



Conservatoire Botanique National de Brest

Antenne régionale des Pays de la Loire



Conservatoire Botanique National du Bassin parisien - Délégation Sarthe

Plan de conservation en faveur du lycopode inondé (*Lycopodiella inundata* (L.) Holub.) en région Pays de la Loire.



Juin 2013

THOMASSIN Guillaume
VALLET Jeanne



Direction Régionale de l'Environnement
PAYS-DE-LA-LOIRE





Conservatoire Botanique National de Brest

Antenne régionale des Pays de la Loire

28 bis rue Baboneau 44100 NANTES – Tel :
02 40 69 70 55 – Fax : 02 40 69 76 61 –
Courriel : cbn.paysdelaloire@cbnbrest.com -
Internet : <http://www.cbnbrest.com>



**Conservatoire botanique national du Bassin parisien –
Délégation Sarthe**
UMS 2699 – Unité Inventaire et suivi de la biodiversité
Muséum national d'Histoire naturelle
61, rue Buffon - CP 53 -75005 PARIS Cedex 05 –
Tél. : 01 40 79 35 54 – Fax : 01 40 79 35 53
Courriel : cbnbp@mnhn.fr
Internet : <http://cbnbp.mnhn.fr/cbnbp/>

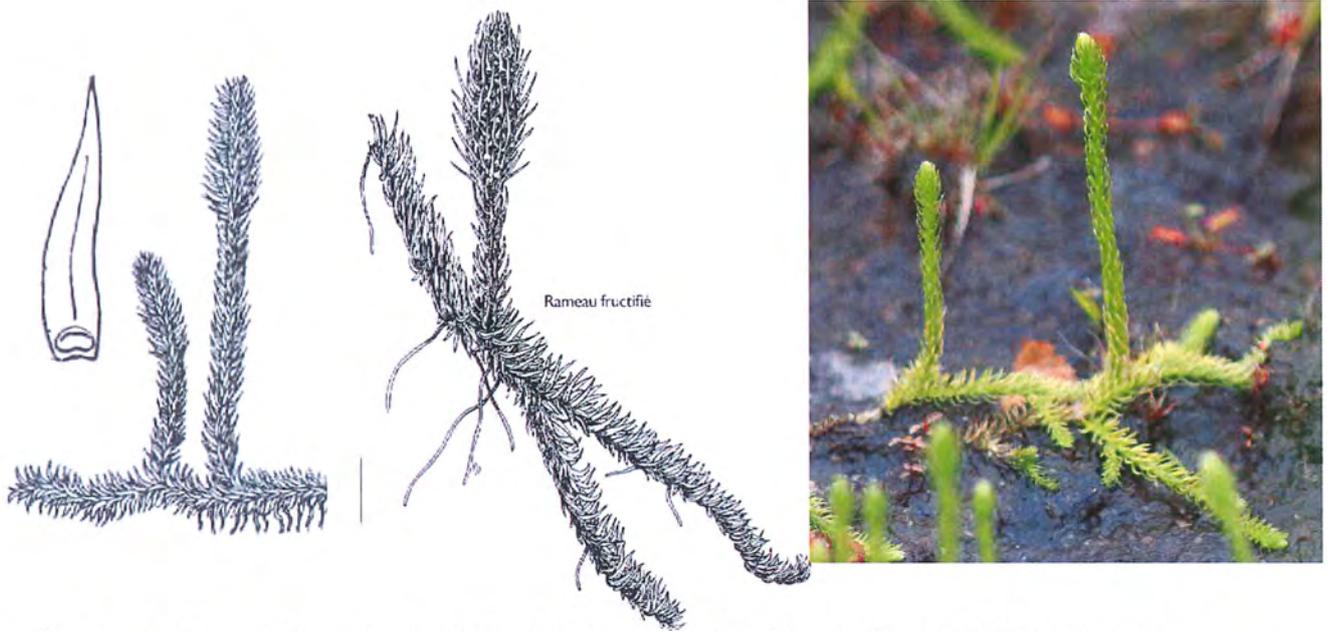
**Plan de conservation en faveur du lycopode inondé
(*Lycopodiella inundata* (L.) Holub.) en région Pays de la Loire.**

Juin 2013

**THOMASSIN Guillaume
VALLET Jeanne**

SOMMAIRE

I. PRESENTATION GENERALE DE LA PLANTE	5
1. Description	5
2. Taxonomie.....	5
3. Répartition.....	7
4. Biologie et cycle de reproduction.....	10
6. Ecologie.....	12
7. Phytosociologie	13
8. Atteintes et menaces, régression	19
9. Statut de protection.....	21
II. ETAT DES LIEUX DES STATIONS SITUEES EN PAYS DE LA LOIRE	23
1. Localisation	23
2. Statut des stations	23
3. Description des stations de Loire-Atlantique	25
a. Géologie (d'après BRGM, 1983, 1989)	25
b. Station de la carrière de Mespras (Blain)	26
c. Station de la Pelliais (Vay)	29
d. Station de Carheil (Guenrouët)	33
4. Description des stations mayennaises	35
a. Station des Egoutelles (Villepail)	35
b. Station des Loges (Villepail)	37
c. Station de la carrière du Bas Bois (Le Ribay)	39
5. Description des stations sarthoises	41
a. Stations historiques (<1980) et contemporaines (≥1980) non revues en 2012	41
b. Stations de l'aérodrome de La Flèche	44
c. Station de la tourbière des Faulx à Mulsanne	50
6. Mesures de conservation déjà mises en œuvre.....	52
a. Information, sensibilisation	52
b. Mesures de gestion	52
c. Conservation ex-situ	52
d. Protection des sites	53
e. Suivi	53
III. PLAN D'ACTION	53
1. Mesures visant à améliorer les connaissances sur l'espèce.....	53
2. Mesures de précaution et de sauvegarde des populations existantes	53
3. Mesures de conservation ex-situ	55
4. Mesures d'information, de sensibilisation et de prise en compte.....	55
5. Partenariats à développer pour l'application du plan de conservation.....	56



Ci-dessus : illustrations de plantes entières. A gauche, d'après Coste (1937) ; au centre, d'après Danton *et al.* (1995) ; à droite, station des Egoutelles, Villepail (53).

Ci-contre : détail d'une tige rampante et des feuilles.

Ci-dessous à droite : détail d'un épis fructifère (strobile).

Ci-dessous à gauche : détail de sporophylles (feuilles fertiles) avec sporanges et spores.



Planche 1 – Description de *Lycopodiella inundata* (L.) Holub.

I. PRESENTATION GENERALE DE LA PLANTE

1. Description

Le lycopode inondé, encore appelé lycopode des tourbières, est une plante herbacée appartenant à la famille des Lycopodiaceés.

L'espèce est constituée d'une tige rampante courte, ne dépassant pas 5 à 15 cm, généralement simple mais parfois ramifiée. La tige adhère fortement au sol grâce à ses racines adventives. Les feuilles sont vert tendre, petites (4 à 6 mm), entières, lancéolées, ascendantes et ne comportent qu'une nervation simple.

Les tiges portent 1 ou 2 rameaux fertiles. Ces derniers sont insérés en position dorsale sur la tige et portent des feuilles régulièrement tout autour, ils mesurent de 5 à 10 cm de hauteur, ne sont pas ramifiés et sont obtus. Les sporophylles, feuilles fertiles qui portent des sporanges, sont groupées en épis (appelés strobiles) et sont peu différenciées des feuilles de la tige. Elles sont situées à l'extrémité des rameaux fertiles. Chaque sporophylle porte à la base de la face supérieure un gros sporange solitaire qui contient un grand nombre de spores.

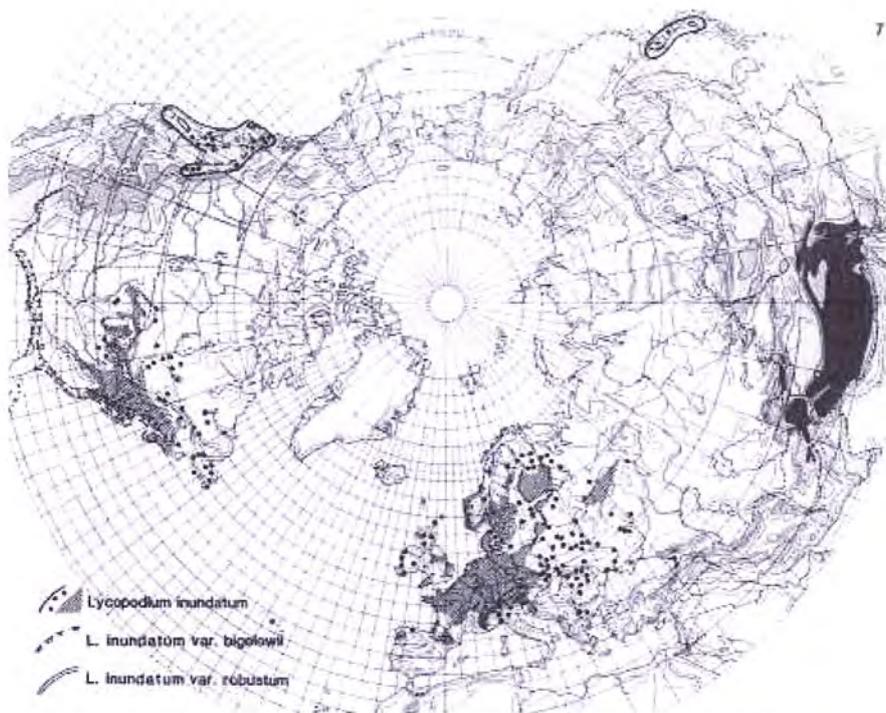
Confusions possibles :

Lycopodiella inundata peut-être confondu avec les autres Lycopodiaceés, notamment des genres *Lycopodium* et *Huperzia*. Les critères de distinction entre les différentes espèces potentiellement présentes sur le territoire concerné sont donnés dans le tableau 1 de morphologie comparée :

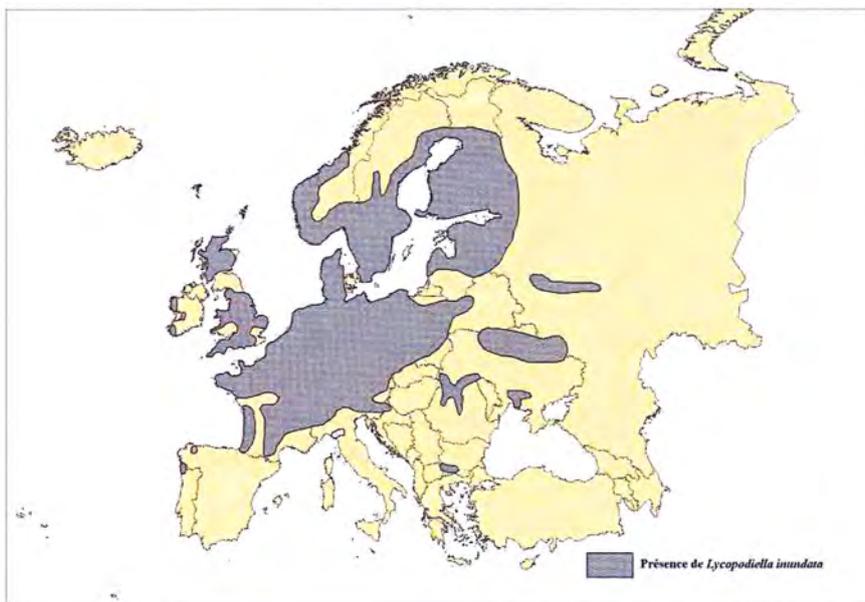
<i>Lycopodiella inundata</i> (L.) Holub	<i>Lycopodium clavatum</i> L.	<i>Huperzia selago</i> (L.) Bernh. ex Schrank & Mart.
Plante présentant nettement une tige rampante et des rameaux dressés ; sporophylles distinctes des feuilles végétatives et regroupées en épis		Plante ne présentant pas de tige rampante nettement distincte des rameaux dressés ; sporophylles identiques aux feuilles végétatives, ne formant pas de véritable épis
Rameaux dressés non ramifiés ; tige rampante courte (ne dépassant guère 15 cm) ; sporophylles assez peu distinctes des feuilles végétatives	Rameaux dressés ramifiés ; tige rampante de plusieurs décimètres, voire plus de 1 m ; sporophylles très différentes des feuilles végétatives	

2. Taxonomie

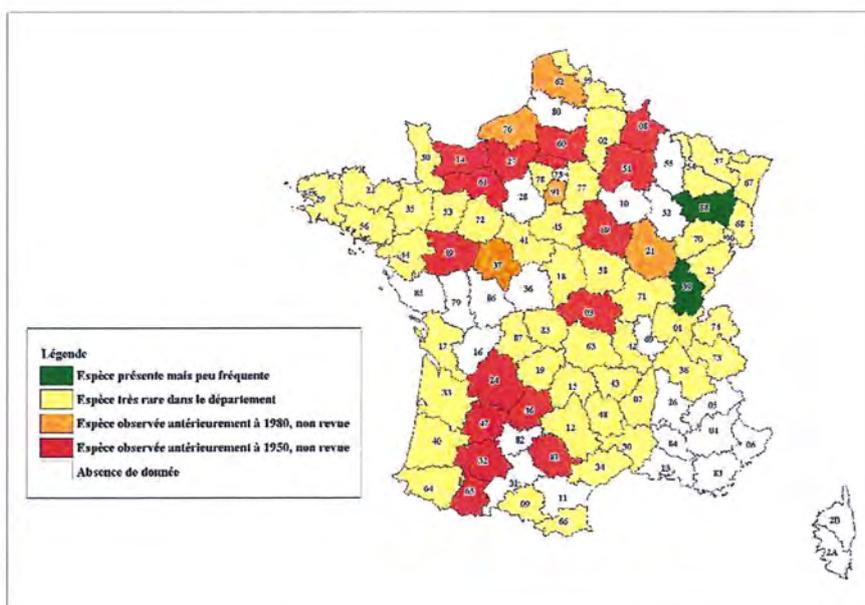
Au regard de la classification, le lycopode inondé appartient aux Ptéridophytes, embranchement du règne végétal qui regroupe également les fougères et les prêles. Les Ptéridophytes sont des végétaux sans fleurs, dits « inférieurs » du fait de leur mode de reproduction primitif (voir I.4) et appartiennent aux Cryptogames, comme les champignons, mousses, algues et autres lichens. Cependant, la morphologie des Ptéridophytes possède



7 **Carte 1** – Répartition mondiale de *Lycopodiella inundata*. D'après Hulten & Fries in Byfield & Stewart, 2004.



Carte 2 – Répartition européenne de *Lycopodiella inundata*. D'après Jalas *et al.*, 1999.



