périmètre de Protection  
**TOURBIERE DU GRAND LEMPS**

# Association Loisirs Botaniques



Photo : A. Michaud

## Inventaire des bryophytes Répartition, écologie et diagnostic fonctionnel

# AUTEURS

---

## RÉDACTION :

---

**Vincent HUGONNOT** / Association Loisirs botaniques  
Mel : [vincent.hugonnot@wanadoo.fr](mailto:vincent.hugonnot@wanadoo.fr)  
Tel. 04.71.00.23.07.  
Le Bourg 43270 Varennes-Saint-Honorat  
SIRENE : 438 440 968 00016

## MAITRISE D'OUVRAGE :

---

Grégory MAILLET / CEN Isère, conservateur  
Mel : [grand-lemps@espaces-naturels.fr](mailto:grand-lemps@espaces-naturels.fr)  
Tel : 09.84.36.01.52.  
Conservatoire d'espaces naturels d'Isère - AVENIR  
Maison Borel 2 rue des Mails 38210 St Egrève  
Web : [avenir.38.free.fr](http://avenir.38.free.fr)

## FINANCEMENT :

---

**DREAL Rhône-Alpes**



**Conseil général de l'Isère**



# SOMMAIRE

---

1. - Introduction .....	5
2. - Méthodologie .....	7
2.1. - Phase de terrain .....	7
2.2. - Nomenclature .....	7
2.3. - Rareté des taxa .....	8
2.4. - Cartographie .....	8
3. - Présentation du site .....	9
3.1. - Approche climatique .....	9
3.2. - Approche géologique .....	9
3.2.1. - Le tertiaire .....	9
3.2.2. - Le quaternaire .....	10
3.2.3. - Le remplissage post-glaciaire .....	10
3.3. - Approche hydrologique .....	10
3.4. - Qualité de l'eau .....	11
3.5. - Evolution diachronique de la tourbière du Grand-Lemps .....	12
4 - Exploitation de la littérature scientifique .....	14
5. - Résultats .....	15
5.1. - Inventaire bryologique .....	15
5.2. - Fréquence des espèces dans le site .....	16
5.3. - Espèces patrimoniales .....	17
5.4. - Répartition verticale des espèces .....	45
5.5. - Répartition horizontale des espèces à l'échelle du marais .....	46
5.6. - Espèces et cortèges indicateurs .....	63
5.7. - Les groupements bryophytiques .....	76
5.7.1. - Saulaies et aulnaies .....	76
5.7.2. - Tourbière acide .....	77
5.7.3. - Bas-marais alcalins .....	77
6. - Discussion .....	79
6.1. - Richesse bryophytique .....	79
6.2. - Richesse bryocénotique .....	80
6.2.1. - Richesse en bryophytes des habitats trachéophytiques .....	80
6.2.2. - Richesse en bryocénoses .....	80
6.3. - Fonctionnalité du système tourbeux .....	81

6.3.1. - Bas-marais alcalins.....	81
6.3.2. - Communautés à sphaignes.....	82
6.3.3. - Approche dynamique.....	83
6.4. - Gestion conservatoire.....	85
7. - Conclusion.....	88
Bibliographie.....	89

# 1. - INTRODUCTION

---

La tourbière du Grand Lemps se situe dans la moitié Nord du département de l'Isère, dans le Bas Dauphiné, à l'avant des massifs subalpins de la Chartreuse, dans la région des « Terres Froides ». L'intérêt biologique exceptionnel de la tourbière du Grand Lemps a été mis au jour dès les années 1970. Le complexe palustre de la tourbière du Grand Lemps occupe, à 500 m d'altitude, le fond d'une dépression d'origine glaciaire d'axe sensiblement nord-sud. La dépression du lac s'est comblée progressivement de tourbe et d'alluvions, élaborant, au cours des 10 000 dernières années, une tourbière très originale par ses espèces végétales et qui nous est parvenue dans un état d'intégrité remarquable. Une des particularité de ce marais est de présenter une forte dissymétrie, en regroupant une tourbière acide ombrotrophe à sphaignes en rive droite et un vaste bas-marais alcalin, limnogène, en rive gauche (MAILLET, 2010).

La strate bryophytique des bas-marais alcalins est souvent bien développée, voire exclusive, pouvant atteindre des recouvrements très élevés (O'CONNELL, 1981 ; GLIME *et al.*, 1982 ; KOOIJMAN, 1992), avec une richesse spécifique élevée (SJÖRS, 1950, 1961 ; O'CONNELL, 1981). Le groupe écologique des « mousses brunes » dominées par les *Amblystegiaceae* et les *Calliergonaceae* (HEDENÄS, 2003) est une composante fondamentale dans les bas-marais neutres et alcalins et nombreuses sont les espèces possédant à la fois une grande valeur diagnostique dans la caractérisation des habitats et une forte valeur patrimoniale. Les bryophytes sont considérées comme d'excellents indicateurs (vis-à-vis de la composition chimique de l'eau et de son statut trophique notamment) car elles ne possèdent ni tissus conducteurs, ni racines, ce qui les rend directement dépendantes des apports périphériques de la solution ionique qui se trouve en contact avec ces dernières (PROCTOR, 1982). En outre, les bryophytes ne possèdent ni cuticule protectrice, ni stomates régulateurs et sont poïkilohydriques. Les bryophytes répondent ainsi plus précocement que les trachéophytes aux variations des paramètres environnementaux (KOOIJMAN, 1992). On connaît des bas-marais dont la composition trachéophytique est proche de l'état initial tandis que la flore bryophytique ne comporte plus que *Calliergonella cuspidata* ou des sphaignes (VAN WIRDUM, 1991).

Les bryophytes avaient déjà fait l'objet d'un inventaire partiel dans la tourbière du Grand Lemps, en 1999. Ce premier travail avait permis de dresser une liste de 16 taxa, dont 6 espèces rares, parmi lesquelles une espèce aujourd'hui protégée au niveau national (*Hamatocaulis vernicosus*). Cet inventaire nécessitait des compléments afin de pouvoir disposer d'une liste des bryophytes proche de l'exhaustivité, de connaître la répartition des espèces dans le site, d'améliorer les connaissances relatives à l'écologie locale de l'ensemble des taxa, de préciser leurs effectifs et de contribuer à la compréhension du système tourbeux.

Les buts de la présente étude sont ainsi de :

- réaliser un inventaire des bryophytes aussi exhaustif que possible,
- rechercher spécifiquement les taxa à forte valeur patrimoniale,
- dresser des cartes de répartition de l'ensemble des taxa répertoriés,
- préciser la localisation des sites de concentration de la richesse à l'échelle locale,
- proposer un diagnostic de l'intérêt bryophytique du site (évaluer l'état de conservation des bas-marais alcalins et de la tourbière à sphaignes ; rechercher d'autres cortèges à forte valeur patrimoniale),
- contribuer à la connaissance du fonctionnement de l'éco-complexe (liens entre le type d'alimentation en eau et la répartition des bryocénoses ; genèse et répartition des communautés de bas-marais alcalins et de tremblants à sphaignes),
- sur ces bases, affiner les mesures de gestion dans un souci de conservation du patrimoine bryophytique.

## 2. - METHODOLOGIE

---

### 2.1. - Phase de terrain

Afin d'orienter les prospections de terrain, nous nous sommes aidés essentiellement de la carte de végétation du plan de gestion (MAILLET, 2010) de la carte topographique au 1/25 000 de l'I.G.N et de la photo aérienne de 2003 (BD ORTHO ® © IGN 2003). L'ensemble des habitats susceptibles d'abriter des bryophytes a été parcouru.

La tourbière du Grand Lemps a été visitée à de multiples reprises depuis 1999. Les prospections de terrain systématiques ont été effectuées par Vincent HUGONNOT et Jaoua CELLE en 2012.

L'ensemble de la tourbière alcaline abritant des bryophytes (c'est à dire à l'exclusion de surfaces importantes de cladiaies monospécifiques) et de la tourbière à sphaignes a été parcouru systématiquement. Toutes les coordonnées géographiques (latitude et longitude) des points d'observation sont déterminées à l'aide d'un GPS Garmin eTrexVista. A chaque point de relevé, les données suivantes sont consignées dans une fiche de relevé spécifique :

- liste des taxa de bryophytes,
- présence de structures reproductrices,
- abondance de chacune d'entre elles (1 = 0-33 % de recouvrement, 2 = 33-66 % de recouvrement, 3 = 66-100 % de recouvrement),
- phytocénose dominante.

L'inventaire des bryophytes du site a été complété par des relevés ciblés et ponctuels dans des habitats plus marginaux, tels que les saulaies, les aulnaies, les phragmitaies...

Un total de 399 relevés a été effectué. 2035 données floristiques ont été collectées.

D'autre part, 48 relevés topographiques ont été effectués dans le but de cerner plus précisément le comportement des espèces, notamment des sphaignes. Des relevés ont été effectués tous les 5 cm verticaux en utilisant un disque de 30 cm de diamètre autour d'un axe. Toutes les espèces en contact du disque ont été notées, de 0 cm à 60 cm de hauteur.

La grande majorité des taxa reçoit un nom provisoire sur le terrain puis fait l'objet d'une confirmation systématique au laboratoire à l'aide du matériel optique approprié. Des échantillons témoins des espèces, aussi limités que possible et toujours réalisés dans le souci de la préservation des populations à un niveau local, sont conservés dans l'herbier bryologique de l'auteur.

### 2.2. - Nomenclature

La nomenclature des bryophytes utilisée repose essentiellement sur les publications de référence dans ce domaine, à savoir HILL *et al.* (2006) pour les mousses et ROS *et al.* (2007) pour les hépatiques.

### **2.3. - Rareté des taxa**

Deux niveaux de rareté sont considérés dans l'appréciation de la flore patrimoniale :

- 1. - les taxa inscrits à l'annexe II et V de la directive "Habitats" (directive 92/43/CEE), à la World Red List of Bryophytes (TAN *et al.*, 2000), au Red Data Book of European Bryophytes (EUROPEAN COMMITTEE FOR CONSERVATION OF BRYOPHYTES, 1995) et dans le projet de Livre rouge de France métropolitaine (DEPÉRIERS-ROBBE, 2000),
- 2. - les espèces rares dans la région mais non protégés ou les espèces rares à assez rares en France et ayant subi une raréfaction sont considérées comme remarquable au niveau local.

### **2.4. - Cartographie**

Nous avons procédé à la création d'une base de données d'informations bryologiques comportant le nom du taxon et les coordonnées géographiques de chacune des observations floristiques. Afin d'attribuer chaque taxon à une maille, nous avons croisé la base d'informations et le maillage grâce au logiciel MapInfo Professional. La création des mises en page est également réalisée sous MapInfo.

Les fonds de carte nous ont été communiqués par la RN de la tourbière du Grand Lemps. La cartographie des habitats disponible dans MAILLET (2010) a été simplifiée pour les besoins de nos problématiques. Ont été regroupés l'ensemble des habitats anthropisés, tous les herbiers aquatiques (dépourvus de bryophytes), les divers types de prairies et pelouses (pauvres en bryophytes), les boisements frais à humides (dont seule la physionomie importe pour les bryophytes), les bois de bouleaux et bois de pins, les tremblants à sphaignes, les divers types de cladaies et les bas-marais riches en bryophytes. D'autres fonds ont pu être créés sur la base des seules communautés abritant des sphaignes (Bois de Bouleau à sphaignes, végétation à Marisque et sphaigne colonisée par le Bouleau, tourbière de transition et tourbière tremblante à Rhynchospore blanc). Un fonds des habitats colonisés par les ligneux a également pu être généré en réunissant chênaie-Charmaie, bois de Bouleau, bois de Tremble, bois de Frêne et d'Aulne des sources, Bois de Frêne, d'Aulne et de Saule, bois marécageux d'Aulne, saussaie marécageuse, bouleau et Pin sylvestre x tourbière tremblante à Rhynchospore blanc, bois de Bouleau à Sphaignes, végétation à Marisque colonisée par les ligneux, végétation à Marisque et Phragmite colonisée par de jeunes ligneux, végétation à Marisque et sphaignes colonisée par le Bouleau.

## 3. - PRESENTATION DU SITE

---

Toutes les données présentées dans ce chapitre sont directement issues de MARCIAU (1997), de BOUCARD *et al.* (2004) et de MAILLET (2010). Seules les données présentant un intérêt dans l'interprétation des résultats ont été extraites des plans de gestion et du Document d'Objectifs.

### 3.1. - Approche climatique

Le climat du Bas Dauphiné (appelé aussi « Terres froides ») est assez original, partagé entre influences océaniques et tendances continentales. Sur le site même de la tourbière s'ajoute, au caractère humide du climat, l'effet du relief local (cuvette exposée au nord des collines du Banchet) impliquant une diminution de l'insolation et une stagnation des brouillards pendant l'hiver.

Située dans une vallée glaciaire du paléo-Rhône située au nord des collines du Banchet, c'est la station de Charavines qui semble présenter la meilleure corrélation avec la tourbière du Grand Lemps. La pluviométrie annuelle y est relativement élevée (moyenne de 1139 mm). Les minima de pluviométrie s'observent pendant les mois de février et de juillet, alors que les maxima sont totalisés en septembre et novembre puis en juin. Mais la faible différence entre ces extrêmes ne montre pas à proprement parler de « mois humides » et de « mois secs ». En ce qui concerne le nombre de jours de précipitations, les mois les moins pluvieux sont juillet (8 jours de pluie) et septembre-octobre (9 jours). Le régime saisonnier n'est pas très marqué, on ne peut pas véritablement parler de saisons sèche et humide. Cette régularité de la pluviométrie traduit une influence océanique marquée.

La température moyenne annuelle au Pin calculée sur la période 1967-77 est de 9,1°C. C'est une température relative inférieure de 3°C à Bourgoin-Jallieu ou La Côte-St-André. Il gèle un jour sur trois, mais les mois de juillet et août sont relativement chauds (19°C).

### 3.2. - Approche géologique

La tourbière du Grand Lemps fait partie du bassin molassique miocène du Bas Dauphiné. Les terrains rencontrés, d'âge tertiaire et quaternaire, sont d'origine détritique. Deux grands ensembles peuvent être distingués : le substratum molassique tertiaire et les terrains de couverture quaternaire. Le substratum est représenté par les conglomérats molassiques. Ceux-ci affleurent au sud du site en formant une bande rectiligne orientée Est-Ouest, presque continue et large d'environ 1 km. Sur tout le reste du site, les conglomérats sont souvent recouverts par les terrains quaternaires.

#### 3.2.1. - Le tertiaire

Les conglomérats molassiques forment une puissante série (au moins 500 à 600 m) de conglomérats formés pour la moitié de sédiment d'éléments de diamètre supérieur à 2 mm (classe des rudites) liés par un ciment, et pour l'autre moitié

d'éléments supérieur à 10 mm. Les galets sont de natures variées : des roches cristallines, des éléments calcaires et du quartz et des quartzites. Le ciment de la roche est calcaire argilo-sableux (50 % de carbonate de calcium + 45 % de quartz + 5 % de Feldpaths et Micas). Les conglomérats molassiques ne constituent pas une formation aquifère.

### **3.2.2. - Le quaternaire**

Les terrains de couverture sont des plus anciens aux plus récents :

- des dépôts glaciaires morainiques typiques généralement argileux, mais d'une grande hétérogénéité en nature et en tailles d'éléments. On y trouve des calcaires, des quartzites, des grès,
- des alluvions fluvio-glaciaires au sein desquels les calcaires prédominent,
- des alluvions anciennes dont le matériel est analogue à celui des alluvions glaciaires et fluvio-glaciaires,
- des éboulis (galets plus ou moins enrobés dans une matrice sablo-argileuse),
- des alluvions récentes dont les éléments proviennent du remaniement des dépôts morainiques et fluvio-glaciaires.

### **3.2.3. - Le remplissage post-glaciaire**

Le remplissage post-glaciaire constitue notamment des niveaux quasi imperméables de craie lacustre.

## **3.3. - Approche hydrologique**

La tourbière du Grand Lemps est organisée autour de deux bassins est et ouest (= Néjou), reliés par un chenal, en amont d'une digue orientée ouest-est, qui sépare la zone humide en deux parties.

Il n'y a pas de sous-écoulements hypodermiques et l'eau libre qui passe sous le pont au sud du site, pour constituer ensuite le ruisseau du Barbaillon qui chemine dans la plaine de Bièvre, est la résultante de tout ce qui transite par la tourbière. Le bassin versant est isolé, perché en amont de 2 vallées (Bourbre et Hien) et de 2 plaines (Bièvre et Liers). Il jouxte donc des têtes de bassin dont la qualité de l'eau n'est pas encore trop dégradée. Le réseau hydrographique du bassin versant est quasi-inexistant. Il représente un linéaire total de 3 751 mètres. Trois ruisseaux affluent dans la partie nord-est de la tourbière. Ils n'alimentent pas directement les bassins de la tourbière et y pénètrent d'une manière diffuse. Leur débit est faible par rapport à celui du déversoir, prouvant ainsi leur faible contribution à l'alimentation. Ils ont tous déjà été rectifiés à la pelle mécanique. Plusieurs plans d'eau libre sont présents dans le site, dont le plus vaste (le Néjou) atteint environ 3 ha.

L'existence d'une nappe captive sous la surface de la tourbière est un fait bien connu (MORET, 1946). L'eau circule dans les alluvions fluvioglaciaires perméables de la fin de l'ère glaciaire, qui sont posées sur les poudingues pontiens relativement imperméables du Miocène supérieur. Cette nappe phréatique est recouverte par une importante couche de craie lacustre imperméable déposée par le vaste lac originel issu de la fonte du glacier. Elle est donc isolée de la tourbière qui s'est développée

ensuite en surface. Des événements dans la craie laissent jaillir l'eau en surface par des entonnoirs présents le long de la bordure est de la tourbière et visibles en particulier au fond du Bassin est (DZIKOWSKI *et al.*, 2000). Des sources sont également présentes au nord, comme le puits naturel de Baraban ou celle située dans le fond du bassin Balainières. Des apports au cœur de la zone humide semblent difficilement envisageables au regard de l'importante épaisseur des formations crayeuses. L'observation du débit important et continu à l'exutoire (200 l/s), comparé aux apports des petits affluents amont (2 l/s), confirme l'importance des apports sous-lacustres qui représentent de 90 à 95% (à l'étiage) des approvisionnements en eau de la tourbière (DZIKOWSKI *et al.*, 2000). Cet approvisionnement est même, pour plus de la moitié du volume, localisé sur la zone aval de la tourbière, le long de la voie ferrée, près de la rive, sous les niveaux tourbeux, puisque le débit à la digue est en moyenne de 100 l/s. Ces sources sous-lacustres représentent, en période d'étiage, plus de 90 % du volume d'eau s'écoulant à l'exutoire. Les aquifères jouent un rôle évident de régulateur des entrées et permettent une restitution progressive des pluies efficaces avec un amortissement de ces dernières.

Ce type de régime hydrologique confère une remarquable homéostasie aux communautés végétales de bas-marais alcalin en maintenant la nappe à un niveau relativement constant tout au long de l'année et en apportant une charge minérale constante, comme cela a déjà été noté en Irlande (O'CONNELL, 1981). Là où l'hydrologie ne suit pas ce mode d'alimentation, d'autres communautés se développent.

### **3.4. - Qualité de l'eau**

Les apports sous-lacustres sont filtrés par les alluvions qu'ils traversent avant d'arriver directement par le fond du lac.

Les eaux du bassin versant présentent un pH le plus souvent neutre à légèrement basique (7 à 7,6) conformes aux analyses d'eau effectuées depuis 1974. La tourbière acide présente un pH juste supérieur à 4, caractéristique d'une ombrotrophie et de l'activité des sphaignes qui acidifient le milieu.

Les différentes campagnes de mesure des conductivités aux différents points du bassin versant ont montré que ces dernières sont comprises en moyenne entre 500 et 700  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (minéralisation de 200 à 300 mg/l). Elles sont relativement élevées pour cette région calcaire, en limite de partage des eaux et s'expliquent en partie par la charge en ions (nitrates, ammonium, calcium, sulfates, chlorures,...). Les venues d'eau au niveau de la zone humide étant essentiellement souterraines, la minéralisation est en majeure partie liée aux formations aquifères traversées. Toutefois une partie de cette minéralisation peut être due aux teneurs en nitrates et en chlorures en particulier dans la partie amont du bassin versant. Les très faibles valeurs, inférieures à 30  $\mu\text{S}/\text{cm}$  sur la tourbière acide, montrent un milieu isolé des eaux libres et l'absence d'apports latéraux minéralisés. Cette faible minéralisation des eaux indique donc un apport météorique important.

On peut vraisemblablement considérer que l'ensemble du milieu aquatique est atteint par les polluants rejetés par l'autoroute.

Les teneurs en Ca et bicarbonate ne sont pas connues.

Au sein du marais, les concentrations en nitrites sont correctes, souvent inférieures à 0,1 mg/l. Les valeurs moyennes obtenues restent toutes inférieures à 1 mg/l de  $\text{NH}_4^+$ . Il faut noter les fortes teneurs en ammoniacque  $\text{NH}_4^+$  dans les vases fluides des bassins Ouest et Est : 5,306 et 6,020 mg/l, sans commune mesure avec les teneurs constatées dans la colonne d'eau : respectivement 0,105 et 0,075 mg/l en moyenne. A l'inverse, les concentrations en nitrates  $\text{NO}_3^-$  y sont quasiment nulles : 0,01 et 0,00 mg/l, alors que dans la colonne d'eau elles sont de 23,8 et 27,8 mg/l. Ces résultats montrent que dans le système du Grand Lemps, même si la hauteur de la colonne en eau est peu importante (1 à 2 m), le système de dégradation de la matière organique est fortement compartimenté avec une première étape se déroulant dans le sédiment et l'eau interstitielle (matière organique =>  $\text{NH}_4^+$ ) et une autre dans la colonne d'eau ( $\text{NH}_4^+$  =>  $\text{NO}_2^-$  =>  $\text{NO}_3^-$ ).

Les teneurs actuelles en nitrates sont élevées pour un secteur en tête de bassin et en milieu tourbeux. Ces nitrates devraient être rapidement consommés par les végétaux aquatiques et le phytoplancton, notamment à la belle saison. Depuis 1974, les teneurs ont fortement augmenté dans les bassins ouest et est. De 0 à 11,6mg/l dans le bassin ouest, elles atteignent en 2002, 9,9 à 34 mg/l ; et de 10,8 à 17 mg/l dans le bassin est, elles atteignent 14,6 à 39,5 mg/l. Les bassins est et ouest voient leurs teneurs encore augmenter en 2009. La qualité de l'eau s'est nettement détériorée comme en témoignent les taux de nitrates du Néjou, de 0,3 à 11,6mg/l suivant la saison en 1974 (VINCENT, 1974) contre 36,2 mg/l en 2009. Il est possible, au vue du fonctionnement précédemment décrit, que cette augmentation en nitrates soit en grande partie liée à une augmentation de la dégradation de la matière organique dans les sédiments de ces secteurs, avec production intense d'ammoniacque. Jusqu'à présent, la bonne oxygénation des eaux a permis la transformation de l'ammoniacque en nitrate dans la colonne d'eau comme le montre la quasi-inexistence de cet élément (et des nitrites) dans la colonne. Les teneurs des eaux interstitielles en orthophosphates (le plus aisément biodisponible) des vases : 0,008 et 0,006 mg/l sont faibles sauf dans la zone à sphaignes où ces dernières sont extrêmement élevés (2,32 mg/l). Les teneurs moyennes en sulfates sont toutes en dessous de 20 mg/l.

### **3.5. - Evolution diachronique de la tourbière du Grand-Lemps**

La tourbière date de moins de 4500 ans. Elle s'est constituée par la formation d'un radeau d'hélophytes flottants sur le lac originel. Ce radeau, d'environ 1,5 m d'épaisseur, se trouve sous 40 cm d'eau et repose sur plus d'1 m d'eau libre. Il flotte donc entre deux eaux et permet le développement d'un bas-marais alcalin très stable grâce aux conditions hydrologiques remarquablement constantes.

Des sondages à la tarière effectués en 2000 par LAPLACE-DOLONDE ont montré qu'il n'y avait pas de traces de ligneux dans le mètre supérieur de tourbe. La végétation herbacée s'y est donc maintenue à travers les siècles. La cladiaie en particulier, qui occupe l'essentiel du marais, rend difficile la colonisation par les ligneux. Elle s'est visiblement développée en cercles centrifuges qui ont fini par se rejoindre.

La genèse de la tourbière à sphaignes pose problème. Cet habitat pourrait bénéficier d'une inondation moindre par les eaux légèrement basiques du lac et de l'ombre portée par les collines, favorisant l'implantation de ces bryophytes. Des taches de tourbière à sphaignes ombrotrophe se développent au nord du canal reliant les bassins est et ouest, ainsi qu'au sud de la digue sur la bordure ouest. Les sphaignes profitent souvent d'un support comme la base du tronc des bouleaux pour se développer hors d'atteinte des inondations alcalines du lac. Une autre hypothèse émise est que, en raison du climat froid et humide régnant sur le site, mais aussi grâce à la stabilité hydrologique conférée par les sources sous-lacustres, une végétation palustre à base de sphaignes, alimentée uniquement par les eaux de pluie, a pu se développer sur le secteur sud-ouest du site allant jusqu'à l'édification de buttes ombrotrophes très acides.

Jusqu'en 1964, la pointe nord de la tourbière était fauchée à la main. Le marisque était récolté comme litière de second choix pour le bétail. La fauche était répandue sur les marges, même dans les secteurs aujourd'hui peuplés par les sphaignes. Le feu était utilisé pour brûler la litière sèche et faucher de la blache de bonne qualité. Une dizaine de vaches étaient menées à la journée sur la tourbière.

Les atteintes portées au milieu naturel ont initié une dynamique de fermeture et d'eutrophisation, qui va s'accroissant. Les photos disponibles montrent que la colonisation par les ligneux a commencé à être évidente au début des années 1990.

## 4 - EXPLOITATION DE LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE

---

PAUTOU & BAIER (1983) signalent 15 taxons de bryophytes dont la détermination avait été réalisée par DAHL. Certaines des espèces signalées dans cette publication n'ont pas été observées lors de nos inventaires répétés. Malgré nos efforts, nous n'avons pu avoir accès aux parts d'herbier justificatrices de DAHL, qui sont sans doute définitivement perdues.

La nomenclature employée dans PAUTOU & BAIER (1983) appelle quelques commentaires et précisions :

**1** le *Drepanocladus* sp. signalé dans PAUTOU & BAIER (1983) correspond à *Scorpidium cossonii*,

**2** *Sphagnum warnstorffii* a été signalé par PAUTOU & BAIER (1983) ; nous n'avons observé que *S. capillifolium* comme espèce proche au plan taxonomique,

**3** *Sphagnum centrale* et *S. magellanicum* ont été signalés par PAUTOU & BAIER (1983) ; au contraire dans la section *Sphagnum*, nous n'avons observé que *S. palustre* et *S. papillosum*,

**4** Dans la section *Subsecunda*, nous n'avons rencontré que *S. contortum* et pas de *S. subsecundum*, ce dernier mentionné par PAUTOU & BAIER (1983),

**5** Le « *S. recurvum* » de PAUTOU & BAIER (1983) pose également un problème. En effet, « *S. recurvum* » est aujourd'hui considéré comme un groupe complexe de trois espèces affines : *S. fallax*, *S. flexuosum* et *S. angustifolium* (= *S. parvifolium*). Il est donc difficile de savoir ce que recouvre exactement le binôme « *S. recurvum* » tel qu'il est cité. S'agit-il d'un taxon distinct du *S. angustifolium*, également cité, et que nous avons effectivement observé,

**6** PAUTOU & BAIER (1983) avaient également noté la présence de *Splachnum ampullaceum*, localisée dans les « Cariçaies à *Carex filiformis* ». Ces auteurs présentent 4 relevés phytosociologiques comprenant cette Splachnacée dans une situation écologique originale. Il s'agit d'une espèce exclusivement coprophile qui se développe presque toujours sur de vieilles bouses de vache dans de grandes pâtures marécageuses. Etant donné le caractère extrêmement fugace de cette espèce, il est impossible de la trouver dans des zones qui ne sont plus pâturées comme l'est actuellement l'ensemble du marais. Il s'agit d'une espèce strictement dépendante du pâturage bovin que nous n'avons jamais pu observer au Grand Lemps malgré des recherches spécifiques depuis 1999.

# 5. - RESULTATS

## 5.1. - Inventaire bryologique

Nos prospections ont permis de mettre en évidence la présence de 105 taxa de bryophytes. La liste des taxa est donnée à la suite. 85 taxa sont des mousses, 8 des sphaignes et 12 des hépatiques (en **gras** dans la liste suivante).

Amblystegium serpens (L. ex Hedw.) Schimp.  
**Aneura pinguis (L.) Dumort.**  
Atrichum undulatum (Hedw.) P.Beauv.  
Aulacomnium palustre (Hedw.) Schwägr.  
Brachytheciastrum velutinum (Hedw.) Ignatov & Huttunen  
Brachythecium mildeanum (Schimp.) Schimp.  
Brachythecium rivulare Schimp.  
Brachythecium rutabulum (Hedw.) Schimp.  
Brachythecium salebrosum (Hoffm. ex F.Weber & D.Mohr) Schimp.  
Bryum capillare Hedw.  
Bryum moravicum Podp.  
Bryum pseudotriquetrum (Hedw.) P.Gaertn., B.Mey & Scherb.  
Bryum subapiculatum Hampe  
Calliergon giganteum (Schimp.) Kindb.  
Calliergonella cuspidata (Hedw.) Loeske  
**Calypogeia fissa (L.) Raddi**  
Campyliadelphus elodes (Lindb.) Kanda  
Campylium protensum (Brid.) Kindb.  
Campylium stellatum (Hedw.) Lange & C.E.O.Jensen  
Campylopus flexuosus (Hedw.) Brid.  
Campylopus introflexus (Hedw.) Brid.  
Campylopus pyriformis (Schultz) Brid.  
**Cephalozia connivens (Dicks.) Lindb.**  
Ceratodon purpureus (Hedw.) Brid. subsp. purpureus  
**Chiloscyphus pallescens (Ehrh. ex Hoffm.) Dumort.**  
Climacium dendroides (Hedw.) F.Weber & D.Mohr  
Cratoneuron filicinum (Hedw.) Spruce  
Cryphaea heteromalla (Hedw.) D.Mohr  
Ctenidium molluscum (Hedw.) Mitt.  
Dicranum bonjeanii De Not.  
Dicranum montanum Hedw.  
Dicranum scoparium Hedw.  
Drepanocladus aduncus (Hedw.) Warnst.  
Eurhynchium striatum (Hedw.) Schimp.  
Fissidens adianthoides Hedw.  
**Frullania dilatata (L.) Dumort.**  
Hamatocaulis vernicosus (Mitt.) Hedenäs  
Herzogiella seligeri (Brid.) Z.Iwats.  
Homalothecium lutescens (Hedw.) H.Rob.  
Homalothecium sericeum (Hedw.) Schimp.  
Hygroamblystegium varium (Hedw.) Mönk.  
Hylacomium splendens (Hedw.) Schimp.  
Hypnum cupressiforme Hedw. var. cupressiforme  
Hypnum jutlandicum Holmen & E.Warncke  
Isothecium alopecuroides (Lam. ex Dubois) Isov.  
Kindbergia praelonga (Hedw.) Ochyra  
Leptodictyum riparium (Hedw.) Warnst.  
Leucobryum glaucum (Hedw.) Ångstr.  
Leucodon sciuroides (Hedw.) Schwägr  
**Lophocolea bidentata (L.) Dumort.**  
**Lophocolea heterophylla (Schrad.) Dumort.**  
Meesia triquetra (L. ex Jolycl.) Ångstr.  
Mnium hornum Hedw.  
Orthodontium lineare Schwägr.  
Orthotrichum affine Schrad. ex Brid.  
Orthotrichum diaphanum Schrad. ex Brid.  
Orthotrichum lyellii Hook. & Taylor  
Orthotrichum pallens Bruch ex Brid.  
Orthotrichum patens Bruch ex Brid.  
Orthotrichum rogeri Brid  
Orthotrichum stramineum Hornsch. ex Brid.  
Orthotrichum striatum Hedw.  
Orthotrichum tenellum Bruch ex Brid.  
Oxyrrhynchium hians (Hedw.) Loeske  
Oxyrrhynchium speciosum (Brid.) Warnst.  
**Pellia endiviifolia (Dicks.) Dumort.**  
Physcomitrium pyriforme (Hedw.) Bruch & Schimp.  
Plagiomnium affine (Blandow ex Funck) T.J.Kop.  
Plagiomnium cuspidatum (Hedw.) T.J.Kop.  
Plagiomnium elatum (Bruch & Schimp.) T.J.Kop.  
Plagiomnium undulatum (Hedw.) T.J.Kop.  
Plagiothecium denticulatum (Hedw.) Schimp. var. denticulatum  
Plagiothecium nemorale (Mitt.) A.Jaeger  
Pleurozium schreberi (Willd. ex Brid.) Mitt.  
Pohlia nutans (Hedw.) Lindb. subsp. nutans  
Polytrichastrum formosum (Hedw.) G.L.Sm.  
Polytrichum commune Hedw.  
Polytrichum strictum Menzies ex Brid.  
**Porella platyphylla (L.) Pfeiff.**  
Pseudocalliergon trifarium (F.Weber & D.Mohr) Loeske  
Pseudocampylium radicale (P.Beauv.) Vanderp. & Hedenäs  
Pseudoscleropodium purum (Hedw.) M.Fleisch. ex Broth.  
Pylaisia polyantha (Hedw.) Schimp.  
**Radula complanata (L.) Dumort.**  
Rhizomnium punctatum (Hedw.) T.J.Kop.  
Rhynchostegium confertum (Dicks.) Schimp.  
**Riccardia chamaedryfolia (With.) Grolle**  
**Riccardia multifida (L.) Gray**  
Scorpidium cossonii (Schimp.) Hedenäs  
Scorpidium scorpioides (Hedw.) Limpr.  
Sphagnum angustifolium (C.E.O.Jensen ex Russow) C.E.O.Jensen  
Sphagnum capillifolium (Ehrh.) Hedw.  
Sphagnum contortum Schultz  
Sphagnum inundatum Russow  
Sphagnum palustre L.  
Sphagnum papillosum Lindb.  
Sphagnum quinquefarium (Braithw.) Warnst.  
Sphagnum subnitens Russow & Warnst. subsp. subnitens  
Straminergon stramineum (Dicks. ex Brid.) Hedenäs  
Syntrichia papillosa (Wilson) Jur.  
Thuidium delicatulum (Hedw.) Schimp.  
Thuidium tamariscinum (Hedw.) Schimp.  
Tomentypnum nitens (Hedw.) Loeske  
Ulota bruchii Hornsch. ex Brid.  
Ulota crispa (Hedw.) Brid.

## 5.2. - Fréquence des espèces dans le site

**Tableau I :** Fréquence des espèces dans le site du Grand Lemps  
(les espèces ne figurant pas ont une fréquence inférieure à 1 %)

	<b>Taxon</b>	<b>Fréquence (%)</b>
	Sphagnum palustre L.	17,14
Sphagnum subnitens Russow & Warnst. subsp. subnitens		14,59
	Aulacomnium palustre (Hedw.) Schwägr.	6,19
	Calliergonella cuspidata (Hedw.) Loeske	5,50
	Sphagnum contortum Schultz	4,86
Campylium stellatum (Hedw.) Lange & C.E.O.Jensen		4,52
	Fissidens adianthoides Hedw.	3,83
	Polytrichum strictum Menzies ex Brid.	3,83
	Riccardia multifida (L.) Gray	3,78
	Brachythecium rutabulum (Hedw.) Schimp.	2,80
	Lophocolea heterophylla (Schrad.) Dumort.	2,26
	Hypnum cupressiforme Hedw. var. cupressiforme	2,16
	Dicranum scoparium Hedw.	1,82
Bryum pseudotriquetrum (Hedw.) P.Gaertn., B.Mey & Scherb.		1,72
	Eurhynchium striatum (Hedw.) Schimp.	1,72
	Campylopus introflexus (Hedw.) Brid.	1,57
	Scorpidium scorpioides (Hedw.) Limpr.	1,13
	Aneura pinguis (L.) Dumort.	1,03
	Polytrichum commune Hedw.	1,03

Les sphaignes *Sphagnum palustre* et *S. subnitens* sont les deux espèces de loin les plus fréquentes de la tourbière. Un petit lot d'espèces, comme *Aulacomnium palustre*, *Calliergonella cuspidata*, *Sphagnum contortum* et *Campylium stellatum* sont quant à elles relativement fréquentes également. La plupart des autres espèces figurant dans le tableau I peuvent être considérées comme rares dans l'ensemble de la tourbière. Quant à la majorité des espèces ne figurant pas dans la figure I, il s'agit clairement d'espèces qu'on peut qualifier de très rares à l'échelle du site, leur fréquence n'excédant pas 1 % des observations.

### 5.3. - Espèces patrimoniales

Les espèces remarquables sont consignées, ainsi que leurs statuts respectifs, dans le tableau II.

**Tableau II : Espèces remarquables présentes dans la Réserve Naturelle Nationale du Grand Lemp**  
(RT = Regionally threatened ; K = insufficiently known ; T : apparently threatened but presting taxonomic problems ; V = vulnerable ; R = rare).

	Directive « Habitats » (annexe concernée)	European Red Data Book	Projet de LR de France	Intérêt national	Intérêt local
<i>Brachythecium mildeanum</i> (Schimp.) Schimp.					x
<i>Calliergon giganteum</i> (Schimp.) Kindb.				x	x
<i>Campyliadelphus elodes</i> (Lindb.) Kanda		RT		x	x
<i>Hamatocaulis vernicosus</i> (Mitt.) Hedenäs	II (protection nationale)	K	x	x	x
<i>Meesia triquetra</i> (L. ex Jolycl.) Ångstr.				x	x
<i>Orthotrichum patens</i> Bruch ex Brid.		T		x	x
<i>Orthotrichum rogeri</i> Brid	II (protection nationale)	V	x	x	x
<i>Oxyrrhynchium speciosum</i> (Brid.) Warnst.					x
<i>Plagiomnium elatum</i> (Bruch & Schimp.) T.J.Kop.					x
<i>Pseudocalliergon trifarium</i> (F.Weber & D.Mohr) Loeske				x	x
<i>Pseudocampylium radicale</i> (P.Beauv.) Vanderp. & Hedenäs		R		x	x
<i>Pylaisia polyantha</i> (Hedw.) Schimp.					x
<i>Scorpidium cossonii</i> (Schimp.) Hedenäs				x	x
<i>Scorpidium scorpioides</i> (Hedw.) Limpr.				x	x
<i>Sphagnum angustifolium</i> (C.E.O.Jensen ex Russow) C.E.O.Jensen	V				x
<i>Sphagnum capillifolium</i> (Ehrh.) Hedw.	V				x
<i>Sphagnum contortum</i> Schultz	V				x
<i>Sphagnum inundatum</i> Russow	V				x
<i>Sphagnum palustre</i> L.	V				x
<i>Sphagnum papillosum</i> Lindb.	V				x
<i>Sphagnum quinquefarium</i> (Braithw.) Warnst.	V				x
<i>Sphagnum subnitens</i> Russow & Warnst. subsp. subnitens	V				x
<i>Tomentypnum nitens</i> (Hedw.) Loeske				x	x

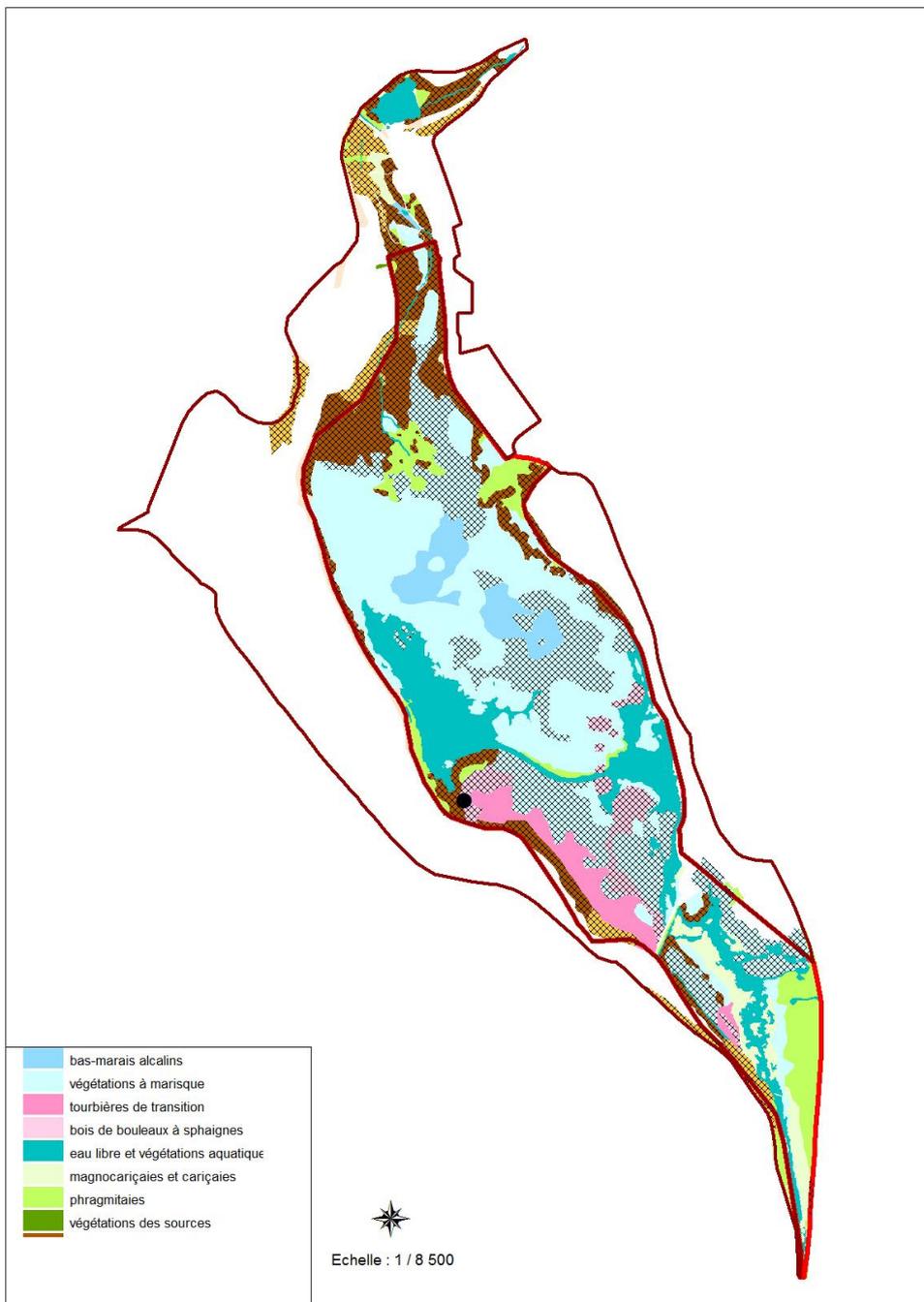
**N.B.** : les trois premières colonnes se réfèrent à des statuts issus de documents publiés tandis que les deux dernières sont basées sur des appréciations personnelles.