Carte 3 – Localisation française par département de *Lycopodiella inundata*. D'après R. Prelli, 2001.

certaines éléments vascularisés comme les racines, la tige et les feuilles qui les distinguent des autres Cryptogames (d'où le nom de Cryptogame vasculaire) et qui les rapprochent des plantes dites « supérieures » encore appelées Phanérogames ou Spermaphytes.

Au sein de l'embranchement des Ptéridophytes, la famille des Lycopodiacees appartient au groupe des Lycopodiophytes qui est d'origine très ancienne du point de vue de l'évolution. En effet, ce groupe connaît un maximum de diversité dès le Dévonien (période de l'ère primaire allant de -416 à -359 millions d'années), tandis que la première plante vasculaire est apparue sur Terre au cours du Silurien, il y a 435 millions d'années. Le lycopode inondé est par conséquent un témoin vivant de la colonisation des terres émergées par les végétaux.

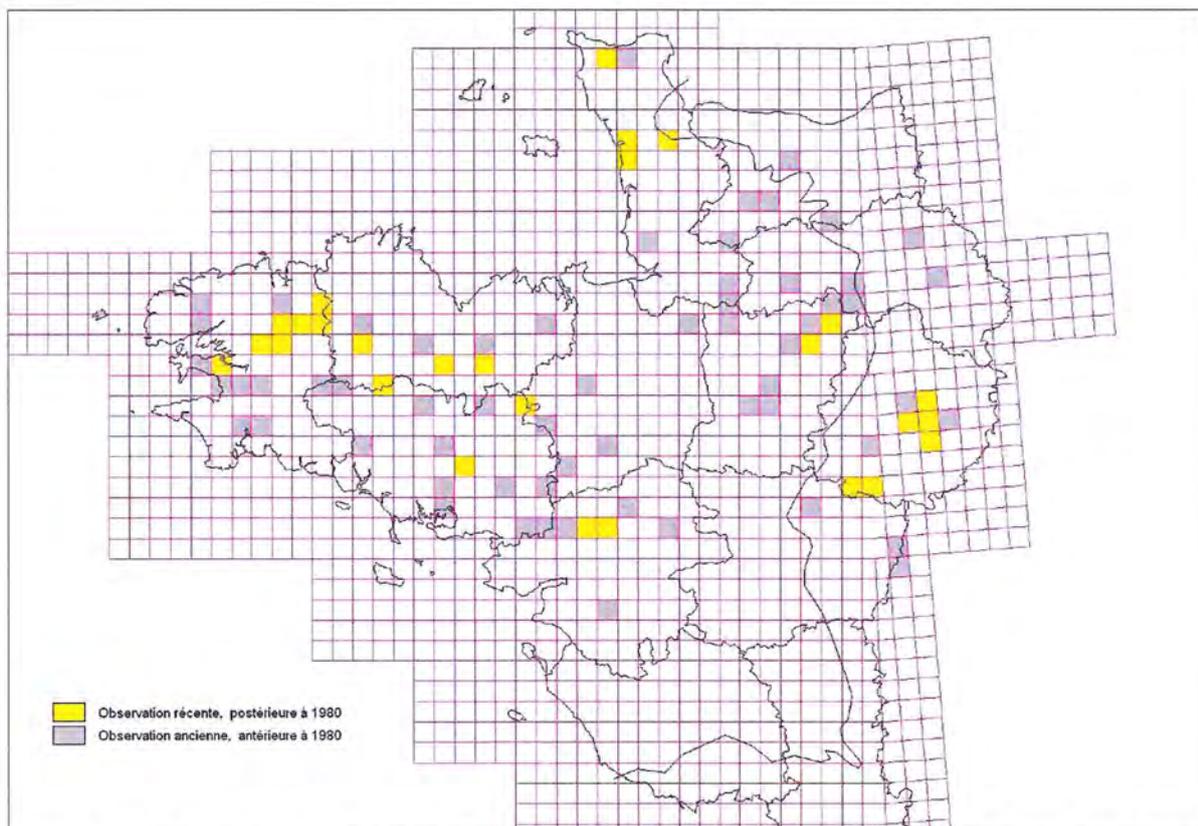
Depuis 1964, le nom scientifique du lycopode inondé est *Lycopodiella inundata* (L.) Holub. Ce nouveau genre a été décrit cette même année par Holub afin de le distinguer du genre *Lycopodium* qui possède certaines caractéristiques morphologiques différentes. D'après R. Prelli (2001), le nom du genre est le diminutif de *Lycopodium* (car le lycopode inondé est plus petit que ce dernier), qui provient du grec *lukos* signifiant 'loup' et *podion*, 'petit pied', qui constitue une allusion à la ressemblance des pousses de *Lycopodium clavatum* avec une patte de loup.

Deux synonymes principaux de *Lycopodiella inundata* (L.) Holub ont été employés. Le premier est *Lycopodium inundatum* L., nom donné par Linné en 1753 lors de la première description de l'espèce et le second est *Lepidotis inundata* (L.) P. Beauv., datant de 1819. Le nom de *Lepidotis incurva* Opiz est également cité dans l'index synonymique de la flore de France (Kerguelen, 1999).

3. Répartition

Le lycopode inondé est une espèce de distribution holarctique, présente en Amérique du nord, au Japon (Guinochet, Vilmorin, 1973), ainsi qu'aux Açores (Danton et Baffray, 1995) (voir carte 1, Hulten & Fries in Byfield & Stewart, 2004). D'après *Flora europaea* (Jalas *et al.*, 1999) la plante s'observe dans presque toute l'Europe, exceptées la région méditerranéenne et la Russie orientale (voir carte 2).

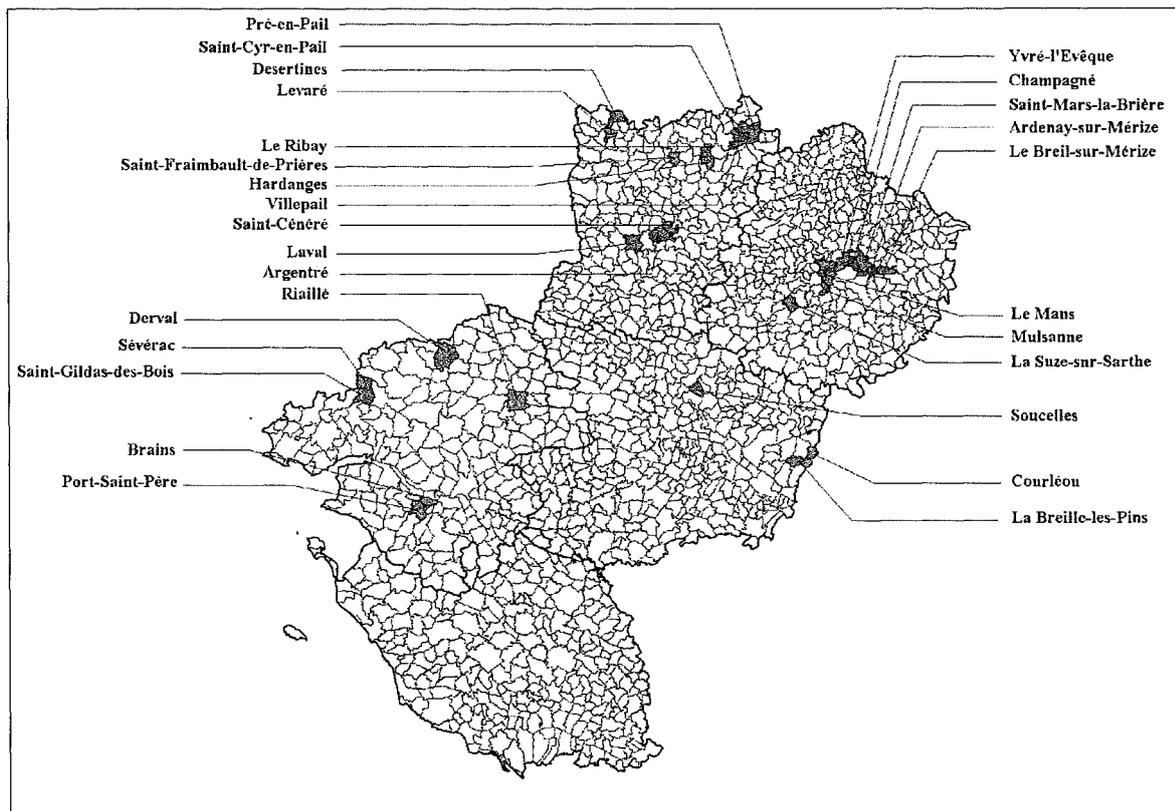
En France (voir carte 3), l'espèce est encore bien représentée dans certains départements comme les Vosges et le Jura (R. Prelli, 2001). D'après le pôle relais tourbière (<http://www.pole-tourbieres.org/franche-comte-interets.htm>), *Lycopodiella inundata* se maintient dans six tourbières du Doubs et du Jura en Franche-Comté. Il est plus disséminé dans le Massif central (Limousin, monts Dore, monts du Forez, Aubrac, Lévézou, Morvan, Montagne noire, Aigoual, nord des Cévennes), en Bretagne et en Sologne. En plaine, le lycopode inondé est devenu très rare et n'existe plus que très ponctuellement : c'est le cas notamment en Normandie, Maine, Ile-de-France, dans le nord du Bassin parisien et dans le sud-ouest (de la Saintonge au Pays basque). Dans les Alpes et les Pyrénées, il est très localisé et présent seulement en altitude, dans la partie orientale des Pyrénées ainsi que dans les Alpes du nord.



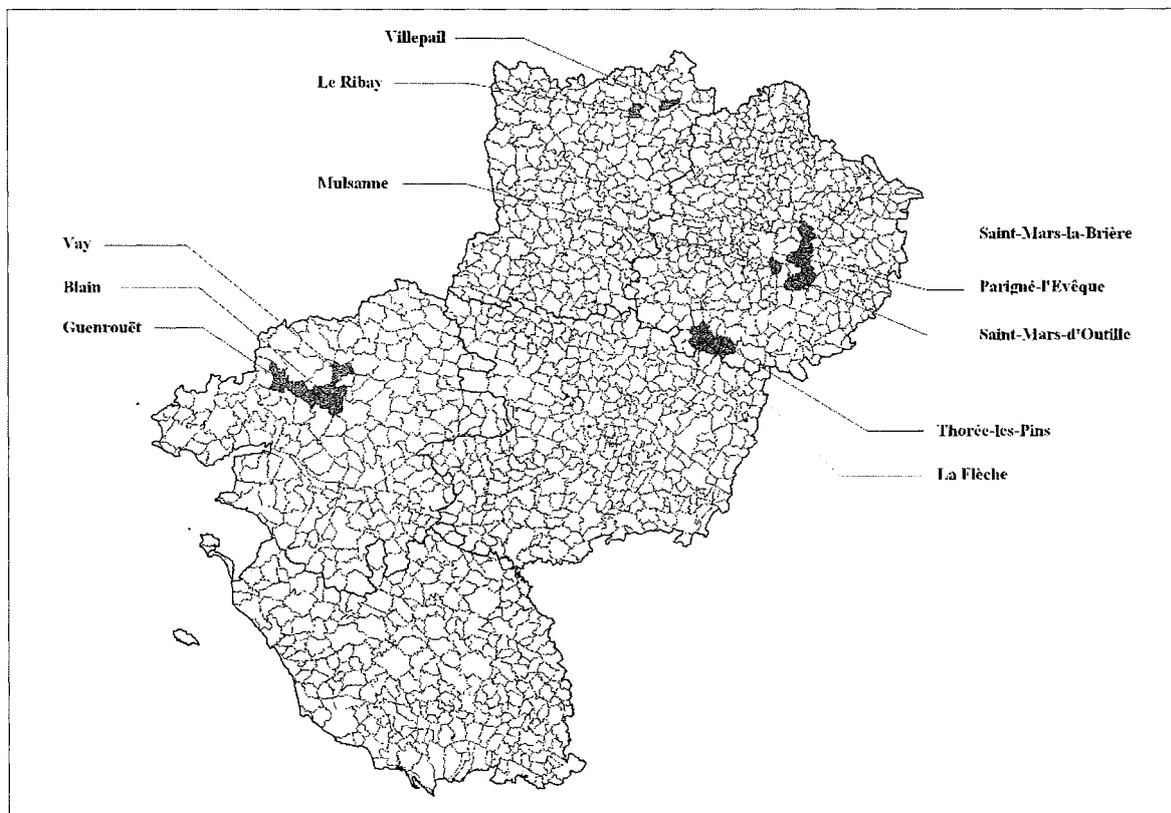
Carte 4 – Répartition par maille UTM 10x10 de *Lycopodiella inundata* au sein du Massif armoricain et de ses marges (Sources : Quéré *et al.*, 2008 ; Rivière, 2007 ; Barre *et al.*, 2004 ; Dupont, 2001 ; Provost, 1993 ; Philippon *et al.*, 2006 ; Diard, 2005 ; Braud *et al.*, 1999 ; Hunault G., Moret J., 2003 ; site internet du Conservatoire du Patrimoine Naturel Sarthois).

Au sein du Massif armoricain (carte 4), *Lycopodiella inundata* est présent dans huit des treize départements. Mis à part le Finistère, qui abrite encore un nombre relativement conséquent de stations, la situation du lycopode dans les autres départements est très précaire : disparu des départements de l'Orne, du Calvados et du Maine-et-Loire, il ne reste qu'une seule localité connue dans les départements d'Ile-et-Vilaine et du Morbihan. Les départements des Côtes-d'Armor, de la Sarthe et de la Manche abritent encore plusieurs stations.

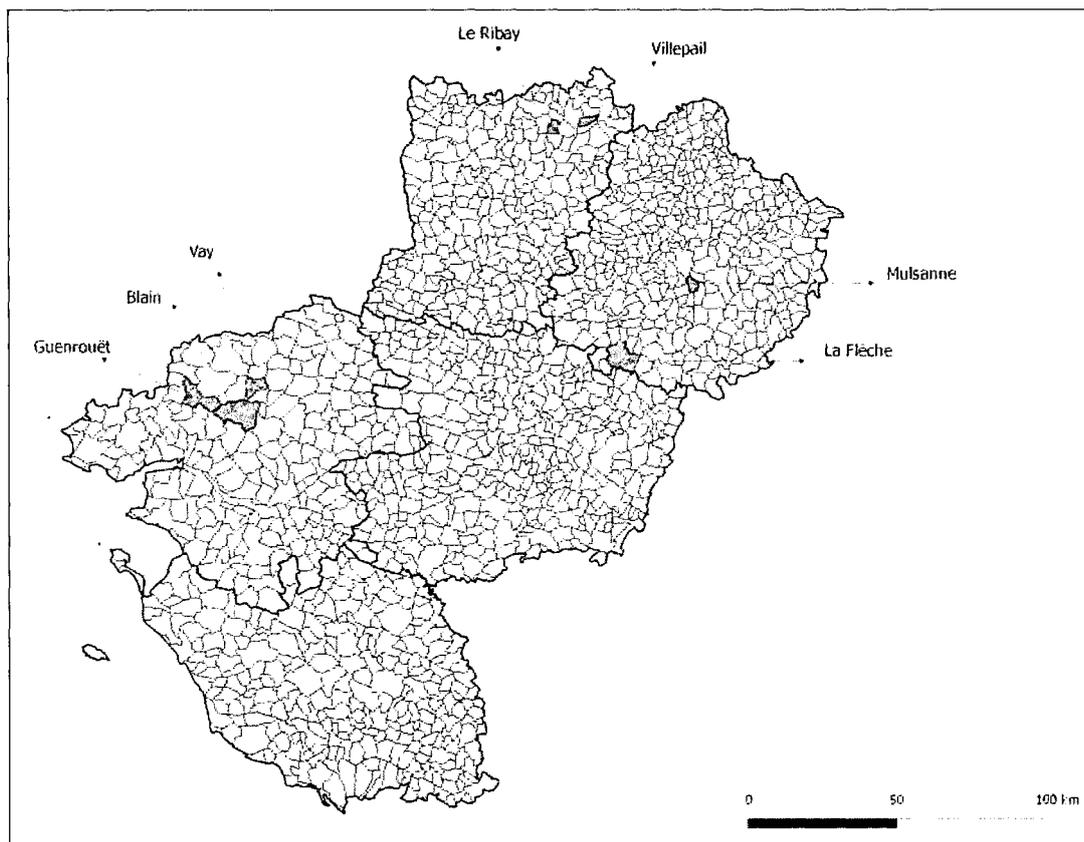
Dans les Pays de la Loire (voir cartes 5 et 6), le lycopode inondé est cité de façon contemporaine (post 1980) dans onze communes de trois des cinq départements : Vay, Blain et Guenrouët en Loire-Atlantique ; Villepail et Le Ribay en Mayenne ; Mulsanne, Saint-Mars-la-Brière, Parigné-l'Evêque, Saint-Mars-d'Outillé, Thorée-les-Pins et La Flèche en Sarthe (Hunault et Moret, 2003 ; site Internet du CBNBP). Le taxon n'a jamais été observé en Vendée et est présumé disparu du Maine-et-Loire, dans lequel il était cité dans trois communes (La Breille-les-Pins, Courléon et Soucelles), la dernière observation datant de 1902 par Laumonier (Braud, Charrier et Mourgaud, 1999).



Carte 5 – Bilan des données bibliographiques (<1980) concernant les anciennes localités de *Lycopodiella inundata* en Pays de la Loire, à l'échelle communale.



Carte 6 – Localités contemporaines (≥1980) des stations de *Lycopodiella inundata* en Pays de la Loire, à l'échelle communale.



Carte 7 – Localités actuelles (observations de 2005 à 2012) des stations de *Lycopodiella inundata* en Pays de la Loire, à l'échelle communale.

4. Biologie et cycle de reproduction

Comme nous l'avons évoqué précédemment le lycopode inondé est un Ptéridophyte. Il possède de ce fait un cycle biologique particulier, caractérisé par l'alternance de deux générations distinctes : le gamétophyte et le sporophyte.

La première, haploïde (n chromosomes), est constituée par le **gamétophyte** (encore appelé prothalle) qui est directement issu de la germination d'une spore. La plupart des espèces de Lycopodiacées possèdent un gamétophyte saprophytique qui se développe plusieurs centimètres sous terre et peut mettre plusieurs années à arriver à maturité. Dans le cas de *Lycopodiella inundata*, le gamétophyte est vert, photosynthétique et a une vie plus courte. Il s'agit d'un végétal de petite taille et de structure simple (pas de vaisseaux, ni de tige). Possédant une forme de tube d'un diamètre d'environ 3 mm, le prothalle est associé à un champignon symbiote dans sa partie inférieure, incluse dans le sol, qui lui permet de s'alimenter à partir de l'humus. Il possède des expansions foliacées chlorophylliennes dans sa partie supérieure. Il se développe à la surface du sol et est le siège d'une reproduction sexuée : les organes mâles que sont les anthéridies, contiennent des cellules mâles flagellées qui vont nager jusqu'aux organes femelles que sont les archégonies et qui contiennent la cellule reproductrice femelle, l'oosphère. Les organes reproducteurs se situent sur la face inférieure des expansions foliacées. La reproduction sexuée du lycopode inondé, comme de l'ensemble des Ptéridophytes, est dépendante de l'eau (c'est un caractère primitif) et se déroule à la faveur d'une pluie ou de la rosée. La vie du prothalle du lycopode inondé est éphémère, son cycle pouvant se dérouler en une saison.

Issu de la reproduction sexuée, le **sporophyte** est diploïde (2n chromosomes). Il s'agit de la plante feuillée, de plus grande taille que le prothalle et dont la structure anatomique est complexe (tige, racines et feuilles). Les rameaux stériles croissent d'environ 3 à 6 cm par an. Les strobiles (rameaux fertiles) atteignent 10 cm maximum. Ils apparaissent en juin-juillet, d'abord verts, puis deviennent progressivement jaunâtres en octobre-novembre, à maturité. Les spores sont produites en abondance et sont principalement disséminées par le vent (Crane *in* Byfield & Stewart, 2007). Elles peuvent cependant être dispersées par l'eau au moyen de sporanges intacts si les plantes viennent à être submergées. Aucune donnée bibliographique concernant la durée de vie des spores n'a été trouvée.

Le lycopode inondé peut également se reproduire de manière végétative, au moyen de la fragmentation. Selon Byfield et Stewart (2007), ce mode de reproduction pourrait être plus important que la reproduction sexuée, par germination de spores.

D'une manière générale, de même que dans ce plan de conservation, lorsque le nom de lycopode inondé est cité, il s'agit uniquement de la phase sporophyte.

Le lycopode inondé (sporophyte) est une plante **vivace**, **hémicryptophyte**, le bourgeon subsiste au ras du sol durant la saison défavorable. La tige rampante persiste plus ou moins longtemps en hiver, mais finit par dépérir par son extrémité postérieure jusqu'à son bourgeon terminal. Ce dernier survivra à l'hiver et permettra le renouvellement de l'individu au printemps suivant. Un même individu produit plusieurs bourgeons terminaux, au fil des années, ce même individu est composé de nombreux rameaux séparés physiquement les uns des autres. Un même individu peut donc occuper un espace de 30 à 50 cm de diamètre pour un âge compris entre 5 et 10 ans, mais des surfaces plus importantes ont déjà été observées permettant d'estimer des âges allant jusqu'à 20 ans (Byfield et Stewart, 2007).

Ce mode de développement du lycopode inondé rend impossible, au sein d'une population dense, la délimitation d'un individu avec précision, et donc le dénombrement. Dans ce rapport, et lors des suivis ultérieurs, nous utiliserons le nombre de rameaux fertiles (dressés et aisément comptables) pour évaluer l'importance d'une station.

Espèce diploïde, le lycopode inondé possède le nombre chromosomique suivant : **2 n = 156** (Prelli, 2001).

5. Génétique

Une étude génétique (Crane *in* Byfield & Stewart, 2007) menée sur des fragments de lycopode inondé provenant de quatre régions différentes du Royaume-Uni a démontré que le matériel utilisé était génétiquement le même pour les quelques enzymes testées. Plusieurs raisons peuvent expliquer cette absence de variation :

- la reproduction sexuée ne fonctionne pas, la plante se multiplie uniquement de manière végétative et grâce à la fragmentation,
- la reproduction sexuée se fait uniquement par fécondation intra-gamétophytique,
- le nombre d'enzymes testés a été insuffisant ou bien ces isozymes particuliers ne sont pas variables pour ce taxon.

Crane conclut que si la reproduction sexuée ne fonctionne pas ou que si elle ne se fait que de manière intra-gamétophytique, *Lycopodiella inundata* pourrait être le même génétiquement

dans toutes les îles Britanniques. Si tel est le cas, il suffit de préserver quelques stations pour préserver l'ensemble du pool génétique. Une étude complémentaire doit être menée afin de clarifier ces hypothèses.

Il serait intéressant de mener une expérience similaire sur des populations françaises.

6. Ecologie

Plante **pionnière** ne supportant aucune concurrence végétale, *Lycopodiella inundata* (L.) Holub se développe dans les endroits dénudés. Le substrat est peu discriminant du moment qu'il soit **oligotrophe** et **acide**. Ainsi, on retrouve le lycopode inondé aussi bien sur tourbe, sables ou boues. Ce taxon **hygrophile** affectionne les zones inondées en hiver qui s'exondent au printemps et en été et les endroits constamment humides. Le lycopode supporte une inondation de courte durée pendant la période estivale. Privilégiant les zones bien exposées, il s'agit d'une plante **héliophile**. La plante possède une assez forte amplitude altitudinale, et s'observe aussi bien en plaine qu'en moyenne montagne, de 0 à 1500 m dans les Alpes du nord (Prelli, 2001).

C'est ainsi que le lycopode inondé se rencontre aussi bien dans les tourbières à sphaignes, les landes tourbeuses acides, parfois dans des dépressions arrières littorales (Danton et Baffray, 1995), les ornières de chemins, les berges sableuses d'étangs dont le niveau d'eau est variable, etc...

Pour que *Lycopodiella inundata* se développe et se maintienne à long terme au sein de ses localités, les habitats qui l'abritent doivent subir de légères perturbations qui permettent de préserver et de créer des secteurs ouverts, favorables à l'installation et au développement de l'espèce. Ces perturbations peuvent être d'ordre abiotique (comme l'érosion) ou biotique, par exemple le pâturage extensif ou l'exploitation de carrières.

Le lycopode se retrouve aujourd'hui principalement en situation secondaire, dans des milieux mis à nu artificiellement. Parmi les huit stations actuellement connues en Pays de la Loire, cinq se trouvent dans des carrières anciennement exploitées ou encore en exploitation, dans des zones topographiquement basses où l'humidité est importante. D'après Hunault et Moret (2003), l'espèce apparaît quelques années après le décapage de la surface (4 à 5 ans), s'y maintient tant que le milieu reste ouvert, puis régresse progressivement au fur et à mesure de l'installation d'autres végétaux.

D'après Byfield et Stewart (2007), le lycopode inondé est une espèce dont les populations peuvent normalement survivre uniquement dans un contexte de **métapopulation**. Une métapopulation est un ensemble de populations locales discontinues, connectées entre-elles par des échanges génétiques. Les habitats favorables et défavorables sont alternés dans l'espace, rendant les échanges entre populations plus ou moins difficiles. Des populations trop réduites en taille, ou trop isolées, sont vouées à l'extinction. La survie d'une métapopulation dépend d'une recolonisation périodique par dispersion.

La plupart des modèles de métapopulations sont fondés sur l'équilibre entre colonisation et extinction (<http://home.comcast.net/~sharov/PopEcol/lec12/metpop.html>).

7. Phytosociologie

Dans la littérature, le lycopode inondé est généralement cité comme étant une espèce caractéristique des dépressions sur tourbe. Il est donc le plus souvent situé dans l'alliance phytosociologique du *Rhynchosporion albae* Koch 1926 (Guinochet et Villemorin, 1973 ; Julve, 1993), en compagnie de *Rhynchospora alba*, *Drosera intermedia* et de différentes sphaignes. Cet habitat, que l'on retrouve principalement au sein des tourbières, peut également se développer sur substrat sableux.

M. Provost (1998) cite l'espèce non seulement dans le *Rhynchosporion* mais également, et plus rarement, au sein du *Juncion acutiflori* Br.-Bl. in Br.-Bl. & Tüxen 1952, qui caractérise les prairies hygrophiles à mésohygrophiles sur sol tourbeux à paratourbeux, mésotrophe.

Le lycopode inondé se développe sur des substrats dénudés. Il s'agit de milieux jeunes dont la végétation est en cours d'installation, rendant souvent la caractérisation phytosociologique difficile. Nous ne traiterons donc dans ce paragraphe que des stations dans lesquelles un groupement végétal a pu être caractérisé. Les relevés 5, 6 et 11 du tableau synthétique (tableau 2) n'ont pas été rattachés à un groupement végétal.

Dans les différentes stations de Loire-Atlantique, de Mayenne et de Sarthe, le lycopode inondé se développe dans des habitats qui ont comme points communs d'être ouverts, liés à l'humidité et oligotrophes. Les principaux syntaxons dans lesquels *Lycopodiella inundata* a été observé appartiennent à la classe des MOLINIO CAERULEAE-JUNCETEA ACUTIFLORI Br.-Bl. 1950 (*Lobelio urentis-Agrostietum caninae* de Foucault 1984 nom. Ined) ; la classe des ISOETO DURIEUI-JUNCETEA BUFONII Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff., Dijk & Passchier 1946 (*Radiolo linoidis-Cicendietum filiformis* Allorge 1922) ; la classe des CALLUNO VULGARIS-ULICETEA MINORIS Br.-Bl. & Tüxen ex Klika in Klika & Hadač 1944 (*Ulici minoris-Ericenion ciliaris* (Géhu 1975) Géhu & Botineau in Bardat et al. 2004) ; la classe des SCHEUCHZERIO PALUSTRIS-CARICETEA FUSCAE Tüxen 1937 (*Rhynchosporion albae* Koch 1926) et, la classe des OXYCOCCO PALUSTRIS-SPHAGNETEA MAGELLANICI Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff., Dijk & Passchier 1946. Ces syntaxons sont resitués au sein du synsystème dans le tableau 1, et sont décrits ci-dessous. Les relevés phytosociologiques réalisés sur les stations de lycopode des quatre départements sont fournis dans le tableau 2. En plus d'une interprétation phytosociologique manuelle, ces relevés ont fait l'objet d'une analyse numérique présentée en annexe 1.

Lobelio urentis-Agrostietum caninae de Foucault 1984 nom. ined (relevés 7, 8, 9 et 12)

Cette association hémicryptophytique correspond à une prairie humide acidiphile et oligotrophe, ouverte. On la retrouve sur substrat minéral plus ou moins sableux, dans des sites subissant de grandes variations de niveaux d'eau, habituellement au bord des chemins forestiers ou de landes mais également et plus rarement, en situation de ceinture externe d'étangs (ce qui est le cas des stations de Vay et de Guenrouët). Les principales espèces qui caractérisent ce groupement sont *Lobelia urens*, *Agrostis canina*, *Carex demissa* et *Hydrocotyle vulgaris*. Il est intéressant de noter que dans la station de Vay, l'association végétale du *Lobelio urentis-Agrostietum caninae* se développe systématiquement en compagnie du groupement à annuelles du *Radiolo linoidis-Cicendietum filiformis*, décrit plus loin dans ce paragraphe. Ce phénomène est commenté par De Foucault (1984), qui « observe

des superpositions entre les deux types de communautés, les annuelles profitant des vides laissés par les vivaces pour se développer. »

Ulici minoris-Ericenion ciliaris (Géhu 1975) Géhu & Botineau in Bardat et al. 2004 (relevés 1, 2 et 3)

Comme pour le *Rhynchosporion* (voir plus loin), l'état fragmentaire de l'habitat ne permet pas de descendre au-delà de la sous-alliance dans la précision de la détermination de la communauté végétale. Des surfaces de relevés de 1 et 4 m² sont trop faibles et ne permettent pas d'identifier l'association végétale dans laquelle se développe le lycopode inondé.