Quelques commentaires relatifs aux espèces patrimoniales sont donnés dans les pages qui suivent. La répartition de chacune de ces espèces est commentée dans la tourbière du Grand Lemp.

## ***Brachythecium mildeanum* (Schimp.) Schimp.**

Espèce assez largement répandue en France surtout en moyenne montagne et en plaine mais très largement méconnue à cause des confusions avec d'autres espèces du genre *Brachythecium*. Cette espèce reste relativement peu fréquente et présente une spécialisation écologique plus forte que certaines espèces proches. Elle est en effet inféodée aux pelouses humides riches en bases ou aux bas-marais neutro-basiques, où elle se développe en tapis parmi les herbes.

*Brachythecium mildeanum* n'est pas fréquent au Grand Lemps ni abondant. Il n'a été observé qu'une seule fois dans les habitats périphériques de la tourbière.

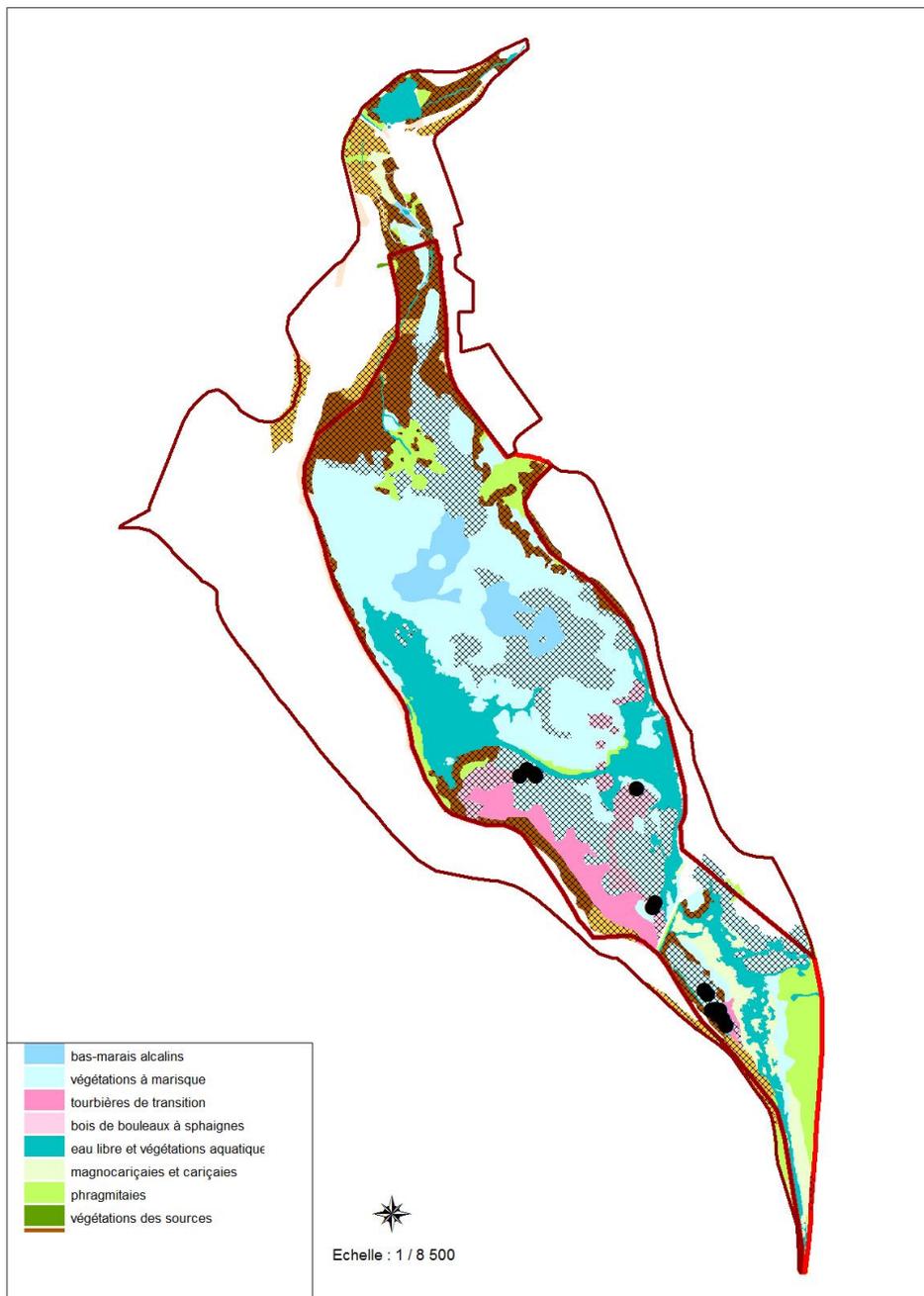


Localisation de *Brachythecium mildeanum* (Schimp.) Schimp.

## ***Calliergon giganteum* (Schimp.) Kindb.**

Espèce largement répandue en France, mais absente de la région méditerranéenne. Plus fréquente et abondante de l'étage montagnard à subalpin, dans les bas-marais riches en bases. Elle colonise les vasques en eau, aux bas-niveaux topographiques. *Calliergon giganteum* est fréquemment confondu avec *C. cordifolium*, cette dernière espèce n'ayant pas été trouvée au Grand-Lemps. *Calliergon giganteum* a subi une très grande raréfaction à l'échelle nationale, un grand nombre de localités, notamment en plaine, ayant été détruite par les activités humaines.

*Calliergon giganteum* est rare et peu abondant au Grand Lemps. Il a été observé uniquement dans la partie sud du site, de manière éparse.

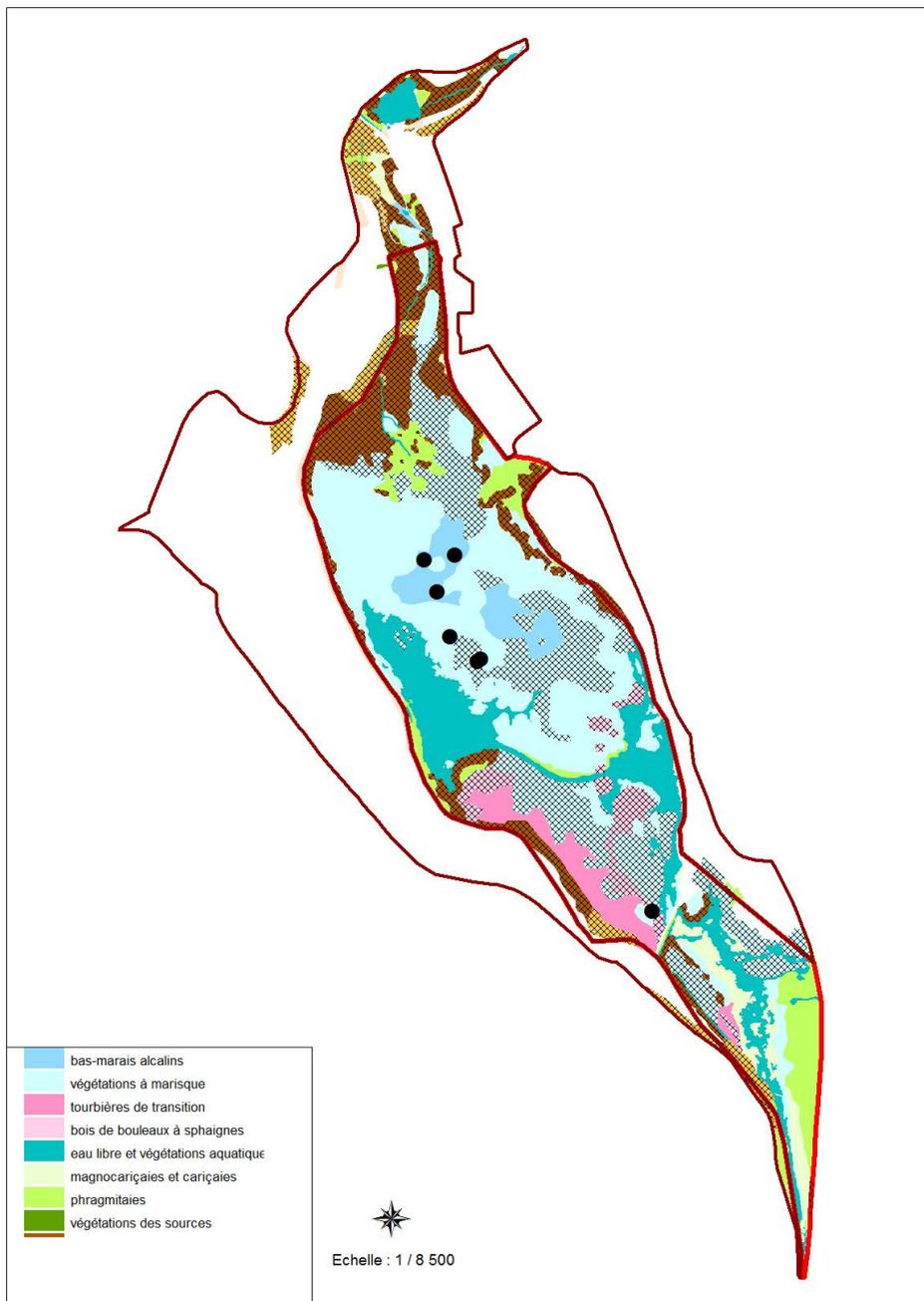


Localisation de *Calliergon giganteum* (Schimp.) Kindb.

## ***Campyliadelphus elodes* (Lindb.) Kanda**

Espèce largement répandue en France mais surtout bien représentée autrefois dans les secteurs de plaine. Un très grand nombre de localités ont été détruite à cause des activités anthropiques. Espèce aujourd'hui peu fréquente dans les secteurs de montagne. Typique des bas-marais alcalins, sur des litières peu décomposées, à des niveaux topographiques bas à moyens. *Campyliadelphus elodes* peut également se développer dans des habitats boisés.

Cette espèce est assez peu répandue au Grand Lemps. Elle est essentiellement située dans les bas-marais et les cladiaies ouvertes de la partie centrale.



Localisation de *Campyliadelphus elodes* (Lindb.) Kanda

## ***Hamatocaulis vernicosus* (Mitt.) Hedenäs**

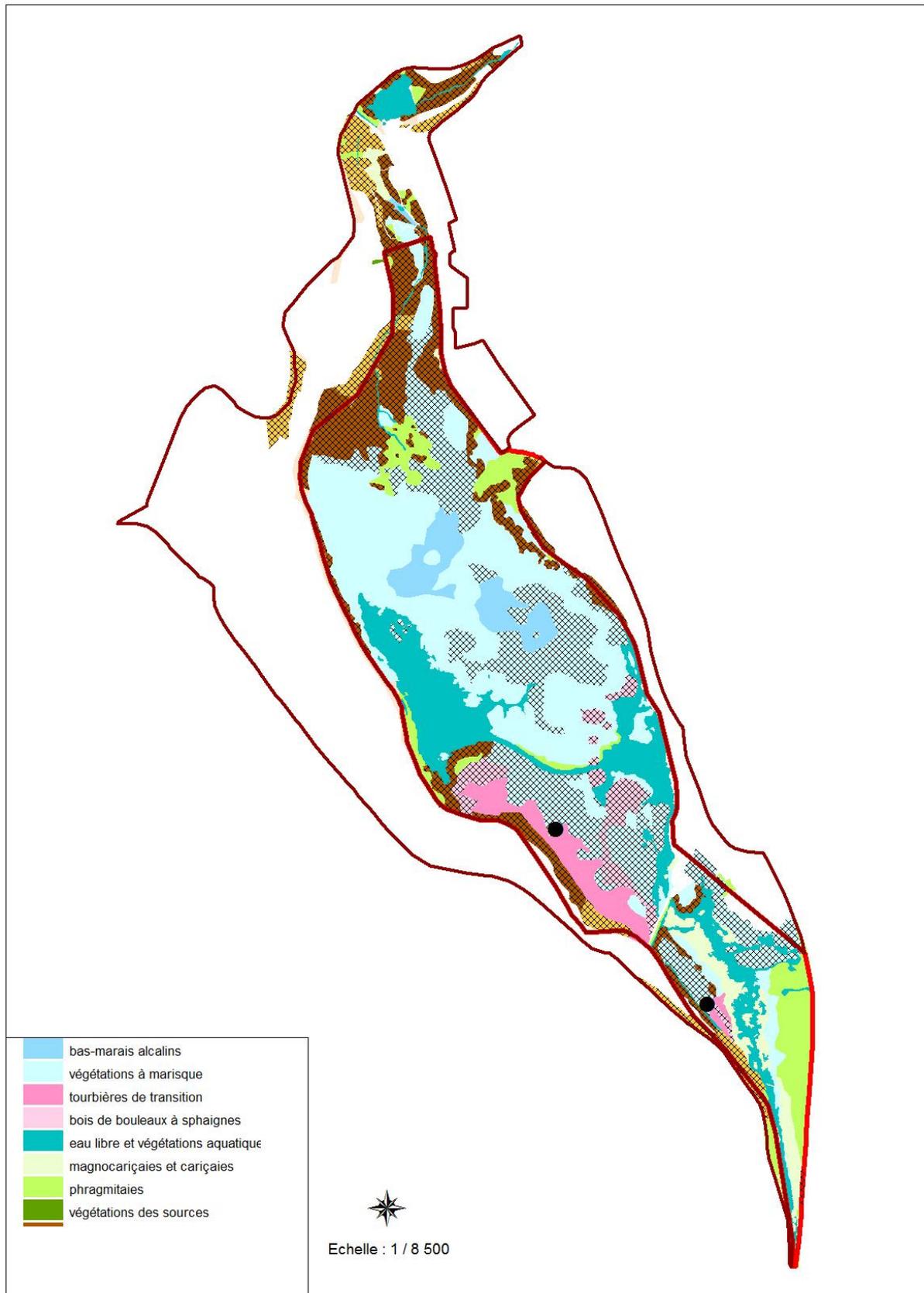
Dans le Monde, *Hamatocaulis vernicosus* présente une aire holarctique fragmentée et une disjonction dans les montagnes d'Amérique du sud. En France, *Hamatocaulis vernicosus* présente une large distribution mais a cependant subi une régression généralisée en particulier dans les secteurs de plaines. Elle est ainsi considérée comme disparue de tout le grand ouest où elle n'a qu'exceptionnellement été observée depuis plus de 50 ans. Elle reste en revanche bien représentée dans certains secteurs de moyenne montagne, comme dans le Massif central et dans le Jura où des notations récentes ont été effectuées. Elle reste en revanche exceptionnelle dans la chaîne pyrénéenne et très rare dans les Alpes.

Au Royaume-Uni, la révision systématique des spécimens de *Hamatocaulis vernicosus* a montré que les exsiccatas étaient hétérogènes et constitués pour la plus grande partie de *Hamatocaulis vernicosus* au sens strict et *Scorpidium cossonii*. En outre, HEDENÄS (2000) signale que « 40 à 60 % du matériel d'herbier [revu par lui] nommé initialement *Hamatocaulis vernicosus*, appartient en réalité à d'autres taxons, principalement *Scorpidium cossonii*, *Sanionia uncinata* et *Palustriella falcata*, mais pratiquement tous les membres de l'ancien genre *Drepanocladus* ont pu être confondu avec *Hamatocaulis vernicosus* ». La coexistence de *Scorpidium cossonii* et de *Hamatocaulis vernicosus* est un élément remarquable dans la mesure où ces deux espèces peuvent être confondues et où leurs écologies respectives diffèrent.

*Hamatocaulis vernicosus* est une espèce mésoacidiphile à basiphile, très hygrophile, méso-sciaphile à franchement photophile, s'insérant dans des groupements du *Caricion lasiocarpae*, occasionnellement dans le *Caricetalia davallianae* ou le *Molinion*. Son amplitude écologique semble cependant moins importante sur le territoire français que sur l'ensemble de l'Europe.

*Hamatocaulis vernicosus* est une espèce dioïque dont les sporophytes sont très rarement produits sous nos latitudes, à cause notamment d'un isolement des populations et d'une rareté de la sexualisation. Elle se multiplie essentiellement par fragmentation végétative, le transport de ces diaspores étant assuré par les animaux.

*Hamatocaulis vernicosus* est une espèce exceptionnelle au Grand Lemps, qui se trouve cantonnée à la marge du site, dans la partie sud. La présence de cette espèce est liée à des communautés vasculaires originales et marginales au point de vue de leur répartition géographique. Les surfaces concernées sont extrêmement faibles et font moins de 10 cm<sup>2</sup>. Cette espèce est dans une situation critique et disparaîtra dans un avenir proche si aucune action conservatoire n'est entreprise.

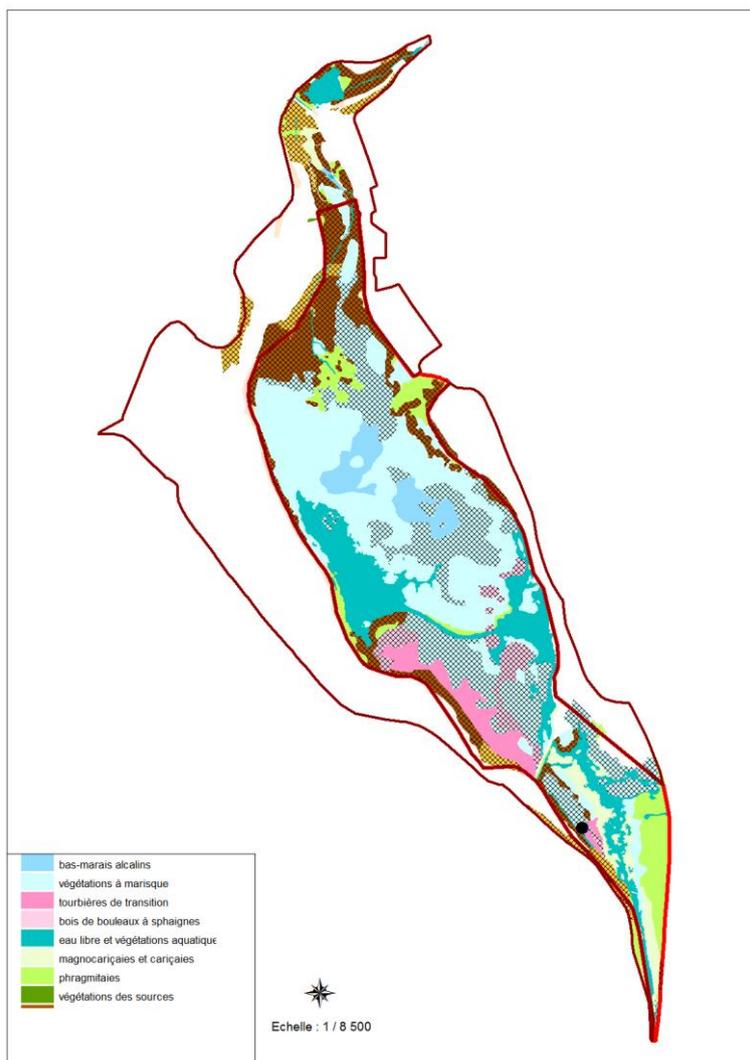


Localisation de *Hamatocaulis vernicosus* (Mitt.) Hedenäs

## ***Meesia triquetra* (L. ex Jolycl.) Ångstr.**

*Meesia triquetra* est une espèce très rare en France et qui a subi une grande raréfaction. Elle est connue de quelques localités dans les Alpes et le Jura. Dans le Massif central, elle n'est citée que de rares localités, presque toutes situées dans le Puy-de-Dôme. L'espèce est en voie de disparition à l'échelle du Massif central, peut-être en lien avec les modifications climatiques récentes. Il s'agit d'une relique glaciaire qui se développe dans des bas-marais minérotrophes froids et extrêmement bien conservés. Elle investit les niveaux topographiques bas, dans les systèmes où la nappe est constamment haute et ne supporte pas la concurrence. Elle appartient au même cortège que *Hamatocaulis vernicosus* et *Pseudocalliergon trifarium*.

Cette espèce est extrêmement peu répandue au Grand-Lemps et n'a été observée qu'une fois, en populations très réduites (moins de 10 cm<sup>2</sup>), stériles, en marge de cladaïes dans la partie extrême sud. Cette espèce est clairement dans une situation critique et disparaîtra dans un avenir proche si aucune action conservatoire n'est entreprise. A noter que le site où cette espèce se développe aujourd'hui semble correspondre à un décapage manuel effectué en 1999 dans le but de faire réapparaître une espèce disparue, *Lycopodiella inundata*.

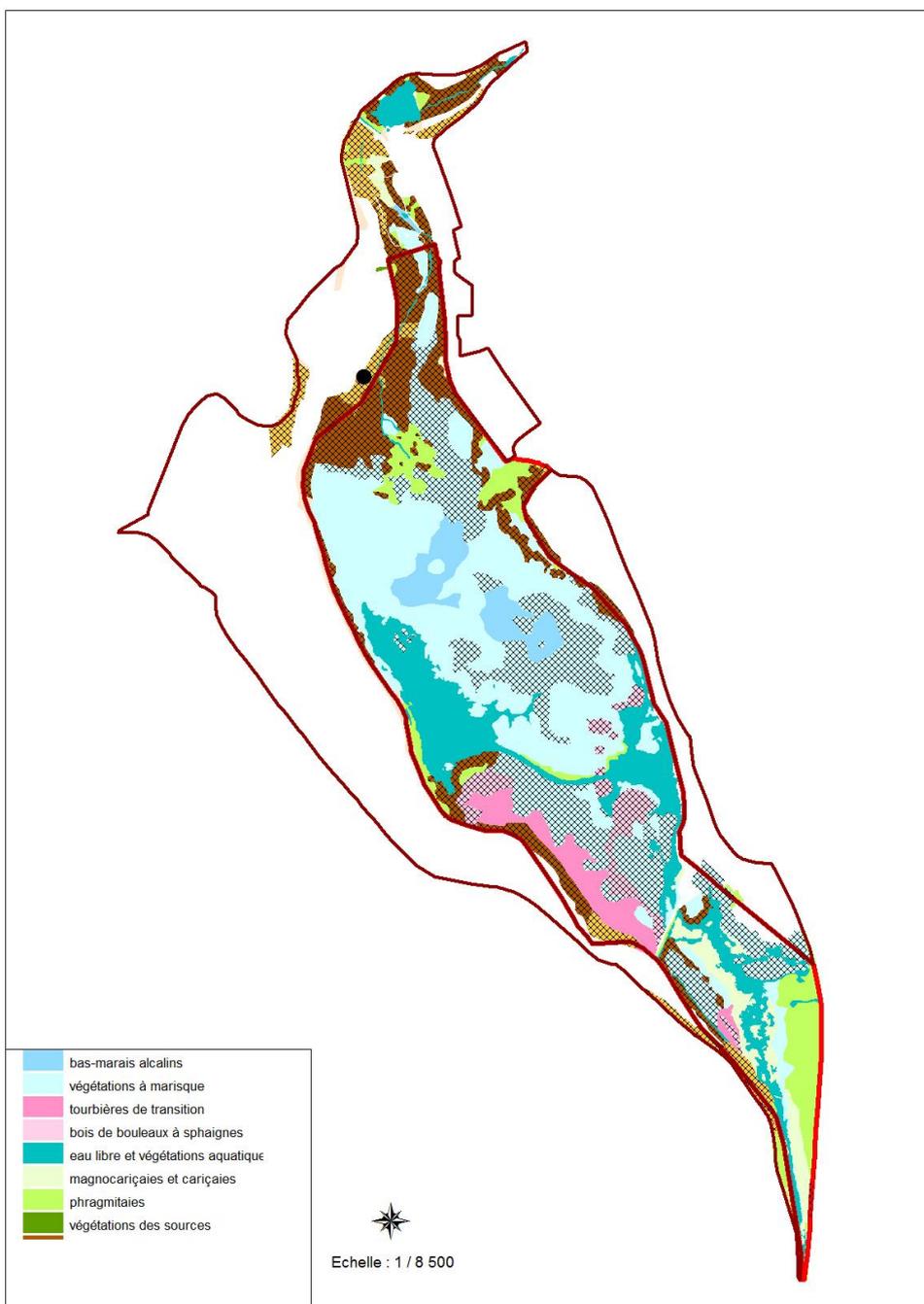


Localisation de *Meesia triquetra* (L. ex Jolycl.) Ångstr.

## ***Orthotrichum patens* Bruch ex Brid.**

Il s'agit d'une espèce considérée comme très rare en France, signalée principalement dans quelques massifs montagneux. Elle se développe exclusivement sur les écorces des arbres vivants, des saules au Grand Lemps. Elle appartient au même cortège qu'*Orthotrichum rogeri* et un grand nombre d'Orthotrichacées épiphytes.

Cette espèce est extrêmement peu répandue au Grand-Lemps et n'a été observée qu'une fois, à l'extérieur du périmètre dans des habitats boisés.



Localisation de *Orthotrichum patens* Bruch ex Brid.

## ***Orthotrichum rogeri* Brid**

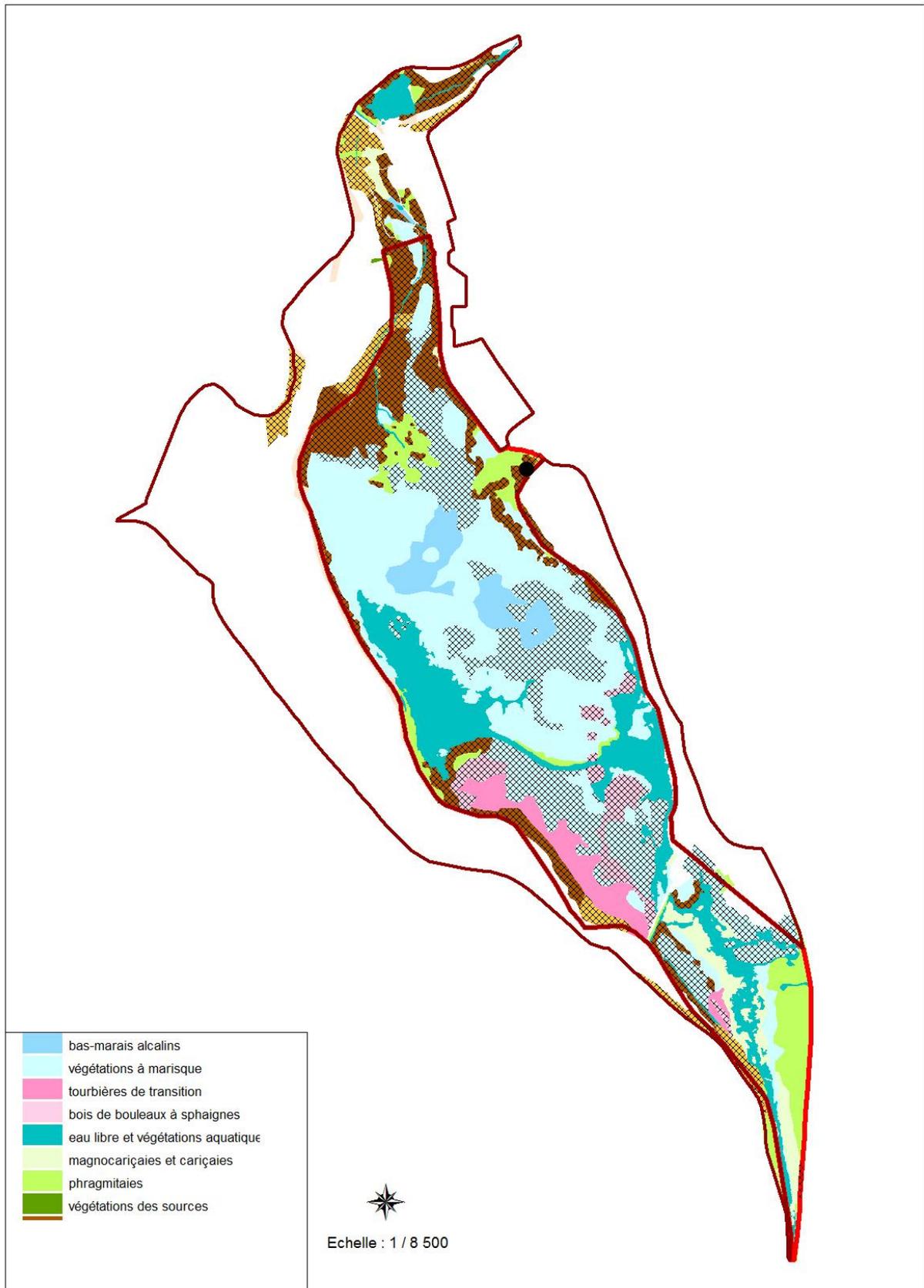
*Orthotrichum rogeri* a fait l'objet d'une récente publication (HUGONNOT, 2008) qui détaille certains aspects de la biologie, de l'écologie et la chorologie de cette espèce. *Orthotrichum rogeri* est un endémique européen (cas exceptionnel chez les bryophytes), connu des Pyrénées à la Scandinavie et d'Europe centrale jusqu'au Caucase. En France, *Orthotrichum rogeri* est recensé dans les principaux massifs montagneux (Alpes, Pyrénées, Massif central) et vient d'être réobservée récemment dans quelques rares localités des Vosges (LÜTH, 2010). En Savoie, elle pourrait être relativement bien représentée.

*Orthotrichum rogeri* est une petite mousse acrocarpe corticole rare en France mais encore relativement méconnue car difficile à détecter et à déterminer. Les anciennes mentions issues de la littérature scientifique ou des herbiers sont à considérer avec la plus grande circonspection. L'espèce forme de petits coussinets bombés à même l'écorce, et porte durant l'été de nombreuses capsules rouges.

*Orthotrichum rogeri* se développe préférentiellement sur les troncs et les branches de feuillus tels que les saules (*Salix caprea*, *S. pentandra*...) ou sur les sureaux. Il s'agit d'une espèce pionnière qui investit ses supports dans les phases de jeunesse du phorophyte, avant que des processus de vieillissement (approfondissement des écorces, changement de statut trophique, phénomène de compétition interspécifique) ne lui soient défavorables.

Les groupements bryophytiques corticoles à *Orthotrichum rogeri* sont de remarquables réceptacles d'une bryoflore pionnière structurée par les membres de la famille des Orthotrichacées, dont certains représentants présentent une grande valeur patrimoniale. Les groupements à *Orthotrichum* et *Ulota* peuvent ainsi accueillir jusqu'à une quinzaine de taxons et former différentes associations dont le déterminisme et la synsystème sont localement encore assez mal connus.

Cette espèce est extrêmement peu répandue au Grand-Lemps et n'a été observée qu'une fois, dans des saulaies marginales.

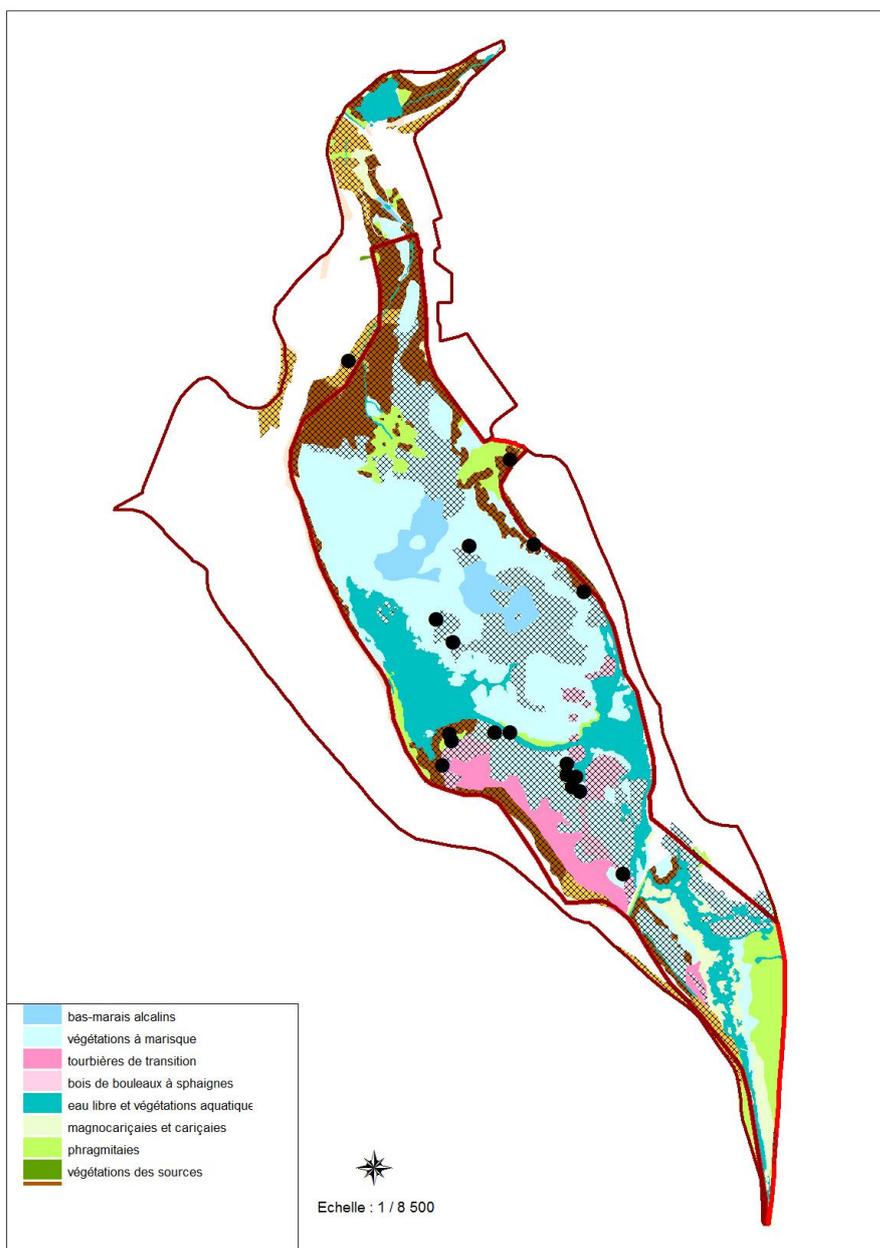


Localisation de *Orthotrichum rogeri* Brid

## *Oxyrrhynchium speciosum* (Brid.) Warnst.

Espèce encore méconnue en France et très souvent confondue avec *Oxyrrhynchium hians*. *Oxyrrhynchium speciosum* présente une très large distribution, mais reste absente des secteurs de montagne. Elle affectionne les habitats boisés ou ouvert à forte accumulation de litière, et colonise le sol humide. Elle est typique des eaux riches en Ca. Au Grand Lemps, cette espèce se développe abondamment sur la litière de *Cladium*, parfois en compagnie de *Pseudocampylium radicale*, lorsque la nappe est encore accessible. Si la litière devient trop épaisse, *Oxyrrhynchium speciosum* disparaît.

Sa distribution locale témoigne d'une affinité pour des habitats riches en bases, mais déjà bien fermés. On la trouve donc un peu partout dans le site, en marge d'habitats riches en bryophytes.

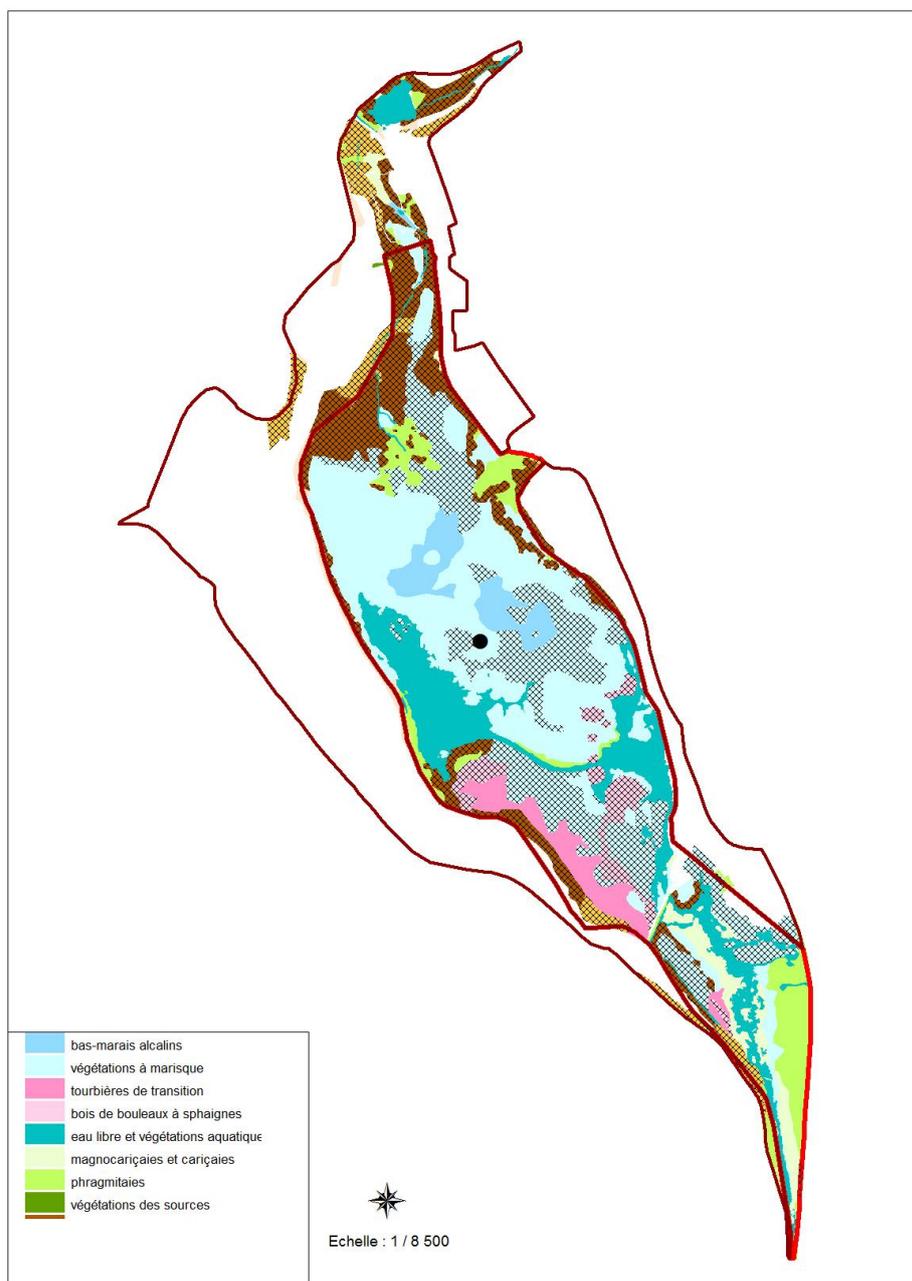


Localisation de *Oxyrrhynchium speciosum* (Brid.) Warnst.