La sous-alliance de l'*Ulici minoris-Ericenion ciliaris* regroupe les associations de landes atlantiques humides dont les espèces caractéristiques sont *Erica tetralix*, *E. ciliaris*, *Ulex minor*, *Calluna vulgaris*, *Molinia caerulea*... Dans les relevés qui nous concernent, nous constatons l'absence de l'ajonc nain (*Ulex minor*), qui s'explique probablement par l'état fragmentaire des habitats.

Radiolo linoidis-Cicendietum filiformis Allorge 1922 (relevés 4, 7, 8 et 9)

Il s'agit d'une association thérophytique ouverte, qui colonise les sols minéraux sablo-limoneux inondables. On la retrouve dans l'ensemble des relevés réalisés à Vay (relevés 7, 8 et 9) en situation de ceinture externe de bord d'étang (en superposition de l'association hémicryptophytique du *Lobelio urentis-agrostietum caninae*), ainsi que dans un relevé réalisé à Blain (relevé n°4) en situation de chemin inondable. Les principales espèces caractérisant cette communauté sont *Cicendia filiformis*, *Radiola linoides*, *Scirpus setaceus*, *Exaculum pusillum* (cette dernière caractérisant une race thermo-atlantique de l'association) et *Centunculus minimus*. Notons que les relevés 7, 8 et 9 ont été réalisés le long d'un gradient topographique, le relevé 7 étant le plus bas (le plus proche de l'eau) et le relevé 9 le plus haut, ce qui explique que l'on y observe des espèces de manteaux préforestier comme *Cytisus scoparius* et *Ulex europaeus*.

Classe	MOLINIO CAERULEAE-JUNCETEA ACUTIFLORI Br.-Bl. 1950	CALLUNO VULGARIS-ULICETEA MINORIS Br.-Bl. & Tüxen ex Klika in Klika & Hadač 1944	ISOETO DURIEUI-JUNCETEA BUFONII Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff., Dijk & Passchier 1946	SCHEUCHZERIO PALUSTRIS-CARICETEA FUSCAE Tüxen 1937	OXYCOCCO PALUSTRIS-SPHAGNETEA MAGELLANICI Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff., Dijk & Passchier 1946
Ordre	<i>Molinietalia caeruleae</i> Koch 1926	<i>Ulicetalia minoris</i> Quantin 1935	<i>Isoetalia durieui</i> Br.-Bl. 1936	<i>Scheuchzerietalia palustris</i> Nordhagen 1936	<i>Erico tetralicis - Sphagnetalia papilloso</i> Schwick. 1940
Alliance	<i>Juncion acutiflori</i> Br.-Bl. in Br.-Bl. & Tüxen 1952	<i>Ulicion minoris</i> Malcuit 1929	<i>Cicendion filiformis</i> (Rivas Goday in Rivas Goday & Borja 1961) Br.-Bl. 1967	<i>Rhynchosporion albae</i> Koch 1926	<i>Ericion tetralicis</i> Schwick. 1933
Sous-alliance	<i>Caro verticillati-Juncenion acutiflori</i> de Foucault & Géhu 1980	<u><i>Ulici minoris-Ericenion ciliaris</i> (Géhu 1975) Géhu & Botineau in Bardat et al. 2004</u>			
Association	<i>Lobelio urentis-Agrostietum caninae</i> de Foucault 1984 nom. ined		<i>Radiolo linoidis-Cicendietum filiformis</i> Allorge 1922	- <i>Lycopodiello inundatae - Rhynchosporium fuscae</i> Schaminée et al. ex Timmermann in Dengler et al. 2004 - <i>Drosero intermediae - Rhynchosporium albae</i> (Allorge & Denis 1923) Allorge 1926	<i>Sphagno compacti - Ericetum tetralicis</i> (Clément 1981)
Description	Prairie humide acidiphile et oligotrophe, ouverte. Caractéristique des sites subissant de grandes variations des niveaux d'eau au cours de l'année : chemins forestiers inondés en hiver, bordures d'étangs, fossés des prairies. Sur substrat minéral +/- sableux. Association thermophile, généralement associée aux chênaies acidiphiles et landes. Supporte un piétinement modéré, mais craint les pressions biotiques trop importantes.	Végétation de landes atlantiques non maritimes, généralement secondaires. Communautés mésophiles et humides.	Association amphibie des substrats sablo-limoneux ; sous climat thermo- à sub-atlantique	Communautés des sables dénudés (<i>Lycopodiello inundatae - Rhynchosporium fuscae</i>) ou des gouilles des tourbières (<i>Drosero intermediae - Rhynchosporium albae</i>).	Végétation des tourbières acides eurosibériennes, surtout localisées en France à l'étage montagnard (avec des stations planitiaires en régions très arrosées ou froides), communautés atlantiques et subatlantiques
Rattachements au code Eur 15	6410-7 - Moliniaies acidiphiles atlantiques landicoles	4020* - Landes humides atlantiques tempérées à <i>Erica ciliaris</i> et <i>Erica tetralix</i>	3130-5 - Communautés annuelles oligotrophiques à mésotrophiques, acidiphiles, de niveau topographique moyen, planitiaires à montagnardes, des <i>Isoeto-Juncetea</i>	7110*-1 - Communautés pionnières aquatiques ou hydrophiles du <i>Rhynchosporion</i> qui se développent au sein des gouilles comme stade initial de la genèse des buttes de Sphaignes et ne se rencontrent pas au sein des landes 7150 - Communautés régressives sur tourbe décapée naturellement ou artificiellement, que l'on rencontrera aussi bien au sein des landes humides ou tourbeuses qu'au sein des tourbières hautes actives, voire au niveau de sables organiques humides	7110*-1 Végétation des tourbières hautes actives (pour les tourbières actives) 7120-1 - Végétation dégradée des tourbières hautes actives, susceptible de restauration

Tableau 1 - Synsystème des groupements à *Lycopodiella inundata* et correspondance avec la nomenclature Natura 2000.

Végétation basse amphibie oligotrophe de bord de plan d'eau sablonneux

Rhynchosporion albae Koch 1926 ? (relevés 12, 13, 14, 16, 17)

A Guenrouët (44), dans la station de Carheil, le lycopode inondé se développe en bordure d'un plan d'eau oligotrophe, au sein d'une ceinture de végétation amphibie. Sur un tapis de *Sphagnum denticulatum* var. *auriculatum*, on trouve les espèces suivantes en compagnie de *Lycopodiella inundata* (voir relevé n°12) : *Drosera intermedia*, *Hypericum elodes*, *Carex demissa*, *Juncus bulbosus*, *Anagalis tenella*, *Agrostis canina* et *Lobelia urens*. La zone connaît un assèchement estival.

L'analyse du relevé phytosociologique permet de mettre en évidence la présence d'espèces caractéristiques de deux groupements différents : le *Rhynchosporion albae* Koch 1926 (représenté par *Lycopodiella inundata* et *Drosera intermedia*), qui correspond aux végétations oligotrophes et hygrophiles des gouilles ; et l'*Hyperico elodis-Potametum polygonifolii* (Allorge 1921) Br.-Bl. & Tüxen 1952 (représenté par *Hypericum elodes* et *Juncus bulbosus*), qui est une association amphibie des mares, étangs oligo à mésotrophes et des dépressions tourbeuses à sphaignes. *Potamogeton polygonifolius* se trouve à proximité du relevé, dans un secteur plus profond, toujours en eau. *Sphagnum denticulatum* var. *auriculatum* peut se trouver dans les deux groupements.

La présence simultanée de *Drosera intermedia* et de *Lycopodiella inundata* (espèces qui ne sont jamais présentes dans le groupement à millepertuis des marais et potamot) laisse penser que nous nous trouvons en présence d'un *Rhynchosporion* fragmentaire, transgressées par des espèces de l'*Hyperico elodis-Potametum polygonifolii*, dont l'optimum est situé plus bas topographiquement. L'état fragmentaire du *Rhynchosporion* peut être expliqué par la surface réduite qu'il occupe (moins d'une dizaine de m²), ce qui ne lui permet pas de s'exprimer totalement et ce qui induit, notamment, un appauvrissement du cortège floristique. Autre espèce caractéristique du groupement, *Rhynchospora alba* est très rare dans la région et la station la plus proche connue est située à plus d'une vingtaine de kilomètres, ce qui peut expliquer son absence à Guenrouët.

Nous sommes donc probablement en présence d'un *Rhynchosporion* appauvri. De même, F. Nègre-Fontanel, P. Fontanel et P. Poissonnet (1980), décrivent un groupement à lycopode inondé dans les gouilles des tourbières du Mont-Lozère qui « serait à rapprocher du *Rhynchosporium albo-fuscae* de Allorge et Gaume, 1925 (in Duvigneaud, 1949), bien que ne possédant aucun des deux *Rhynchospora* ».

En Sarthe, la majorité des stations de *Lycopodiella inundata* relèvent du *Rhynchosporion albae*. Les deux associations de cette alliance sont le *Drosero intermediae - Rhynchosporium albae* et le *Lycopodiello inundatae - Rhynchosporium fuscae*. Les différences au niveau floristiques entre ces deux associations ne sont pas évidentes à cerner (Julve, <http://www.tela-botanica.org/projets/18/telechargement/14787>) mais au niveau du biotope, le *Lycopodiello inundatae - Rhynchosporium fuscae* serait plutôt une association sur substrat minéral alors que le *Drosero intermediae - Rhynchosporium albae* serait une association sur substrat tourbeux (Catteau et al., 2009). Sur la tourbière des Faulx de Mulsanne, nous sommes en présence de l'association du *Drosero intermediae - Rhynchosporium albae*, association qui se développe sur tourbe alors que les stations de l'aérodrome de la Flèche (à l'exception d'une ne relevant pas du *Rhynchosporion albae*) sont sur substrat minéral et relèveraient donc du *Lycopodiello inundatae - Rhynchosporium fuscae* (Catteau et al., 2009). On peut noter pour la tourbière des Faulx de Mulsanne que le Lycopode se développe sur des Sphaignes vivantes alors que généralement le *Drosero intermediae - Rhynchosporium albae* se développe dans des gouilles sur tourbe nue. Quant aux stations de l'aérodrome de la Flèche relevant du *Rhynchosporion albae* elles se situent à un niveau topographique intermédiaire entre des

communautés de *Juncion acutiflori* et des communautés de lande et sont de ce fait transgressées par des espèces de ces cortèges.

Ces groupements apparaissent comme étant originaux dans la région du fait de la présence simultanée de plusieurs espèces très rares : *Lycopodiella inundata*, *Drosera intermedia*, *Drosera rotundifolia*, *Rhynchospora alba* et *Rhynchospora fusca* (hors relevé).

D'après Touffet (1969), la physionomie du *Rhynchosporietum* est particulière, avec une strate herbacée peu développée et discontinue ; la strate muscinale est mince et appliquée contre le substrat, laissant souvent des espaces dénudés. Le groupement peut être très appauvri et la végétation alors exclusivement composée d'un tapis de *Sphagnum inundatum* ou *S. auriculatum*.

Le *Rhynchosporion* se développe habituellement sur tourbe mais il peut également apparaître sur des sables, formant une ceinture au bord d'un étang oligotrophe (Romao, 1999).

Notons également que la présence de sphaignes témoigne de l'oligotrophie du milieu. Ces mousses, grâce à leurs propriétés chimiques, vont de plus accentuer ce phénomène par acidification et oligotrophisation (Bourmerias et al., 2001).

OXYCOCCO PALUSTRIS-SPHAGNETEA MAGELLANICI Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff., Dijk & Passchier 1946 ? (relevés 10, 15)

Dans la tourbière des Egoutelles à Villepail, le lycopode inondé se développe principalement en compagnie de *Drosera rotundifolia*, *Erica tetralix* et *Molinia caerulea*, sur un substrat (tourbeux ?) de très faible épaisseur. Un film d'algues filamenteuses recouvre le sol. En plus de ce cortège floristique, la présence sur le site de sphaignes (localisées), ainsi que de *Scirpus caespitosus* subsp. *germanicus* et de *Juncus squarrosus* (hors relevé) nous laisse supposer que nous sommes en présence d'une communauté végétale appartenant à la classe des OXYCOCCO PALUSTRIS-SPHAGNETEA MAGELLANICI, qui regroupe l'ensemble des végétations des tourbières acides atlantiques. Il pourrait s'agir, dans ce cas, d'une tourbière de pente, alimentée en eau par un suintement provenant du front de taille. La détermination des sphaignes présentes sur le site est cependant un élément indispensable pour confirmer si oui ou non nous nous trouvons dans un groupement de tourbière active.

Sur l'aérodrome de la Flèche, au sein de la sous-station 2 (cf. ci-après partie 5, description des stations sarthoises), le Lycopode se trouve sur des buttes de *Sphagnum compactum* en compagnie d'*Erica tetralix* et *Calluna vulgaris*. Cela peut correspondre à l'association du *Sphagno compacti - Ericetum tetralicis*. Cette association représente une transition entre l'*Ericion tetralicis* et l'*Ulicion minoris* et pourrait être classé dans cette dernière

Relevé n°	17	10	15	12	13	14	16	2	3	1	9	8	7	4	5	6	11
surface	1 m ²	3 m ²	0,5 m ²	1 m ²	4 m ²	4 m ²	4 m ²	1 m ²	1 m ²	4 m ²	1 m ²	1 m ²	1,5 m ²	400 cm ²	?	?	1,5 m ²
recouvrement total (%)	100	60	100	100	60	40	100	65	30	90	80	100	55	25	50	50	40
recouvrement muscinal (%)	100	-	100	95	10	0	80	-	-	-	45	75	?	5	40	30	-
recouvrement herbacé (%)	20	60	50	40	50	40	40	65	30	90	45	50	?	25	10	25	40
recouvrement arbutif (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pente (°)	-	-	-	-	6	3	6	-	-	-	-	5	5	-	-	-	-
exposition	-	-	-	-	sud-est	nord	sud	-	-	-	-	sud	sud	-	-	-	-
nombre d'espèces	6	8	6	12	12	13	10	8	10	11	16	17	18	8	5	10	10

<i>Lycopodiella inundata</i>	+	3	1	1	2	3	2	2	2	2	3	3	1	i	i	1	3
------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

ONXFOCCO PALUSTRIS-SPHAGNETEA M. GELLANI I Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff, Dijk & Passchier 1946

<i>Drosera rotundifolia</i>	2	2			+	1	1										
<i>Sphagnum compactum</i> (bryophyte)			5														

SCHEUCHZERIO PALUSTRIS-CARCETEAE FUSCAE Tüxen 1937

<i>Rhynchospora alba</i> Koch 1926				3													
<i>Sphagnum denticulatum</i> var. <i>auriculatum</i>				2	+					3							
<i>Anagallis tenella</i>																	
<i>Drosera intermedia</i>	2			2													
<i>Rhynchospora alba</i>	2					1											
<i>Eriophorum polystachion</i>	r																
<i>Sphagnum inundatum</i> (bryophyte)	5																
<i>Caricetalia divallianae</i>																	
<i>Spiranthes aestivialis</i>																	
Transgressive de l' <i>Hyperico elodii</i> - <i>Potamogetum polygonifolii</i> (Allorge 1921) Br.-Bl. & Tüxen 1952																	
<i>Hypericum elodes</i>				1													

CALLUNO VULGARIS-ULICETEAE MINORIS Br.-Bl. & Tüxen ex Klüka in Klüka & Hadač 1944

<i>Ulic minoris</i> - <i>Eriocention ciliaris</i> (Géhu 1975) Géhu & Botineau in Bardat et al. 2004																	
<i>Erica tetralix</i>	+	(juv.)	2	1	2	1	2			+	3						
<i>Calluna vulgaris</i>			2		2	2	2			+	i						
<i>Ulex europaeus</i>					1	1	1				1	r	(plantule)				
<i>Erica ciliaris</i>										r							
<i>Salix repens</i>								+	1 (juv.)	+	(juv.)						+
<i>Cladonia</i> sp. (lichen)					2	0	5										

MOLINIO CAERULEAE-JUNCETEAE ACUTIFLORI Br.-Bl. 1950

<i>Juncion acutiflori</i> Br.-Bl. in Br.-Bl. & Tüxen 1952																	
<i>Caro verticillat</i> - <i>Juncion acutiflori</i> de Foucault & Géhu 1980																	
<i>Lobelia urentis</i> - <i>Agrostetum caninae</i> de Foucault 1984 non. ined																	
<i>Lobelia urens</i>				+		r						r	r	1			r
<i>Agrostis canina</i>				+								r	+				
<i>Molinia caerulea</i>		2-3			3	3	3	3	1	1				1	i	2	
<i>Carex demissa</i>				1				+	+	+	r			2		r	2
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>													i	r			
<i>Juncus acutiflorus</i>		+															

ISOETO DURIEUI-JUNCETEAE BUFONII Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff, Dijk & Passchier 1946

<i>Radiola linoides</i> - <i>Cicendium filiformis</i> Allorge 1922																	
comb. caract. de l'ass.																	
<i>Cicendium filiformis</i>													r	+	r		
<i>Radiola linoides</i>													i	+	r		i
<i>Scirpus setaceus</i>													i		1		1
<i>Juncus bufonius</i>													i				
différentielle d'association																	
<i>Tuberaria guttata</i>													+	1	1		
caract. des niveaux sup.																	
<i>Juncus bulbosus</i>		1		r								r	r	2			1
<i>Exaculum pusillum</i>														+			
<i>Centunculus minimus</i>														r			

Ulic europaei-*Cytision scoparü* Rivas-Martinez, Bascones, T.E. Dida, Fernández G. rzález & L. Idi 1991

<i>Cytisus scoparius</i>																	
																	+

NARDETEAE STRICTAE

<i>Nardus strictae</i> - <i>Juncion squarrosi</i>																	
<i>Juncus squarrosus</i>							r										
<i>Pedicularis sylvatica</i>					2												

espèces autres

<i>Juncus articulatus</i>					r		1										
<i>Juncus effusus</i>											r	+	+				
<i>Hypochoeris radicata</i>				i							+	+					+
<i>Prunella vulgaris</i>											r	r	r	i			
<i>Leontodon taraxacoides</i>										r	r	r	r		r	r	
<i>Lotus uliginosus</i>														1			
<i>Eleocharis multicaulis</i>					+	1		+	+	1							r
<i>Juncus tenuis</i>													i				
<i>Hedera helix</i>														r			r
<i>Lycopus europaeus</i>														r			
<i>Populus tremula</i>													1				
<i>Juncus</i> sp.													+				
<i>Holcus</i> sp.														i			
<i>Mentha</i> sp.															+		
<i>Agrostis</i> sp.										r							
<i>Juncus</i> sp.														i			
<i>Erica</i> sp. (plantule)																	i
<i>Pinus sylvestris</i> (plantule)		r									r						r
<i>Pinus pinaster</i> (plantule)				r			+										
<i>Betula</i> sp.											r (plantule)						
<i>Betula pendula</i>														r		r (plantule)	
<i>Betula pubescens</i> (juv.)					1		1	r	r				r				+
<i>Salix atrocinerea</i>		+			r (juv.)								i				
<i>Salix</i> sp. (plantule)																	
<i>Hieracium</i> cf. <i>vilgatum</i>																	+
<i>Centaurea erythraea</i>																	r
<i>Leontodon autumnalis</i>																	r
<i>Frangula alnus</i> (plantule)																	r
<i>Pinus</i> sp. (juv.)	0		0		i	0	r										

Relevés 1 à 6 : stations 1 à 6 de la carrière de Mespras (Blain, 44). Relevés effectués par D. Chagneau, A. Lachaud et G. Thomassin le 04/07/05

Relevés 7 à 9 : station de la Pellais (Vay, 44). Le relevé 7 se situe dans les zones les plus basses, les relevés 8 et 9 sont au contact mais plus haut topographiquement. Relevés effectués par D. Chagneau, A. Lachaud et G. Thomassin le 04/07/05

Relevé 10 : station de Villepail (53), tourbière des Egoutelles. Relevé effectué par B. Jarri et G. Thomassin le 11/07/06

Relevé 11 : station du Ribay (53), carrière du Bas Bois. Relevé effectué par B. Jarri et G. Thomassin le 11/07/06

Relevé 12 : station de Carheil (Guenrouet, 44), relevé effectué par G. Thomassin le 09/08/06

Relevé 13 (2013060315206Val) : station de l'aérodrome de La Flèche-Thorée les Pins (72) située à l'est de la piste SW-NW. Relevé effectué par J. Vallet le 24/07/2012.

Relevé 14 (20130603153529Val) : station de l'aérodrome de La Flèche-Thorée les Pins (72) située au nord de la piste W-E, juste au sud du fossé de drainage. Relevé effectué par J. Vallet le 24/07/2012.

Relevé 15 (20130603154043Val) : station de l'aérodrome de La Flèche-Thorée les Pins (72) située au nord de la piste W-E, juste au sud du fossé de drainage, sur une butte de *Sphagnum compactum*. Relevé effectué par J. Vallet le 24/07/2012.

Relevé 16 (20130603154944Val) : station de l'aérodrome de La Flèche-Thorée les Pins (72) située au nord de la piste W-E, juste au nord du fossé de drainage. Relevé effectué par J. Vallet le 24/07/2012.

Relevé 17 (20130603150823Val) : station de Mulsanne, tourbière des Fauix, relevé effectué par J. Vallet le 06/08/2012.

Tableau 2 – Relevés phytosociologiques des stations de *Lycopodiella inundata* en Loire-Atlantique, Mayenne et Sarthe.

8. Atteintes et menaces, régression

Déjà considéré comme rare au 19^{ième} siècle (Lloyd, 1886), le lycopode inondé subit néanmoins une régression généralisée sur l'ensemble de son aire de répartition. En France, il est encore présent dans de nombreuses stations, mais sur les 69 départements dans lesquels l'espèce a été observée depuis le 19^{ième} siècle, celle-ci a disparu de 21 d'entre eux, soit environ 30 % (voir carte 3). De plus, au sein de chaque département, la situation du lycopode inondé est le plus souvent très précaire, car sur les 48 départements où l'espèce est présente actuellement, celle-ci est signalée comme étant très rare dans 46 d'entre eux (soit 96 %) et comme peu fréquente dans les 2 départements restant.

Cette régression s'observe également à l'échelle du massif armoricain et de ses marges. Ainsi, sur les 79 mailles UTM 10x10 Km dans lesquelles la plante a été signalée depuis environ 150 ans, 21 contiennent encore l'espèce, tandis qu'elle a disparu de 58 mailles. Ce qui fait une régression de plus de 73% des mailles.

Sur un territoire plus restreint et à une échelle plus fine, nous pouvons faire le même constat. Si l'on prend l'exemple des Pays de la Loire (voir cartes 5 et 6), les différentes sources bibliographiques citent le lycopode inondé dans 27 communes (Lloyd, 1886 ; Abbayes (des), 1971 ; site internet du Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien ; Braud, Charrier, Mourgaud, 1999) alors qu'il n'est aujourd'hui connu que dans sept localités (3 en Loire-atlantique, 2 en Mayenne et 2 en Sarthe), soit une disparition de 74% des localités des Pays de la Loire en moins de 150 ans. A une échelle spatiale et temporelle plus fine, sur les six stations recensées entre 1980 et 2005 en Sarthe, seules deux ont été observées en 2012. Le tableau 3 présente les anciennes citations de l'espèce dans la bibliographie et les herbiers présents au Muséum d'Histoire Naturelle de Nantes. Ce constat de régression à échelle fine est à nuancer par le fait que les stations connues actuellement ont été découvertes ces dernières années et sont probablement apparues récemment.

Ce phénomène peut être expliqué par plusieurs raisons. D'une part l'écologie de l'espèce : en effet, le lycopode étant une plante pionnière, l'abandon d'un site et l'absence de gestion entraîne sa fermeture. D'autre part, l'ensemble des habitats dans lesquels il se développe sont très fragiles et également menacés. Les tourbières et la gestion extensive dont elles faisaient l'objet ont pratiquement disparu, l'eutrophisation quasi-généralisée des eaux de la région, le drainage des zones humides et l'arrêt de l'exploitation agro-pastorale des landes sont des facteurs qui ont considérablement réduit les surfaces nues et les habitats susceptibles d'accueillir *Lycopodiella inundata*.

Dans l'hypothèse où le lycopode inondé ne peut survivre à long terme que dans un contexte de métapopulation (voir paragraphe I. 6), la fragmentation des habitats serait également un facteur important dans la régression constatée de l'espèce.

De plus, d'après Page (1997), il existe une coïncidence forte entre les zones de plus grande régression de l'espèce et les zones les plus touchées par la pollution atmosphérique. Cela suggère que le lycopode inondé serait particulièrement sensible à la pollution, ce qui pourrait être appuyé par le fait que le lycopode se développe dans des milieux oligotrophes et dépend donc fortement des apports de l'eau de pluie et des écoulements superficiels.

L'ensemble de ces facteurs de régression explique que chaque station prise individuellement se trouve en situation très précaire.

Dép	Commune	Lieu-dit	Observateurs	Période d'observation	Sources (auteurs des flores)
44	Brains / Port-saint-Père	Landes de Laca	Pesneau, Lloyd	Avant 1897	Lloyd (1897)
44	Derval	D 165 au niveau de l'étang neuf		Avant 1897	Lloyd (1897)
44	Riaillé	Forêt d'Ancenis	Guiho		Lloyd (1897)
44	Saint-Gildas-des-Bois		Delalande, Lloyd	Avant 1897	Lloyd (1897)
44	Sévérac		Menier, Delalande, Rostaing de Rivas	1842-1843	Herbiers du MHN de Nantes
49	La Breille-les-Pins	Marais de la Breille,	Menier	1868	Herbiers du MHN de Nantes
		Près des étangs supérieurs	Besnard, Dr Laumonier	Avant 1881	Piron (1977)
49	Courléon	Landes de Courléon	Trouillard	Avant 1868	Piron (1977)
49	Soucelles		Laumonier	1902	Erica (1999)
53	Argentré		René-Henri Courcelle		Des Abbayes (1971)
53	Desertines	D178, nord de l'intersection avec le chemin de la Haie-Cherel	René-Henri Courcelle		Des Abbayes (1971)
53	Hardanges		René-Henri Courcelle		Des Abbayes (1971)
53	Laval		René-Henri Courcelle		Des Abbayes (1971)
53	Levare		René-Henri Courcelle		Des Abbayes (1971)
53	Pré-en-Pail		René-Henri Courcelle		Des Abbayes (1971)
53	Le Ribay		René-Henri Courcelle		Des Abbayes (1971)
53	Saint-Cénééré		René-Henri Courcelle		Des Abbayes (1971)
53	Saint-Cyr-en-Pail		René-Henri Courcelle		Des Abbayes (1971)
53	Saint-Fraimbault-de-Prières	Landes de Glaintin	René-Henri Courcelle, revu par les auteurs de la flore	Avant 1971	Des Abbayes (1971)
53	Villepail		René-Henri Courcelle		Des Abbayes (1971)
72	Ardenay-sur-Mérize	Marais à gauche de la route d'Ardenay à Bouloire	Non connu	Avant 1838	Desportes (1838)
			Huard	Avant 1882	Huard (1882)
		Marais à gauche de la route d'Ardenay à Bouloire	Non connu	Avant 1894	Gentil (1894)
72	Le Breil-sur-Mérize	Le Breil, vallon sablonneux et marécageux entre les étangs de Pescheray et la route de St-Calais au Mans	Pierre Diard	Avant 1852	Diard (1852)
72	Champagné	Landes de la Coquillière et du Parc route d'Auvours à Ardenay	Non connu	Avant 1838	Desportes (1838)
72	Le Mans	Pontlieue, entre la poudrière et la ligne de Tours	Ambroise Gentil	1894	Gentil (1894)
72	Mulsanne	Les Faulx	Abot	1907	Gentil (1908)
		Les Faulx	Francis Zanré ; Bernard Tilly, Gérard Hunault ; Raphaël Masmi ; Jeanne Vallet	1996, 1997, 2006, 2012	CBNBP
72	Saint-Mars-la-Brière		Huard, Crié	1882, 1887	Huard (1882)
		St.-Mars-la-Bruyère près le château	Louise Cauvin	Avant 1838	Desportes (1838)
		Landes de la Coquillière et du Parc route d'Auvours à Ardenay	Non connu	Avant 1838	Desportes (1838)
		Camp d'Auvours, 1 km à l'ouest de l'observatoire sud	Emmanuel Fournier, Séverine Hubert	1998	Fournier et Hubert (1999)

Dép	Commune	Lieu-dit	Observateurs	Période d'observation	Sources (auteurs des flores)
72	La Suze-sur-Sarthe		Edouard Guéranger	1894	Huard (1882)
72	Yvré-l'évêque	La Fourche d'Auvours	Huard	Avant 1882	Huard (1882)
		Yvré-l'Evêque, route d'Ardenay, marécage près de l'abri n°1	Irénée Thériot	Avant 1888	Gentil (1888)
			Ambroise Gentil	1894	Gentil (1894)

Tableau 3 – Liste des anciennes localisations (<1980) de *Lycopodiella inundata* L. en Pays de la Loire.