## ***Plagiomnium elatum* (Bruch & Schimp.) T.J.Kop.**

Cette espèce est surtout répandue dans les principaux massifs montagneux de France, dans de grands systèmes tourbeux bien conservés. Elle est bien représentée, quoique localisée sur les principaux plateaux, dans le Massif central. Elle est inféodée aux bas-marais neutrophiles relevant notamment du *Caricion lasiocarpae*. Elle peut former des colonies étendues sur de grandes surfaces, bien que cela ne soit pas le cas au Grand Lemps, où elle est cantonnée à la marge de secteurs acidifiés à sphaignes dans les grandes étendues de cladiaie. Les populations sont peu importantes.

Les populations du Grand Lemps sont localisées dans l'espace et occupent de faibles surfaces, à la marge d'un boisement dans la partie centrale du site.

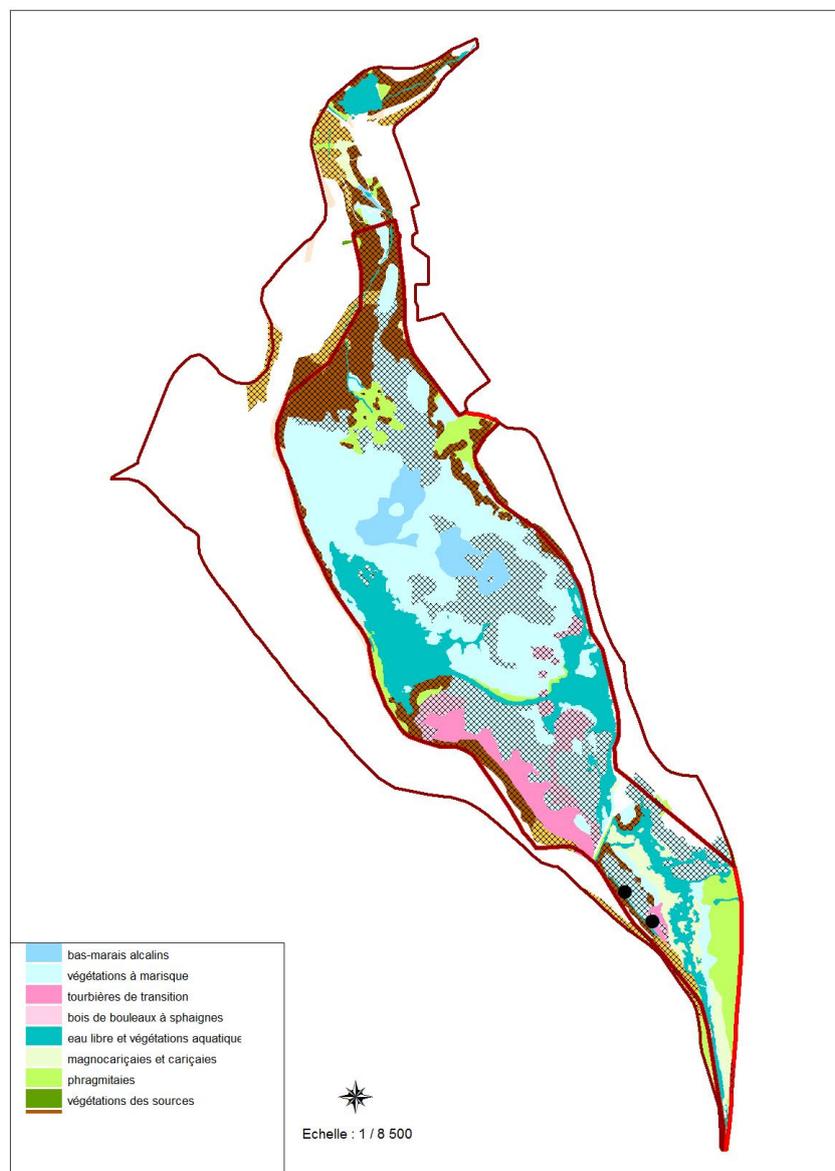


Localisation de *Plagiomnium elatum* (Bruch & Schimp.) T.J.Kop.

## ***Pseudocalliergon trifarium* (F.Weber & D.Mohr) Loeske**

Espèce extrêmement rare en France et en grande raréfaction à la suite de la régression et de la dégradation des habitats d'accueil. L'espèce subsiste encore dans le Jura, où elle présente ses effectifs les plus significatifs. Rare dans les Alpes et rarissime (et en voie de disparition) dans le Massif central, cette espèce a été éradiquée de l'ensemble de la plaine française. Sa découverte au Grand Lemps constitue donc une remarquable acquisition. Il s'agit d'une espèce inféodée aux bas-marais riches en bases. Elle affectionne particulièrement les vasques en eau, dans des situations très dégagées et lumineuses. Elle appartient au cortège à *Hamatocaulis vernicosus*.

Les effectifs sont extrêmement faibles, réduits à quelques tiges éparses. *Pseudocalliergon trifarium* n'a de plus été observée que dans une localité de l'extrémité sud du site. Cette espèce est dans une situation critique et disparaîtra dans un avenir proche si aucune action conservatoire n'est entreprise.

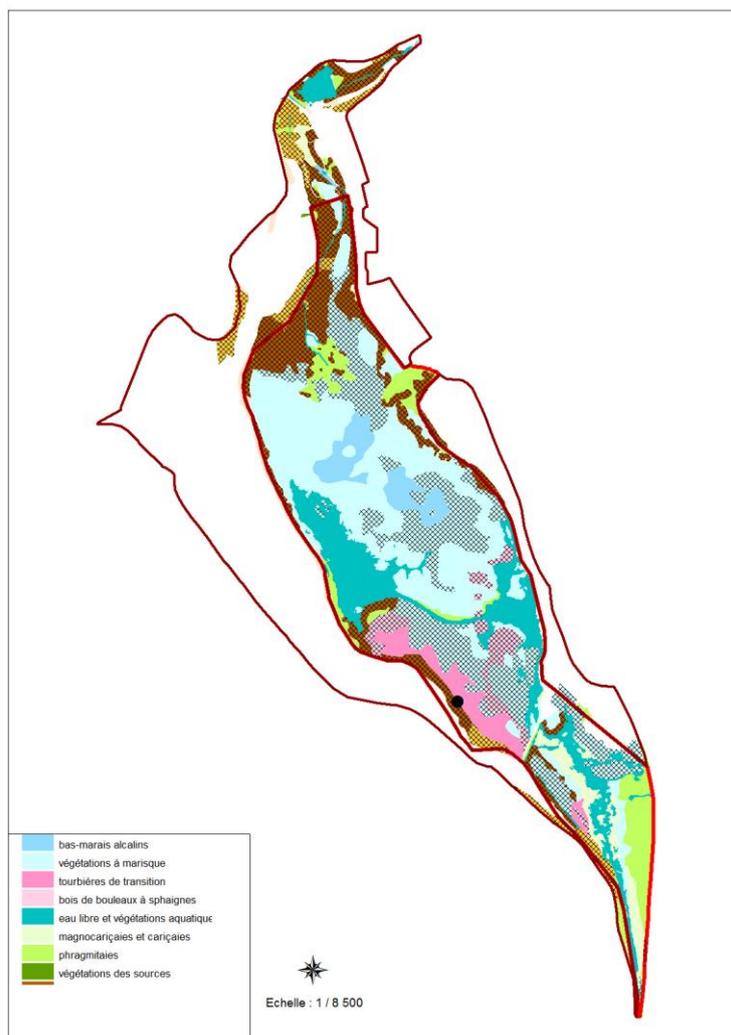


Localisation de *Pseudocalliergon trifarium* (F.Weber & D.Mohr) Loeske

## ***Pseudocampyllum radicale* (P.Beauv.) Vanderp. & Hedenäs**

La répartition française de ce taxon reste aujourd'hui relativement mal connue car l'espèce est d'une part souvent négligée et d'autre part mentionnée à tort dans certaines régions. Elle est connue avec certitude en Isère (massif de Belledonne), dans le Puy-de-Dôme (Cézallier), dans le Cantal (monts du Cantal), en Haute-Loire, dans les Hautes-Pyrénées ainsi qu'en Sarthe (Maine). D'après la littérature, l'espèce est également citée dans la Corrèze, dans le Cantal et en Lorraine. Elle semble très rare dans les Alpes. *Pseudocampyllum radicale* est une espèce qui se développe principalement sur les « lits » de matière organique très mal décomposée dans des habitats humides relevant notamment des tremblants du *Caricion lasiocarpae*, des roselières denses des *Phragmiti australis-Magnocaricetea elatae* ou des prairies hygrophiles paratourbeuses des *Molinietalia caeruleae*. Le substrat est le plus souvent composé de litière végétale tassée et humide, mais pouvant subir une dessiccation notable au cours de la période estivale. Au Grand Lemps, cette espèce colonise essentiellement les cladaies pas trop fermées, souvent en compagnie d'*Oxyrrhynchium speciosum*.

*Pseudocampyllum radicale* est très rare au Grand Lemps et localisé à la marge d'habitats à sphaignes.

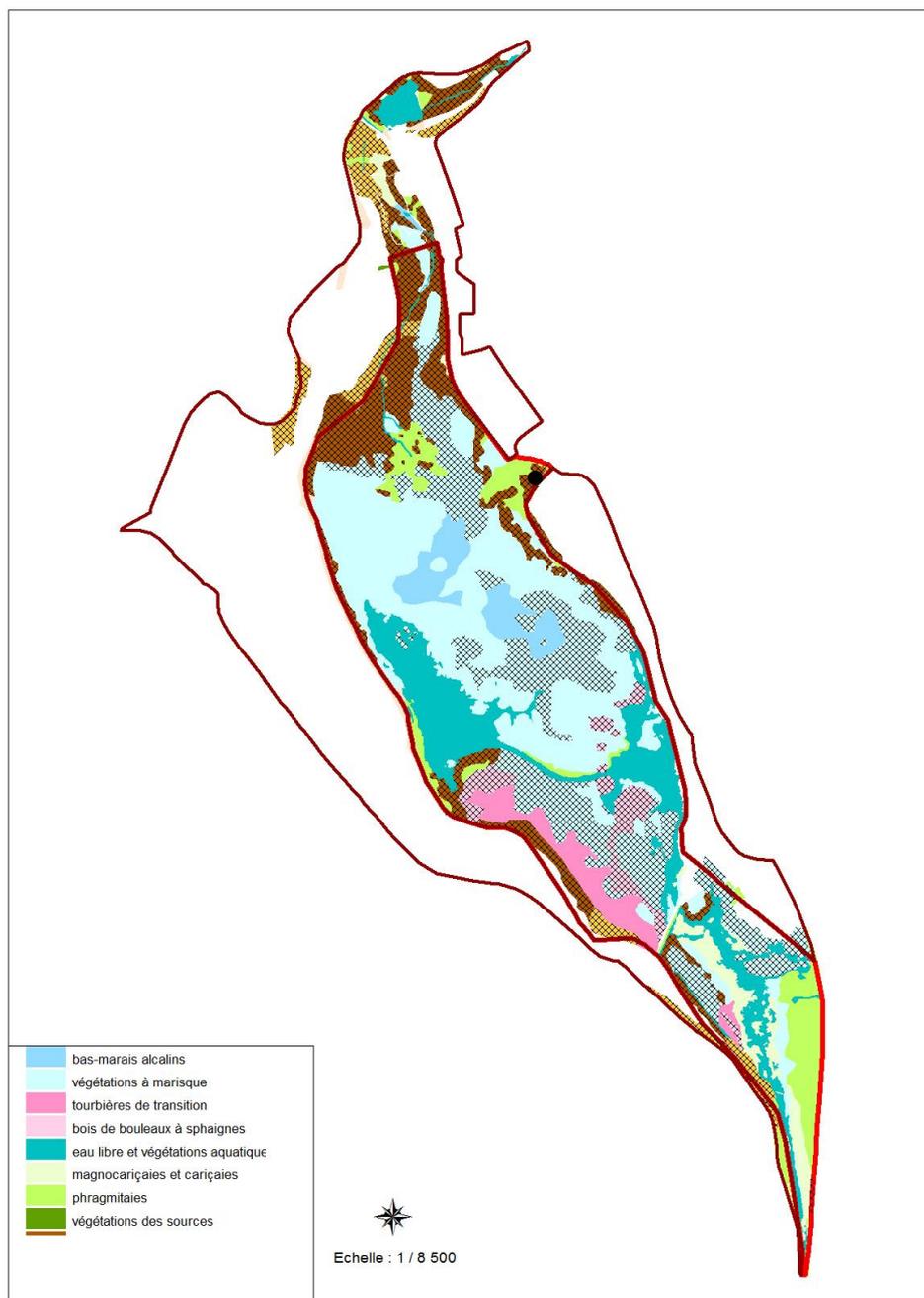


Localisation de *Pseudocampyllum radicale* (P.Beauv.) Vanderp. & Hedenäs

## ***Pylaisia polyantha* (Hedw.) Schimp.**

*Pylaisia polyantha* est une espèce largement répandue en France, dans les secteurs de plaine et à l'étage collinéen. Il s'agit d'une mousse thermophile qui a parfois été qualifiée de « mousse de la vigne » tant elle est inféodée aux secteurs bénéficiant d'un micro-climat chaud et sec. Elle est surtout liée à l'écorce des arbres vivants et se rencontre fréquemment dans les forêts alluviales. Elle est beaucoup plus rare et accidentelle dans des saulaies humides comme au Grand Lemps.

*Pylaisia polyantha* est rare au Grand Lemps et localisé dans une saulaie marginale de la partie centrale.

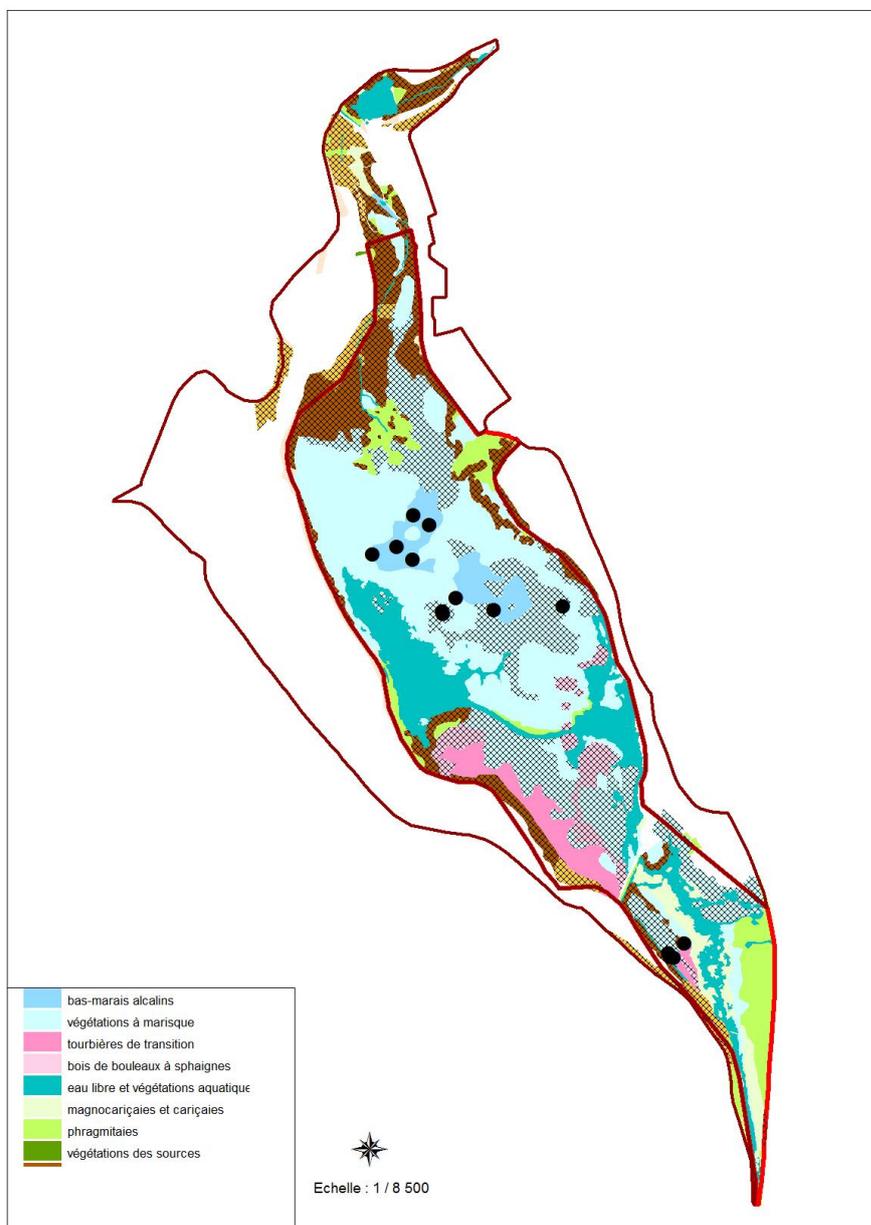


Localisation de *Pylaisia polyantha* (Hedw.) Schimp.

## ***Scorpidium cossonii* (Schimp.) Hedenäs**

Il s'agit d'une espèce encore largement répandue en France bien qu'elle ait subi une grande raréfaction en liaison avec la destruction des habitats d'accueil. Elle est présente dans quelques bas-marais de plaine, notamment dans les systèmes arrière-dunaires, puis devient plus fréquente à l'étage montagnard et subalpin des principaux massifs montagneux. *Scorpidium cossonii* est souvent confondu avec d'autres membres de la famille des *Amblystegiaceae* s.l. Cette espèce est liée aux bas-marais riches en bases et en calcaire. Elle affectionne les niveaux topographiques bas, dans des conditions relativement pionnières.

Au Grand Lemps cette espèce est fidèlement associée aux cladiaies les plus ouvertes où la nappe reste haute tout au long de l'année.

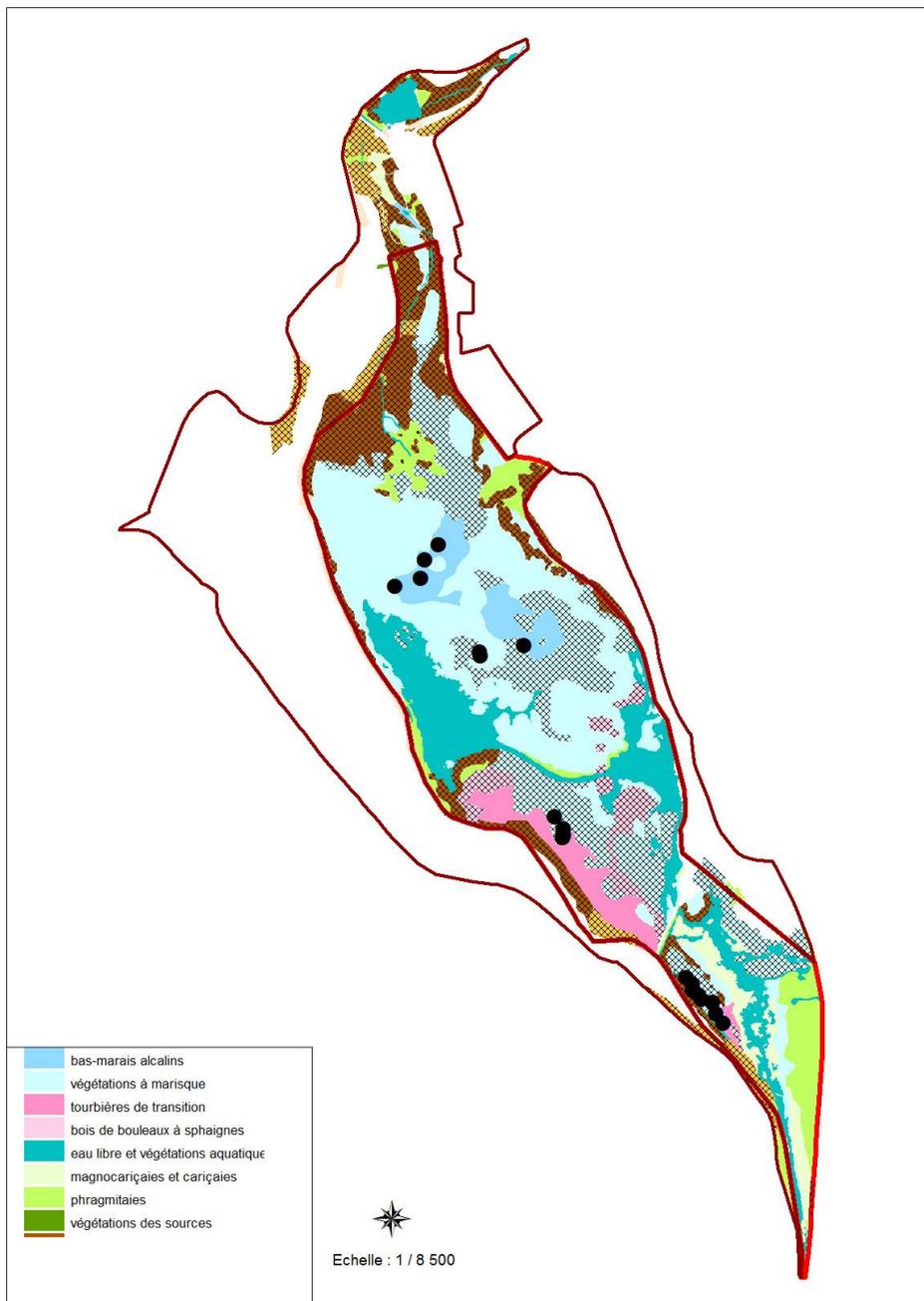


Localisation de *Scorpidium cossonii* (Schimp.) Hedenäs

## ***Scorpidium scorpioides* (Hedw.) Limpr.**

A l'instar de *Scorpidium cossonii*, *S. scorpioides* a subi une grande raréfaction à l'échelle de la France. Elle subsiste dans certains systèmes de plaine mais devient plus fréquente dans les principaux massifs montagneux. Elle se développe dans le même type d'habitats que *Scorpidium cossonii* (bas-marais riches en bases et en calcaire) mais à des niveaux topographiques inférieurs, l'espèce étant plus franchement aquatique.

Au Grand Lemps cette espèce est fidèlement associée aux cladiaies les plus ouvertes, dans les dépressions où la nappe reste haute tout au long de l'année.



Localisation de *Scorpidium scorpioides* (Hedw.) Limpr.

## Les sphaignes

5 sections et 8 espèces du genre *Sphagnum* sont représentées au Grand Lemps.

<b>Section <i>Cuspidata</i></b>	<b>Section <i>Acutifolia</i></b>	<b>Section <i>Subsecunda</i></b>	<b>Section <i>Sphagnum</i></b>
<i>S. angustifolium</i>	<i>S. capillifolium</i> <i>S. quinquefarium</i> <i>S. subnitens</i>	<i>S. contortum</i> <i>S. inundatum</i>	<i>S. palustre</i> <i>S. papillosum</i>

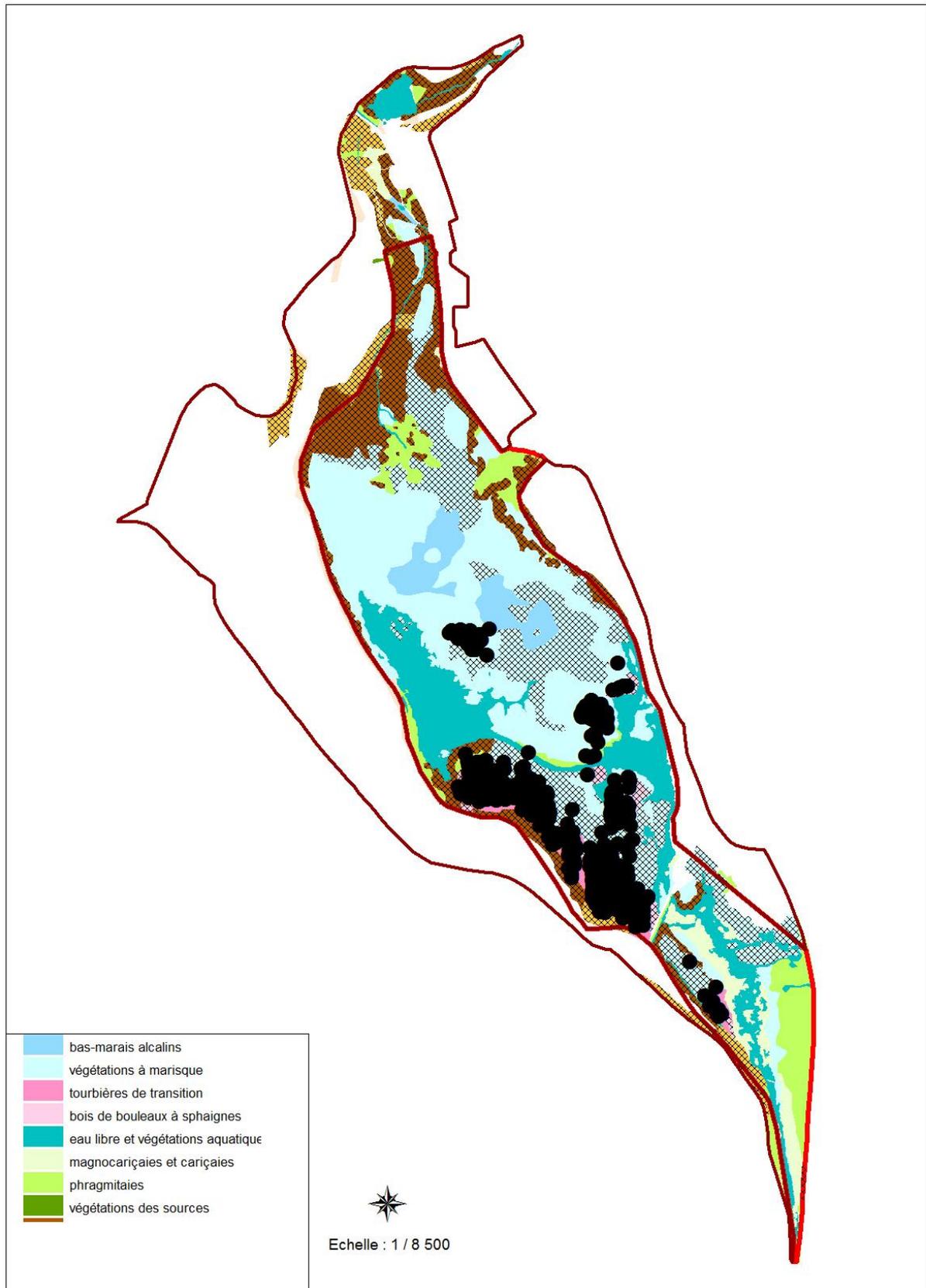
Les espèces de la section *Cuspidata* sont peu représentées sur le site en raison de l'absence, ou de la grande rareté, des biotopes favorables, à savoir des bas-marais, des tremblants plutôt acides à neutres.

*Sphagnum palustre* domine les communautés à sphaignes.

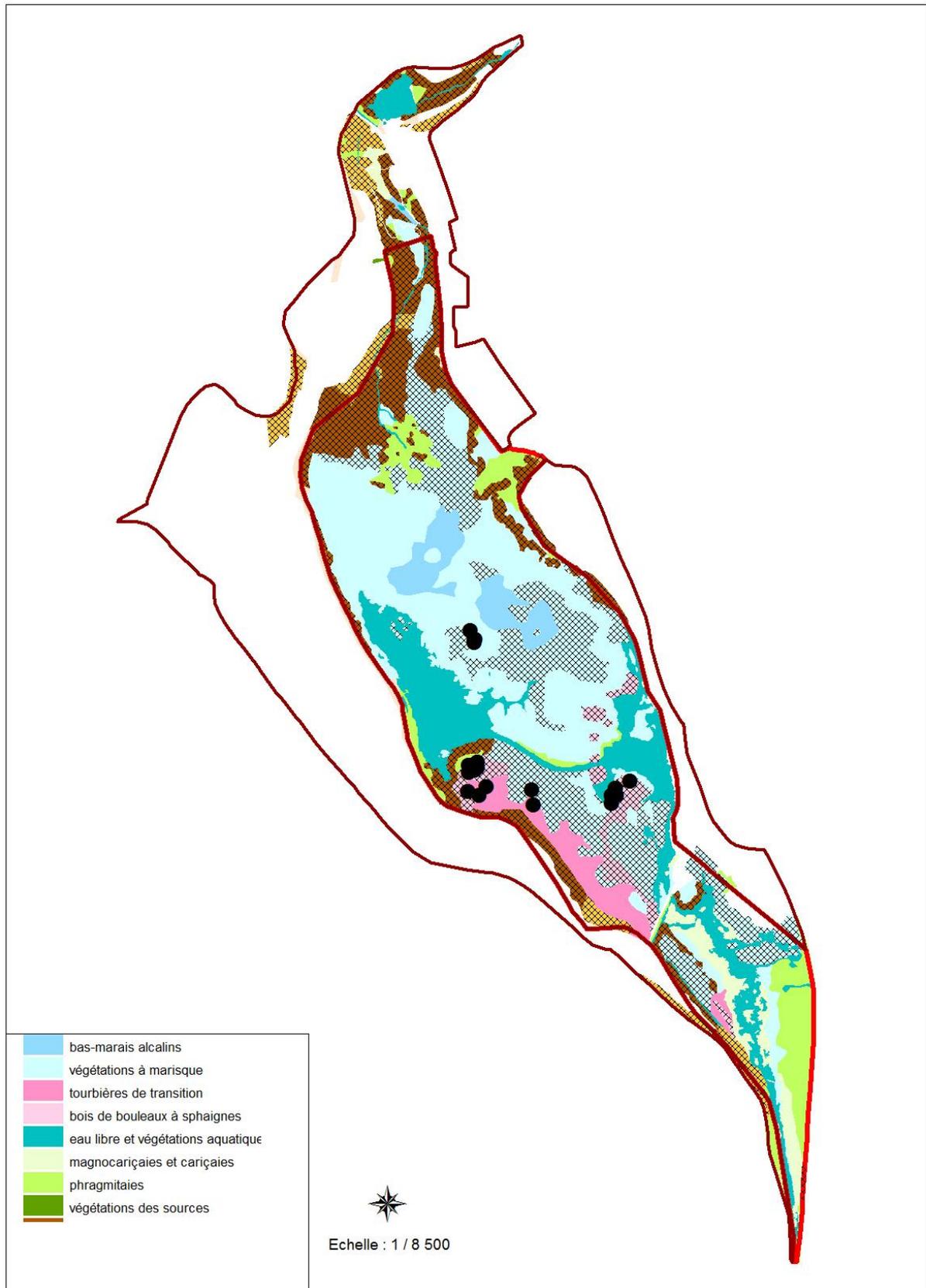
Les bas niveaux topographiques sont essentiellement occupés par *Sphagnum contortum*, de la section *Subsecunda*.

Les espèces les plus actives du point de vue turfigène sont *Sphagnum palustre* (section *Sphagnum*), *S. subnitens* et *S. capillifolium* (section *Acutifolia*) et *S. papillosum* (section *Sphagnum*).

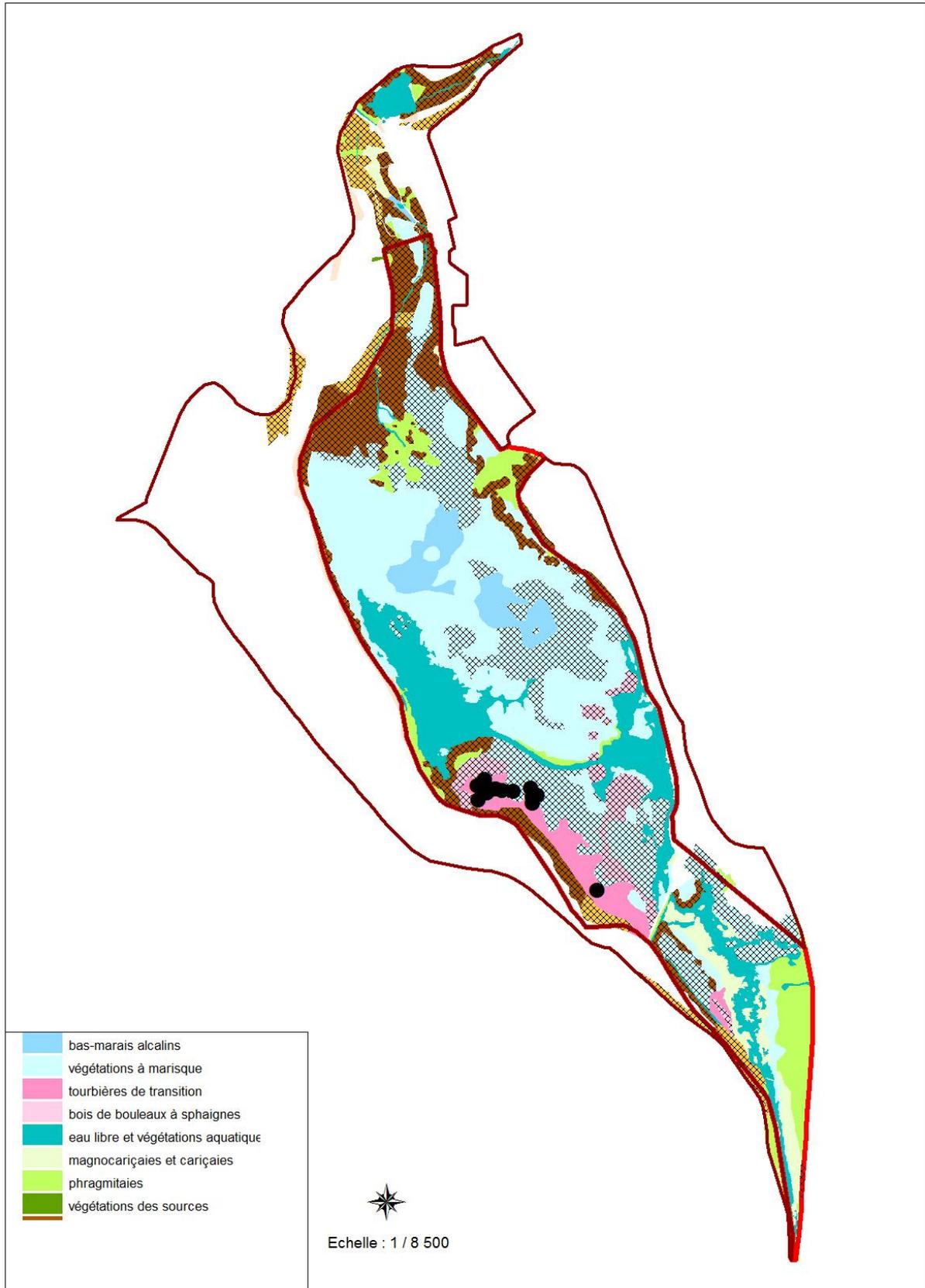
La localisation des sphaignes est présentée dans les cartes ci-dessous.