9. Statut de protection

Malgré le nombre de stations existant encore à l'heure actuelle, la très forte régression du lycopode inondé évoquée ci-dessus explique son inscription à de nombreuses listes de protection :

- liste des espèces végétales protégées au niveau national, annexe 1 (arrêté ministériel du 20 janvier 1982, modifié par les arrêtés du 15 septembre 1982 et du 31 août 1995),
- livre rouge de la flore menacée de France, tome 1 (Olivier *et al.*, 1995),
- liste rouge de la flore menacée du Massif armoricain (Magnanon, 1993),
- liste rouge régionale des plantes vasculaires rares et/ou menacées en Pays de la Loire (Lacroix *et al.*, 2008),
- liste régionale indicative des espèces déterminantes en Pays de la Loire (Hunault, 1999),
- liste rouge de la flore vasculaire indigène rare et menacée de Loire-Atlantique (Lacroix *et al.*, 2006),
- annexe V de la directive Habitats, Faune, Flore. Directive européenne 92/43/CEE du conseil du 21 mai 1992 : Espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont le prélèvement dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion.

Le Lycopode fait aussi partie de la liste nationale des espèces dites SCAP (Stratégie de Création d'Aires Protégées) c'est-à-dire des espèces pour lesquelles il est nécessaire de renforcer le réseau des aires protégées.

L'ensemble des habitats dans lesquels se développe *Lycopodiella inundata* sont également reconnus d'intérêt communautaire par la Directive Habitats. Ils sont identifiés selon la nomenclature Natura 2000 sous les codes suivants :

- **3130-5** : Communautés annuelles oligotrophiques à mésotrophiques, acidiphiles, de niveau topographique moyen, planitiaires à montagnardes, des *Isoeto-Juncetea*. Cet habitat concerne le *Radiolo linoidis-Cicendietum filiformis* Allorge 1922.
- **6410-7** : Moliniaies acidiphiles atlantiques landicoles. Cet habitat concerne le *Lobelio urentis-Agrostietum caninae* de Foucault 1984 nom. ined.
- **4020*** - Landes humides atlantiques tempérées à *Erica ciliaris* et *Erica tetralix*. Cet habitat concerne le *Calluno vulgaris-Ericetum tetralicis* (Tüxen 1937) Géhu & Wattez 1975.

- **7150** : Dépressions sur substrat tourbeux du *Rhynchosporion* (communautés cicatriciennes se développant sur des surfaces de tourbe mise à nu ou sur des substrats minéraux).
- 7110*-1** Végétation des tourbières hautes actives (pour les tourbières actives).

Eventuellement pour les végétations de l'OXYCOCCO PALUSTRIS-SPHAGNETEA MAGELLANICI Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff., Dijk & Passchier 1946 , à vérifier :

- 7120-1** - Végétation dégradée des tourbières hautes actives, susceptibles de restauration.

II. ETAT DES LIEUX DES STATIONS SITUEES EN PAYS DE LA LOIRE

1. Localisation

Les stations connues aujourd'hui en Pays de la Loire sont réparties en Loire-Atlantique, en Mayenne et en Sarthe, l'espèce n'ayant jamais été observée en Vendée et présumée disparue de ses stations du Maine-et-Loire.

En Loire-Atlantique, l'espèce a longtemps été considérée comme étant disparue, puisqu'elle n'a été retrouvée dans aucune de ses anciennes localités (Dupont, 1983), (carte 5). De fait, la redécouverte du lycopode inondé dans ce département a été faite plus de 100 ans après la dernière observation, dans de nouveaux sites correspondant tous à d'anciennes carrières (sables et graviers), situées sur un territoire relativement restreint localisé autour de la forêt du Gâvre, à environ 35 Km au nord-ouest de Nantes. La première redécouverte date de 1995 et a été effectuée à [REDACTED] (Blain), depuis, deux autres observations ont été faites, à Vay et à Guenrouët, la dernière datant de juillet 2006.

En Mayenne, les trois stations connues actuellement se trouvent également dans un secteur géographique restreint puisqu'elles ne sont distantes les unes des autres que d'une vingtaine de kilomètres. Situées au nord-est du département à environ 50 km au nord-est de Laval, deux stations sont établies sur la Corniche de Pail, sur la commune de Villepail, tandis que la station de la commune du Ribay se trouve à une quinzaine de kilomètres à l'ouest des premières.

En Sarthe, l'espèce a été citée sur douze communes. On peut distinguer un noyau de populations à l'est du Mans (dans un triangle constitué par Saint-Mars-la-Brière/Saint-Mars d'Outillé et Mulsanne) connu depuis le XIX^{ème} siècle (carte 5) et un noyau plus petit au sud, en vallée du Loir (La Flèche-Thorée-les-Pins), découvert dans les années 1990 (carte 6). Une station isolée de ces noyaux a été signalée à la Suze-sur-Sarthe au XIX^{ème} siècle (carte 5). Parmi les huit communes où l'espèce a été signalée au XIX^{ème} siècle ou durant la première moitié du XX^{ème} siècle, seule deux ont fait l'objet d'observations contemporaines (camp d'Auvours au niveau de la Coquillière et tourbière des Faulx à Mulsanne). En plus de ces deux stations, l'espèce a été signalée entre 1990 et 2000 sur quatre autres communes où elle n'était pas connue historiquement dont une partie sur des nouveaux sites (bords d'étangs liés à l'extraction de grave notamment). Parmi ces six stations observées entre 1990 et 2000, l'espèce n'a été retrouvée en 2012, lors des prospections spécifiques réalisées dans le cadre de ce plan de conservation, que dans deux d'entre elles. L'espèce semble donc assez instable dans ces stations et paraît avoir subi une forte régression en Sarthe ces dernières années.

2. Statut des stations

Le statut foncier des stations de lycopode inondé est donné dans le tableau 4. Notons que parmi les différents propriétaires de parcelles abritant du lycopode inondé, huit sont des particuliers, deux sont des sociétés anonymes (des carriers) et trois sont des collectivités territoriales (Conseil Général de Mayenne, Communauté de communes de Villaines-la-Juhel et Commune de la Flèche).

En Mayenne, deux stations se situent au sein du Parc Naturel Régional de Normandie-Maine, il s'agit des deux stations de la corniche de Pail. Ces deux dernières appartiennent à un Site

d'Importance Communautaire (SIC), nommé « Forêt de Multonne, corniche de Pail et vallée de Sarthon » (identifiant régional FR5200640) proposé par la France pour intégrer le réseau Natura 2000. Elles sont également inscrites à l'inventaire du patrimoine naturel de la région des Pays de la Loire, dans la Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique, et Floristique (ZNIEFF) de type II « Corniche de Pail » (identifiant régional 30580000).

La station des Egoutelles bénéficie en outre d'un Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope intitulé « Lande humide des Egoutelles » daté du 5 septembre 1986, d'une surface de 3 hectares et dont la gestion incombe à l'association Mayenne Nature Environnement.

En Loire-Atlantique, les trois stations de lycopode inondé répertoriées actuellement sont inscrites à l'inventaire du patrimoine naturel de la région des Pays de la Loire. Les stations de Guenrouët () et de Blain () appartiennent respectivement aux Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique de type I suivantes : «

. La station de Vay () est localisée au sein de la ZNIEFF de type II : «

En Sarthe, les deux stations de lycopode inondé répertoriées actuellement sont en ZNIEFF. La station de La Flèche est dans la ZNIEFF de type 2 «

et celle de type 1 «

En outre, une partie de la population de la station de la Flèche s'inscrit dans le Site d'Intérêt Communautaire « Vallée du Loir de Bazouges à Vaas » (FR5200649). Il serait pertinent que ce site soit élargi où se trouve une proportion importante de la population de Lycopode ainsi que d'autres espèces patrimoniales dont le Spiranthe d'été (*Spiranthes aestivalis*), espèce de l'annexe 4 de la directive Habitat-Faune-Flore.

Tableau 4 – Statut foncier des stations de lycopode inondé.

3. Description des stations de Loire-Atlantique

Les trois stations connues actuellement en Loire-Atlantique sont des découvertes récentes, le lycopode inondé n'ayant pas été ré-observé dans les cinq anciennes localités citées dans la bibliographie (tableau 3) qui date de la fin du 19^{ème} siècle.

Les trois stations se situent toutes autour de la forêt du Gâvre dans d'anciennes sablières.

a. Géologie (d'après BRGM, 1983, 1989)

Les trois stations de Loire-Atlantique sont situées sur un affleurement datant du Pliocène (-5,3 à -1,75 millions d'années). Les dépôts résultent vraisemblablement d'une sédimentation marine, survenue lors de la dernière transgression ayant atteint ce secteur, qui a envahi un réseau hydrographique préexistant, la cuvette de Blain fonctionnant comme un piège sédimentaire.

La carrière de [REDACTED] (Blain) se situe sur un affleurement constitué plus précisément de « sables et graviers rouges à jaune chamois ».

La sablière de Vay, se situe sur les mêmes sables que la carrière de [REDACTED], mais elle est en partie recouverte par un dépôt quaternaire appelé « Plio-Quaternaire indifférencié », qui correspond à un remaniement survenu au Pléistocène des sables et graviers. A ces matériaux se mêlent alors des cailloutis souvent rubéfiés, patinés ; les éléments en sont parfois lessivés et corrodés, témoignant des conditions hydrochimiques instables.

La gravière de Guenrouët correspond à un « faciès graveleux (type forêt du Gâvre) » du Pliocène. L'épaisseur de ce dépôt va de 1 à 4 mètres, la carrière abritant le lycopode se trouvant dans le secteur le plus épais. Il se compose de graviers et de galets de quartz compris dans une matrice sableuse rouge orangé généralement peu abondante. Les éléments sub-angulaires et émoussés dominant très largement et témoignent d'une usure marine perfectionnée. Les bancs de graviers et de galets sont parcourus par quelques strates sableuses discontinues et minces (d'ordre centimétrique).

b. Station de la carrière de [REDACTED] (Blain)

Le lycopode inondé a été redécouvert par B. Jarri en 1995 dans une ancienne gravière située sur la commune de Blain. Il s'agit d'une station nouvelle, l'espèce n'ayant jamais été citée sur cette commune auparavant.

L'ancienne carrière se trouve [REDACTED]

D'après Aurélia Lachaud (2006), « la carrière de [REDACTED] a été exploitée jusque dans les années 1980 par M. Louchard qui extrayait à la pelleuse à la fois du sable et des graviers roulés, notamment pour la confection de dalles ».

Cette station est en réalité un regroupement de 7 micro-stations disséminées sur l'ensemble de la carrière (voir photo aérienne page 27). Cette dernière, du fait des variations de niveau topographique qu'elle connaît, abrite une grande diversité d'habitats qui vont des milieux aquatiques aux milieux secs. Il en est de même pour les espèces végétales remarquables. La carrière est constituée de plusieurs plans d'eau peu profonds aux berges verticales résultant de l'extraction de graviers et de sables. Ces plans d'eau, qui connaissent des variations saisonnières du niveau d'eau, abritent certaines des végétations aquatiques caractéristiques de l'habitat d'intérêt communautaire 3110-1 : « *Eaux stagnantes à végétation vivace oligotrophique planitiaire à collinéenne des régions atlantiques, des Littorelletea uniflorae (pour les eaux stagnantes)* ». On y retrouve notamment des herbiers à *Utricularia australis*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Eleocharis multicaulis* ou *Pilularia globulifera*, un herbier à *Scirpus fluitans*, mais aussi l'association à *Potamogeton polygonifolius* et *Hypericum elodes* (*Hyperico elodis-Potamogeton polygonifolii*), qui forme des radeaux flottants. Ce groupement végétal est considéré comme étant un stade pionnier aquatique d'une dynamique de végétation pouvant évoluer vers la lande tourbeuse ou la tourbière, puisqu'il participe à l'atterrissement du plan d'eau (Manneville, 1999). De plus, des sphaignes se développent depuis quelques années (*Sphagnum denticulatum* var. *auriculatum* et *Sphagnum squarrosum*), confirmant ce potentiel évolutif.

Entre les plans d'eau, les nombreux chemins inondables de la carrière abritent les végétations du *Cicendion filiformis* et notamment le *Radiolo linoidis-Cicendietum filiformis* Allorge 1922 (association amphibie des substrats sablo-limoneux) avec *Exaculum pusillum* (PR), *Cicendia filiformis*, *Centunculus minimus*, et *Radiola linoides*. On rencontre également, dans des secteurs plus protégés de petites zones de lande humide à *Erica tetralix*, *Erica ciliaris* et *Salix repens* appartenant au *Calluno vulgaris-Ericetum tetralicis* (Tüxen 1937) Géhu & Wattez 1975.

Ces deux groupements caractérisent des habitats d'intérêt communautaire, et abritent des stations de lycopode inondé, ils sont décrits dans le paragraphe I-7.

Sur le pourtour et dans les secteurs les moins humides de la carrière, on rencontre des boisements : les secteurs les plus humides abritent des boulaies pubescentes à *Osmunda regalis* tandis que dans les zones les plus hautes topographiquement, on rencontre des chênaies à *Quercus robur*.

En 2005, la carrière de [REDACTED] abritait 7 micro-stations de lycopode inondé réparties sur l'ensemble du site. La plante colonise majoritairement les sommets de berges inondés en hiver.

Station de Mespras, Blain : localisation des micro-stations.

La micro-station 1 se situe sur le haut de la berge du plan d'eau principal. Réparti sur environ 4 m², le lycopode inondé possède un recouvrement estimé entre 5 et 25%. Cette micro-station est entretenue de manière artificielle par le propriétaire de la parcelle qui tond régulièrement le haut de la berge du plan d'eau. Malgré la forte densité de la végétation (recouvrement total de 90%), qui devrait empêcher le développement du lycopode, la gestion appliquée au site présente l'avantage de maintenir une hauteur de végétation très basse. Ceci permet probablement au lycopode de subsister dans cette station, qui tend à évoluer, en l'absence de gestion,



vers une lande humide à *Erica tetralix* (voir relevé 1, tableau 2). La faible pratique de la pêche sur la berge tend également à freiner l'évolution vers la lande, sans nuire au lycopode inondé.