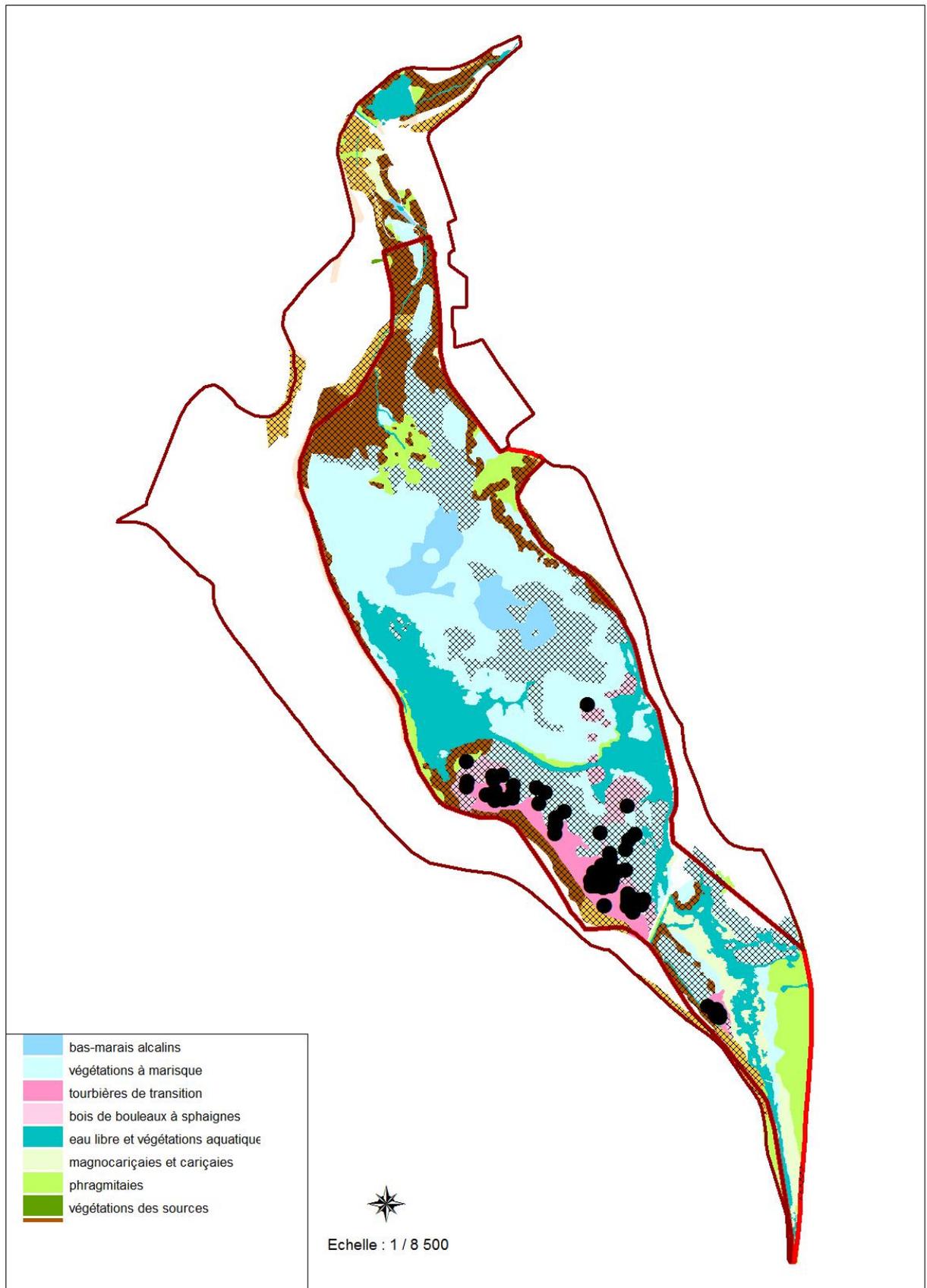
Localisation du genre *Sphagnum*



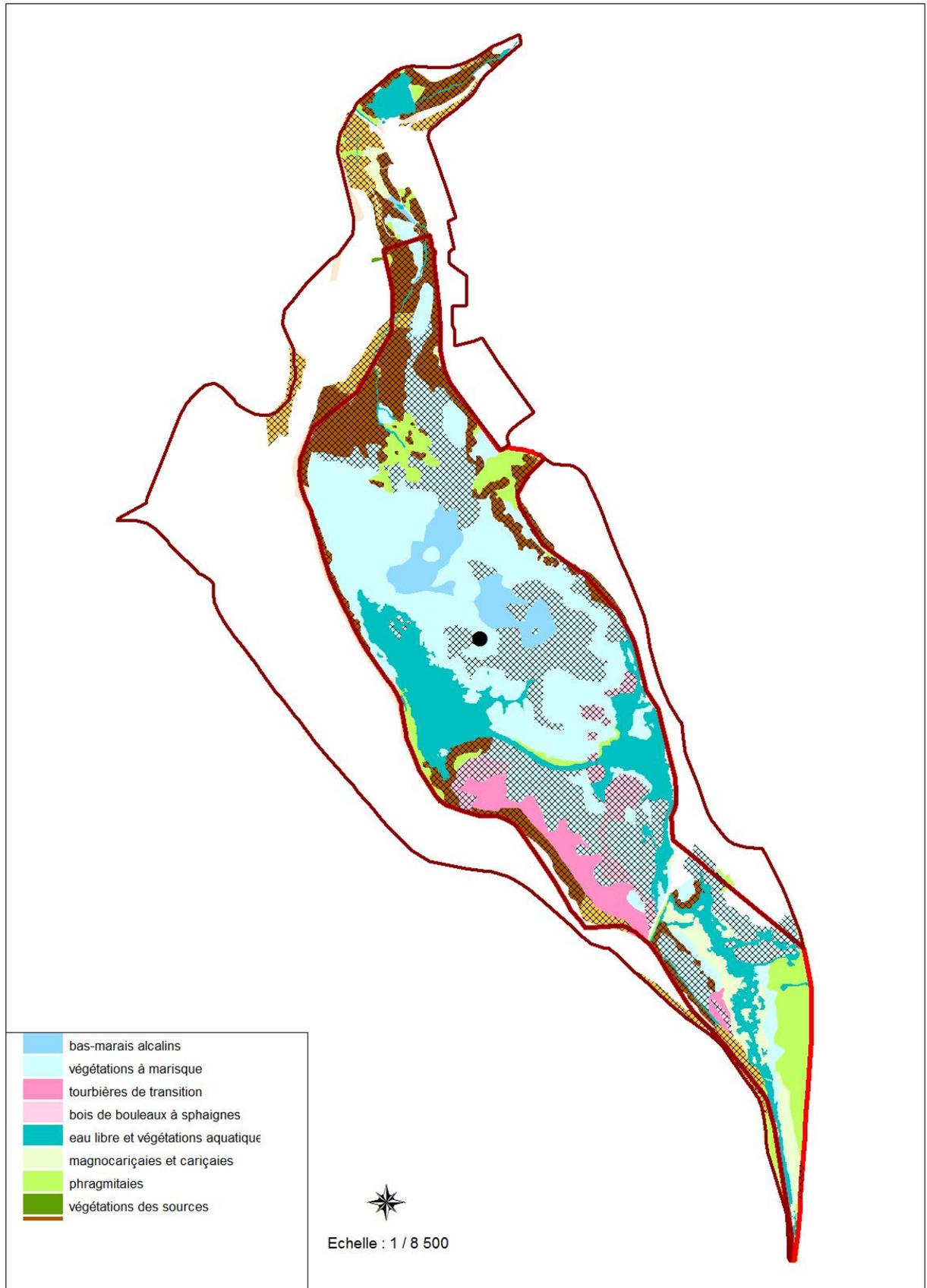
Localisation de *Sphagnum angustifolium* (C.E.O.Jensen ex Russow) C.E.O.Jensen



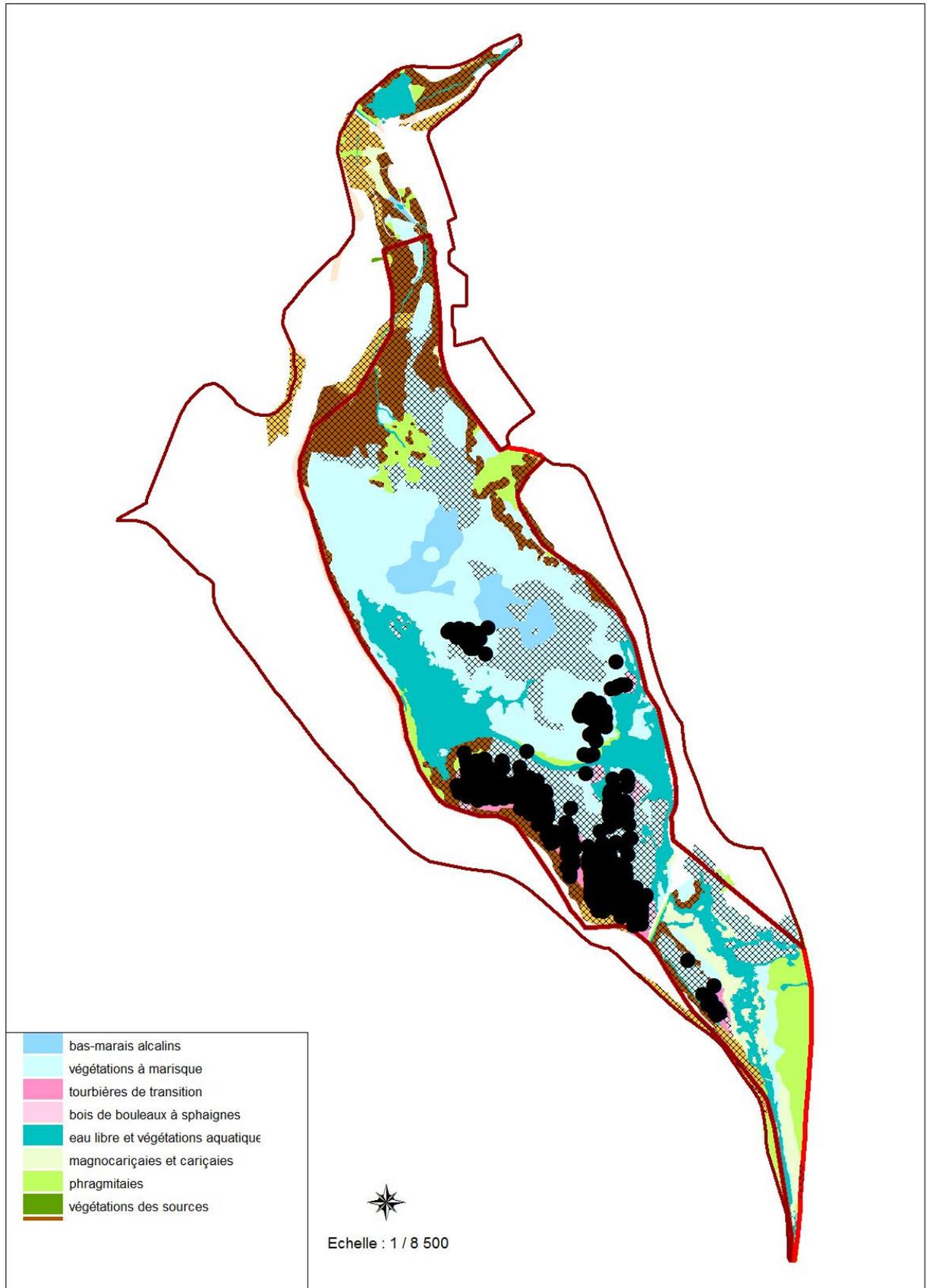
Localisation de *Sphagnum capillifolium* (Ehrh.) Hedw.



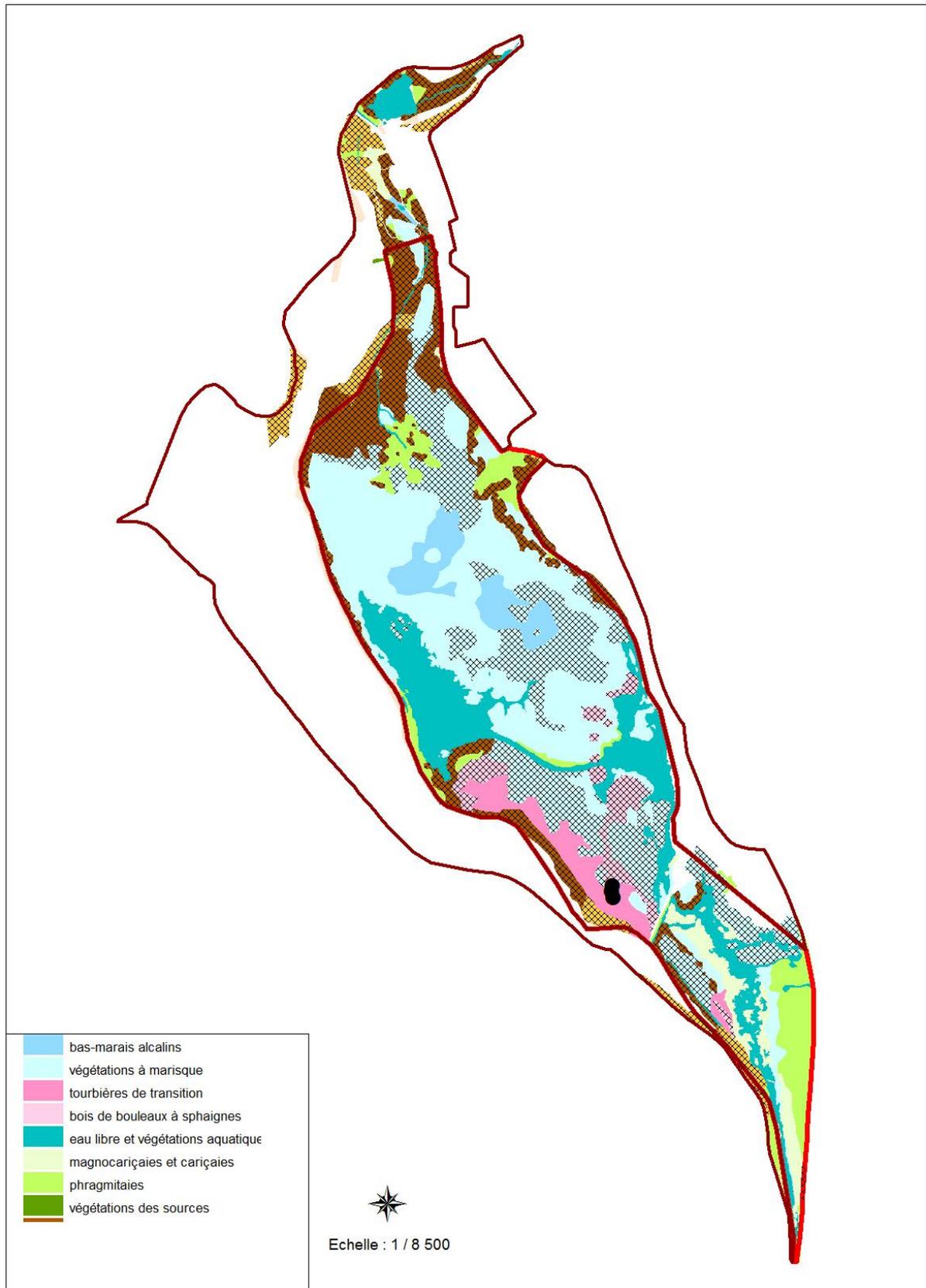
Localisation de *Sphagnum contortum* Schultz



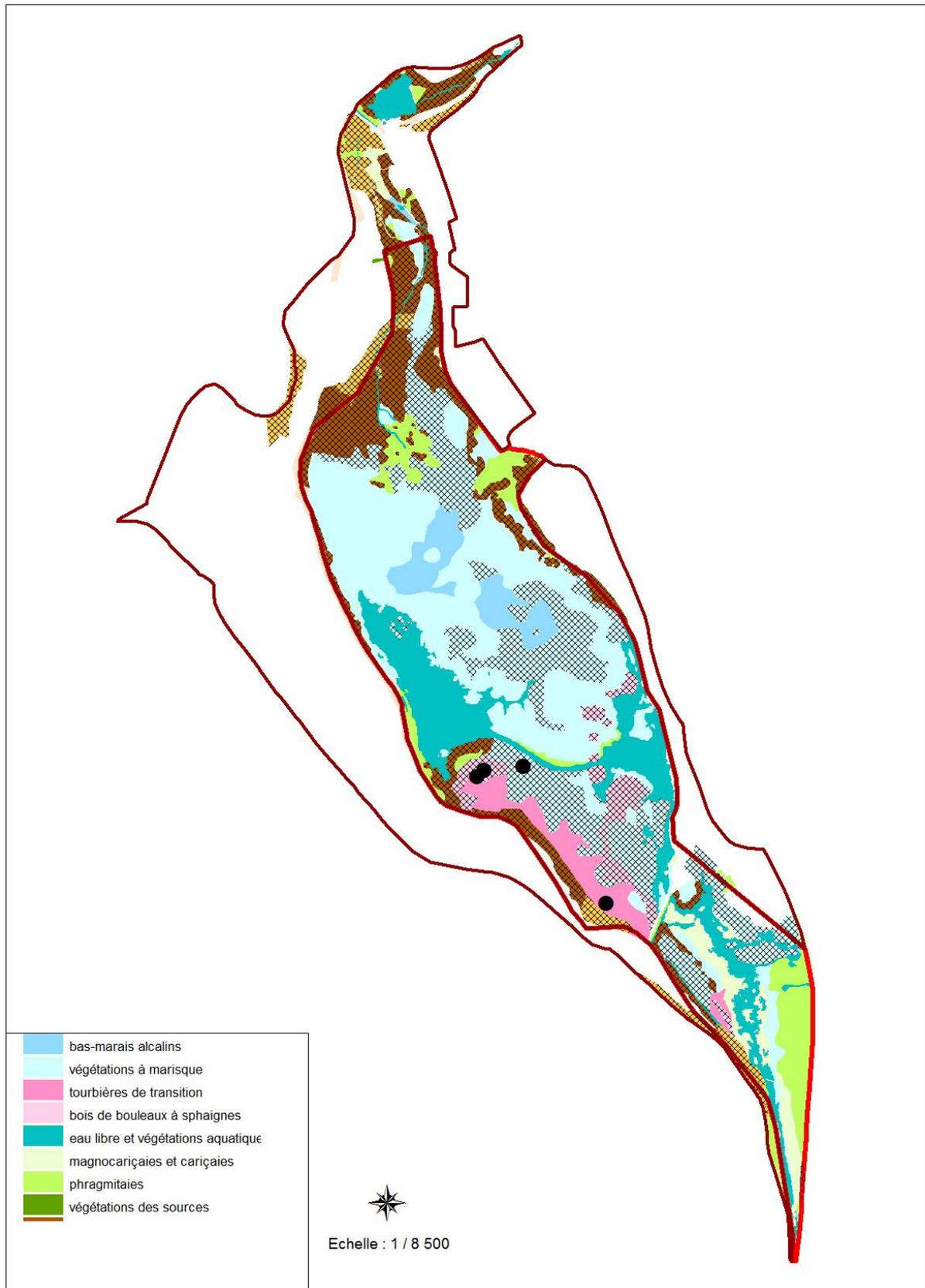
Localisation de *Sphagnum inundatum* Russow



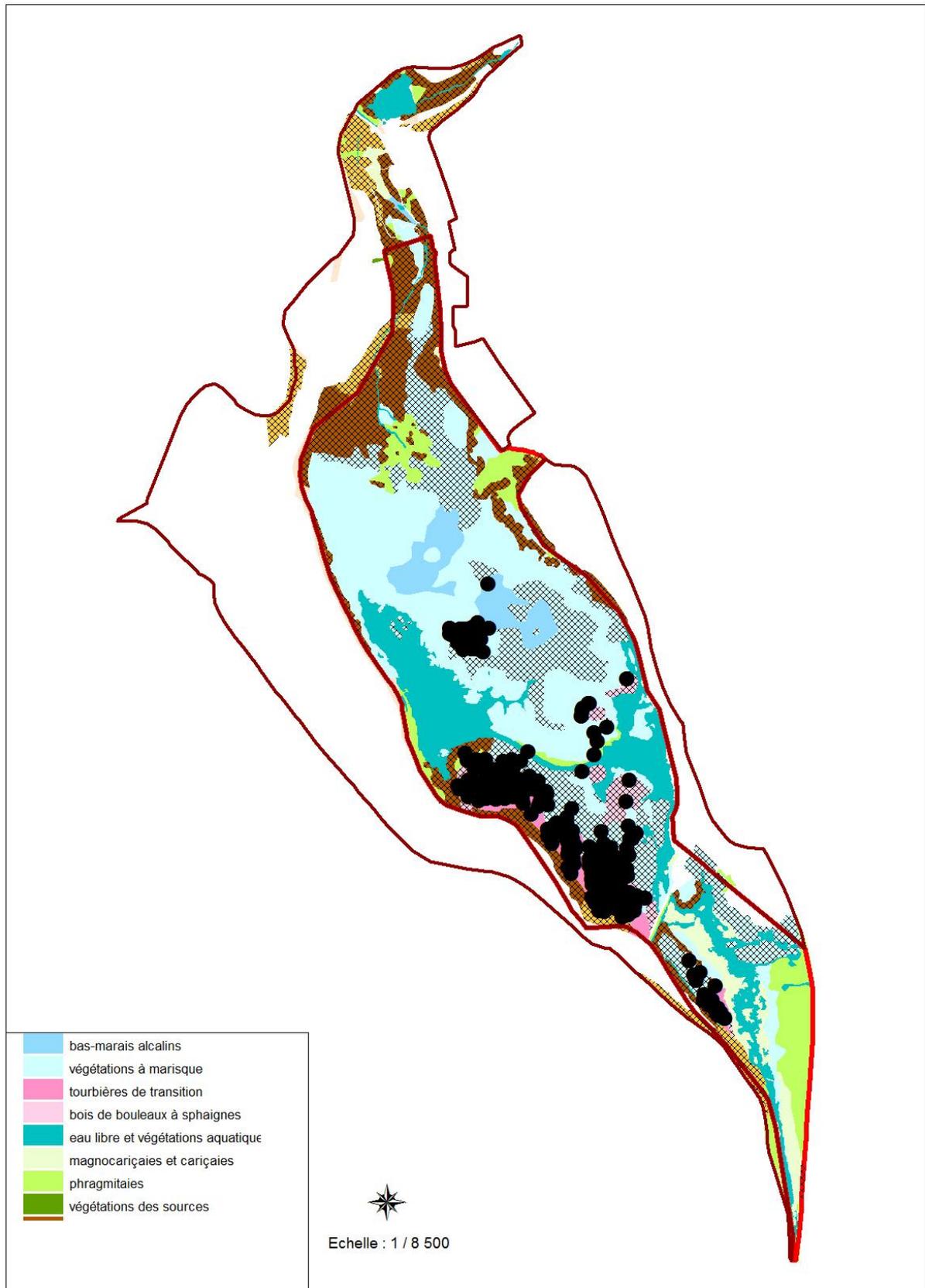
Localisation de *Sphagnum palustre* L.



Localisation de *Sphagnum papillosum* Lindb.



Localisation de *Sphagnum quinquefarium* (Braithw.) Warnst.

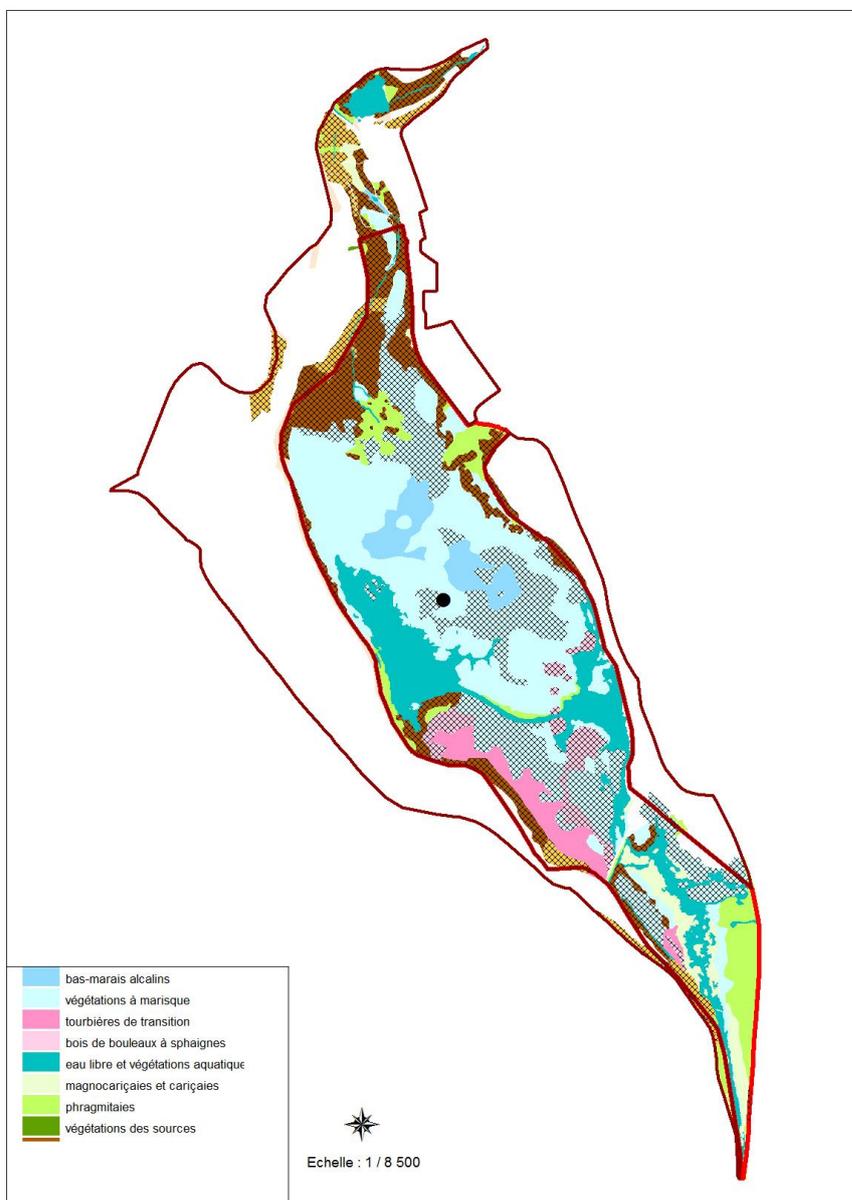


Localisation de *Sphagnum subnitens* Russow & Warnst. subsp. subnitens

## ***Tomentypnum nitens* (Hedw.) Loeske**

*Tomentypnum nitens* est une robuste pleurocarpe essentiellement présente dans les principaux massifs montagneux en France, bien qu'elle semble beaucoup plus rare dans les Pyrénées. La grande majorité des localités de plaine sont anciennes et n'ont pas reçu de confirmation ce qui laisse supposer une grande raréfaction de l'espèce sur les marges de son aire nationale principale. Dans les Alpes, elle est rare et souvent présente en populations peu étendues. Il s'agit d'une espèce exclusivement basiphile, typique des bas-marais à tendance alcaline, du *Caricion lasiocarpae* ou du *Caricion fuscae*. Elle participe le plus souvent aux communautés des niveaux topographiques intermédiaires. Elle se développe en banquettes, sous le niveau des sphaignes.

Au Grand Lemps cette espèce est très rare et peu abondante. Elle est localisée à la marge d'un boisement, dans la partie centrale du site.



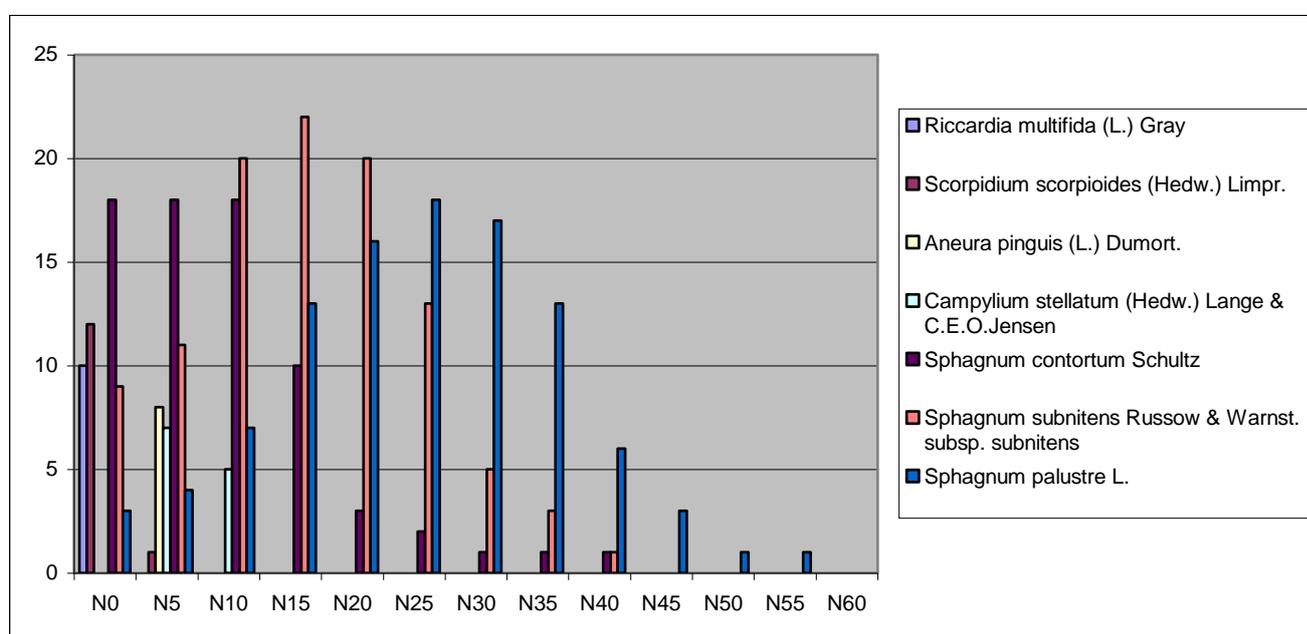
Localisation de *Tomentypnum nitens* (Hedw.) Loeske

#### 5.4. - Répartition verticale des espèces

Les affinités respectives des taxons pour des niveaux topographiques particuliers ont pu être décrites grâce à la réalisation de transects verticaux.

La richesse floristique est plus forte aux bas-niveaux topographiques. La richesse s'amenuise aux niveaux topographiques les plus haut, pour ne plus comporter à l'extrême, que *Sphagnum palustre*, seule espèce du site à former des buttes élevées.

Les espèces des bas niveaux topographiques n'occupent pas exactement les mêmes positions (Figure 1). *Riccardia multifida* ne se rencontre qu'au niveau le plus bas tandis que *Scorpidium scorpioides* n'accède que rarement au niveau 5 cm. *Campylium stellatum* n'occupe que des niveaux bas mais pas les plus bas. *Sphagnum contortum* est clairement la sphaigne qui présente une affinité forte pour les niveaux plutôt bas, suivi par *S. subnitens* puis *S. palustre*.



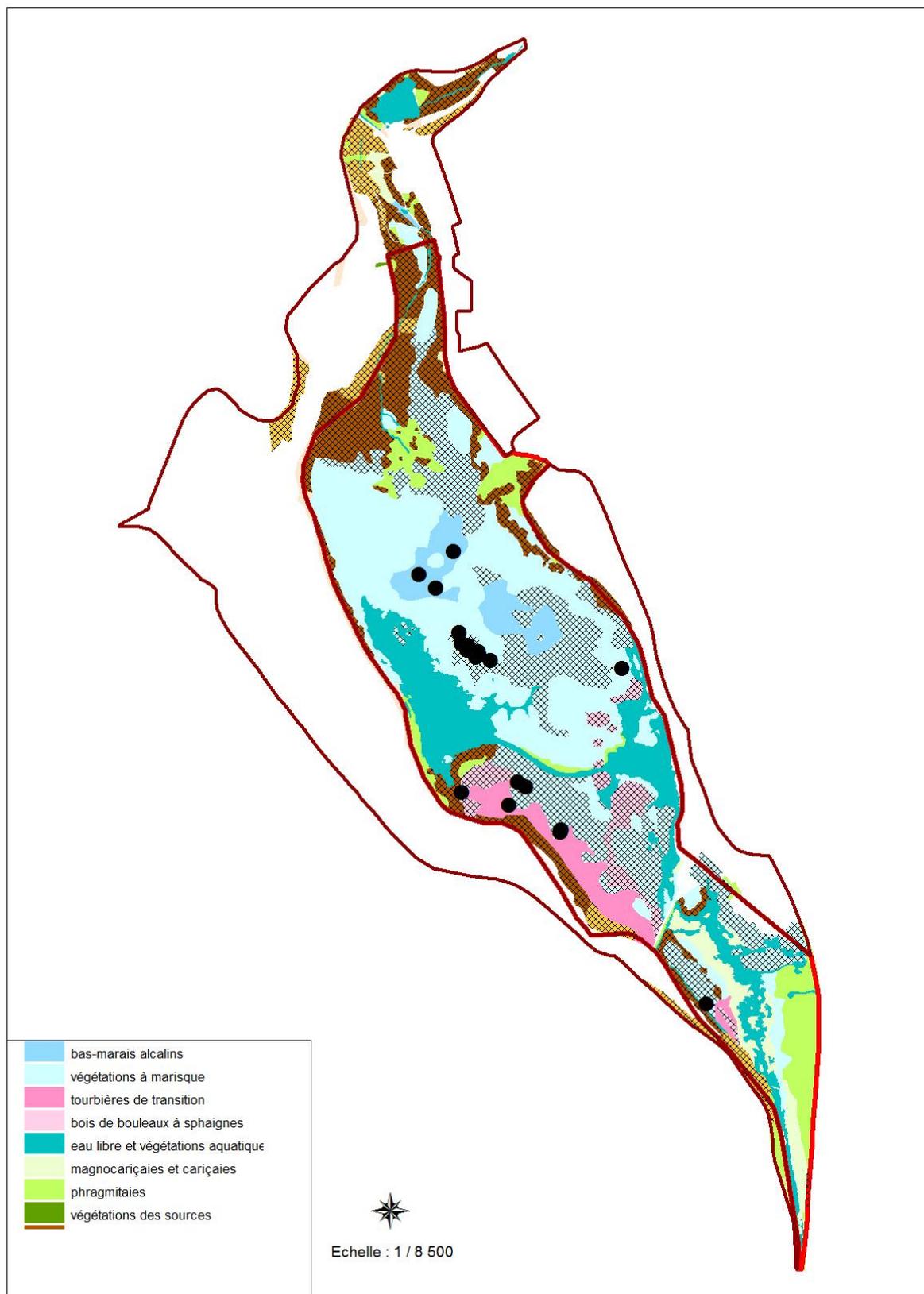
**Figure 1 :** Répartition des bryophytes suivant des niveaux topographiques allant de 0 à 60 cm (basé sur 48 transects)

GIGNAC *et al.* (1991), au sein de bas-marais extrêmement riches, ont montré que les limites de tolérance de la hauteur par rapport au toit de la nappe de *Scorpidium scorpioides*, *Scorpidium cossonii* et *Campylium stellatum* sont nettement distinctes. *Scorpidium scorpioides* est une espèce qui est plus abondante sous la surface de l'eau (de 0 à - 10 cm) et qui décroît fortement au dessus. Le maximum des abondances de *Scorpidium cossonii* sont observées entre 0 et 10 cm comme le sont celles de *Campylium stellatum*.

### **5.5. - Répartition horizontale des espèces à l'échelle du marais**

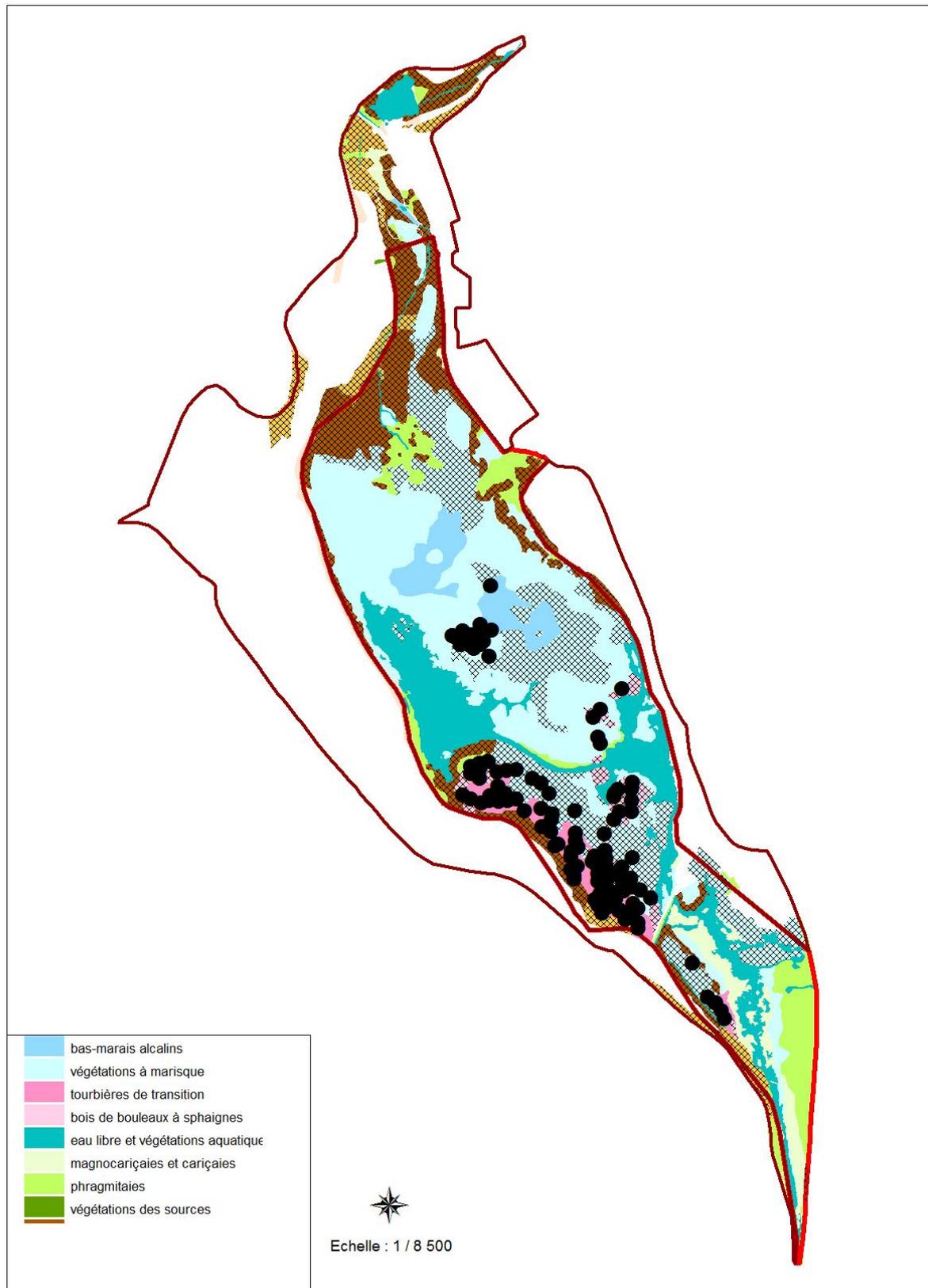
Seules les espèces dont la fréquence est supérieure à 1 % figurent dans les lignes suivantes.

***Aneura pinguis* (L.) Dumort.**



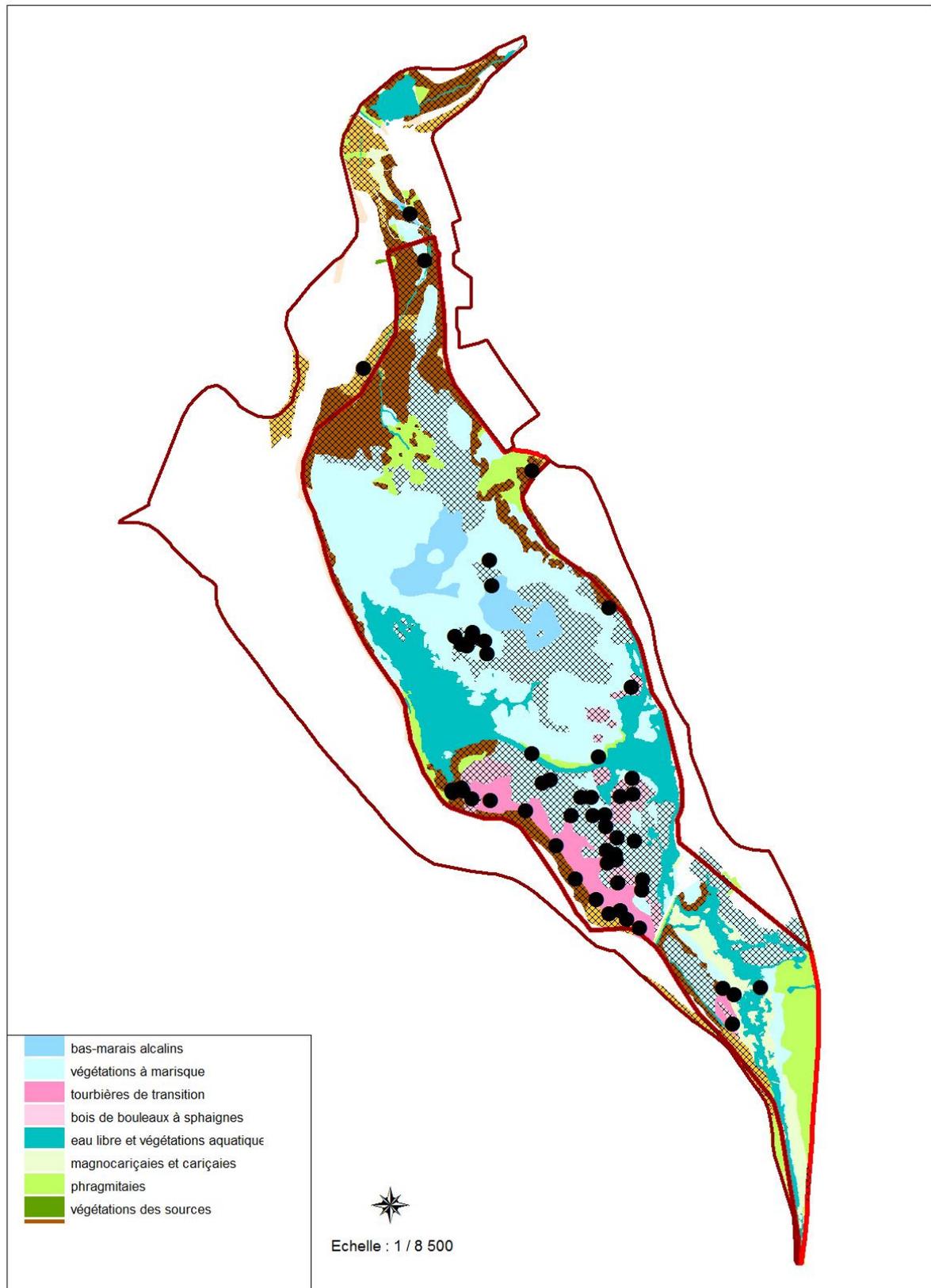
Localisation de *Aneura pinguis* (L.) Dumort.

***Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr.**



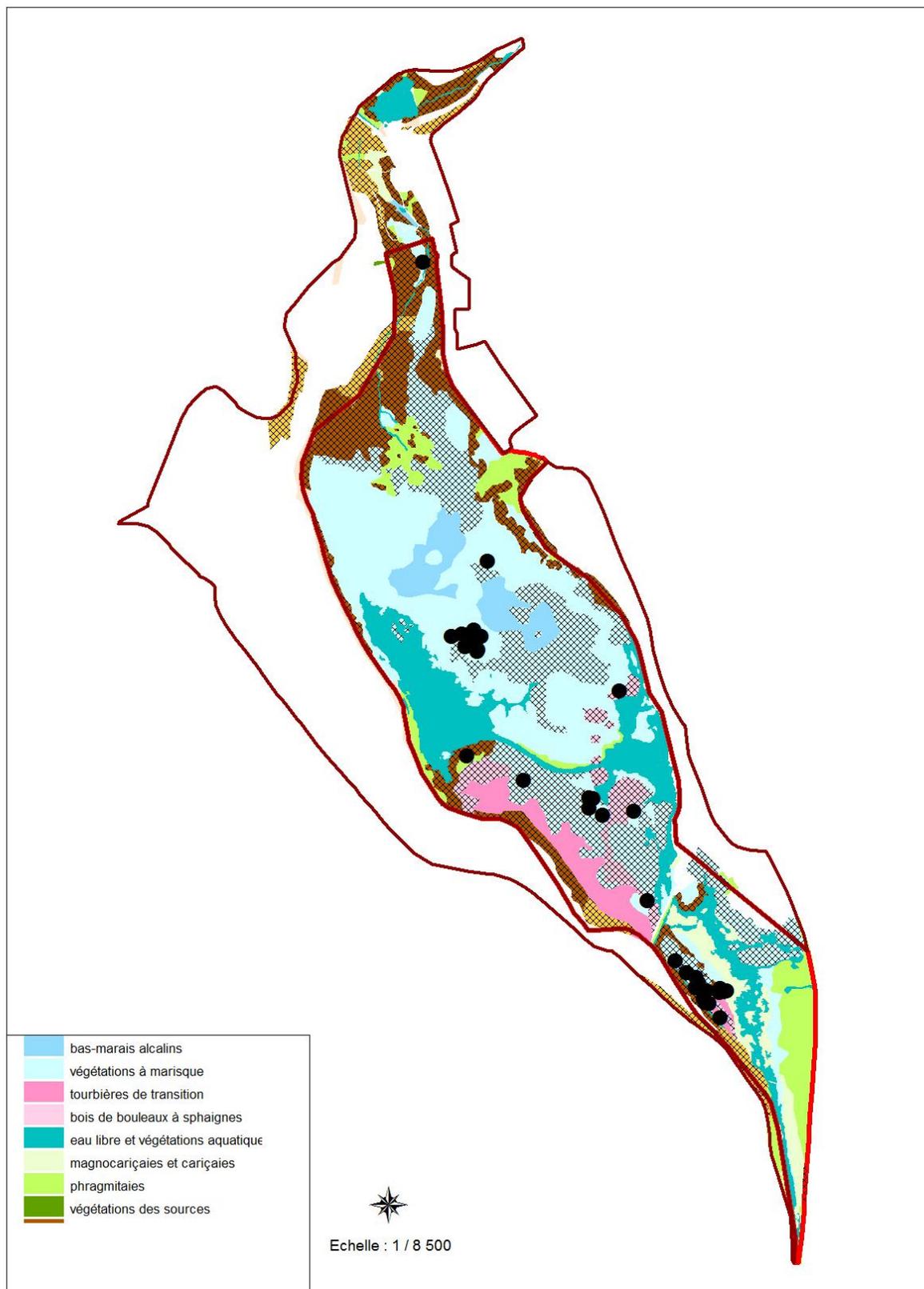
Localisation de *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr.

***Brachythecium rutabulum* (Hedw.) Schimp.**



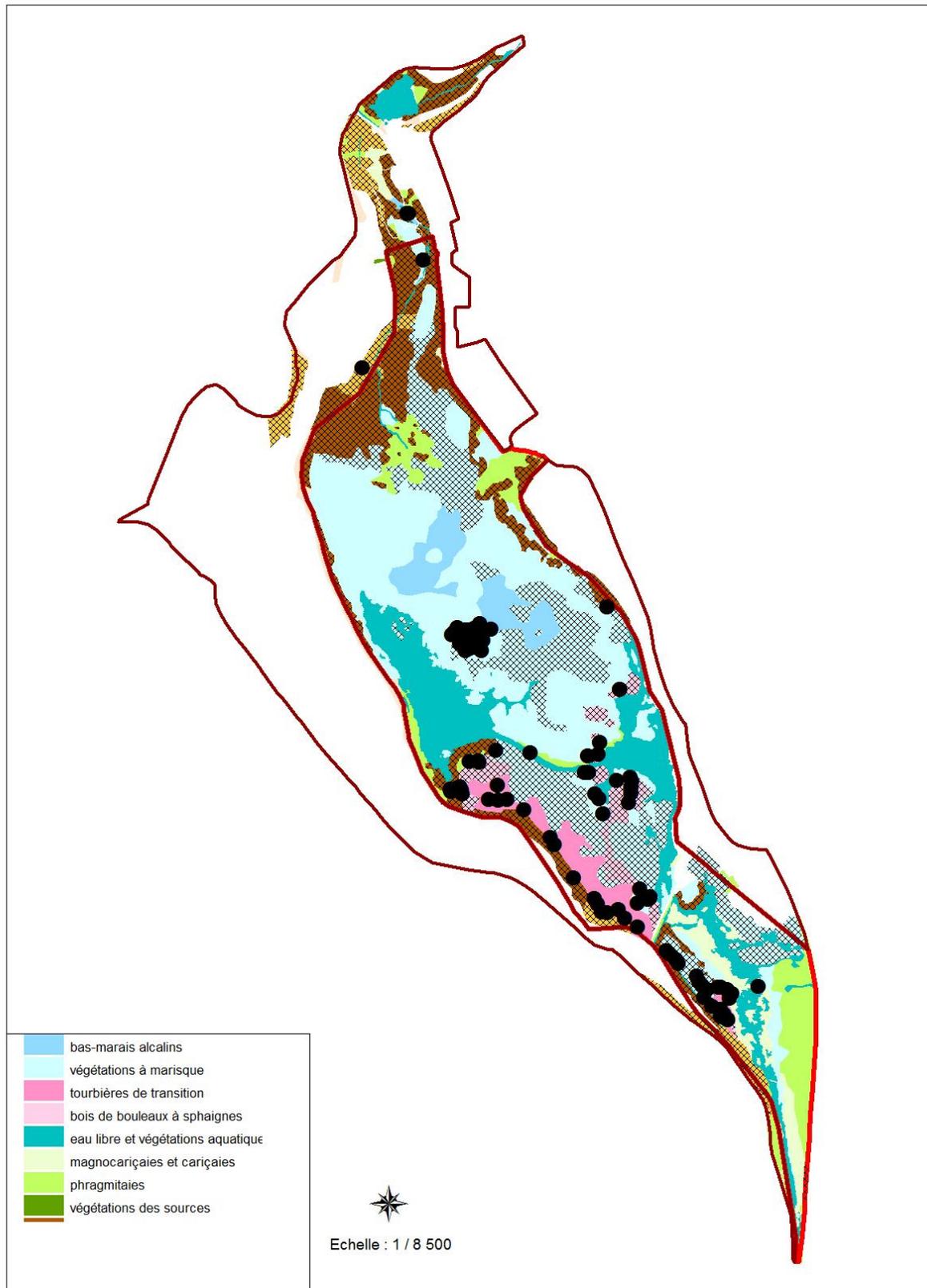
Localisation de *Brachythecium rutabulum* (Hedw.) Schimp.

***Bryum pseudotriquetrum* (Hedw.) P.Gaertn., B.Mey & Scherb.**



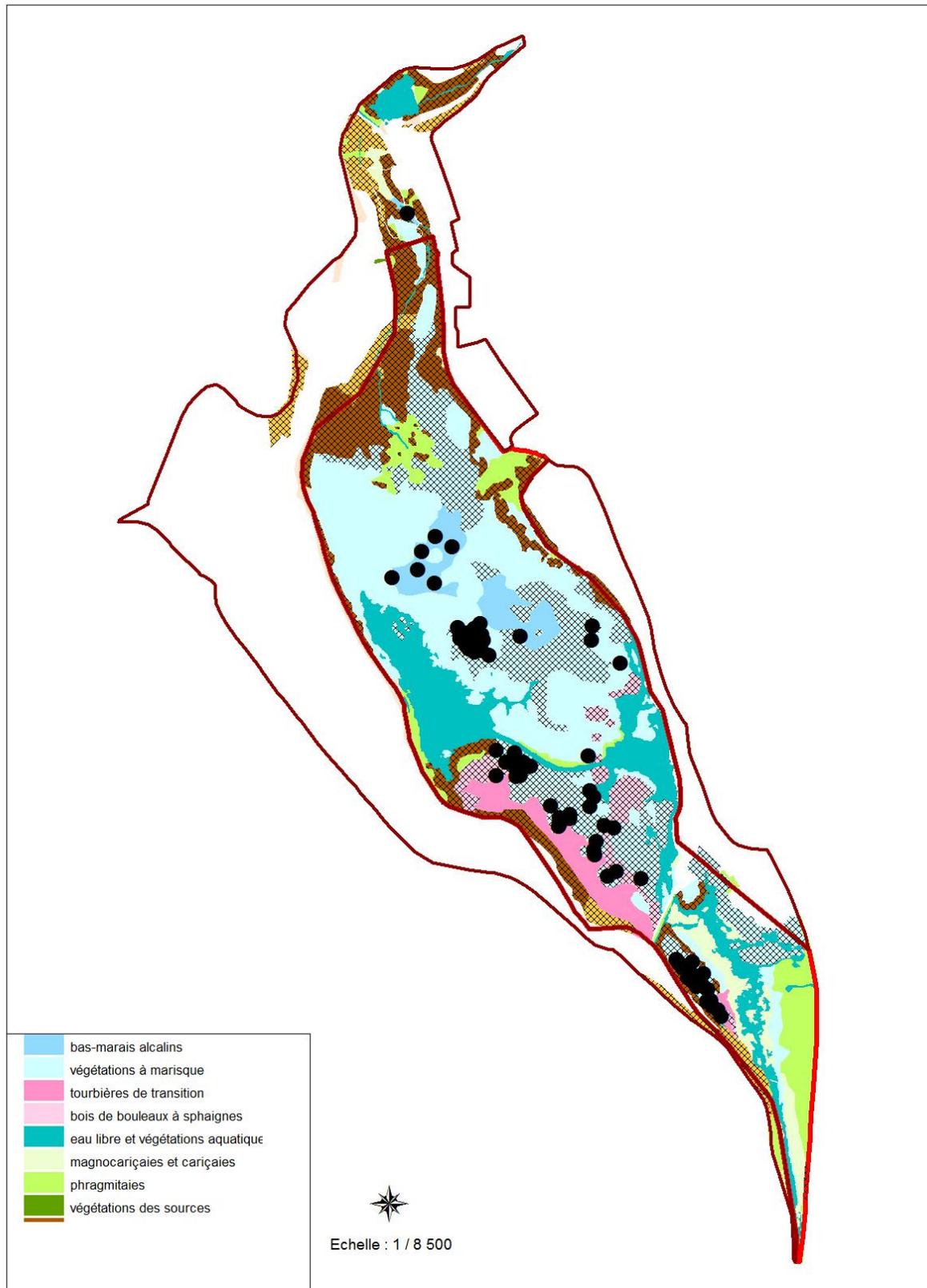
Localisation de *Bryum pseudotriquetrum* (Hedw.) P.Gaertn., B.Mey & Scherb.

## *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske



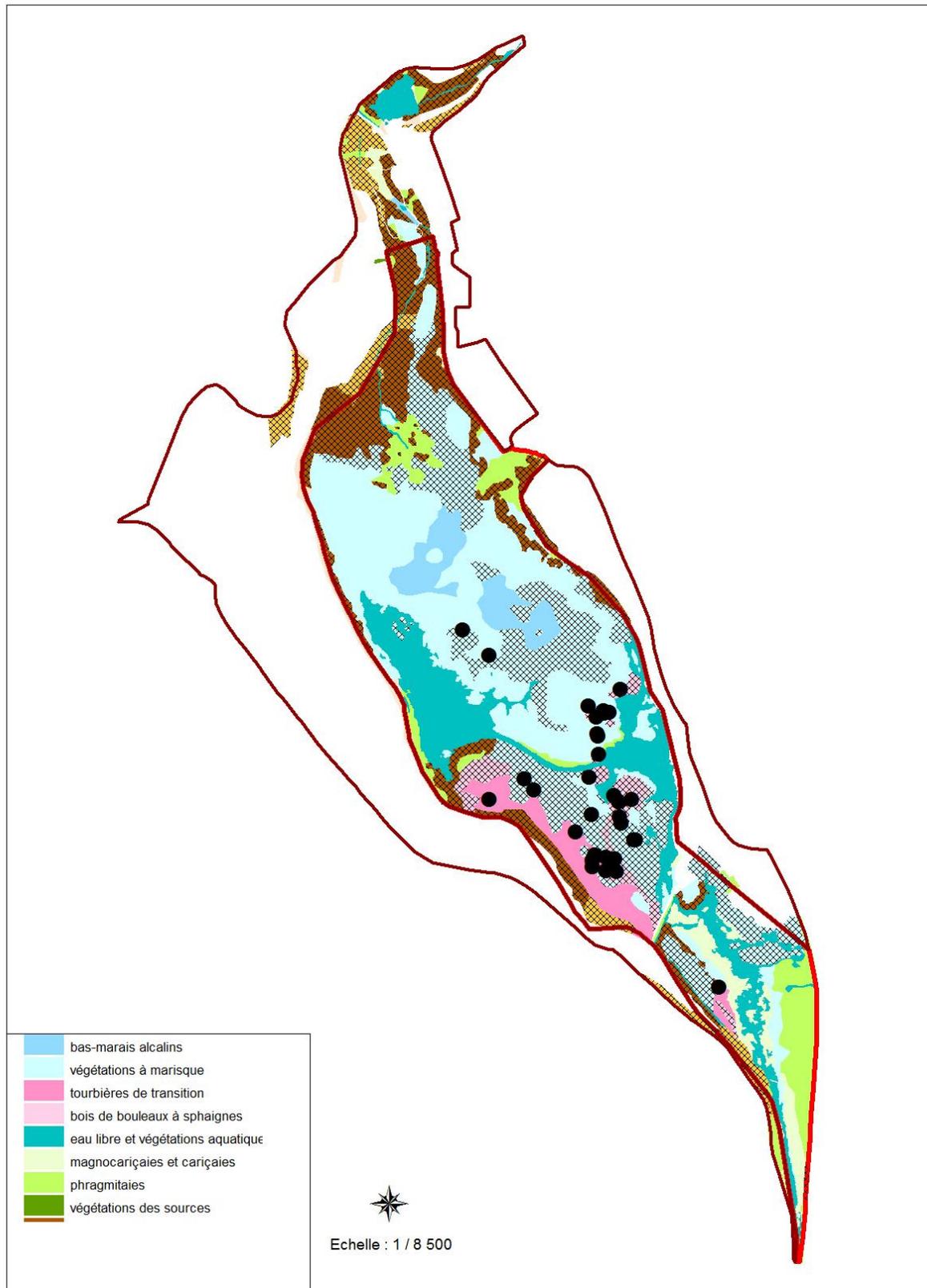
Localisation de *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske

## *Campylium stellatum* (Hedw.) Lange & C.E.O.Jensen



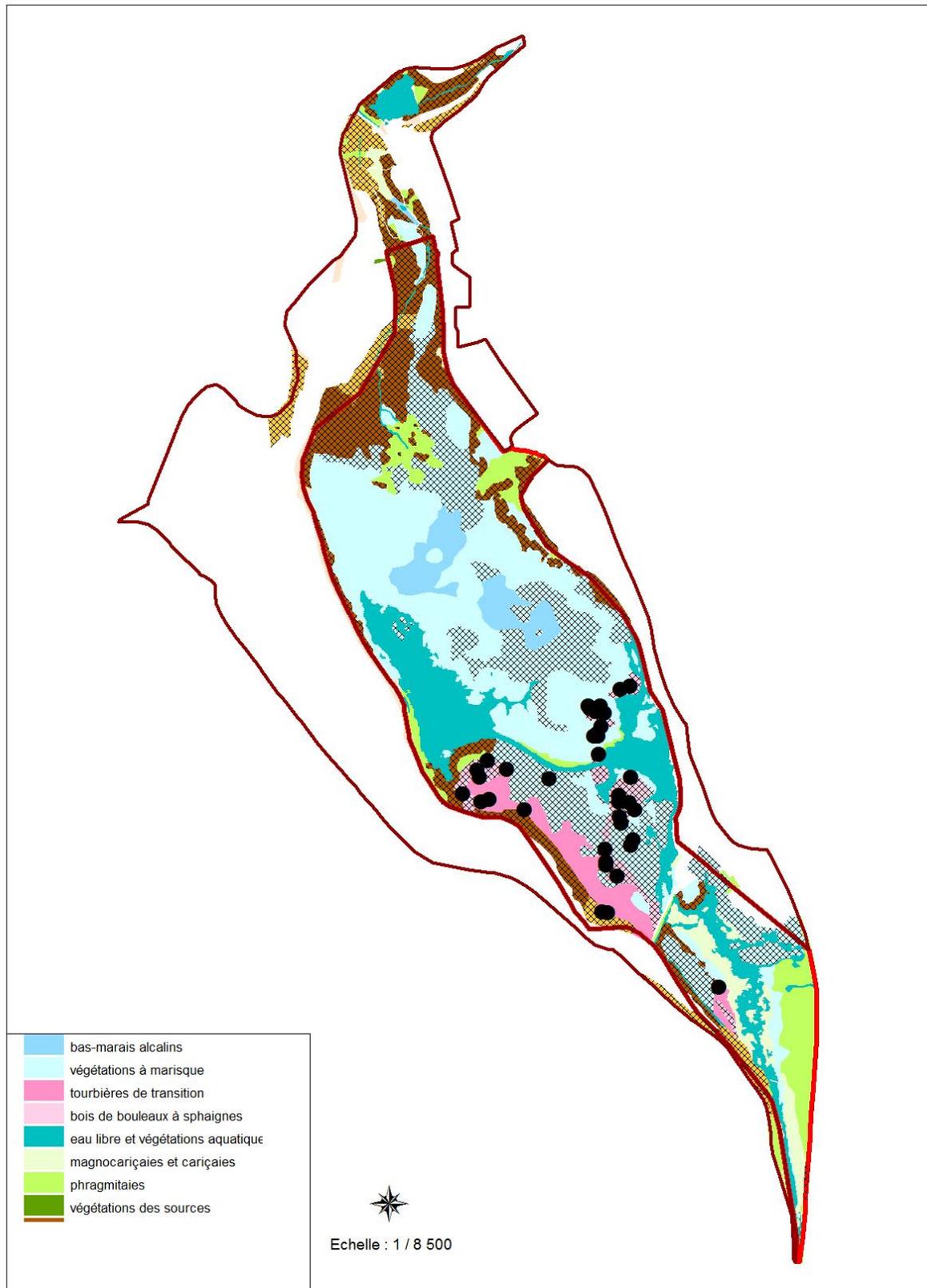
Localisation de *Campylium stellatum* (Hedw.) Lange & C.E.O.Jensen

***Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid.**



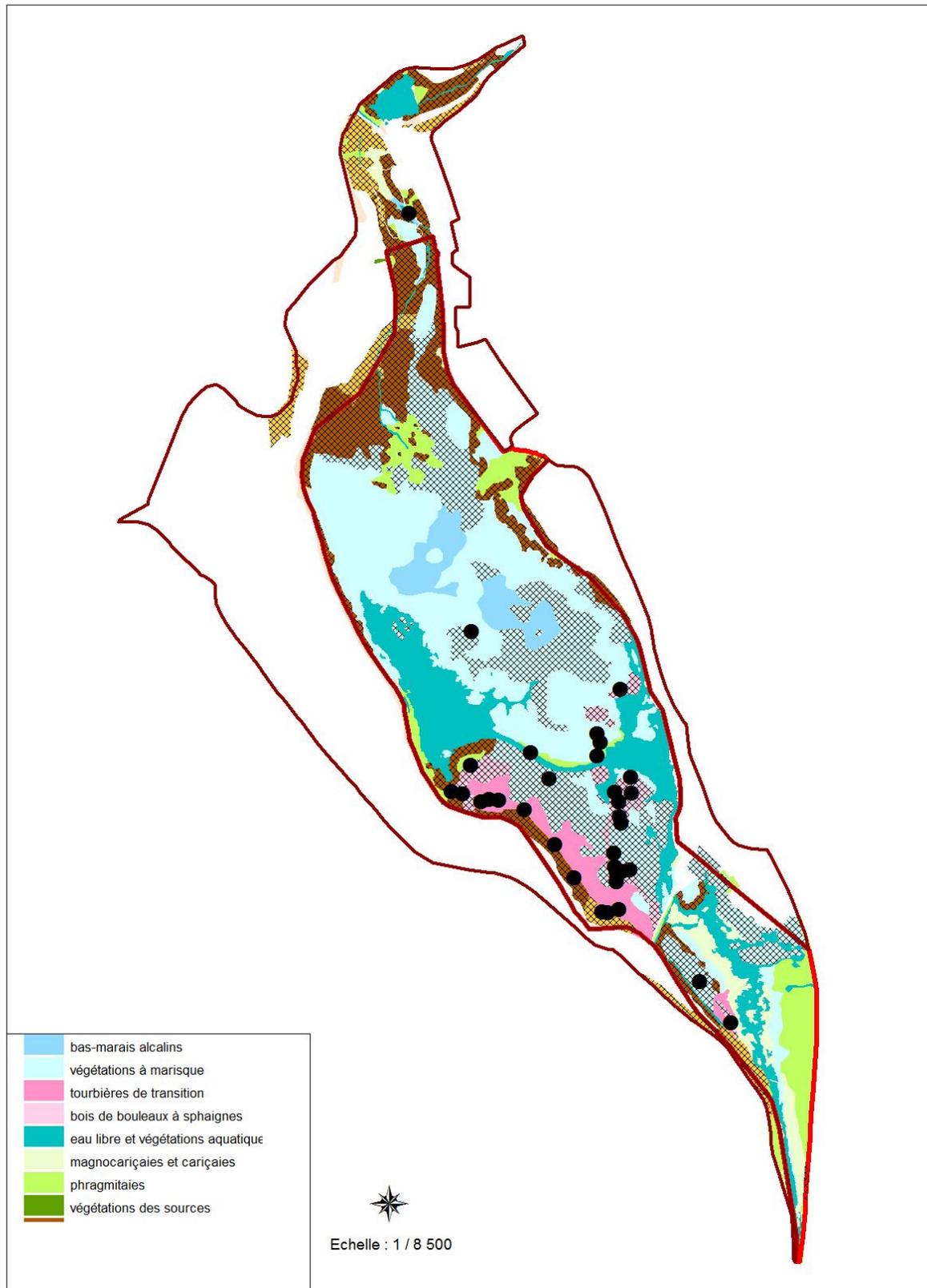
Localisation de *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid.

***Dicranum scoparium* Hedw.**



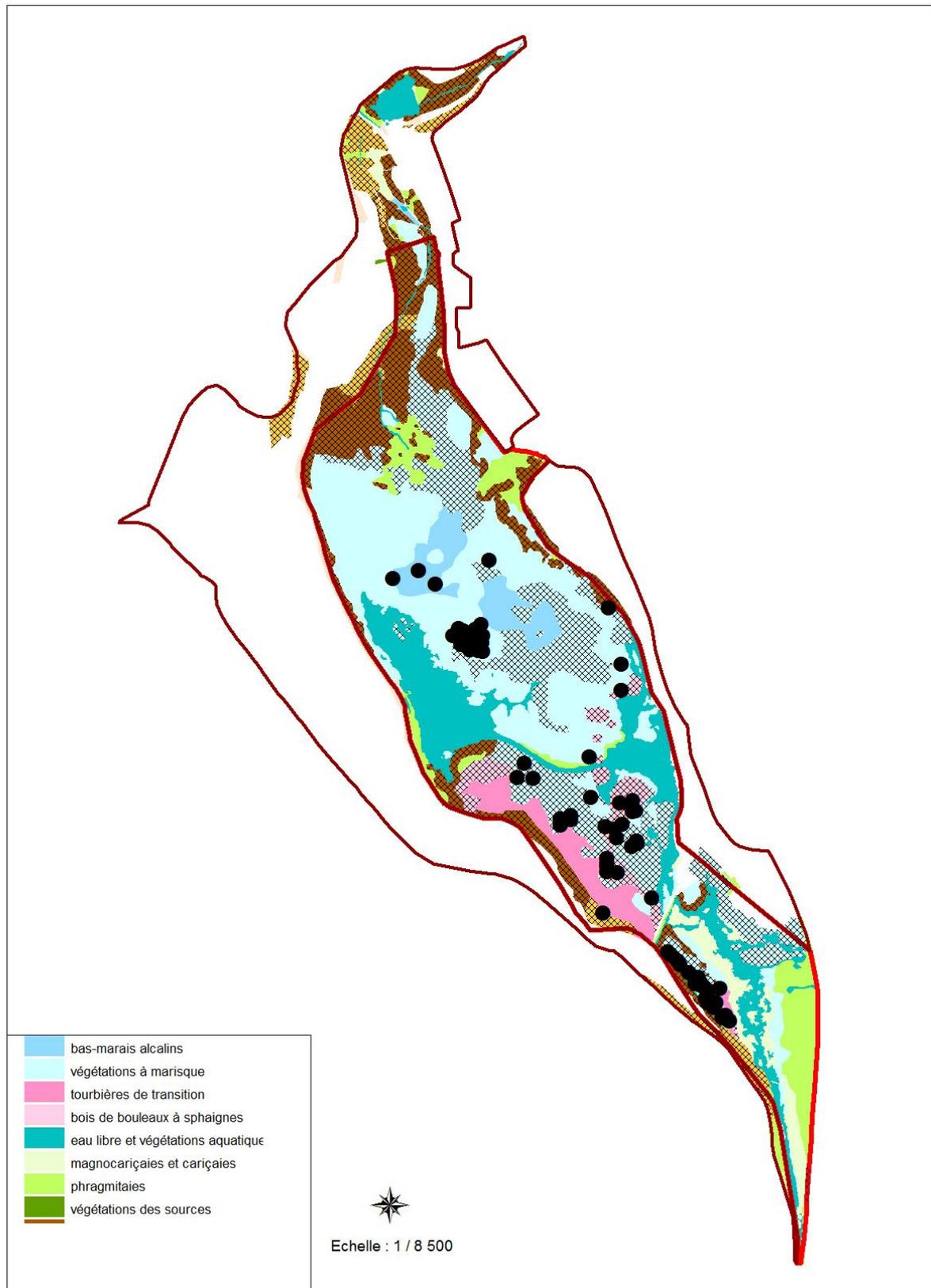
Localisation de *Dicranum scoparium* Hedw.

***Eurhynchium striatum* (Hedw.) Schimp.**



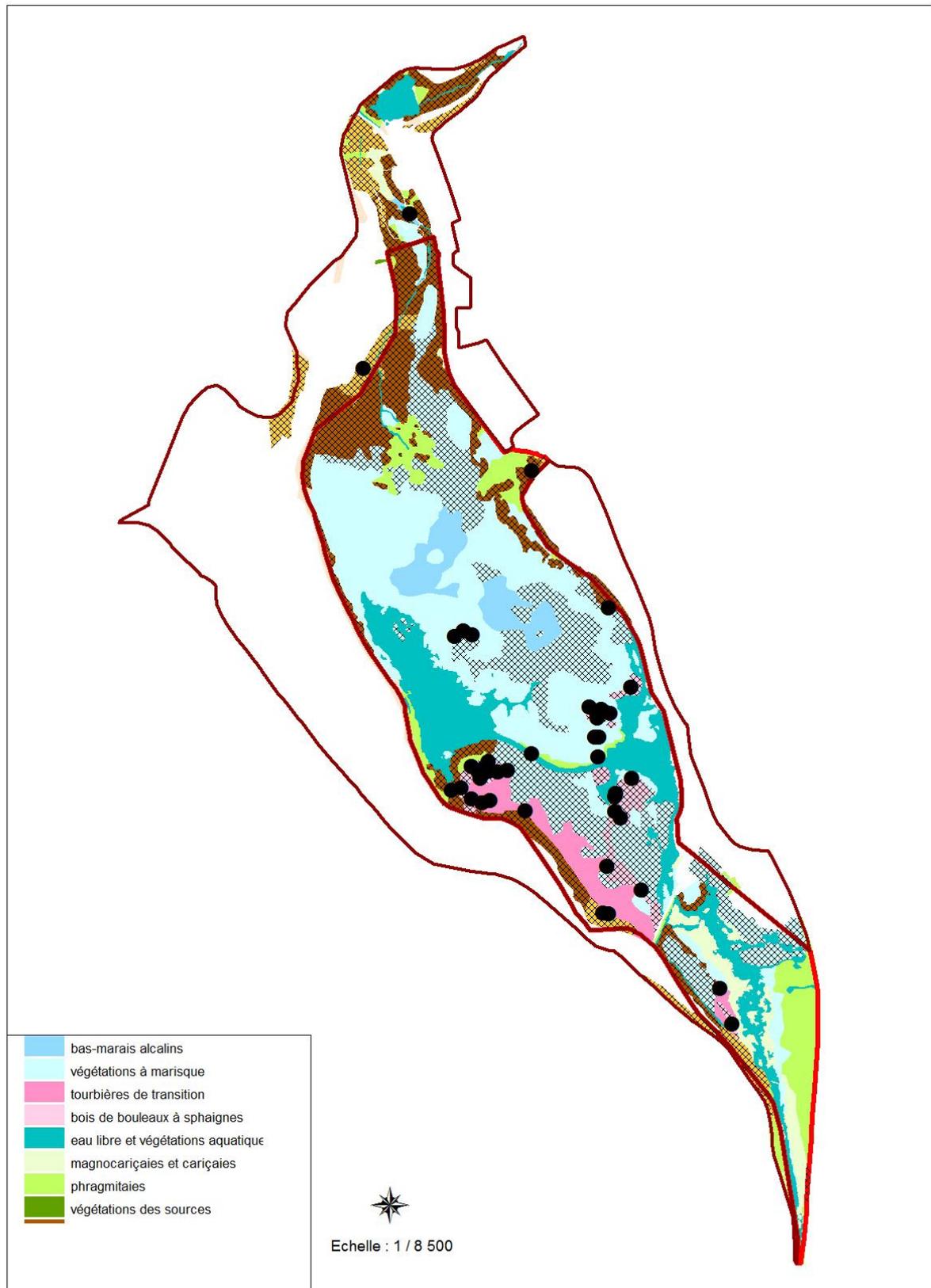
Localisation de *Eurhynchium striatum* (Hedw.) Schimp.

***Fissidens adianthoides* Hedw.**



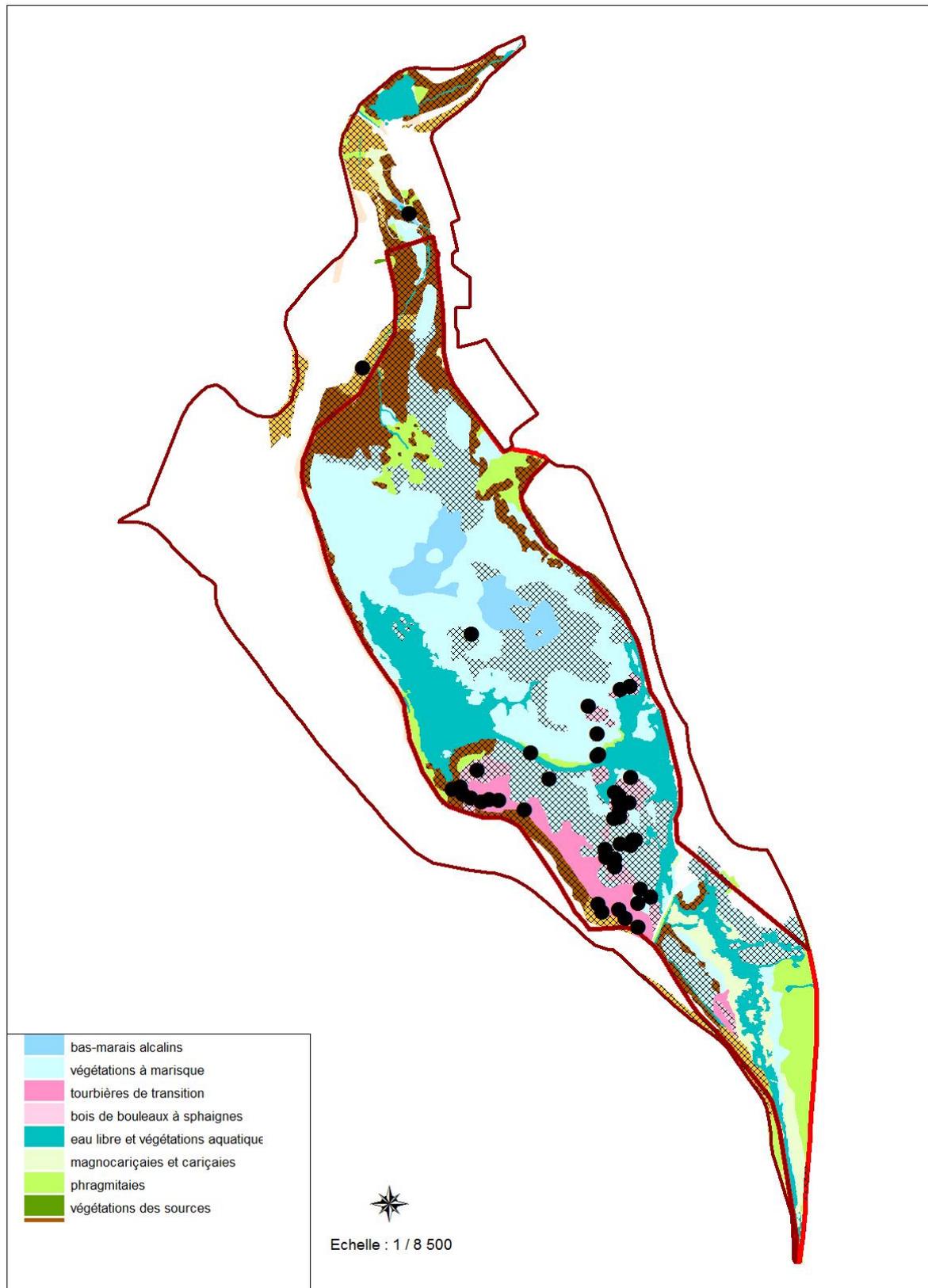
Localisation de *Fissidens adianthoides* Hedw.

*Hypnum cupressiforme* Hedw. var. *cupressiforme*

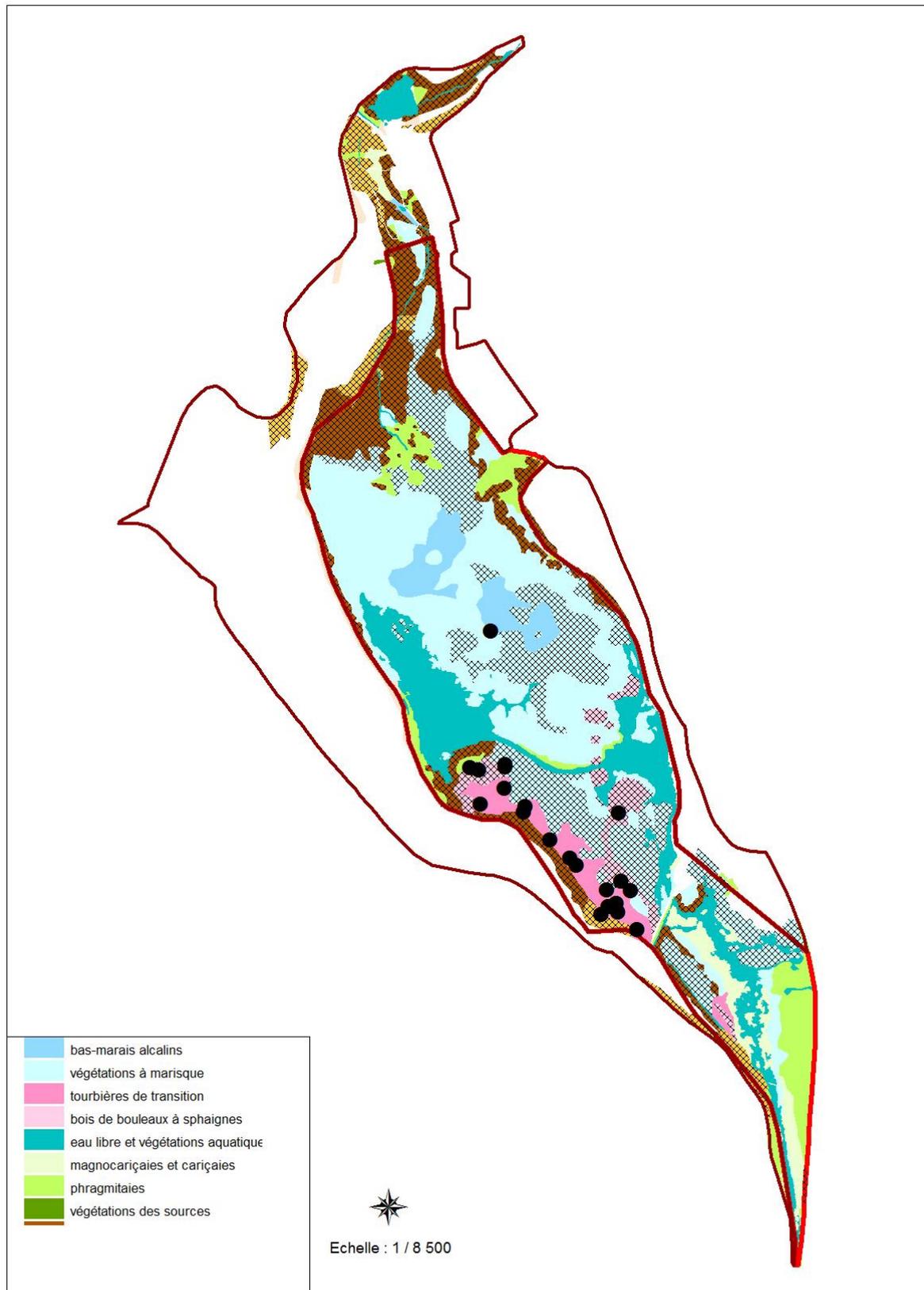


Localisation de *Hypnum cupressiforme* Hedw. var. *cupressiforme*

***Lophocolea heterophylla* (Schrad.) Dumort.**

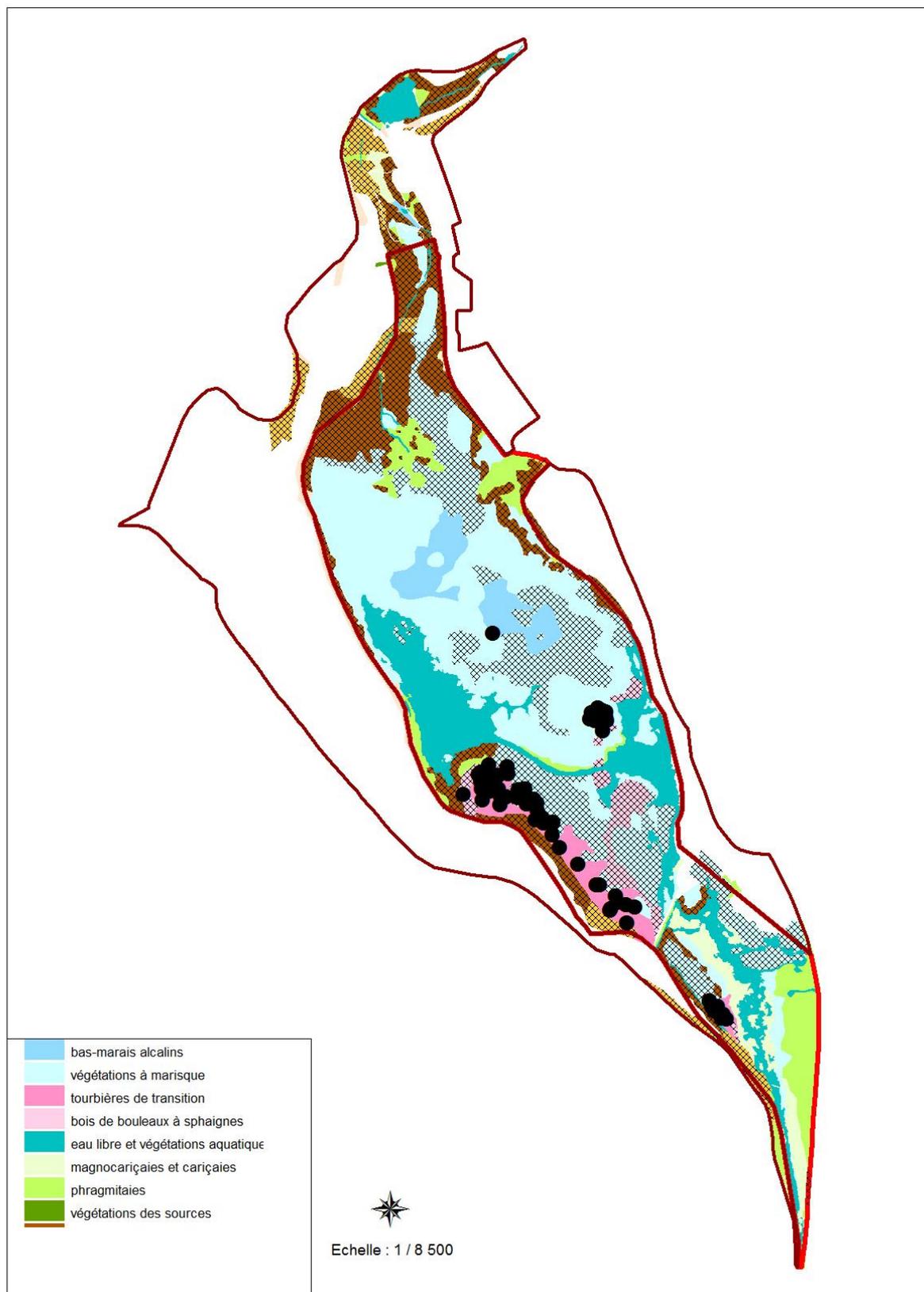


***Polytrichum commune* Hedw.**



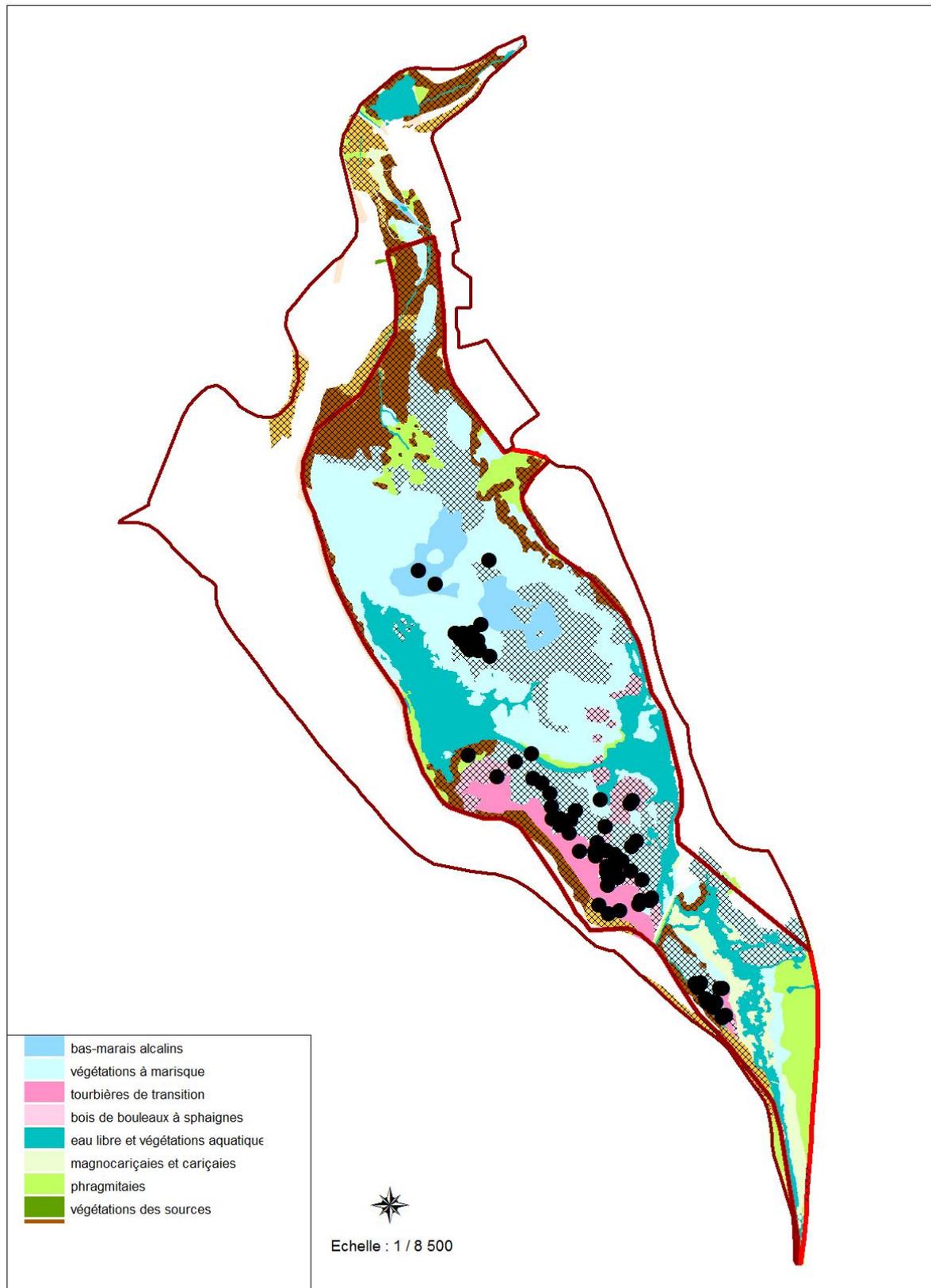
Localisation de *Polytrichum commune* Hedw.