La micro-station 2 est localisée quelques dizaines de mètres au nord-est de la précédente, sur une petite digue qui délimite un ancien trou d'extraction au sein d'un second plan d'eau. Sur une surface de 3 m², le lycopode inondé possède un recouvrement qui atteint 20% dans les zones les plus denses. La végétation relativement ouverte (voir relevé 2, tableau 2) est dominée par *Molinia caerulea*. La présence d'*Erica tetralix* et de *Salix repens* au stade juvénile atteste de la potentialité d'une évolution vers la lande humide. Cependant, l'installation de jeunes individus de *Betula pubescens* préfigure une évolution rapide vers le stade boisé, qui s'accompagnerait de la disparition du lycopode au sein de cette micro-station.

La micro-station 3 se trouve au bord du même plan d'eau que la précédente, juste en contrebas du chemin d'accès à la carrière, dans une ouverture permettant d'accéder au plan d'eau d'extraction. La station 3 est la plus importante du site de Mespras, avec une surface de 6 m² et un recouvrement qui atteint 25%. Egalement située en contexte de lande humide à *Erica tetralix* ouverte (voir relevé 3, tableau 2), la population de lycopode inondé est cependant menacée de disparition à moyen terme du fait de la hauteur de végétation importante qui réduit l'ensoleillement du site mais aussi en raison de l'apparition d'espèces arborescentes comme *Betula pubescens* et *Pinus sylvestris*. Ces espèces, si leur développement n'est pas contrôlé, risquent de provoquer la fermeture du milieu et la disparition du lycopode.



La micro-station 4 est constituée d'un unique individu de *Lycopodiella inundata* qui est situé sur la berge à l'angle sud-ouest du plan d'eau le plus au nord de la carrière. La végétation, piétinée est très ouverte. Malgré le caractère relictuel de la station et la faible surface du relevé phytocologique effectué (voir relevé 4, tableau 2), la présence de *Radiola linoides*, *Cicendia filiformis* et de *Scirpus cetaceus* tend à montrer que nous nous trouvons au sein de l'association du *Radiolo linoidis-Cicendietum filiformis* Allorge 1922. Cette association pionnière riche en annuelles caractérise les sols sablo-limoneux humides et oligotrophes. Etant donné sa situation géographique, cette micro-station est sujette au piétinement. Elle subit de plus des traitements aux herbicides. Ces facteurs font que cette station est menacée de disparition à court terme.

Egalement constituée d'un unique pied, **la micro-station 5** est localisée sur la berge de l'étang le plus au nord, au niveau d'une presqu'île située en son milieu. Le lycopode se développe au sein d'une végétation, dominée par des mousses hépatiques. La strate herbacée ne recouvre que 10% du sol et le peu d'espèces qui se trouvent aux côtés du lycopode sont constituées d'individus uniques ou rares, ou de stades plantules (voir relevé 6, tableau 2). L'utilisation de désherbants sur la zone explique le phénomène. Comme la station précédente, elle est menacée de disparition à court terme.



La micro-station 6 se trouve également sur une presqu'île de l'extrémité est du plan d'eau le plus au nord. Sur une surface de 4 m², le lycopode occupe jusqu'à 5% de recouvrement. Dominée par la molinie et menacée par le développement des bouleaux (*Betula pubescens* et *B. pendula*), la végétation n'a pu être caractérisée précisément.

La micro-station 7 est la seule qui ne se trouve pas en contexte de bordure inondable d'étang. Elle se situe au milieu d'un chemin très peu emprunté, au sommet d'une ornière. Le secteur est cependant constamment humide et probablement inondé en hiver. La station se compose d'une dizaine de pieds de *Lycopodiella inundata*, qui se trouvent au milieu d'une végétation qui évolue vers la lande humide à *Erica tetralix* (aucun relevé n'a été effectué sur cette zone). La seule menace qui pèse sur cette station est la fermeture du milieu qui surviendra à moyen terme.

Hormis les abords directs de certains plans d'eau, l'ancienne carrière n'est soumise à aucune gestion. La dynamique spontanée de la végétation tend à faire évoluer les stades initiaux dénudés vers la lande humide, puis le boisement.

c. Station [REDACTED] (Vay)

Carte 9 – Localisation de la station de Vay (44).

La découverte à Vay (44) du lycopode inondé a eu lieu en 2002, successivement par François Dussoulier, puis par Isabelle Mallet et Bruno Vieillard.

La station de lycopode se trouve [REDACTED]

La carrière est une ancienne sablière dont les dernières extractions ont eu lieu en 2000 pour les parties les plus récentes. Plusieurs entreprises ont exploité la carrière, dont Charrier TP. L'arrêt de l'exploitation du secteur à *Lycopodiella inundata* est certainement plus ancien au vu de l'évolution de la végétation (Lachaud, 2006). Comme la carrière de [REDACTED], le substrat est composé de sables et de graviers (voir paragraphe II-3-a). La carrière comporte de nombreux anciens trous d'extraction, tous en eau aujourd'hui dont certains abritent une flore remarquable. Les secteurs les plus hauts topographiquement abritent une végétation de fourrés préforestiers à ajonc d'europe (*Ulex europaeus*) et genêt à balai (*Cytisus scoparius*) très dense et peu diversifiée, ou bien des boisements jeunes dominés par le bouleau (*Betula pendula*).

Le lycopode est, dans cette station, beaucoup plus abondant que dans la carrière de [REDACTED] à Blain. La station compte plusieurs milliers d'individus répartis sur environ 50 m². Mis à part un individu observé dans la partie nord de la carrière, durant l'hiver 2005-2006 mais non revu en 2006, l'ensemble de la population se situe au sud-ouest de la carrière, sur les berges en pente douce d'un plan d'eau.

Il forme une ceinture au niveau des zones exondables et se développe au sein du groupement vivace hygrophile du *Lobelio urentis-Agrostietum caninae* de Foucault 1984 nom. ined. ainsi qu'au sein de l'association thérophytique du *Radiolo linoidis-Cicendietum filiformis* Allorge 1922. D'après De Foucault (1984), cette association d'annuelles profite des vides laissés par les vivaces pour se développer. Nous nous trouvons, par conséquent, dans le cas d'une superposition de deux types de communautés.

Station [REDACTED], Vay : localisation du Lycopode inondé au sein de l'ancienne sablière

La sous-station située à l'est (secteur est) abrite l'essentiel des effectifs de lycopode inondé. Par place, l'espèce peut avoir un recouvrement avoisinant les 50% et ceci sur plusieurs mètres carrés. Il a été estimé plus de **2000 épis sporifères répartis en 4 îlots totalisant une surface d'environ 100 m²**. Cependant, depuis notre précédente visite en 2005, il semble que la station se soit développée.

La sous-station située au nord (secteur nord) est beaucoup plus restreinte en terme d'effectifs. Les individus épars ont un faible recouvrement et sont disséminés le long de berges plus ou moins abruptes. Une des micro-station est menacée par le piétinement, des traces de feu et d'autres indices témoignent de la fréquentation régulière du lieu.



Ci-dessus : détails de la station est, montrant le fort recouvrement du lycopode (été 2006).

Ci-dessous : vue générale de la station est en hiver (2005-2006). Le niveau de l'eau est élevé, une partie de la ceinture à lycopode inondé se trouve immergée, le reste est exondé.



Planche 2 – Station à Vay (44).

Notons également la présence de l'écrevisse de Louisiane. Cette dernière ne semble cependant pas avoir d'impact sur la population de lycopode inondé.

d. Station [REDACTED] (Guenrouët)

La station de [REDACTED] est de surface très réduite, n'excédant pas 10 m². Elle se situe en bordure d'une petite mare localisée en bordure de la forêt du Gâvre, [REDACTED]. La mare se situe au fond d'une parcelle dont la terre végétale a été décapée, mettant à nu le substrat sablo-graveleux. La parcelle en question a depuis été sujette à divers remblais et dépôts d'ordures et de gravats qui menacent la station. Le décapage de la partie superficielle de la parcelle a profité à bon nombre d'espèces oligotrophes remarquables puisque l'on note sur le site, outre le lycopode inondé, l'ensemble du cortège du *Cicendion filiformis* dont *Exaculum pusillum*, protégé au niveau national (PN), et *Illecebrum verticilatum* mais également *Drosera intermedia* (PN), *Elatine hexandra* et *Pilularia globulifera* (PN) situé un peu plus au nord.

Carte 10 – Localisation de la station de Guenrouët (44).



Ci-contre : vue générale de la station

Ci-dessous à gauche : détails de la station

Ci-dessous à droite : illustration du relevé phytosociologique



Recouvrement total : 100%	
Recouvrement bryophytique : 95%	
Recouvrement herbacé : 30%	
Surface = 1 m ²	
Hauteur moyenne de végétation : 10 cm	
Substrat : sablo-graveleux	
Pente : quasi nulle	
<i>Sphagnum denticulatum</i> var <i>auriculatum</i> .	5
<i>Drosera intermedia</i>	2
<i>Lycopodiella inundata</i>	+
<i>Hypericum elodes</i>	1
<i>Anagallis tenella</i>	1
<i>Carex demissa</i>	1
<i>Lobelia urens</i>	+
<i>Juncus bulbosus</i>	r
<i>Agrostis canina</i>	+
<i>Hypochoeris radicata</i>	i
<i>Betula pubescens</i> (juv.)	1
<i>Salix atrocinerea</i> (juv.)	r

Planche 3 – [redacted], Guenrouët (44), (août 2006).

Le lycopode inondé se trouve au sein d'un groupement qui tend à se rapprocher du *Rhynchosporion albae* Koch 1926 (voir relevé phytosociologique n°12). Il se développe en compagnie de *Drosera intermedia*, *Carex demissa*, *Juncus bulbosus* et *Anagalis tenella*, sur un tapis de *Sphagnum denticulatum* var. *auriculatum*. Le contact inférieur est constitué par le groupement aquatique à *Hypericum elodes* et *Potamogeton polygonifolius*, l'*Hyperico elodis-Potametum polygonifolii* (Allorge 1921) Br.-Bl. & Tüxen 1952. Le contact supérieur est composé du *Cicendion filiformis* (Rivas Goday in Rivas Goday & Borja 1961) Br.-Bl. 1967, dont la dynamique de fermeture est plus ou moins avancée. Un boisement de *Betula pubescens* et de *Frangula alnus* se développe progressivement ; il est cependant encore à un stade peu évolué, les individus de bouleau n'excédant pas 1,5 m.

Au total, trois micro-stations ou îlots de lycopode ont été observés sur 10 m². Le premier, le plus bas topographiquement et le plus important se développe sur le tapis de *Sphagnum denticulatum*. Il compte 30 épis sporifères répartis sur 1 m², plus 5 individus restés au stade végétatif. La sphaigne concurrence le lycopode. Légèrement plus haut, dans un secteur plus ou moins boisé par de jeunes bouleaux (*Betula pubescens*) dont la hauteur n'excède pas 1,5 m, on trouve la seconde micro-station de *Lycopodiella inundata* qui abrite 25 individus ayant un épi sporifère réparti sur 0,5 m². La troisième micro-station compte trois pieds sur 0,05 m². La station de Carheil compte au total une soixantaine d'individus de lycopode occupant une surface de 4 m².

Comme nous l'avons évoqué précédemment, la station est menacée par le dépôt d'ordures et de gravats, le remblaiement, mais également la concurrence végétale (développement des ligneux et des sphaignes).

4. Description des stations mayennaises

a. Station [REDACTED] (Villepail)

La station de lycopode [REDACTED], au sein d'une ancienne carrière (voir carte 11). Cette dernière abrite aujourd'hui une végétation de lande humide ouverte qui repose sur des arènes gréseuses de grès armoricains.

Cette station est de loin la plus importante du territoire concerné (Pays de la Loire, Sarthe exceptée) en terme d'effectifs et de surface. Le lycopode inondé occupe un recouvrement proche de 50% sur plusieurs centaines de m². Le nombre d'individus se compte en centaines de milliers. *Lycopodiella inundata* se développe dans un contexte de végétation de tourbière encore très ouvert, le recouvrement total n'excédant pas 60%. Nous observons notamment les espèces suivantes : *Drosera rotundifolia*, *Erica tetralix*, *Juncus squarrosus*, *Wahlenbergia hederacea*, *Scirpus cespitosus* subsp. *germanicus*, *Molinia caerulea* ainsi que des buttes de sphaignes indéterminées. La végétation repose sur une fine couche d'algues filamenteuses. Le site montre des possibilités d'évolution vers une tourbière de pente : un écoulement continu provenant de l'ancien front de taille traverse le site et provoque un engorgement permanent et un bilan hydrique positif. Cet engorgement entraîne un ralentissement de la dynamique végétale. Quant à la possibilité que le site abrite un habitat de tourbière active, la détermination des sphaignes s'avère indispensable pour le vérifier.



Ci-dessus : vue générale de la station [redacted] (juillet 2006).

Ci-dessous : aperçu de la végétation abritant le lycopode inondé (photo du relevé phytosociologique n°10).



Planche 4 – Station [redacted], Villepail (53).

Carte 11 – Localisation des stations de lycopode inondé de Villepail (53)

Rappelons que cette ancienne carrière bénéficie d'un Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope (APPB) depuis 1986. Un projet de Réserve Naturelle Régionale est en cours, porté par la communauté de communes de Villaines-la-Juhel propriétaire du site et Mayenne Nature Environnement qui réalise le suivi scientifique, auprès de la Région des Pays de la Loire. Cette station ne semble donc pas menacée de disparition à court terme.

b. Station [REDACTED] (Villepail)

[REDACTED]. Le site appartient au Conseil Général de Mayenne et la gestion en est confiée à l'association Mayenne Nature Environnement. Il s'agit d'une tourbière de pente dont la formation remonte à 3500 ans, durant lesquels 70 cm de tourbe se sont accumulés (B. Jarri, com. pers.). La tourbière est aujourd'hui vieillissante, abritant une végétation de lande tourbeuse avec *Erica tetralix*, *Calluna vulgaris*, *Eriophorum angustifolium*, *Narthecium ossifragum* et *Scirpus cespitosus* subsp. *germanicus*, dont la tendance est à la fermeture par la fougère aigle (*Pteridium aquilinum*) et des boisements jeunes de bouleau (*Betula* sp.).

La tourbière a connu des travaux de rajeunissement du milieu en 1993 et 1994, réalisés par Mayenne Nature Environnement (MNE) durant lesquels des arbres ont été arrachés et certains secteurs décapés (B. Jarri, com. pers.). *Scirpus cespitosus* subsp. *germanicus* est apparu en abondance à cette occasion.



Ci-dessus : détail de la station [REDACTED].

Ci-dessous : contexte général de la station [REDACTED].



Planche 5 – Station [REDACTED], Villepail (53) (juillet 2006).