***Polytrichum strictum* Menzies ex Brid.**



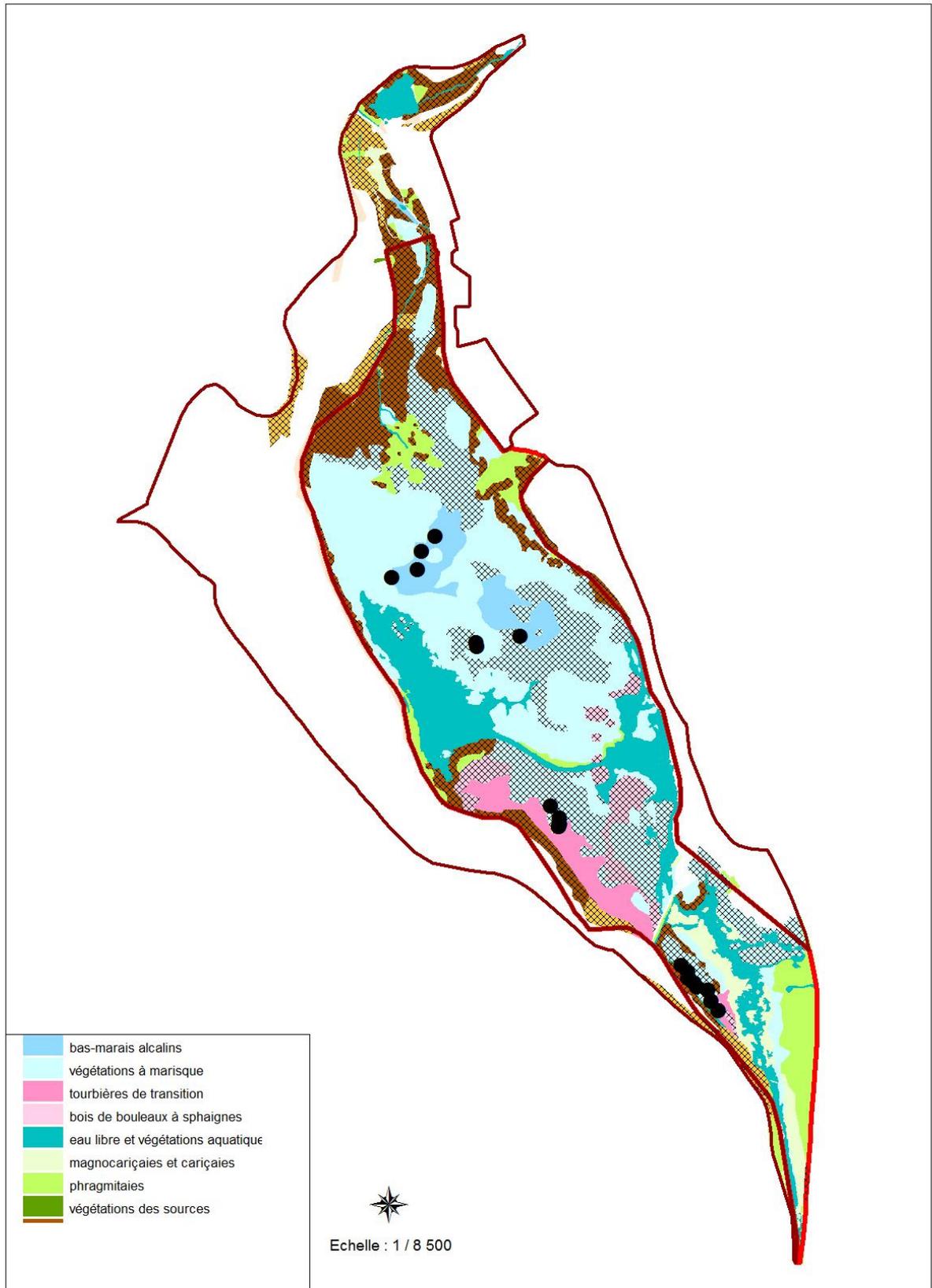
Localisation de *Polytrichum strictum* Menzies ex Brid.

***Riccardia multifida* (L.) Gray**



Localisation de *Riccardia multifida* (L.) Gray

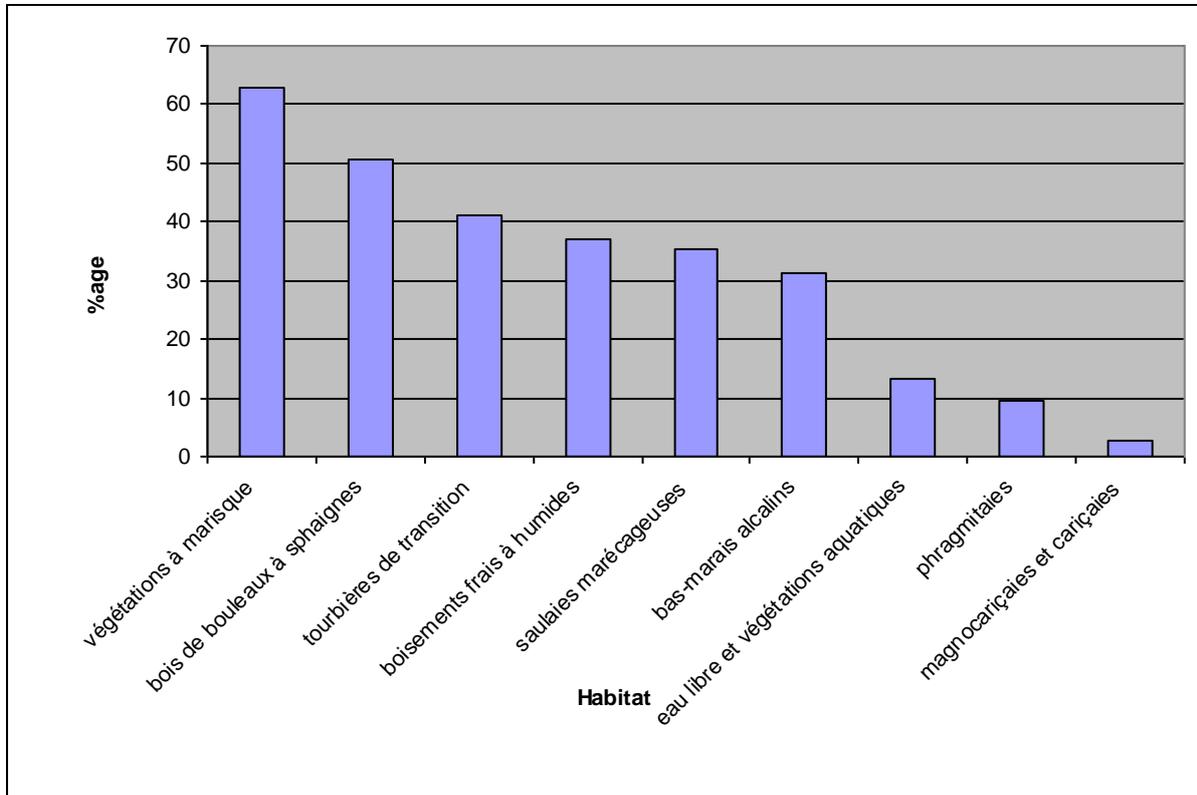
**Scorpidium scorpioides (Hedw.) Limpr.**



Localisation de *Scorpidium scorpioides* (Hedw.) Limpr.

## 5.6. - Espèces et cortèges indicateurs

Les habitats naturels inventoriés dans le cadre de notre travail se sont révélés d'une richesse bryofloristique très variable (Figure 2).



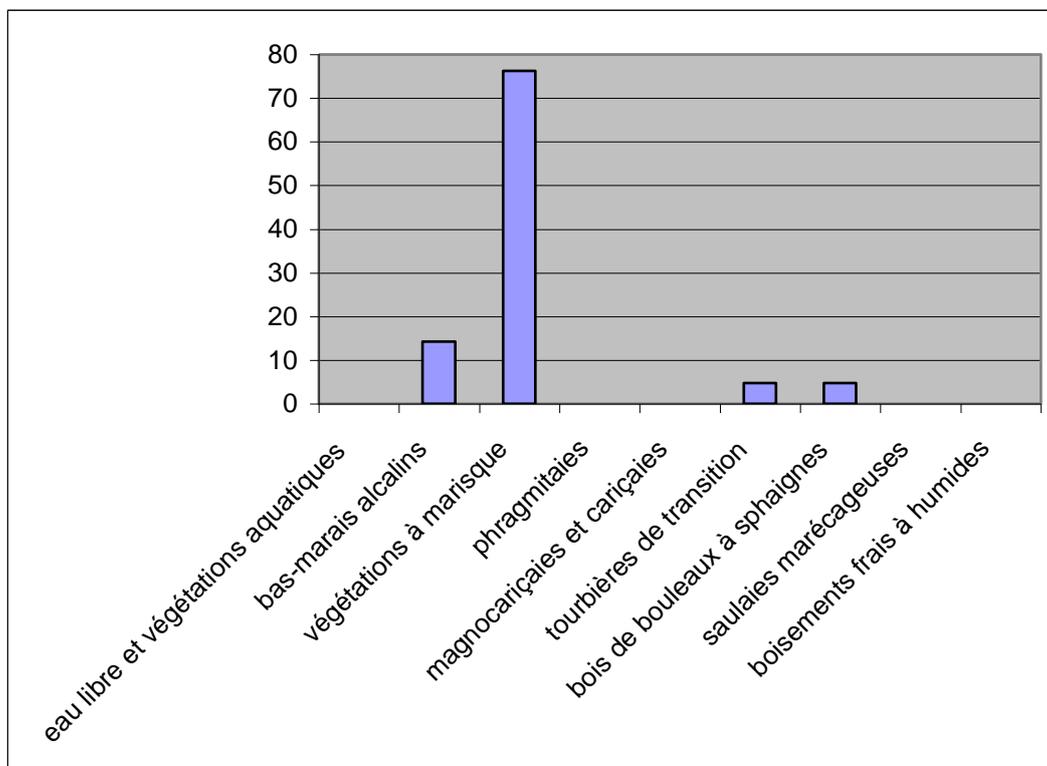
**Figure 2 :** Richesse floristique des habitats de la tourbière du Grand Lemps (en % du nombre de taxons total = 105)

Certains habitats se sont révélés très pauvres en bryophytes (magnocariçaies et cariçaies, phragmitaies, eau libre et végétations aquatiques). Les bas-marais alcalins se sont révélés moyennement riches en espèces, comme les habitats boisés humides (saulaies marécageuses, boisements frais à humides). Les cladiaies et les tourbières de transition sont les habitats ouverts les plus riches en bryophytes. Les bois de bouleaux à sphaignes sont également très riches.

Seules les espèces dont la fréquence est supérieure à 1 % figurent dans les lignes suivantes.

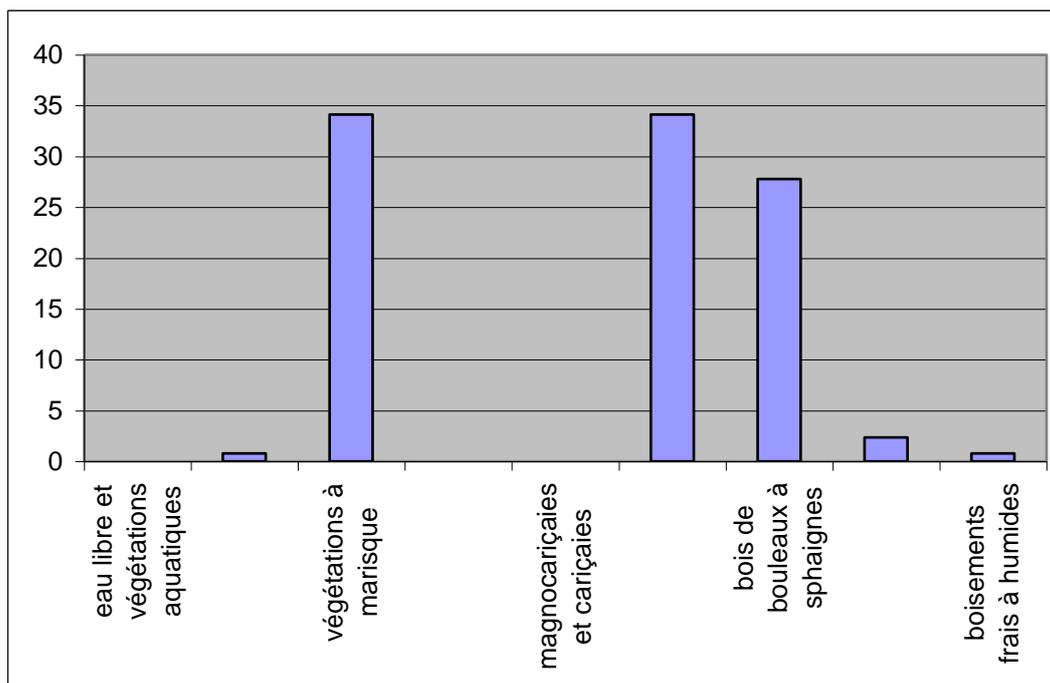
***Aneura pinguis* (L.) Dumort.**

Espèce essentiellement cantonnée aux bas-marais alcalins et aux végétations à marisque. Exceptionnellement dans les tourbières à sphaignes (boisées ou non).



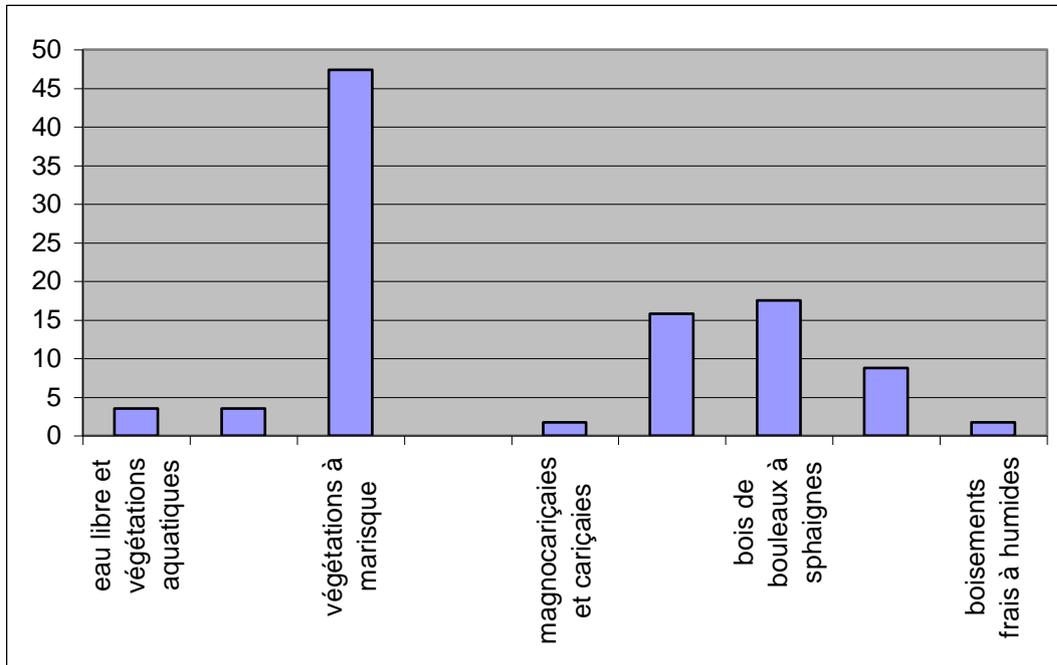
***Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr.**

Espèce croissant aussi fréquemment dans les végétations à marisque que dans les habitats à sphaignes.



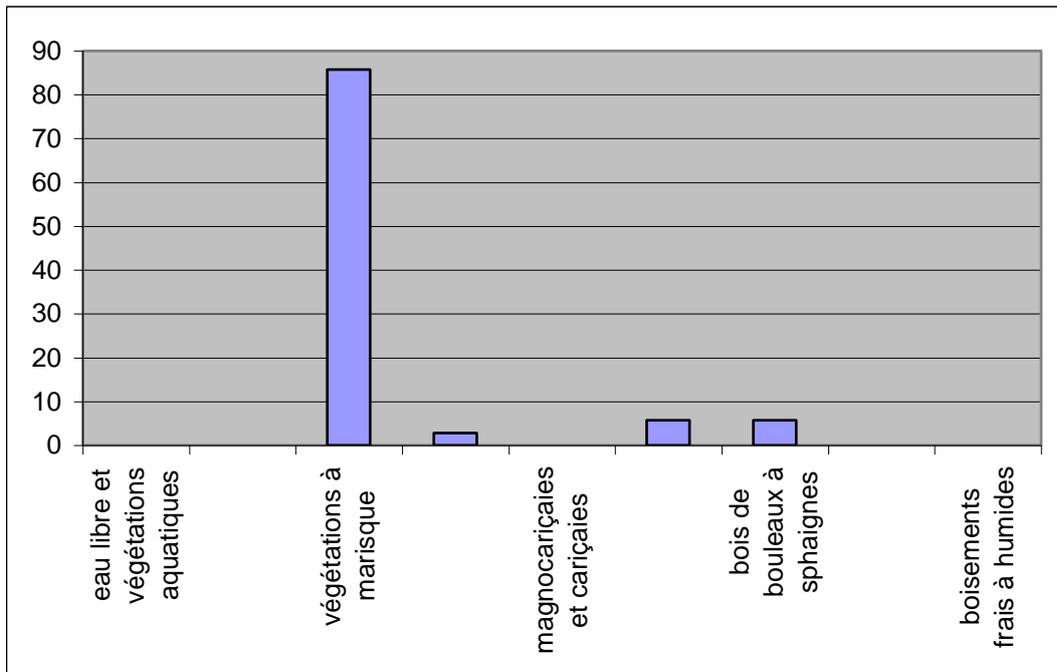
***Brachythecium rutabulum* (Hedw.) Schimp.**

Espèce assez plastique au plan écologique, mais plus fréquente dans les végétations à marisque.



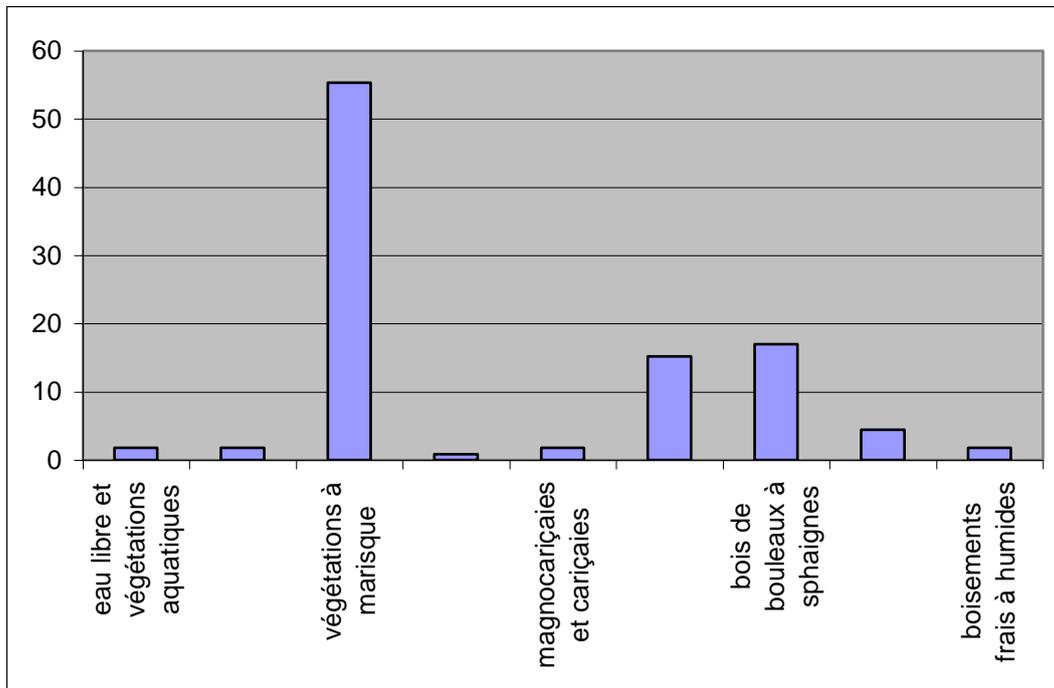
***Bryum pseudotriquetrum* (Hedw.) P.Gaertn., B.Mey & Scherb.**

Espèce presque exclusive des végétations à marisque. Rarement dans d'autres habitats, notamment ceux à sphaignes.



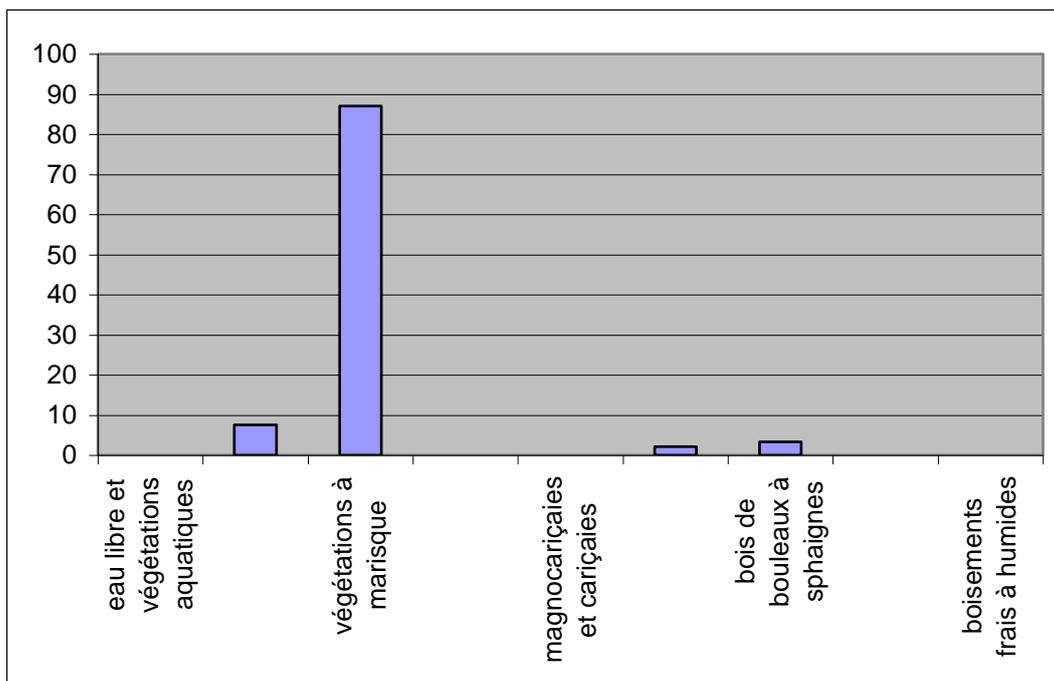
### ***Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske**

Espèce plastique sur le plan écologique, mais surtout fréquente dans les végétations à marisque. Potentiellement présente dans tous les habitats du site.



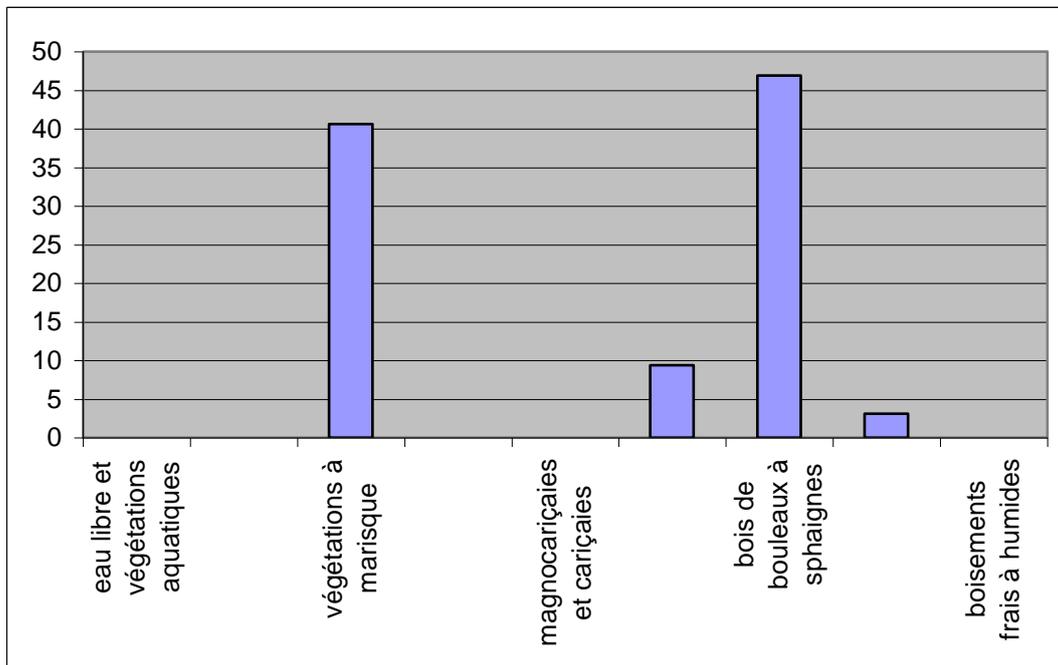
### ***Campylium stellatum* (Hedw.) Lange & C.E.O.Jensen**

Espèce typique des végétations à marisque et des bas-marais alcalins. Rarement dans les habitats à sphaignes.



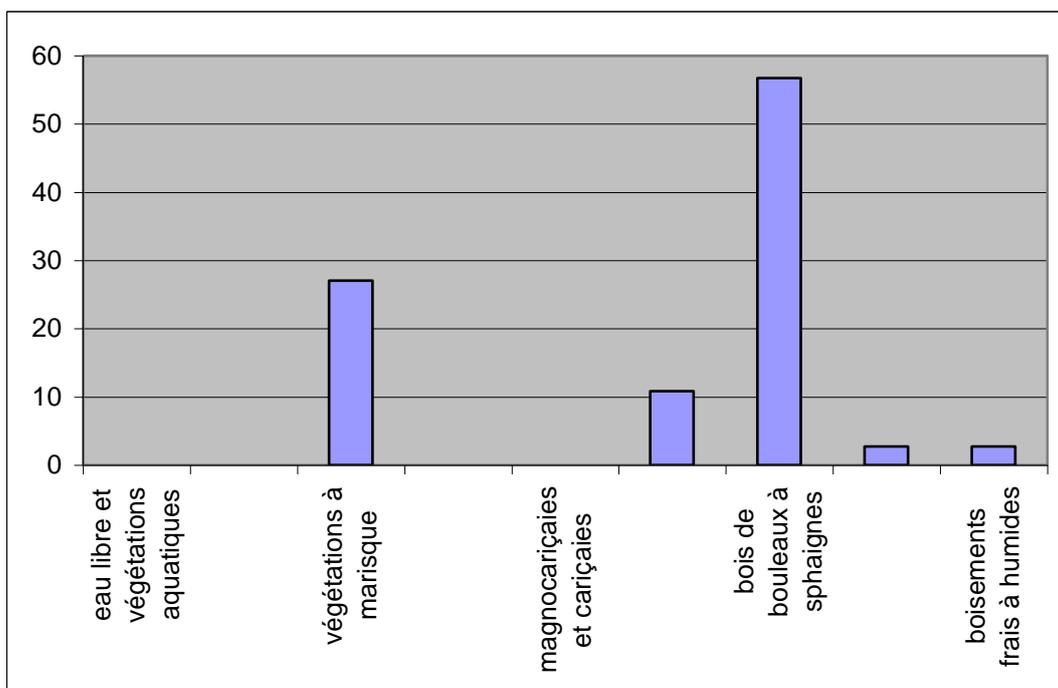
***Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid.**

Espèce présente dans plusieurs habitats différents, notamment les végétations à marisque et les habitats à sphaignes.



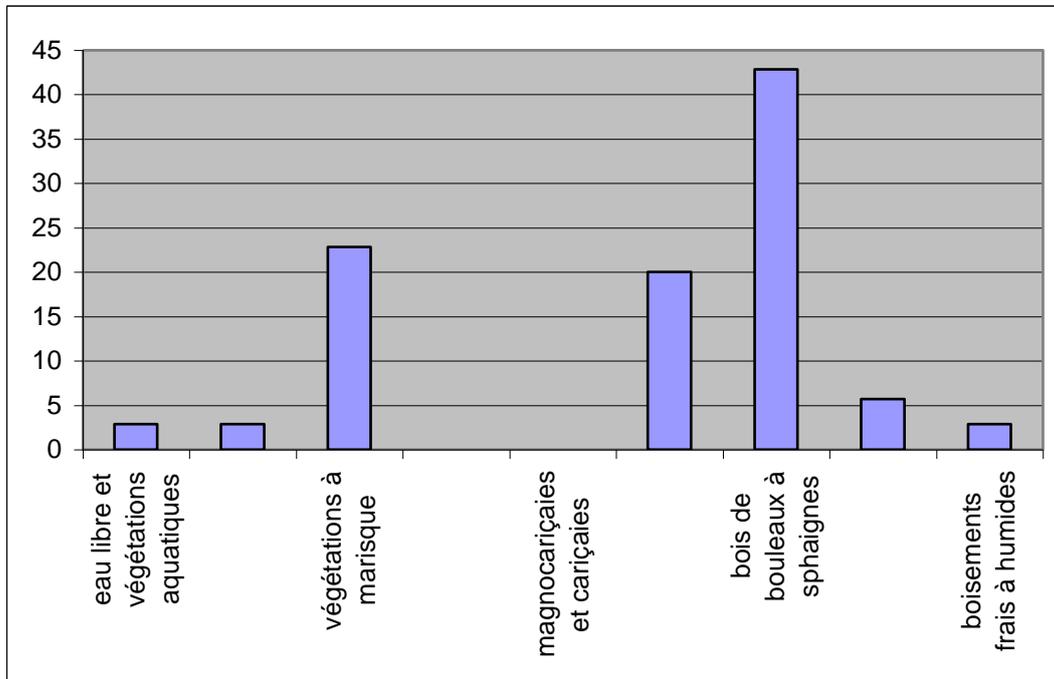
***Dicranum scoparium* Hedw.**

Espèce surtout bien représentée dans les bois de bouleaux à sphaignes. Moins fréquente dans les végétations à marisque, les tourbières à sphaignes et d'autres habitats boisés.



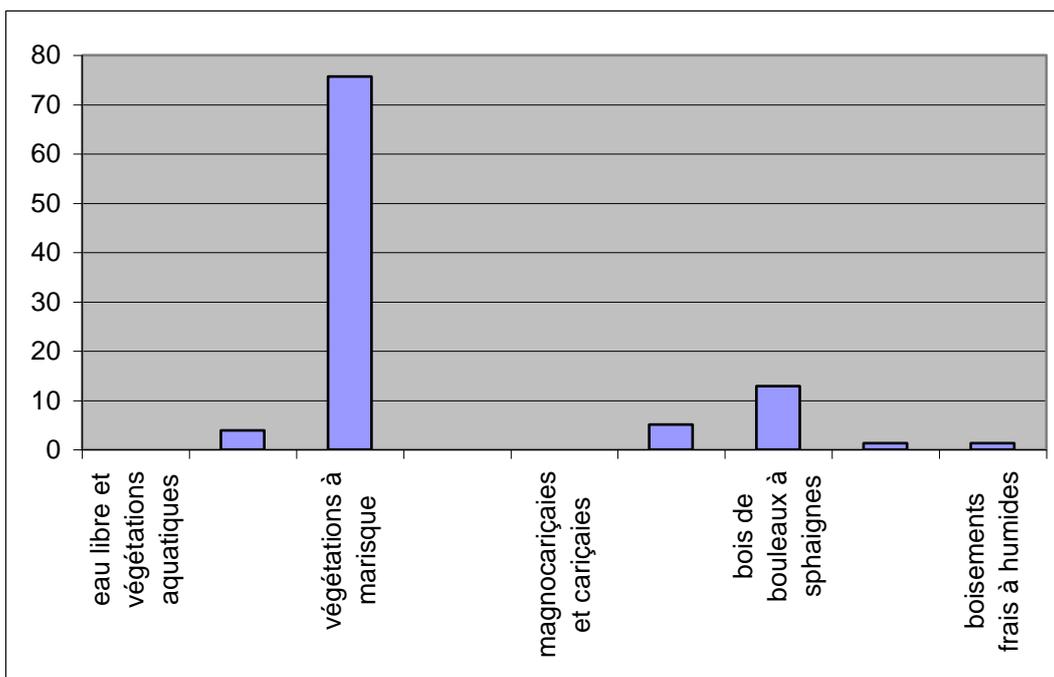
***Eurhynchium striatum* (Hedw.) Schimp.**

Espèce surtout bien représentée dans les bois de bouleaux à sphaignes et dans d'autres habitats boisés. Egalement présente dans les végétations à marisque et celles à sphaignes.



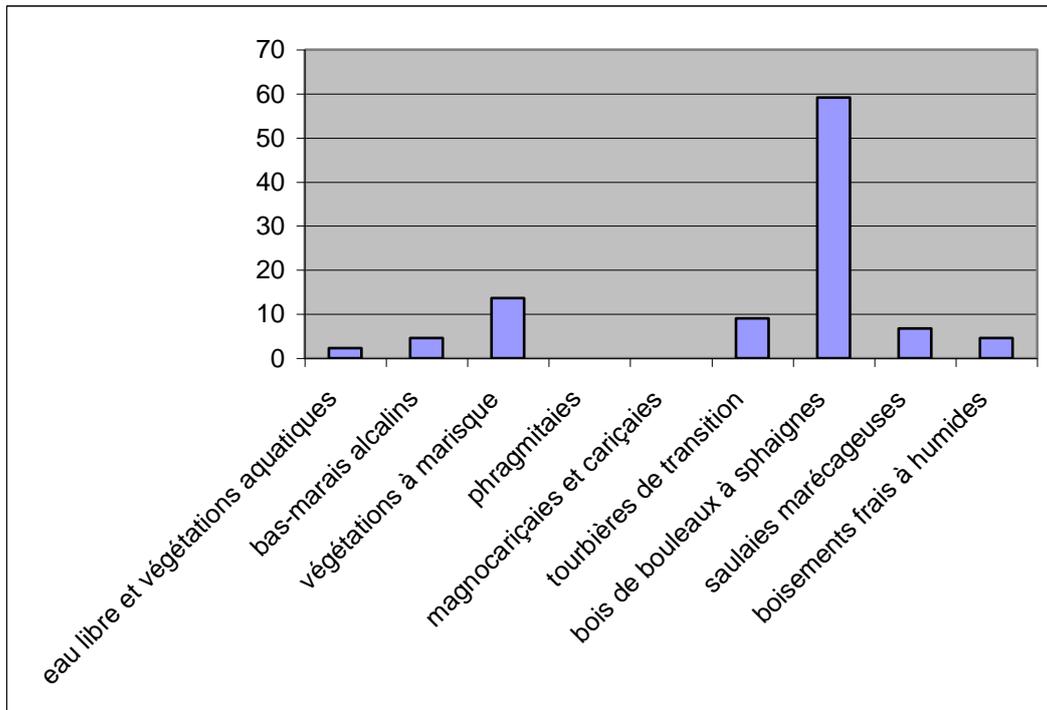
***Fissidens adianthoides* Hedw.**

Espèce typique des végétations à marisque. Plus rarement dans les habitats à sphaignes.



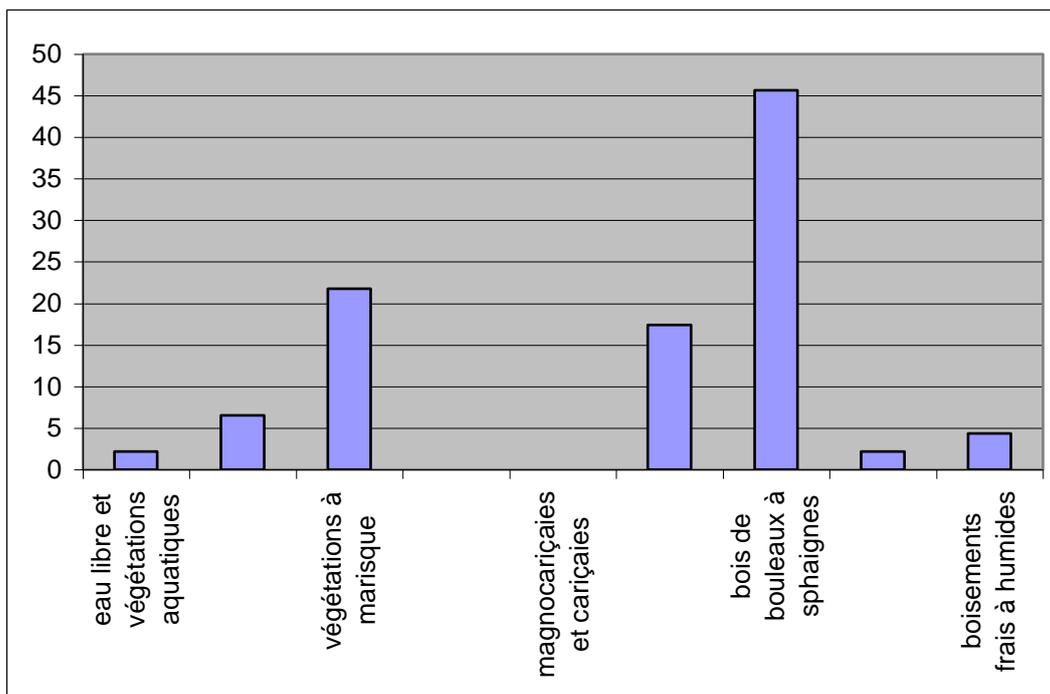
***Hypnum cupressiforme* Hedw. var. *cupressiforme***

Espèce plastique au plan écologique, surtout bien représentée dans les bois de bouleaux à sphaignes.



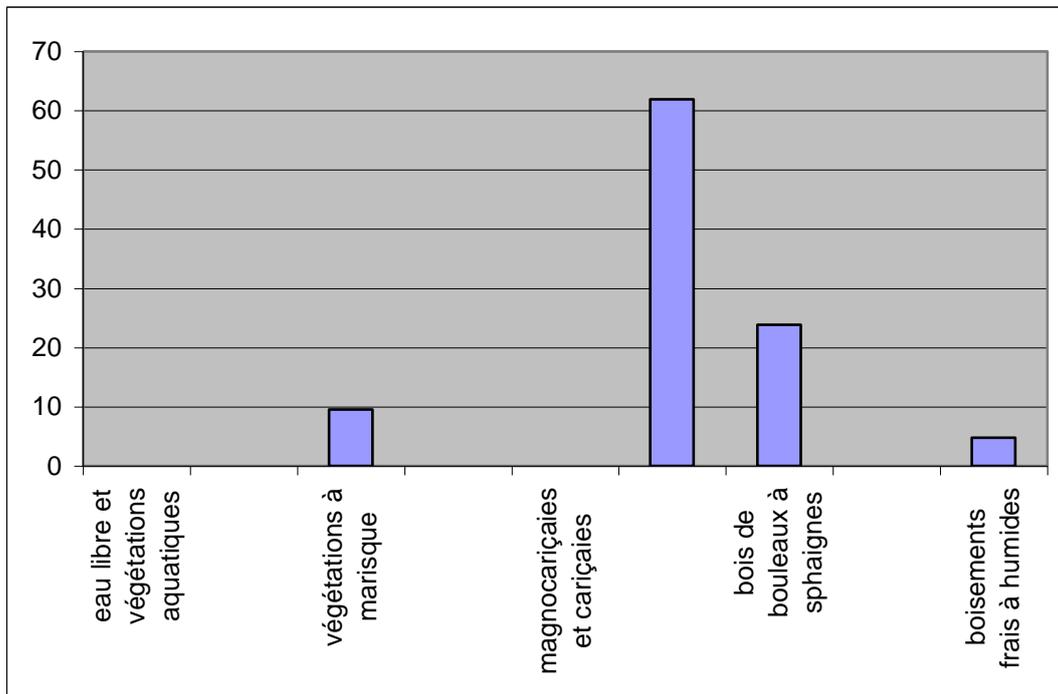
***Lophocolea heterophylla* (Schrad.) Dumort.**

Espèce plastique au plan écologique, surtout bien représentée dans les bois de bouleaux à sphaignes.



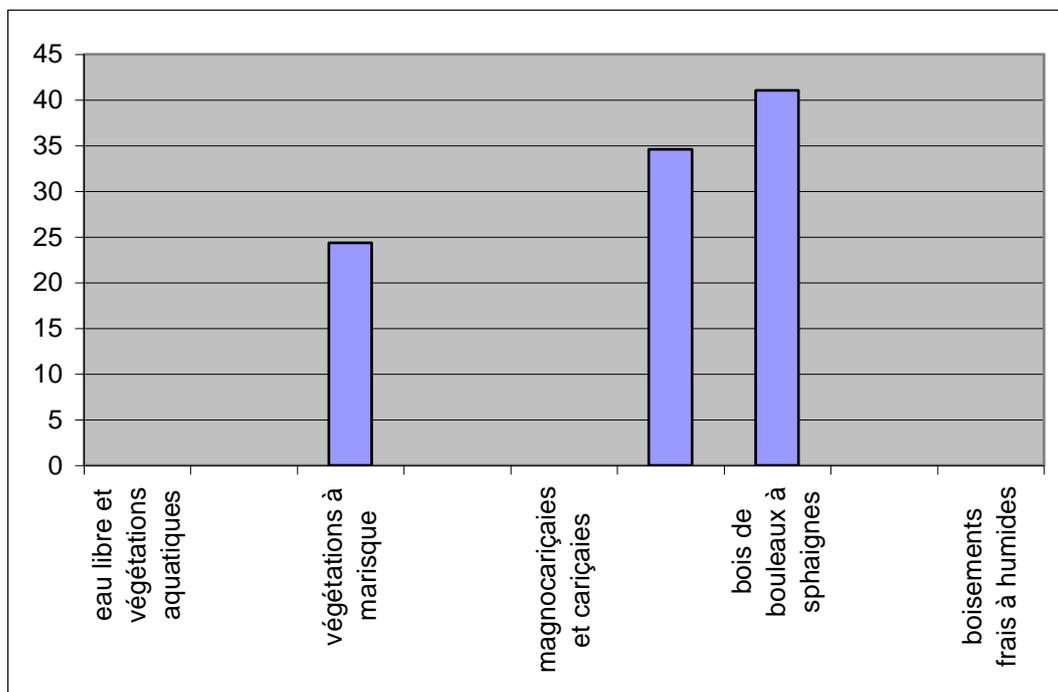
***Polytrichum commune* Hedw.**

Espèce surtout fréquente dans les habitats à sphaignes, boisés ou non. Plus rare dans les végétations à marisque.



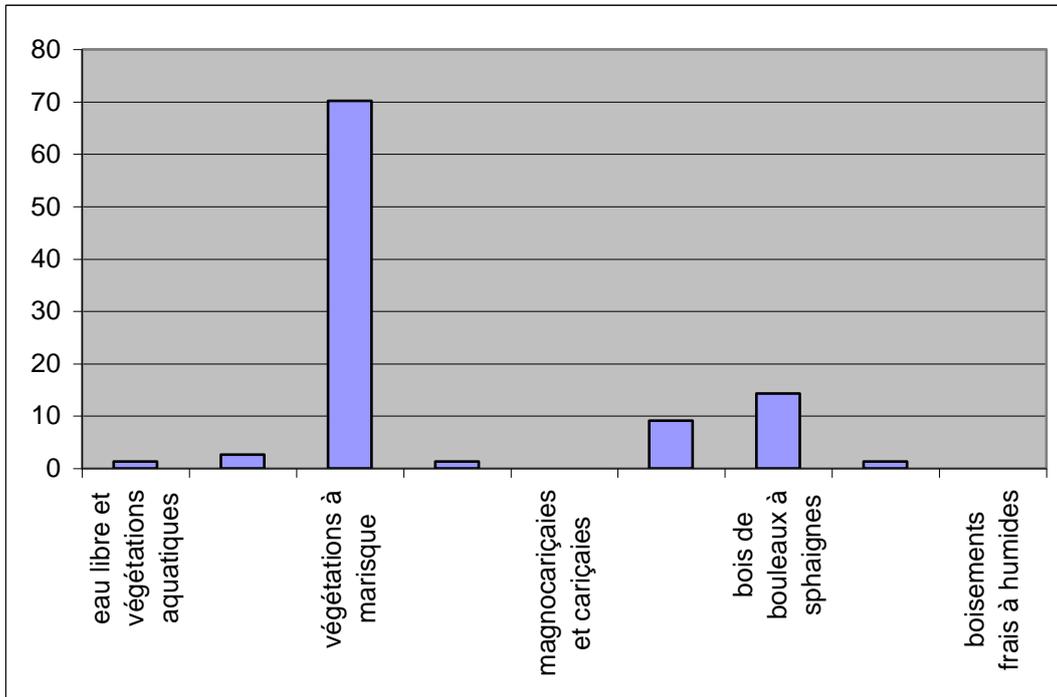
***Polytrichum strictum* Menzies ex Brid.**

Espèce typique des végétations à sphaignes, mais également présente dans celles à marisque.



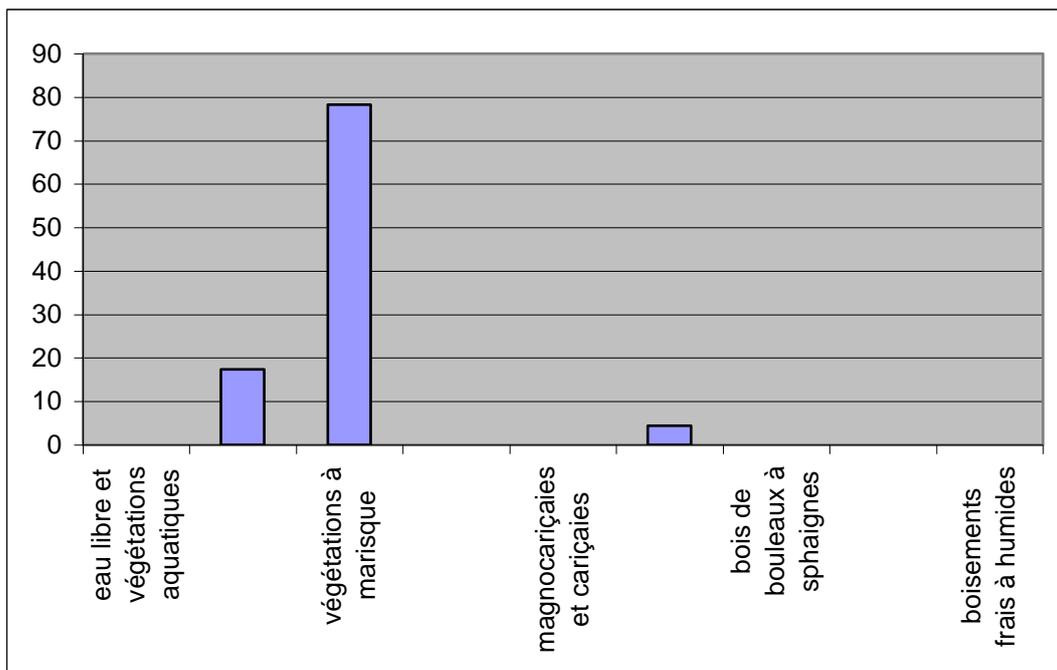
***Riccardia multifida* (L.) Gray**

Espèce assez plastique sur le plan écologique mais surtout fréquente dans les végétations à marisque.



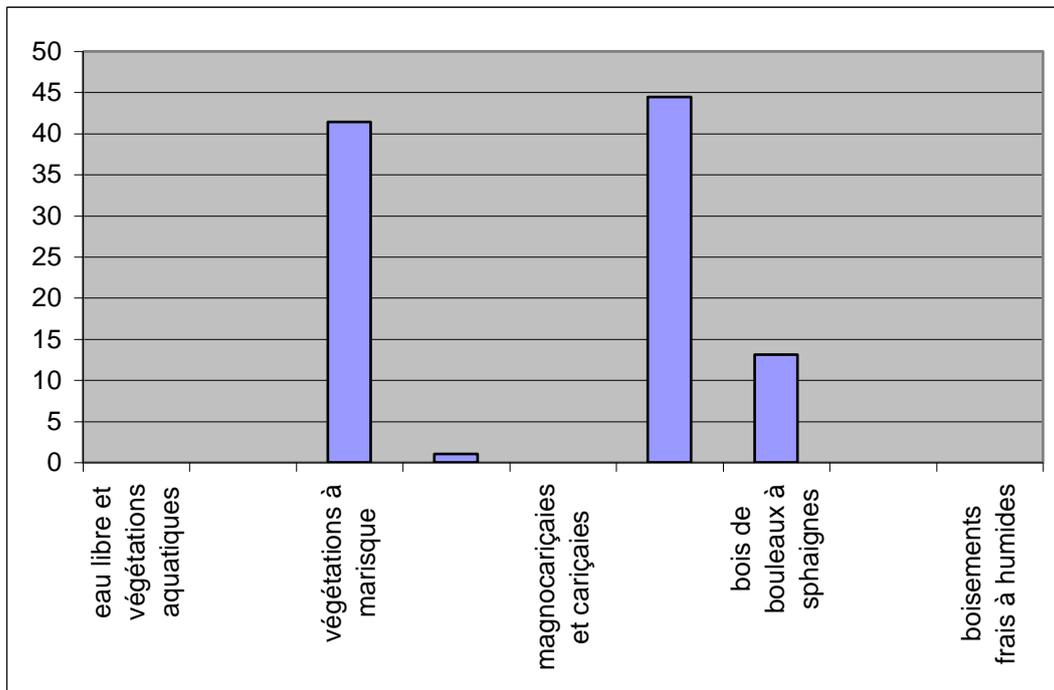
***Scorpidium scorpioides* (Hedw.) Limpr.**

Espèce typique des bas-marais alcalins. Beaucoup plus rare dans des tourbières de transition.



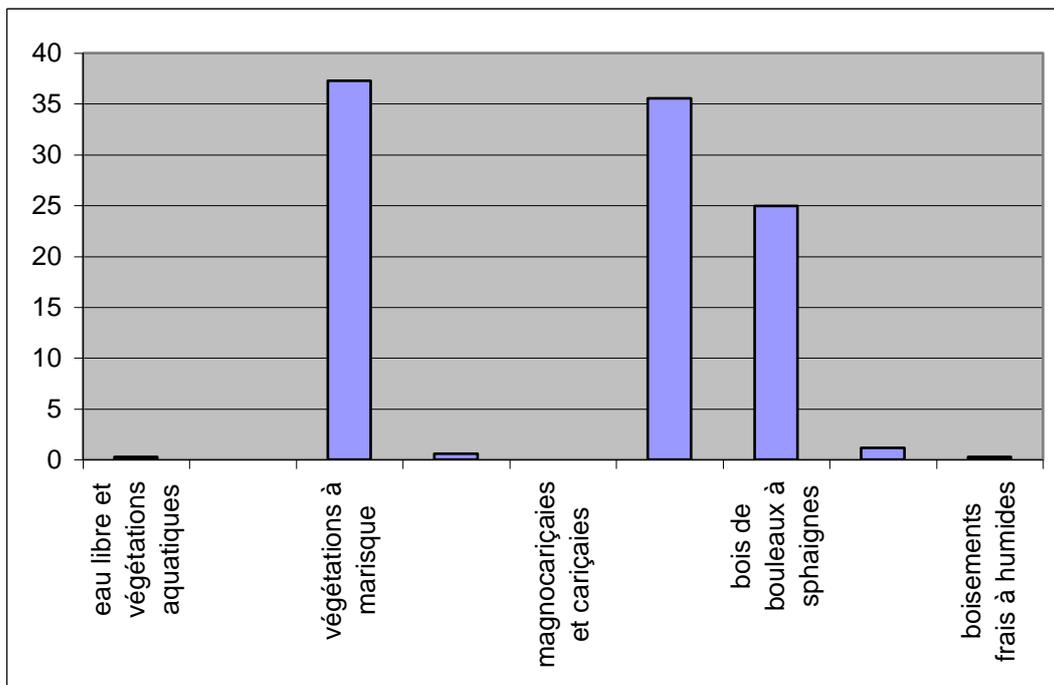
### ***Sphagnum contortum* Schultz**

Espèce présente à la fois dans les végétations à marisque et dans les habitats à sphaignes.



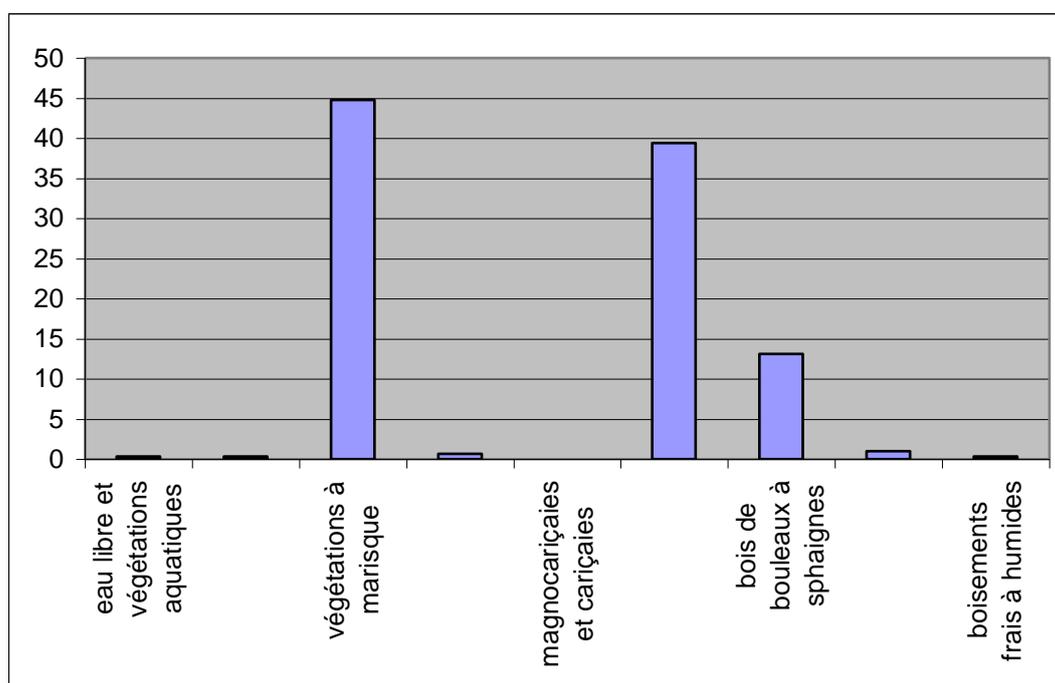
### ***Sphagnum palustre* L.**

Espèce présente à la fois dans les végétations à marisque et dans les habitats à sphaignes.



### *Sphagnum subnitens* Russow & Warnst. subsp. *subnitens*

Espèce présente à la fois dans les végétations à marisque et dans les habitats à sphaignes.



D'autres espèces, de fréquence inférieure à 1 %, présentent néanmoins une valeur indicatrice par leur cantonnement à un ou quelques rares types d'habitats. Ces espèces figurent dans le tableau III.

**Tableau III** : Affinités respectives des espèces peu fréquentes pour des habitats

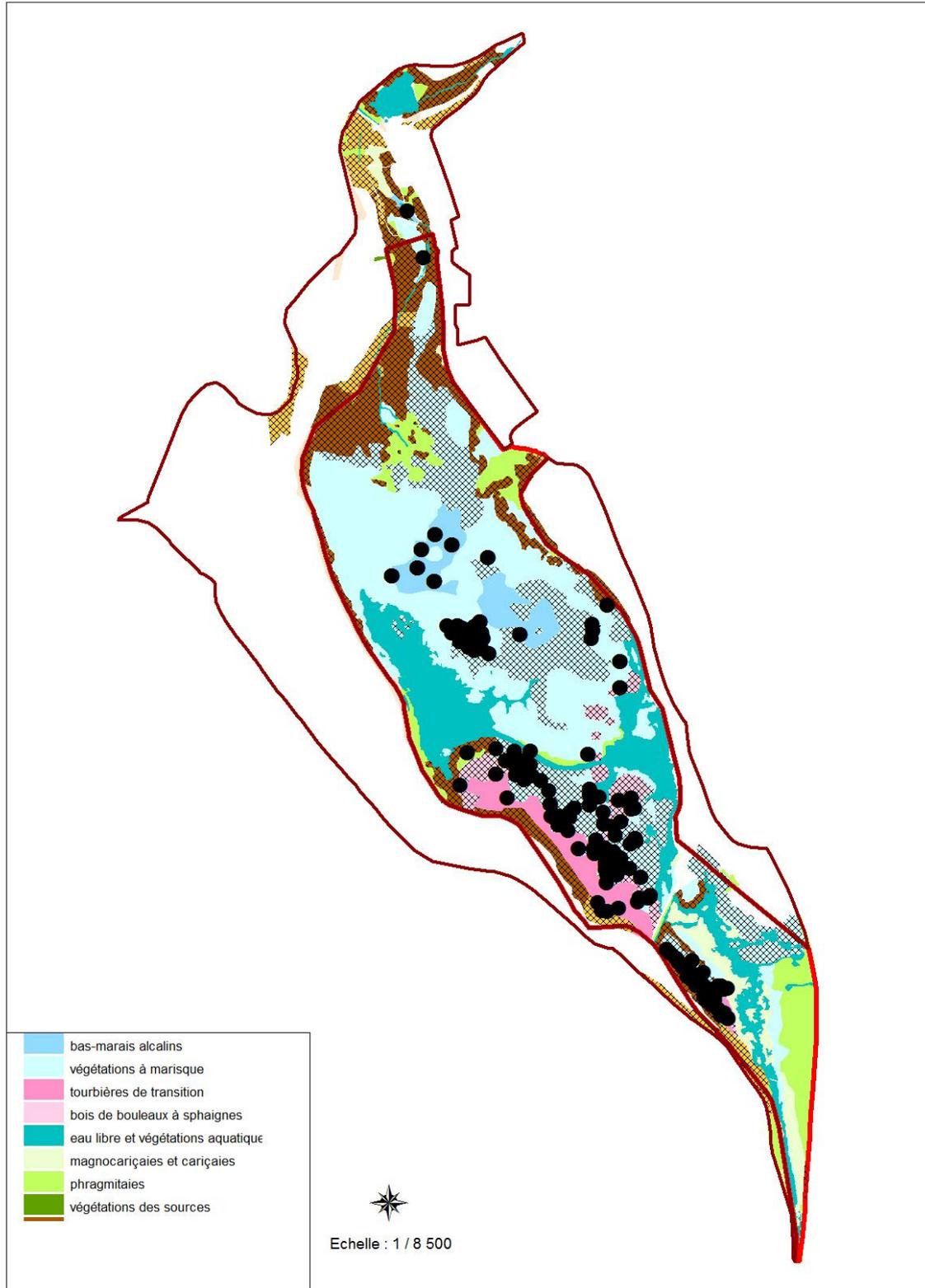
	<i>Calliergon giganteum</i> (Schimp.) Kindb.	<i>Campylodiadelphus elodes</i> (Lindb.) Kanda	<i>Campylium protensum</i> (Brid.) Kindb.	<i>Cratoneuron filicinum</i> (Hedw.) Spruce	<i>Ctenidium molluscum</i> (Hedw.) Mitt.	<i>Dicranum bonjeanii</i> De Not.	<i>Drepanocladus aduncus</i> (Hedw.) Warnst.	<i>Hamatocaulis vernicosus</i> (Mitt.) Hedenäs	<i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.) Warnst.	<i>Meesia triquetra</i> (L. ex Jolycl.) Angstr.	<i>Oxyrrhynchium speciosum</i> (Brid.) Warnst.	<i>Pellia endivifolia</i> (Dicks.) Dumort.	<i>Plagiomnium affine</i> (Blandow ex Funck) T.J.Kop.	<i>Plagiomnium elatum</i> (Bruch & Schimp.) T.J.Kop.	<i>Pohlia nutans</i> (Hedw.) Lindb. subsp. <i>nutans</i>	<i>Rhizomnium punctatum</i> (Hedw.) T.J.Kop.	<i>Scorpidium cossonii</i> (Schimp.) Hedenäs	<i>Scorpidium scorpioides</i> (Hedw.) Limpr.	<i>Sphagnum inundatum</i> Russow	<i>Sphagnum papillosum</i> Lindb.	<i>Sphagnum rubellum</i> Wilson	<i>Tomentypnum nitens</i> (Hedw.) Loeske
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>18</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>23</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>1</b>
<b>végétations à marisque</b>	69	19	6,3	0	6,3	6,3	25	19	0	6,3	63	6,3	6,3	6,3	0	13	56	113	6,3	0	19	6,3
<b>bas-marais alcalins</b>	0	19	6,3	6,3	0	0	0	0	6,3	0	0	0	13	0	0	0	31	25	0	0	0	0
<b>tourbières de transition</b>	19	0	0	0	0	0	6,3	0	0	0	0	0	0	0	6,3	19	0	6,3	0	19	56	0
<b>bois de bouleaux à sphaignes</b>	13	6,3	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	31	31	0	0	0	0	6,3	0
<b>saulaies marécageuses</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	6,3	0	6,3	0	0	0	0	6,3	0	0	0	0	0	0
<b>boiseiments frais à humides</b>	0	0	6,3	0	0	0	0	0	0	0	6,3	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0
<b>eau libre et végétations aquatiques</b>	0	0	0	0	0	0	6,3	0	0	0	6,3	0	0	0	0	6,3	0	0	0	0	0	0
<b>phragmitaies</b>	0	0	0	0	0	0	6,3	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>magnocaricaies et cariçaies</b>	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Sur la base des affinités respectives de chacune des espèces, des cortèges indicateurs ont été définis, puis cartographiés en rassemblant l'ensemble des données de tous les taxons constitutifs sur une même carte.

## Ensemble des bas-marais alcalins

Aneura pinguis (L.) Dumort.  
 Bryum pseudotriquetrum (Hedw.) P.Gaertn., B.Mey & Scherb.  
 Campyliadelphus elodes (Lindb.) Kanda  
 Campylium stellatum (Hedw.) Lange & C.E.O.Jensen  
 Fissidens adianthoides Hedw.  
 Riccardia multifida (L.) Gray

Scorpidium cossonii (Schimp.) Hedenäs  
 Scorpidium scorpioides (Hedw.) Limpr.  
 Tomentypnum nitens (Hedw.) Loeske

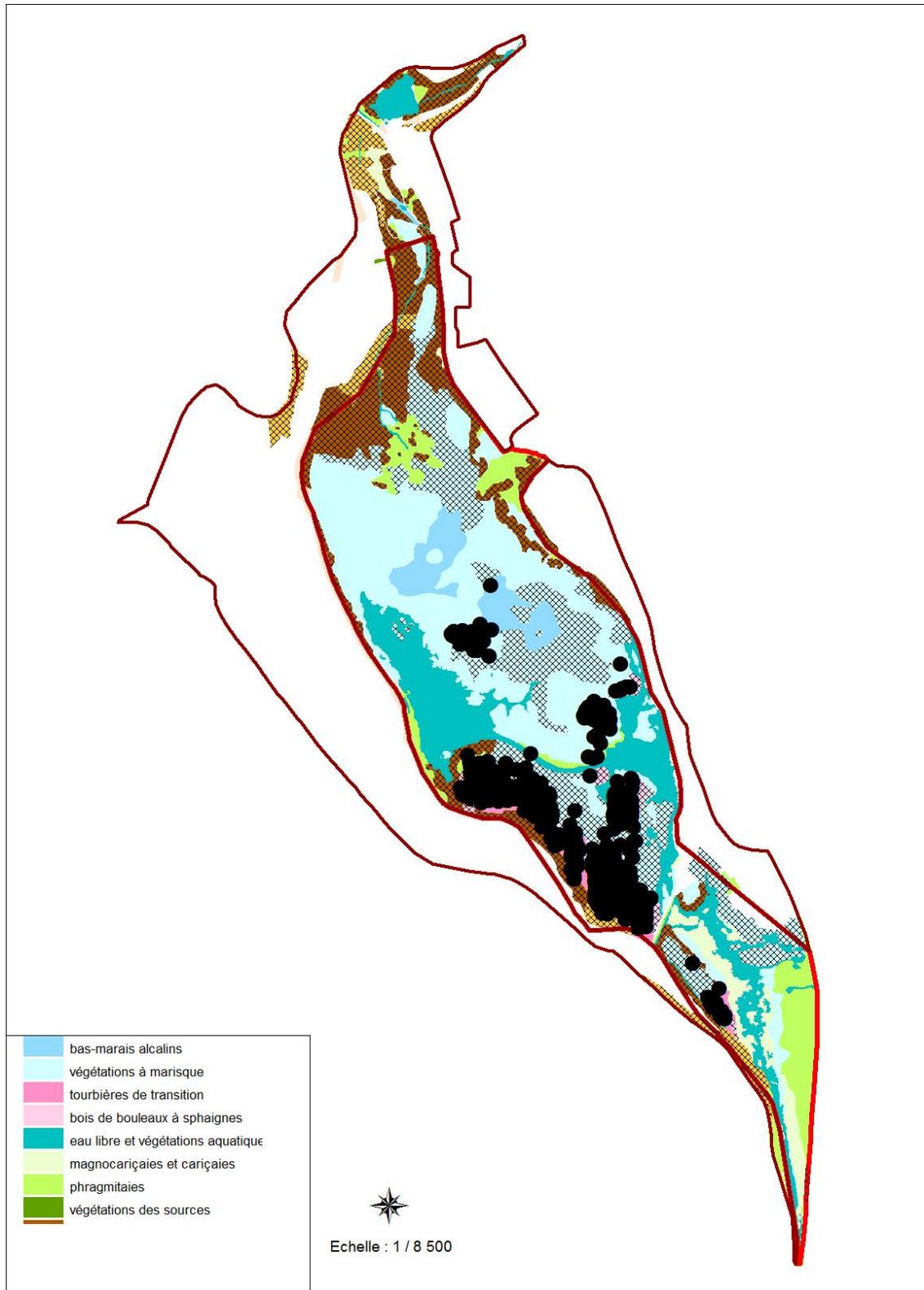


Localisation des bas-marais alcalins

## Ensemble des communautés acides à sphaignes

Aulacomnium palustre (Hedw.) Schwägr.  
 Polytrichum strictum Menzies ex Brid.  
 Sphagnum angustifolium (C.E.O.Jensen ex Russow) C.E.O.Jensen  
 Sphagnum capillifolium (Ehrh.) Hedw.  
 Sphagnum contortum Schultz

Sphagnum inundatum Russow  
 Sphagnum palustre L.  
 Sphagnum papillosum Lindb.  
 Sphagnum quinquefarium (Braithw.) Warnst.  
 Sphagnum subnitens Russow & Warnst. subsp. subnitens



Localisation des communautés acides à sphaignes

## 5.7. - Les groupements bryophytiques

Les communautés bryophytiques reconnaissables sont décrites dans les lignes suivantes. Elles sont signalées par un ensemble caractéristique de taxons, une physionomie et une écologie spécifiques. Des pistes pour leur intégration au sein d'unités phytosociologiques décrites sont données.

### 5.7.1. - Saulaies et aulnaies

Il s'agit de végétations développées sur des sols tourbeux profonds et engorgés toute l'année (s'asséchant néanmoins les années les plus sèches). La physionomie est celle d'une formation ligneuse impénétrable formée par des centaines de buissons de saules proches les uns des autres. Les branches s'enchevêtrent fréquemment et contribuent à rendre ce milieu hostile. Vers la périphérie du marais, la formation devient plus dense et le tapis herbacé devient de plus en plus clairsemé. Le couvert ligneux important ne laisse filtrer que peu de lumière et seules quelques espèces sciaphiles survivent ici.

Le substrat paraît ainsi très dénudé bien que localement peuplé par des tapis de bryophytes hygrophiles comme *Climacium dendroides*, *Calliergonella cuspidata*, *Kindbergia praelonga*...

Quelques espèces se réfugient à la base des troncs et finissent parfois par former des manchons conséquents (*Calliergonella cuspidata*, *Leptodyctium riparium*...). Les amas de matière organique mal décomposée à la base des troncs peuvent héberger des cortèges à *Kindbergia praelonga*, *Climacium dendroides*...

L'élévation de l'humidité atmosphérique due au couvert ligneux permet l'expression de cortèges corticoles aérohygrophiles qui font de la saulaie un des habitats les plus riches en bryophytes du site. On observe ainsi des cortèges de pas moins de 9 espèces relevant du genre *Orthotrichum* et de 2 espèces du genre *Ulota*. Les plus abondantes sont *Orthotrichum affine*, *O. lyellii* et *O. striatum*, tandis que *O. rogeri*, *O. patens* ou *O. tenellum* sont présents en très petites quantités. *Ulota bruchii* et *U. crispa* sont relativement fréquents mais ne dominent jamais les peuplements. D'autres corticoles comme *Frullania dilatata* ou *Radula complanata* s'observent également ici et là. La plupart de ces communautés relève de l'**Ulotion crispae Barkm. 1958**. Tous ces groupements présentent un net caractère pionnier et sont nettement dépendants de l'élévation d'humidité due au couvert des ligneux. Ils sont inféodés à des écorces lisses et jeunes dans des ambiances très protégées du rayonnement solaire direct bien qu'ils soient peu ombrophiles. Une certaine thermophilie est ressentie localement par la présence combinée de *Pylaisia polyantha*, *Orthotrichum tenellum* et *Syntrichia papillosa* [**Syntrichion laevipilae Ochn. 1928**].

Ces groupements pionniers tendent à régresser au profit de groupements dominés par des pleurocarpes à tendance nitrophile (*Amblystegium serpens* var. *serpens*, *Brachythecium rutabulum*...) sur des arbres plus âgés, aux écorces plus fissurées [**Bryo capillaris-Brachythecion rutabuli Lec. 1975**].

Les bois morts pourrissant au sol sont assez pauvres en bryophytes et hébergent souvent *Lophocolea heterophylla*, *Brachythecium rutabulum*, *Herzogiella seligeri*, *Dicranum montanum*... [**Nowellion curvifoliae Phil. 1965**].

### 5.7.2. - Tourbière acide

Deux groupements principaux peuvent être individualisés. Aucune des communautés présentes au Grand Lemps à l'heure actuelle ne doit être rattachée aux tourbières hautes. Il s'agit pour l'essentiel de « bas-marais pauvres (en éléments minéraux) » (au sens de HÁJEK *et al.*, 2006) dominés par les sphaignes comme *Sphagnum palustre*, *S. papillosum*, *S. capillifolium* et *Polytrichum commune*...

Les bas niveaux topographiques, à peine acidifiés, au contact des zones à sphaignes sont colonisés ici et là, de manière très discontinue, par des populations de *Sphagnum contortum*.

Des surfaces significatives sont couvertes par des peuplements constitués essentiellement de *Sphagnum palustre* (dans une moindre mesure *S. papillosum*) et *S. subnitens*. Ces deux espèces forment le fond de la flore mais s'associent localement avec *Polytrichum commune* (plus rarement *P. strictum*), et presque constamment avec des tiges éparses d'*Aulacomnium palustre*. Cette communauté parvient à se maintenir dans des secteurs relativement boisés. Elle est à rapprocher du ***Sphagnetum subnitento-papillosum* (Cajander 1913) Julve (1996) 2004.**

Un autre groupement est signalé par la coexistence de *Sphagnum capillifolium*, *S. subnitens*, rarement *S. angustifolium*, *Aulacomnium palustre* en brins épars et localement *Polytrichum strictum*. Ce groupement ne pénètre que très peu dans les zones boisés et reste cantonné aux secteurs les plus ouverts. Il est très difficile à placer dans la classification phytosociologique actuelle. Il ne représente peut-être qu'une variante de l'association précédente.

La présence de « bas-marais riches » (au sens de HÁJEK *et al.*, 2006) (***Sphagno warnstorffii-Tomentypnion nitentis* Dahl 1956**, alliance non retenue dans BOULLET *et al.* (2002), pouvant héberger des sphaignes comme *Sphagnum contortum* et *S. subnitens* ou *Tomenthypnum nitens*, *Aulacomnium palustre*... est très anecdotique.

Les dépressions relevant du *Rhynchosporion albae* Koch 1926 n'entraînent aucune modification dans la strate bryophytique qui devient simplement plus pauvre et plus discontinue.

### 5.7.3. - Bas-marais alcalins

Il s'agit pour l'essentiel de « bas-marais extrêmement riches » (au sens de HÁJEK *et al.*, 2006)

caractérisés par *Scorpidium cossonii*, *Campylium stellatum*, *Bryum pseudotriquetrum*, *Fissidens adianthoides*... correspondant partiellement à la définition de la strate bryophytique du *Caricion davallianae* Klika 1934.

Les cladiaies les plus denses et les plus vastes ne sont pas colonisées par les bryophytes. Seules certaines d'entre elles, ou des chenaux subsistent, ou la litière n'est pas trop épaisse et où la nappe est la plus haute, peuvent accueillir des bryophytes. Les secteurs périphériques ou quelques zones centrales déjà boisées hébergent une communauté originale dominée par *Oxyrrhynchium speciosum* et *Pseudocampylium radicale*. Elle se développe sur des matelas de litière très mal

décomposée mais encore humide. Elle se rapproche d'une association décrite dans l'est de la France sous le nom d'**Amblystegio humilis-Eurhynchietum speciosi Vadam 1992**.

Les vasques des cladiaies sont colonisées par une communauté à *Scorpidium scorpioides*, quasiment seul, qui parvient parfois à former de véritables matelas spongieux. Dans la plupart des cas cependant, il reste peu abondant et n'est représenté que par quelques brins isolés. *Riccardia multifida* l'accompagne parfois si des fragments végétaux ont été déposés dans la vasque.

Les marges des vasques et la base des cespites de *Cladium*, aux niveaux topographiques moyens, sont colonisés par une communauté à *Scorpidium cossonii*, *Campylium stellatum*, *Aneura pinguis*, qui forme des bourrelets bryologiques assez étroits.

Au niveau topographique supérieur, dans des conditions plus sèches et moins ensoleillées à la fois (à cause de la densité des feuilles de *Cladium*), se développe encore *Campylium stellatum*, mais surtout *Campyliadelphus elodes*.

Sur les marges du marais, un remarquable groupement a pu être mis en évidence. Il est signalé par la présence de *Hamatocaulis vernicosus*, *Meesia triquetra*, *Pseudocalliergon trifarium* ou *Calliergon giganteum*. Ces espèces sont rarement observées toutes ensemble mais présentent néanmoins des affinités écologiques similaires ce qui permet de les assimiler à une seule et même communauté. Ce groupement répond sans doute à un déterminisme distinct des autres communautés bryophytiques observées. Les surfaces occupées restent extrêmement faibles.

## 6. - Discussion

---

### 6.1. - Richesse bryophytique

La flore bryophytique de la tourbière du Grand Lemps, avec 105 taxa, peut être considérée comme très riche au regard des totaux habituellement enregistrés dans ce type d'habitats. La juxtaposition de deux systèmes tourbeux distincts, abritant des espèces différentes, et l'existence de boisements périphériques, riches en microhabitats, expliquent ce constat. En effet, la richesse en bryophytes dans les habitats tourbeux est en relation directe avec la diversification des microhabitats (VITT *et al.* 1995 ; BERGAMINI *et al.* 2001).

La proportion en hépatique reste faible à cause probablement du manque d'habitats potentiels. L'absence totale d'hépatiques sphagnicoles dans l'ensemble du site, alors que ce groupe écologique peut être particulièrement abondant dans des systèmes riches en sphaignes (ALBINSSON, 1997; GERDOL, 1995; ØKLAND, 1990) est remarquable. La présence des hépatiques sphagnicoles est liée soit à des groupements à sphaignes semi-aquatiques soit à des buttes relativement élevées et compactes. L'absence presque totale de buttes compactes est sans doute un facteur explicatif mais l'abondance de *Sphagnum capillifolium* à des bas-niveaux topographiques constitue néanmoins un facteur positif qui devrait en permettre l'existence.

Des 15 taxons de bryophytes signalés par PAUTOU & BAIER (1983), l'absence de *Sphagnum warnstorffii*, *S. centrale*, *S. subsecundum* et *S. magellanicum* est particulièrement étonnante. S'agit-il d'erreurs de déterminations ou ces espèces étaient-elles effectivement présentes il y a environ 30 ans dans la tourbière. Il est difficile de trancher étant donné l'impossibilité de consulter les parts d'herbier justificatrices. Si les déterminations étaient avérées cela signifierait une évolution très sensible des cortèges sphagnologiques. D'autre part, la présence fréquente de *Splachnum ampullaceum* signalé par PAUTOU & BAIER (1983) est également déroutante. Il n'existe plus aujourd'hui d'habitats réellement susceptibles d'abriter cette espèce coprophile.

Logiquement, les espèces les plus fréquentes de la tourbière sont les sphaignes, surtout *Sphagnum palustre* et *S. subnitens*. Cependant, la plupart des espèces du site sont extrêmement peu fréquentes, et présentent un caractère accidentel. C'est notamment le cas de la plupart des espèces des bas-marais les plus typiques.

Un grand nombre de bryophytes présente un caractère remarquable. Avec deux espèces protégées en France (*Hamatocaulis vernicosus* et *Orthotrichum rogeri*) et deux espèces listées dans le Livre rouge Européen, la tourbière du Grand Lemps est sans doute remarquable en tant que lieu de concentration d'espèces à statut. Bien d'autres espèces ont été pointées comme également patrimoniales. C'est le cas de l'ensemble du cortège des bas-marais alcalins (*Calliargon giganteum*, *Campyliadelphus elodes*, *Pseudocalliargon trifarium*, *Scorpidium cossonii*, *S. scorpioides*...) dont la plupart des représentants sont aujourd'hui gravement menacés. Les bryophytes des bas-marais sont globalement en grande raréfaction (JUUTINEN, 2011) et présentent souvent un caractère relictuel (DICKSON, 1973 ; RYDIN *et al.*, 1999). La reproduction de ces espèces, majoritairement dioïques et ne disposant pas

de moyen de multiplication asexué spécialisé, est vraisemblablement un phénomène très rare voir absent, comme c'est le cas chez *Scorpidium scorpioides* (BORYSLAWSKI, 1978) ou *Hamatocaulis vernicosus* (PÉPIN *et al.*, 2012).

Les saulaies périphériques sont également le réceptacle d'une flore épiphyte corticole digne d'intérêt et riche en taxons remarquables (*Orthotrichum patens*, *O. rogeri*, *Pylaisia polyantha*...).

Le cortège sphagnologique est bien diversifié et largement dominé par les espèces turficoles pionnières hydro-hygrophiles des bas niveaux topographiques. Bien qu'aucune des espèces du genre *Sphagnum* signalées au Grand Lemps ne soit rare au niveau national ni même local, la coexistence de 8 espèces est à souligner. Ce chiffre est tout à fait remarquable dans le contexte local, de faible altitude. Il reste certes assez éloigné de la richesse maximale en espèces du genre *Sphagnum* observé par exemple dans les vastes tourbières du Massif central (parmi les plus riches de France) ou des Vosges (18 espèces), mais reste élevé par rapport aux totaux enregistrés dans des tourbières riches de plaine (de 5 à 10).

## **6.2. - Richesse bryocénotique**

La richesse des habitats peut être évaluée de deux manières différentes sur la base des résultats présentés plus haut.

### **6.2.1. - Richesse en bryophytes des habitats trachéophytiques**

Les habitats naturels inventoriés dans le cadre de notre travail se sont révélés d'une richesse bryofloristique très variable. Au Grand Lemps, certains habitats sont très pauvres en bryophytes (magnocariçaies et cariçaies, phragmitaies, eau libre et végétations aquatiques) comme c'est le cas dans d'autres contextes, ce type d'habitat ne présentant que des potentialités extrêmement faibles. Les cladiaies et les tourbières de transition sont les habitats ouverts les plus riches en bryophytes. Les habitats boisés peuvent également être très riches. L'élévation de l'humidité atmosphérique due au couvert ligneux permet l'expression de cortèges corticoles aérohygrophiles. La richesse taxonomique des habitats fermés est en relation directe avec le nombre de micro-habitats disponibles pour les bryophytes (VITT *et al.*, 1995, 2003). Les aulnaies et les végétations proches, représentent ainsi localement l'optimum de différenciation des micro-habitats constituant une remarquable zonation horizontale et verticale (LIPPMAA, 1935). Les bas-marais alcalins, bien qu'ils concentrent plusieurs espèces de trachéophytes et de bryophytes très remarquables, se sont révélés moyennement riches en espèces.

### **6.2.2. - Richesse en bryocénoses**

Les habitats boisés sont sans doute les plus diversifiés en termes de bryocénoses. Le nombre de micro-habitats offerts à la colonisation des bryophytes est très élevé dans les végétations ligneuses hygrophiles. Des zonations très typiques sont observables dans les saulaies et les aulnaies périphériques, depuis les manchons hygrophiles de la base des troncs jusqu'aux communautés pionnières des branchettes. Une étude bryosociologique détaillée permettrait sans doute de détecter un grand nombre de communautés distinctes.

Les discontinuités dans les végétations des tourbières de transition et des boisements acides sont très difficiles à mettre en évidence. Il s'agit pour l'essentiel de « bas-marais pauvres » (au sens de HÁJEK *et al.*, 2006) dominés par les sphaignes comme *Sphagnum palustre*, *S. papillosum*, *S. capillifolium* et *Polytrichum commune*... et en aucun cas de tourbières hautes. 4 communautés principales peuvent être reconnues. Deux d'entre elles sont largement dominantes. L'essentiel des zones à sphaignes est occupé par peuplements constitués essentiellement de *Sphagnum palustre* et de *S. subnitens*. Un autre groupement est signalé par la coexistence de *Sphagnum capillifolium* (sous une forme très rouge des bas niveaux topographiques) et *S. subnitens*.

La complexité des végétations bryophytiques de bas-marais alcalins est comparable à celle des systèmes acides au Grand Lemps. Il s'agit pour l'essentiel de « bas-marais extrêmement riches » (au sens de HÁJEK *et al.*, 2006). Une remarquable zonation en relation avec le niveau topographique a été mise en évidence. Elle est constituée de 3 bryocénoses qui se succèdent dans les cas les plus typiques. Dans la plupart des situations, seules une d'entre elles est présente. L'extrême pauvreté des cladiaies denses a également été soulignée. Seule une communauté à *Oxyrrhynchium speciosum* parvient à se maintenir en marge de ces dernières. Enfin, la communauté à *Hamatocaulis vernicosus*, *Meesia triquetra*, *Pseudocalliergon trifarium* ou *Calliergon giganteum* s'est révélée extrêmement rare dans le site et très originale.

### **6.3. - Fonctionnalité du système tourbeux**

#### **6.3.1. - Bas-marais alcalins**

Les surfaces occupées par les bryocénoses typiques du bas-marais alcalins sont importantes dans la tourbière du Grand Lemps. Elles forment plusieurs ensembles assez disjoints, essentiellement localisés dans la moitié sud du site, et ne représentent au final qu'une proportion faible de la surface combinée des habitats de bas-marais + végétations à marisque.

Les végétations à marisque sont, dans les stades vieillissants, très défavorables aux bryophytes dans la mesure où l'accumulation de strates de litière difficilement décomposable empêche l'arrivée de la lumière au sol et ne permettent plus l'accès à l'eau. Ces végétations finissent par éliminer la totalité des bryophytes potentielles, sauf peut-être, à la marge d'habitats de cladiaies et le long de sentier piétinés, la communauté à *Oxyrrhynchium speciosum*. PEINTINGER & BERGAMINI (2006) se sont concentrés sur les effets de l'accumulation de la litière suite à l'abandon agropastoral de bas-marais du *Caricion davallianae*. Ces auteurs montrent de la même façon une grande sensibilité des bryophytes aussi bien en termes quantitatifs que qualitatifs.

Néanmoins, seuls *Campylium stellatum*, *Fissidens adianthoides* et *Riccardia multifida* apparaissent largement répandus dans les bas-marais et contribuent largement à dissimuler le fait que les stades les plus remarquables restent extrêmement limités dans leur expression spatiale et cantonnés à quelques sites isolés les uns des autres à l'échelle du site. La communauté à *Scorpidium scorpioides*, celle à *S. cossonii* et

celle à *Campylidadelphus elodes* sont d'une part extrêmement peu développées dans le site et d'autre part rarement exprimées ensemble. *Scorpidium scorpioides*, *S. cossonii* et *Campylidadelphus elodes* ne sont pratiquement jamais observés dans la partie du site qui abrite des végétations à sphaignes, contrairement à des espèces moins exigeantes comme *Campylium stellatum* ou *Fissidens adianthoides*. Ces trois premières espèces sont cantonnées dans la partie centrale ainsi que dans l'extrême sud du site alors que les autres, plus plastiques, sont notamment fréquentes dans le secteur des cladiaies à l'est des zones à sphaignes. On constate donc que de vastes surfaces de cladiaies relativement ouvertes ne sont pas colonisées par les bryophytes les plus typiques des bas-marais alcalins. Il s'agit des cladiaies largement fermées avec une accumulation significative de litière.

Dans les systèmes où les concentrations de Ca et de bicarbonate se maintiennent à des niveaux hauts (O'CONNELL 1981), ou dans des cas d'alimentation par des sources souterraines riches en Ca et en Fe (KOERSELMAN et al. 1990a et b), les bas-marais semblent stables sur le moyen terme. D'autre part, les bryophytes typiques des bas-marais alcalins ont également un pouvoir d'échange cationique, fonctionnant à l'inverse de celui des sphaignes (BORYSLAWSKI 1978 ; HÁJEK & ADAMEC, 2009 ; SOUDZILOVSKAIA et al. 2010) et donc capable de contrebalancer partiellement les effets d'une acidification directe ou induite.

Dans leur ensemble, les bryocénoses des bas-marais alcalins ne semblent pas réagir au boisement mais ce constat mériterait d'être nuancé dans la mesure où nous avons regroupé des stades de colonisation des ligneux assez différents (de stades très jeunes à stades plus évolués). D'autre part, seules certaines espèces constitutives montrent une certaine indifférence à l'égard de ce facteur (*Campylium stellatum*, *Fissidens adianthoides* et *Riccardia multifida*). Au contraire, les *Scorpidium* et *Campylidadelphus elodes* se développent surtout dans des secteurs très ouverts, suggérant qu'ils ne supportent pas du tout le boisement de leurs habitats.

Les espèces typiques des communautés de bas-marais neutres (*Hamatocaulis vernicosus*, *Meesia triquetra*, *Pseudocalliergon trifarium*... éventuellement *Sphagnum contortum*) ne sont présentes qu'en marge des communautés à sphaignes et revêtent sans aucun doute un caractère relictuel (stérilité totale, populations isolées, surfaces et nombre d'individus concernés extrêmement faible, position écologique critique). Elles sont vraisemblablement les témoins des communautés de bas-marais qui existaient avant l'avènement des sphaignes (*Sphagnum subnitens*, *S. palustre*, *S. capillifolium*...). Elles témoignent également de l'existence passée d'un système turficole distinct des bas-marais les plus alcalins situés plus au nord. Ces communautés sont aujourd'hui presque totalement colonisées par les sphaignes et presque complètement acidifiées.

### 6.3.2. - Communautés à sphaignes

Les communautés à sphaignes sont largement répandues dans la tourbière du Grand Lemps. Elles forment 4 ensembles d'importances très inégales. Les deux éléments structurant tous ces groupes sont ***Sphagnum palustre* et *S. subnitens***, qui sont également les espèces les plus fréquentes du site. Le plus important de ces 4 groupes principaux forme une bande marginale, au sud du Néjou, avec une expansion vers le bassin est. Les 3 autres groupes occupent une surface beaucoup

plus réduite et sont d'importances sensiblement équivalentes. Ils se situent dans la partie sud, au nord du bassin est et à l'est du Néjou.

Les communautés à sphaignes se superposent partiellement à celles des bas-marais alcalins. Dans la partie sud les communautés des bas-marais alcalins sont plus étendues que les communautés à sphaignes. Dans la partie médiane, la plus importante, les communautés à sphaignes occupent essentiellement la marge du site tandis qu'elles sont remplacées progressivement par des communautés des bas-marais alcalins plus à l'est. Le noyau à l'est du Néjou regroupe des communautés des bas-marais alcalins et des communautés à sphaignes (avec essentiellement *Sphagnum palustre* et *S. subnitens*). Le noyau au nord du bassin est ne compte en revanche que des communautés à sphaignes.

En ce qui concerne la localisation individuelle des espèces de sphaignes, il faut d'abord souligner le caractère anecdotique de la plupart d'entre elles : *Sphagnum inundatum*, *S. papillosum*, *S. angustifolium* et *S. quinquefarium*. Ces espèces apparaissent plutôt localisées en quelques rares points du site. *Sphagnum capillifolium* est peu fréquent mais extrêmement localisé en un petit secteur au sud du Néjou. *Sphagnum contortum* est essentiellement présent sur la marge est de l'important noyau central de sphaignes et est virtuellement absent de la zone centrale de bas-marais alcalins.

### 6.3.3. - Approche dynamique

La profonde dissymétrie des communautés bryophytiques de la tourbière du Grand Lemps ne s'accorde que partiellement avec les modèles présentés jusqu'à aujourd'hui. Si la dynamique végétale est globalement linéaire (eau libre → cladiaie → épaissement → sphagnaie) pourquoi dès lors un tel décalage temporel entre la partie ouest et la partie est ? Pourquoi une telle dissymétrie des communautés bryophytiques entre la partie ouest et la partie est ? Le faible ensoleillement sur la bordure sud-ouest de la tourbière a été proposé comme hypothèse pour expliquer le développement localisé d'une tourbière à sphaignes et l'asynchronie de l'évolution de la végétation. Il faut cependant constater que les sphaignes se développent également, en noyau petit mais compact, au plein milieu du marais, là où l'ombrage est nettement moins marqué.

La comparaison des ensembles floristiques caractéristiques des stades végétations a permis à PAUTOU & BAIER (1983) de dresser un schéma dynamique d'évolution de la cladiaie. Leur modèle repose sur la croissance verticale des dépôts organiques en constante accumulation dans les cladiaies qui finissent par former une plate-forme organique à l'origine de l'installation des sphaignes par séquestration d'une lentille d'eau météorique. L'acidification peut être en effet un phénomène lié à la succession naturelle, où les eaux de surface et superficielles sont supplantées par une alimentation en eau de pluie (ombrotrophisation) (CLAPHAM 1940 ; SJÖRS 1950 ; SEGAL, 1966 ; BELLAMY & RIELEY, 1967). Ce phénomène est notamment lié à l'épaississement des couches de tourbe qui forment un isolant. *Sphagnum subnitens* est en effet capable d'investir les touffes d'espèces typiques des bas-marais alcalins dans les stades pionniers, ou la base des ligneux épars, pour former des buttes (CLAPHAM, 1940), comme c'est le cas au Grand Lemps. Le pouvoir acidifiant des

sphaignes (ANSCHÜTZ & GESSNER, 1954 ; CLYMO, 1963 ; 1973 ; BURGESS, 1975) est également responsable de l'évolution de ces systèmes.

Les différents ensembles tourbeux acides du site ne procèdent vraisemblablement pas de la même histoire ni de la même dynamique. Au plan bryophytique, ils sont bien différenciés. Certains d'entre eux, pauvres en espèces, (constitués presque exclusivement de *Sphagnum palustre* et, dans une moindre mesure, *S. subnitens*) et relativement secs, pourraient avoir une origine relativement ancienne (cas de l'îlot au nord du bassin est). Les sondages de CLERC (1988) montrent nettement des épaisseurs de tourbe à sphaignes dépassant 50 cm dans ce secteur. Un tel ensemble, montrant une transition extrêmement nette avec les communautés alcalines voisines, pourrait être d'origine artificielle (anciens dépôts de matière organique...).

Il est impossible aujourd'hui de préciser la date d'apparition précise des communautés à sphaignes dans la tourbière. La photographie aérienne de 1945 (MAILLET, 2010) fait apparaître des marques de fauche dans des secteurs aujourd'hui colonisés par les sphaignes, ce qui laisse supposer que des communautés à marisque dominaient alors. D'autre part, les carottages effectués en 1983 (PAUTOU & BAIER) font apparaître une couche de *Cladium* et de *Carex* en surface mais apparemment pas de tourbe de sphaignes ce qui suggère une installation récente de ces communautés. Les mesures de croissance des sphaignes (FRANCEZ, 1982) et les suivis bryologiques réalisés ces dernières années dans le cadre des mesures de génie écologique visant à lutter contre l'envahissement des ligneux (MAILLET & ANDRÉ, 2009 ; HUGONNOT, 2010, 2011, 2012) ont permis de mettre en évidence un important dynamisme de la croissance des sphaignes, qui contraste singulièrement avec les faibles surfaces occupées et l'absence de dynamisme apparent des mousses brunes des secteurs alcalins.

Les bryophytes des bas-marais alcalins sont extrêmement sensibles à la toxicité des ions ammonium (PAULISSEN *et al.*, 2004 ; VERHOEVEN *et al.*, 2010), dont les analyses ont montré qu'ils pouvaient connaître localement des pics. A moyen terme (4 ans), *Scorpidium scorpioides* est négativement affecté par l'augmentation du taux de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> alors que *Sphagnum contortum* est affecté positivement (PAULISSEN, 2004 ; PAULISSEN *et al.*, 2004). PAULISSEN (2004) considère qu'à court terme, les bas-marais alcalins ne subissent pas les dommages d'une adjonction de N. Mais à plus long terme, la croissance des *Scorpidium*, dans des systèmes limités en P, peut en être affecté négativement. PAULISSEN *et al.* (2004 ; 2005) suggèrent que les taux élevés de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> sont néfastes aux espèces de « mousses brunes » (notamment *Scorpidium scorpioides*) mais pas aux sphaignes à croissance rapide (*Sphagnum contortum* et surtout *S. squarrosum*) ni à *Polytrichum commune*. DORLAND *et al.* (2008) et VERHOEVEN *et al.* (2011) dans un bas-marais d'Irlande, ont constaté que des additions de N entraînent une réduction du nombre de bryophytes ainsi qu'une diminution de leur biomasse ce alors que les vasculaires avaient plutôt tendance à profiter de cet ajout. BERGAMINI & PAULI (2008) ont obtenu des résultats comparables pour des bas-marais alcalins de montagne en Suisse.

L'acidification des bas-marais alcalins est identifiée comme une des préoccupations majeures aux Pays-Bas, ayant causé la disparition d'un grand nombre de systèmes originaux (KOOIJMAN, 2012). Dans des conditions oligotrophes, *Scorpidium*

*scorpioides* est un compétiteur efficace, largement tolérant à une large gamme de pH et de concentrations en Ca, et est notamment capable de tolérer des eaux pauvres en minéraux (SJÖRS, 1950 ; GROENENDAEL *et al.*, 1983). Cette espèce peut contrebalancer l'acidification dans des milieux chargés en Ca et bicarbonate et d'autre part croît plus vite que *Sphagnum subnitens* dans des eaux météoriques (KOOIJMAN & BAKKER, 1995). Cette dernière espèce ne possède qu'un pouvoir acidifiant médiocre, est faiblement compétitrice et ne se développe que faiblement et lentement dans des eaux chargées et ne peut donc s'installer dans des habitats à *Scorpidium scorpioides* fonctionnels au plan hydrologique (KOOIJMAN, 2012). La dérive vers des communautés à sphaignes ne peut se produire dans ce cas, ou seulement de manière très localisée, sans une modification radicale de l'alimentation en eau et notamment une détérioration de sa trophie. La détérioration de la qualité de l'eau au Grand Lemps, et notamment sa charge en nitrates ayant explosé depuis 1974, sont donc peut-être responsables au moins partiellement de l'augmentation de la surface en sphaignes et de leur puissant dynamisme.

L'hydrologie du Grand Lemps est complexe et encore imparfaitement décrite. La présence de sources limnocrènes joue un rôle capital dans l'alimentation en eau chargée en bases et dans le maintien des communautés de bas-marais alcalins. Le débit respectif des sources, leur localisation, la topographie de la tourbière jouent vraisemblablement un rôle majeur dans les patrons de distribution des communautés végétales actuelles. Il serait utile de poursuivre les études hydrologiques afin de mieux cerner les différences intrinsèques qui ont conduit à la formation du plus important des noyaux de sphaignes.

#### **6.4. - Gestion conservatoire**

La conservation des bas-marais alcalins est la priorité absolue dans la tourbière du Grand Lemps. Plusieurs bryophytes strictement inféodées aux bas-marais calcaires sont gravement menacées en Europe (*Drepanocladus sendtneri*, *Pseudocalliergon lycopodioides*, *Leiocolea rutheana*... (ECCB, 1995) et certaines d'entre elles sont protégées en France (*Hamatocaulis vernicosus*, *Meesia longisetata*). D'autres espèces, moins rares, comme *Scorpidium scorpidioides*, *S. cossonii*, *Campyliadelphus elodes*..., sont également fortement menacées, et peut-être même en voie de disparition à l'échelle nationale, notamment en plaine.

Les bas-marais étaient autrefois fauchés pour la litière et/ou pâturés extensivement et l'abandon de ces pratiques ont provoqué d'importants changements dans leur composition floristique (MOEN, 1995 ; MOEN *et al.*, 1999 ; ØIEN & MOEN, 2001).

Le pâturage peut-être un outil de gestion intéressant dans la mesure où il était déjà largement répandu il y a quelques dizaines d'années et pourrait permettre le maintien de végétations à des stades relativement ouverts et hétérogènes (topographiquement, trophiquement, structurellement...) favorables à la bryoflore. La réapparition de *Splachnum ampullaceum*, autrefois signalé dans le site, peut être considéré comme un objectif intéressant. Le chargement et les modalités du pâturage doivent cependant faire l'objet d'une réflexion préalable visant à en déterminer avec précision les conditions d'utilisation.

Le décapage des zones à *Meesia triquetra*, *Pseudocalliergon trifarium* et *Hamatocaulis vernicosus* pourrait donner d'excellents résultats. Il semble que ces

espèces aient largement bénéficié de décapages localisés effectués il y a quelques années. Toutes ces espèces sont dioïques et semblent totalement stériles dans le site. Leur stratégie est essentiellement basée sur la multiplication végétative. Il est dès lors très vraisemblable que les travaux de décapage aient permis la reprise de croissance de fragments gamétophytiques enfouis dans les couches de tourbe superficielle. La réapparition de ces espèces, aujourd'hui en voie d'extinction dans le site, est un résultat particulièrement remarquable et tout à fait nouveau, ces cortèges n'ayant jamais auparavant fait l'objet de mesures de gestion ciblées. Il conviendrait d'étendre les travaux sur des surfaces plus importantes à des profondeurs variables.

Un des enjeux prioritaires est la qualité de l'eau (MAILLET, 2010). Des études complémentaires sur les flux devraient être entreprises. Les activités humaines du bassin versant topographique et hydrologique devraient être encore mieux encadrées afin de réduire de façon plus drastique les intrants.

Cependant, face au dynamisme des communautés à sphaignes et à la fermeture des milieux, aucune garantie n'est actuellement acquise quant à la pérennité des phytocénoses et de la fonctionnalité du système. Les dégradations infligées à la tourbière tout au long du XX<sup>ème</sup> siècle ont fait basculer toute une partie du système, qui est aujourd'hui largement acidifié. L'alimentation en eau très particulière de la partie centrale, colonisée par les bas-marais alcalins, a permis le maintien d'un système exceptionnellement conservé. Aujourd'hui la coexistence d'une tourbière à sphaigne et d'un bas-marais alcalin constitue un exemple unique et remarquablement riche aux plans floristique et phytocénotique. Les noyaux à sphaignes peuvent être considérés comme un patrimoine à sauvegarder au même titre que les bas-marais alcalins dans la mesure où les tourbières à sphaignes sont rares en plaine et relèvent de la directive « Habitats ». Mais force est d'admettre que, si les ligneux menacent à terme les communautés à sphaignes, les sphaignes menacent également les communautés de bas-marais alcalins et cela d'autant plus que leur progression est sans doute favorisée par la charge en nutriments des eaux d'alimentation.

La problématique de gestion de la tourbière du Grand Lemps se révèle donc très complexe dans le détail. Le gestionnaire doit faire des choix difficiles.

En termes de bryophytes et de bryocénoses, les urgences sont les suivantes :

- conserver un système hydrologique fonctionnel avec une alimentation en eau phréatique de grande qualité, durable sur le long terme, seule garantie du maintien des communautés de bas-marais alcalins,
- limiter les intrants dans les bassins versants topographiques et hydrologiques,
- limiter l'extension des cladaies denses avec accumulation de litière en couche épaisse,
- rouvrir le milieu dans les secteurs à *Hamatocaulis vernicosus*, *Meesia triquetra*, *Pseudocalliergon trifarium*...
- conserver les îlots boisés riches en épiphytes et humicoles.

La réouverture des secteurs à sphaignes se justifie si l'on souhaite conserver ces végétations. Le décapage des secteurs à sphaignes pourrait être une mesure de gestion à envisager dans la perspective de relancer des dynamiques régressives et peut-être voir réapparaître des stades plus minérotrophes.

Le nouveau regard proposé sur ces systèmes acides incite à une réflexion d'ensemble, sur la base de nouvelles études hydrologiques, qui permettraient de préciser et de mieux cerner la signification de ces ensembles.

## 7. - CONCLUSION

---

Notre étude aura d'abord confirmé le grand intérêt bryophytique de la tourbière du Grand Lemps. 105 bryophytes y ont été recensées ce qui fait de ce site un lieu de concentration de richesse bryophytique. Un grand nombre de bryophytes présente un caractère remarquable. Avec deux espèces protégées en France (*Hamatocaulis vernicosus* et *Orthotrichum rogeri*) et deux espèces listées dans le Livre rouge Européen, la tourbière du Grand Lemps est sans doute remarquable en tant que site important pour la conservation d'espèces à statut.

La cartographie systématique des bryophytes aura en outre permis de déterminer différents patrons de répartition, dont certains sont clairement liés à des fonctionnements écologiques très dissemblables (alimentation phréatique, météorique...). La cartographie écologique permettra également à l'avenir le suivi fin de l'évolution des populations de bryophytes et l'évaluation des mesures de gestion entreprises. Il conviendrait de reproduire le protocole employé dans la présente étude afin de déterminer les tendances démographiques et spatiales des populations de bryophytes, notamment des sphaignes.

La gestion conservatoire pourra être affinée en tenant compte des résultats acquis dans la présente étude. Un nouveau regard est porté sur les communautés à sphaignes, qui, si elles constituent sans aucun doute une richesse floristique et phytocénotique, n'en sont pas moins les signes d'une certaine dérive fonctionnelle.

Les perspectives qui se dégagent à l'issue de cette analyse sont multiples. Il conviendrait de :

- réaliser un suivi des sphaignes tous les 5 ans sur la base de la méthodologie employée dans notre travail afin d'évaluer la vitesse et les modalités de la colonisation de ces végétaux acificateurs,
- réaliser un suivi des bryophytes des bas-marais alcalins les plus remarquables du site (cladiaie à *Schoenus nigricans*) afin d'évaluer leur stabilité temporelle et spatiale,
- le suivi de certaines espèces indicatrices (*Scorpidium scorpioides*, *Meesia triquetra*, *Hamatocaulis vernicosus*...) pourrait directement être effectué par le personnel de la Réserve,
- des compléments d'études hydrogéologiques seraient particulièrement utiles afin de déterminer avec précision les flux, les quantités respectives des différents types d'apport et améliorer la compréhension de la qualité de l'eau, notamment dans les secteurs plus ou moins colonisés par les sphaignes,
- la cartographie de la topographie fine du site en bénéficiant de la technologie LIDAR ouvrirait sans doute des perspectives intéressantes en terme de compréhension de la structuration et de la dynamique des communautés végétales en lien avec les flux hydriques.

# BIBLIOGRAPHIE

---

- ALBINSSON C., 1997 - Niche relations and association analysis of southern Swedish mires hepatics. *Journal of bryology*, 19 : 409-424
- ANSCHUTZ I. & GESSNER F., 1954 - Der Ionenaustausch bei Torfmoosen (Sphagnum). *Flora*, 141: 178-236.
- BELLAMY D.J. & RIELEY J., 1967 - Some ecological statistics of a "miniature bog". *Oikos*, 18: 33-40.
- BERGAMINI A. & PAULI D., 2001 - Effects of increased nutrient supply on bryophytes in montane calcareous fens. *Journal of Bryology*, 23: 331-339.
- BERGAMINI A., PEINTINGER D.M., SCHMID B. & URMI E., 2001 - Effects of management and altitude on bryophyte species diversity and composition in montane calcareous fens. *Flora*, 196 : 180-193.
- BORYSLAWSKI Z.R., 1978 - Notes on the ecology and biology of *Scorpidium scorpioides* (Hedw.) Limpr. *Act. Soc. Bot. Pol.*, 47: 15-23.
- BOUCARD E., MAILLET G., MARCIAU R., MEIER C., PAPIRNYK M. & POULIN L., 2004 - Document d'objectifs de la Tourbière du Lac et son bassin versant (FR 8201.728), AVENIR, 119 p + annexes.
- BURGESS J.A., 1975 - Organic acid excretion and the impact of Sphagnum mosses on their environment. *Proc. Birmingham Nat. Hist. Philos. Soc.* 23 : 21-24.
- CLAPHAM A. R., 1940 - The Role of Bryophytes in the Calcareous Fens of the Oxford District. *Journal of Ecology*, 28 : 71-80.
- CLYMO R.S. 1963 - Ion exchange in Sphagnum and its relation to bog ecology. *Ann. Bot.*, 27: 71-80.
- CLYMO R.S., 1973 - The growth of Sphagnum: some effects of environment. *J. Ecol.*, 61: 849-869.
- CRASSOUS C. & F. KARAS, 2007 - Guide de gestion des tourbières et marais alcalins des vallées alluviales de France septentrionale. Fédération des conservatoires d'espaces naturels, Pôle-relais tourbières, 203 p.
- DEPÉRIERS-ROBBE S., 2000 - Etude préalable à l'établissement du Livre rouge des Bryophytes menacées de France métropolitaine. Ministère de l'Environnement, DNP - Laboratoire de Phytogéographie, Université de Caen, 176 p.
- DICKSON, J. H., 1973 - Bryophytes of the Pleistocene. Cambridge University Press, London.
- DORLAND E., BOBBINK R. & ROBAT S., 2008 - Impacts of changing ratios of reduced and oxidized nitrogen deposition: case studies in acid grasslands and fen ecosystems. *Proceedings 6th European Conference on Ecological Restoration*, Ghent, Belgium.
- DZIKOWSKI M., LAPLACE-DELONDE A., NICOUD G. & POINT M., 2000 - Fonctionnement hydrologique de la tourbière du Grand Lemps (Isère, France).

- In WICHEREK S. (éditeur). L'eau, de la cellule au paysage. Collection environnement, Elsevier, Paris, 125-142.
- E.C.C.B. (EUROPEAN COMMITTEE FOR CONSERVATION OF BRYOPHYTES), 1995 - Red Data Book of European Bryophytes. ECCB. Trondheim.
- ELLENBERG H., 1988 - Vegetation ecology of Central Europe. Fourth Edition, Cambridge University Press, Cambridge, 731 p.
- FRANCEZ A.J., 1982 - Expérimentations réalisées au Grand Lemps concernant la mesure de croissance des sphaignes. Document non publié.
- GERDOL R., 1995 - Community and species-performance patterns along an alpine poor-rich mire gradient. *Journal of Vegetation Science*, 6 : 175-182.
- GLIME J.M., WETZEL R.G. & KENNEDY B.J., 1982 - The effects of bryophytes on succession from alkaline marsh to Sphagnum bog. *Am. Midl. Nat.*, 108 : 209-223.
- GROENENDAEL J.M. VAN, HOCHSTENBACH S.M.H., MANSFELD M.J.M. VAN & ROOZEN A.J.M., 1983 - Plant communities of lakes, wetlands and blanket bogs in western Connemara, Ireland. *I.Life Sciences R. Dublin Society*, 1983: 103-128.
- HÁJEK T. & ADAMEC L. 2009 - Mineral nutrient economy in competing species of Sphagnum mosses. *Ecol. Res.*, 24: 291-302
- HAUGUEL J.-C., 2008 - Les communautés à sphaignes de la tourbière de Cessières-Montbavin (Aisne, France). *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, N.S.*, 39 : 535-562.
- HEDENÄS L., 2003 - The European species of the Calliergon-Scorpidium-Drepanocladus complex, including some related or similar species. *Meylania*, 28: 1-115.
- HILL M.O., BELL N., BRUGGEMAN-NANNENGA M.A., BRUGUES M., CANO M.J., ENROTH J., FLATBERG K.I., FRAHM J.-P., GALLEGU M.T., GARILLETI R., GUERRA J., HEDENÄS L., HOLYOAK D.T., HYVÖNEN J., IGNATOV M.S., LARA F., MAZIMPAKA V., MUNOZ J. & SÖDERSTRÖM L., 2006 - Bryological Monograph - An annotated checklist of the mosses of Europe and Macaronesia. *Journal of Bryology*, 28 : 198-267.
- HUGONNOT V., 2008 - Chorologie et sociologie d'*Orthotrichum rogeri* en France. *Cryptogamie, Bryologie*, 29 (3) : 275-297.
- HUGONNOT V., 2010 - Réserve naturelle nationale et périmètre de protection Tourbière du Grand Lemps - Mise en place du suivi de la strate bryophytique. Association Loisirs Botaniques, AVENIR, 23 p.
- HUGONNOT V., 2010 - Réserve naturelle nationale et périmètre de protection Tourbière du Grand Lemps - Mise en place du suivi de la strate bryophytique. Association Loisirs Botaniques, AVENIR, 23 p.
- HUGONNOT V., 2011 - Réserve naturelle nationale et périmètre de protection Tourbière du Grand Lemps - Suivi de la strate bryophytique - Première lecture des dispositifs de suivi, année 2011. Association Loisirs Botaniques, AVENIR, 35 p.

- HUGONNOT V., 2012 - Réserve naturelle nationale et périmètre de protection Tourbière du Grand Lemps - Suivi de la strate bryophytique - Deuxième lecture des dispositifs de suivi, année 2012. Association Loisirs Botaniques, AVENIR, 37 p.
- JUUTINEN R., 2011- The decrease of rich fen bryophytes in springs as a consequence of large-scale environmental loss. A 50-year re-sampling study. *Lindbergia*, 34: 2-8
- KOERSELMAN W. CLAESSENS D., DEN P. TEN et al. 1990b - Dynamic hydrochemical and vegetation gradients in fens. *Wetlands Ecol. Manage.*, 1: 73-84.
- KOERSELMAN W., BAKKER S.A. & BLOM M. 1990 - Nitrogen, phosphorus and potassium budgets for two small fens surrounded by heavily fertilized pastures. *J. Ecol.*, 78 : 428-442.
- KOOIJMAN A.M. & BAKKER C., 1995 - Species replacement in the bryophyte layer in mires: the role of water type, nutrient supply and interspecific interactions. *J. Ecol.*, 83: 1-8.
- KOOIJMAN A.M., 2012 - "Poor rich fen mosses": atmospheric N-deposition and P-eutrophication in base-rich fens. *Lindbergia*, 35 : 42-52.
- KOOIJMANN A.M., 1992 - The decrease of rich fen bryophytes in The Netherlands. *Biological Conservation*, 59 : 139-143.
- LIPPMAA T., 1935 - Une analyse des forêts de l'île estonienne d'Abruksa (Abro) sur la base des associations unistrates. *Acta-Institutii et Horti Botanici Universitatis Tartuensis Dorpatensis*, 4 : 1-97.
- LÜTH M., 2010 - Ökologie und Vergesellschaftung von *Orthotrichum rogeri*. *Herzogia* 23 (1): 121-149.
- MAILLET G. & ANDRÉ D., 2009 - Arrachage des ligneux sur la tourbière acide à sphaignes - Cahier des charges. Avenir, Réserve naturelle et périmètre de protection Tourbière du Grand Lemps, 13 p.
- MAILLET G., 2010 - Plan de gestion 2010-2019 de la tourbière du Grand Lemps. 1ère partie : Diagnostic écologique. Réserve Naturelle Nationale et Périmètre de Protection Tourbière du Grand Lemps, AVENIR, 143 p.
- MARCIAU R., 1997 - Plan de gestion. Etang du Grand Lemps – Châbons, Réserve naturelle. AVENIR, 118 p.
- MOEN A., 1995 - Vegetational changes in boreal rich fens induced by haymaking: management plan for the Sølendet nature reserve. In: Wheeler, B. D., Shaw, S. C., Fojt, W. J. and Robertson, R. A. (eds), *Restoration of temperate wetlands*. John Wiley & Sons, pp. 167-181.
- MOEN A., ØIEN, D. I. & ARNESEN, T., 1999 - Outlaying haymaking lands at Sølendet, central Norway: effects of scything and grazing. *Norsk Geografisk Tidsskrift*, 53 : 93-102
- MORET L., 1946 - Rapport sur les conditions géologiques d'une nappe aquifère destinée à alimenter en eau potable la commune du Grand-Lemps (38). Rapport 5 pp.

- O'CONNELL M., 1981 - The phytosociology and ecology of Scragh Bog, Co Westmeath. *New Phytologist*, 87 : 139-187.
- ØIEN D. I. & MOEN A., 2001 - Nutrient limitations in boreal plant communities and species influenced by scything. *Applied Vegetation Science*, 4 : 197-206.
- ØKLAND R.H., 1990 - A phytoecological study of the mire Northern Kisselbergmosen, SE Norway. III. Introduction, flora, vegetation and ecological conditions. *Sommerfeltia*, 8 : 1-172.
- PAULISSEN M.P.C.P., 2004 - Effects of nitrogen enrichment on bryophytes in fens Ph.D. Thesis. Utrecht University. Utrecht, NL.
- PAULISSEN M.P.C.P., ESPASA BESALÚ L., DE BRUIJN H., VAN DER VEN P.J.M. & BOBBINK R., 2005 - Contrasting effects of ammonium enrichment on fen bryophytes. *Journal of Bryology*, 27 : 109-117.
- PAULISSEN M.P.C.P., VAN DER VEN P.J.M., DEES A.J. AND BOBBINK R., 2004 - Differential effects of nitrate and ammonium on three fen bryophyte species in relation to pollution nitrogen input. *New Phytologist*, 164 : 451-458.
- PAUTOU G. et BAIER P., 1983 - Le passage d'un espace aquatique à un espace semi-aquatique avec formation d'une tourbière à Sphaignes ; exemple de l'étang et des marais du Grand-Lemps (Isère). *Bull. Soc. Linn. de Lyon*, 52 (6) : 174-191.
- PEINTINGER M., BERGAMINI A. & SCHMID B., 2003 - Species-area relationships and nestedness of four taxonomic groups in fragmented wetlands. *Basic and Applied Ecology*, 4 : 385-394.
- PÉPIN F., HUGONNOT V. & CELLE J., 2013 - Sex ratio patterns and fertility of *Hamatocaulis vernicosus* (Mitt.) Hedenäs at different spatial scales. *Journal of bryology*, 35 : 20-26.
- PROCTOR M.C.E., 1982 - Physiological ecology : water relations, light and temperature responses, carbon balance. In SMITH A.J.E. (editor), *Bryophyte ecology*. Chapman and Hall, UK, 333-381.
- 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 Anthocerotales of the Mediterranean, an annotated checklist. *Cryptogamie, Bryologie*, 28 (4) : 351-437.
- RYDIN H., SJÖRS H. & LÖFROTH M., 1999 - Mires. *Acta Phytogeogr. Suec.*, 84 : 91-112.
- SEGAL, S., 1966 - Ecological studies of peat-bog vegetation in the north-western part of the province of Overijssel (The Netherlands). *Wentia*, 15 : 109-41.
- SJÖRS H., 1950 - On the relation between vegetation and electrolytes in north Swedish mire waters. *Oikos*, 2 : 241-258.
- SJÖRS H., 1950 - On the relation between vegetation and electrolytes in north Swedish mire waters. *Oikos*, 2 : 241-258.

- SJÖRS H., 1961 - Surface patterns in boreal peatlands. *Endeavour*, 20 : 217-224.
- Soudzilovskaia, N. A., Cornelissen, J. H. C., During, H. J. et al., 2010 - Similar cation exchange capacities among bryophyte species refute a presumed mechanism of peatland acidification. *Ecology*, 91: 2716-2726.
- VADAM J.-C., 1992 - L'Amblystegio humilis-Eurhynchietum speciosi ass. nov. Dans le territoire de Belfort. *Le Monde des Plantes*, 443 : 1-3.
- van Wirdum, G., 1991 - Vegetation and hydrology of floating rich fens. Thesis, University of Amsterdam.
- VERHOEVEN J.T.A., BELTMAN B., DORLAND E., ROBAT S.A. & BOBBINK R., 2011 - Differential effects of ammonium and nitrate deposition on fen phanerogams and bryophytes. *Applied Vegetation Science*, 14 : 149-157.
- VERHOEVEN J.T.A., BELTMAN B., DORLAND E. et al., 2010 - Differential effects of ammonium and nitrate deposition on fen phanerogams and bryophytes. *Appl. Veg. Sci.*, 14 : 149-157.
- VINCENT B, 1974 - Contribution à l'étude écologique et à l'aménagement piscicole d'un étang du Bas-Dauphiné. Thèse de doctorat 3ème Cycle, Université Grenoble I. Réf. BIU - Campus SMH 205.142 / 1974 /96. 132 pp.
- VITT D.H., HALSEY L.A., BRAY J. & KINSER A., 2003 - Patterns of bryophyte richness in a complex boreal landscape: Identifying key habitats at McClelland Lake Wetland. *The Bryologist*, 106 : 372-382.
- VITT D.H., LI Y. & BELLAND R.J., 1995 - Patterns of bryophyte diversity of peatlands in continental western Canada. *The bryologist*, 98 : 218-227.