Le lycopode inondé est également apparu après les travaux. La station, très réduite, ne comportait que 5 individus en 2006 répartis autour d'une petite gouille (environ 1 m²) qui s'assèche durant l'été. Il existe peu de possibilité d'extension de la population car, le milieu étant fermé, il n'y a quasiment pas d'autres sites potentiels pour le développement du lycopode inondé.

Le fait que le lycopode inondé soit apparu après les travaux témoigne-t-il de l'expression de la banque de graines du sol, avec des spores qui auraient germé après le retour à des conditions favorables ? Ou bien cette station provient de la station des Egoutelles distante de moins de 5 Km ?

La forte fermeture du milieu et l'impossibilité d'extension de la population ou de colonisation d'autres sites proches font que cette station est menacée de disparition à court terme.

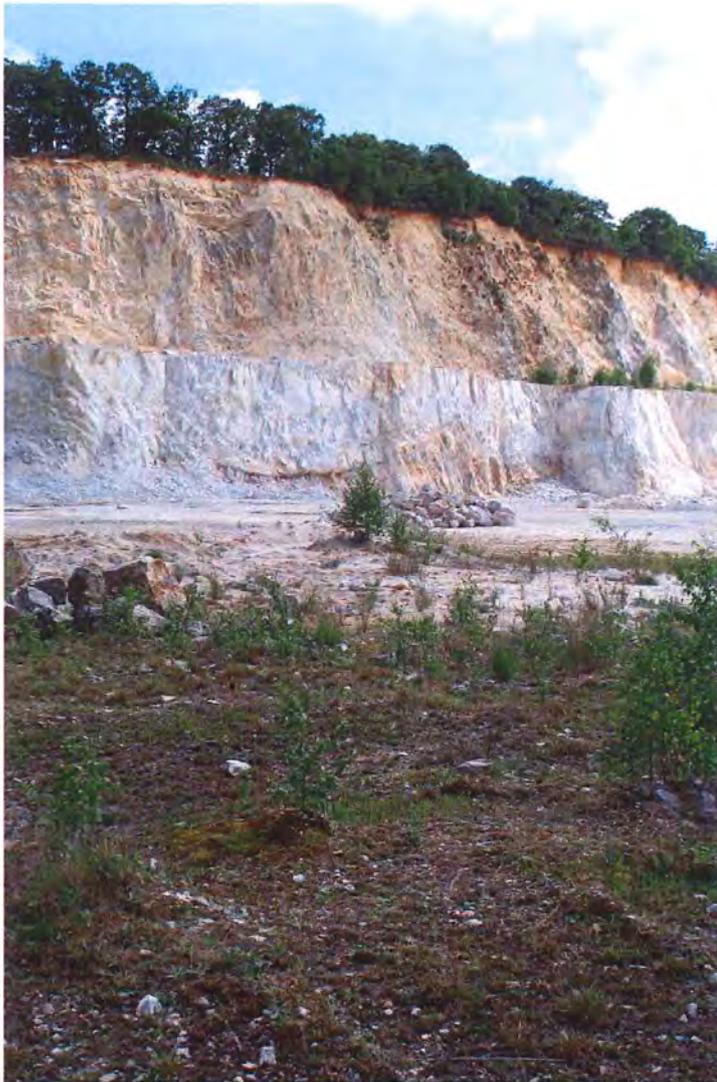
Remarque : Delphine Barbier (laboratoire de Paléoenvironnement de la faculté des sciences de Nantes) a étudié le site grâce à des analyses polliniques et a ainsi pu reconstituer son histoire à partir de la végétation sur plus de 30000 ans.

c. Station de la carrière [REDACTED] (Le Ribay)

Découverte en 2005 par Marylène Ravet, la station de la carrière [REDACTED] est particulière du fait qu'elle se trouve dans une carrière encore en exploitation. Elle est localisée [REDACTED]

Il s'agit d'une carrière à ciel ouvert de grès quartzeux exploitée par [REDACTED]. La population de lycopode inondé est très importante : répartie sur 30 à 40 m², elle compte plusieurs milliers d'individus. L'espèce serait apparue seulement 2 ans après l'arrêt de l'exploitation du secteur. La végétation est encore très clairsemée avec un recouvrement moyen de 40%. Aucun groupement végétal n'a pu être identifié à partir du relevé phytosociologique n°11 (voir paragraphe I.7). Ceci est probablement dû au fait qu'aucun cortège caractéristique n'a pu s'installer dans un laps de temps si court. Notons, cependant, la présence de *Drosera intermedia*, protégé au niveau National et très rare dans la région (comme à Guenrouët, 44) et de *Radiola linoides*.

Carte 12 – Localisation de la station du Ribay.



Ci-contre et ci-dessous : photos de la station de la carrière [redacted], au Ribay (53).

Date : 11/07/2006	
Surface = 1,5 m ²	
Recouvrement total : 40% (couche d'algues et de bryophytes)	
Substrat : gravelo-sablo-limoneux	
Hauteur moyenne : 10 cm	
<i>Lycopodiella inundata</i>	3
<i>Carex demissa</i>	2
<i>Juncus bulbosus</i>	1
<i>Hieracium cf. vulgatum</i>	+
<i>Pinus sylvestris</i> (plantule)	r
<i>Hypochoeris radicata</i>	+
<i>Centaureum erythraea</i>	r
<i>Leontodon autumnalis</i>	r
<i>Frangula alnus</i> (plantule)	r



Planche 6 – Station de la carrière [redacted] au Ribay (53).

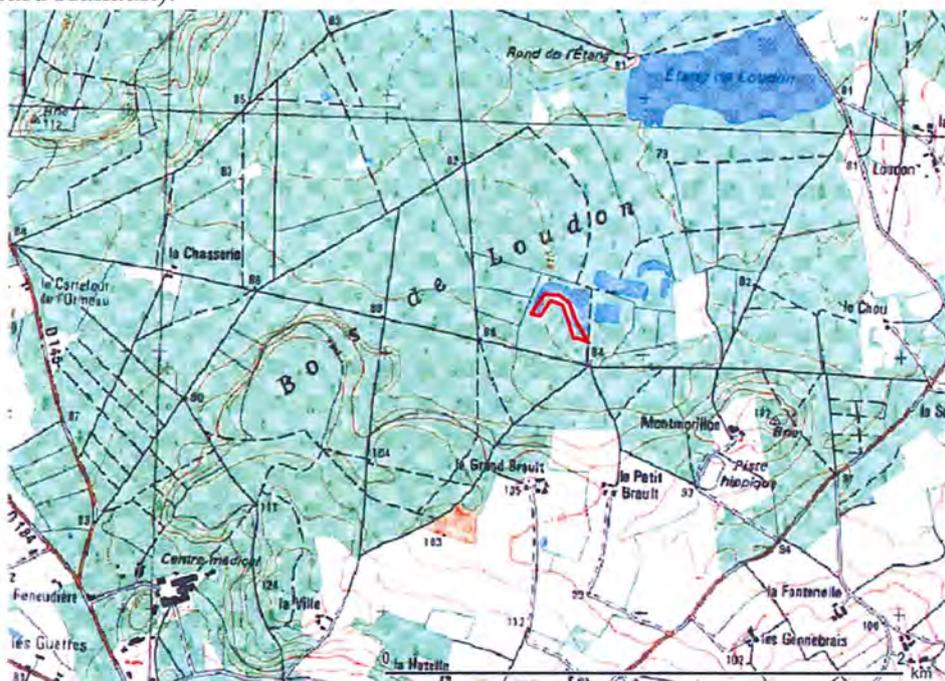
travaux forestiers en cours sur l'ensemble du camp ». Depuis, la zone a été prospectée par la CPIE en 2009 dans le cadre des inventaires du Site d'Intérêt Communautaire de la Vallée du Narais et le Lycopode n'a pu être observé dans la zone tourbeuse en question (Com. pers. Marek Banasiak) puis par le CENS en 2011 qui ne l'y a pas observé non plus (Com. pers. Guillaume Canar). Le secteur n'a pu être prospecté en 2012 dans le cadre de ce plan en raison des autorisations nécessaires pour pénétrer dans le camp militaire. Néanmoins, il est probable que l'espèce soit disparue de ce secteur étant donné que les trois dernières prospections n'ont pas permis d'observer l'espèce.

- Saint-Mars-la-Brière, château

Sur la commune de Saint-Mars-la-Brière, l'espèce a aussi été signalée au XIX^{ème} siècle près du château (Tableau 3). La propriétaire du château, Mme de Vannoise, a été contactée pour lui demander l'autorisation de prospecter ce secteur. A cette occasion, cette dernière a expliqué que se trouvait près du château une tourbière qui a été détruite dans le courant du XX^{ème} siècle pour en faire une cressonnière. Les prospections réalisées en 2012 dans le secteur n'ont effectivement pas permis de retrouver l'espèce et il est fort probable qu'elle se développait sur la tourbière qui a été détruite.

- Parigné-l'évêque

Sur cette commune, le Lycopode a été découvert en 1991 par Bernard Tilly puis réobservé en 1996 par Claire Felloni et Christian Kerihuel. Il était localisé sur les rives ouest et sud-ouest de l'étang entouré de rouge sur la carte 14. L'espèce n'a pas été observée en 2009 lors des prospections pour le Site d'Intérêt Communautaire de la Vallée du Narais (Com. pers. Marek Banasiak) alors qu'il y a fait l'objet d'une recherche spécifique par la CPIE Vallée de la Sarthe et du Loir et le CBNBP (com. pers. Gérard Hunault). L'espèce n'a pu être observée non plus en 2012. Il semble que le milieu se soit fortement envasé (com. pers. Bernard Tilly et Gérard Hunault).



Carte 14 – en rouge, localisation du secteur où le Lycopode a été signalé sur la commune de Parigné-l'évêque. Source : scan25 © IGN

- Saint-Mars-d'Outillé

Observé dans le cadre des prospections ZNIEFF par Emmanuel Fournier et Séverine Hubert en 1998 (Fournier et Hubert, 1999), la localisation indiquée de la station est la suivante : « Dans les landes de Rhonne, aux abords d'une pièce d'eau entretenue, au sud de la Verrerie ». L'ensemble des bords de la dizaine d'étangs situés dans la zone entourée en rouge sur la carte 15 a été prospecté dans le cadre de ce plan de conservation sans permettre de retrouver l'espèce.

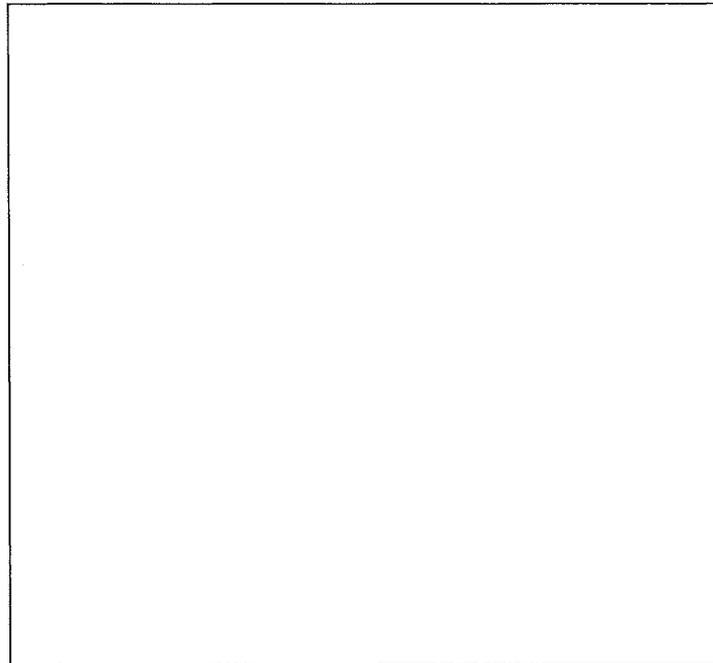


Carte 15 – en rouge, localisation du secteur où le Lycopode a été signalé sur la commune de Saint-Mars-d'Outillé. Source : scan25 © IGN

- Thorée-les-Pins

La station de Thorée-les-Pins a été découverte en 1993 par Bernard Tilly. La localisation qu'il est donné en est la suivante : « Bois de Coulaines; ancien chemin de Savigné, étang au Nord-Est de la Foucherie ». Cela correspond à l'étang détourné en rouge sur la carte 16.

La prospection de 2012 n'a pas permis d'y ré-observer l'espèce. D'autres espèces compagnes signalées à l'époque telles que *Pinguicula lusitanica* et *Drosera rotundifolia* n'y ont pas été réobservées non plus. Il est probable que le milieu se soit refermé puisqu'aujourd'hui on n'observe une lande humide assez dense, fermeture qui aurait entraîné la disparition du *Lycopodiella*.



Carte 17 – Localisation des stations [redacted] de la Flèche-Thorée-les-Pins.
Source : scan25 © IGN

La première sous-station située dans [redacted] Le Lycopode est présent sur une soixantaine de mètres de long pour une largeur de un à deux mètres. Le nombre d'individus est de plusieurs milliers. La végétation est relativement ouverte avec un recouvrement total d'environ 60% (Planche 7).

La seconde sous-station est située au niveau [redacted]. Le Lycopode est présent au sein de deux habitats (Planche 8). Le premier habitat (caractérisé par le relevé 14) est présent sur une trentaine de mètres de long pour un à deux mètres de large. Le Lycopode y est diffus sur la majorité de la surface cartographiée (planche 8) et très abondant par plaques. Dans cette station, le Lycopode est aussi présent dans un second habitat situé topographiquement plus bas dans le fossé de drainage que le premier habitat : il correspond à des buttes de *Sphagnum compactum*.

Enfin, une troisième sous-station est présente [redacted]. La station n'est que de quelques mètres carrés ; le Lycopode y est peu abondant (une grosse dizaine de tiges réparties en quelques petites taches) et est peu sporangifère. La station est très largement dominée par les Cladonies (Planche 9).

A l'exception du Lycopode situé sur les buttes de *Sphagnum compactum* dans la sous-station 2, les autres sous-stations semblent relever du même habitat. Ces sous-stations comportent des espèces relevant du *Rhynchosporion albae* (*Lycopodiella inundata*, *Drosera rotundifolia*), du *Juncion acutiflori* (*Molinia caerulea*) et de l'*Ulicion minoris* et plus particulièrement de l'*Ulici minoris* - *Ericenion ciliaris* (*Erica tetralix*, *Calluna vulgaris*, *Ulex europaeus* et hors relevé *Genista anglica*). En termes de structure de végétation, l'habitat est relativement ouvert (recouvrement herbacé entre 40 et 50%) et non dominé par les chaméphytes (Ericacées). Aussi, nous avons considéré que nous sommes en présence de *Rhynchosporion albae* transgressé par des espèces du *Juncion acutiflori* et de l'*Ulici minoris* - *Ericenion ciliaris*. Ce stade ultérieur correspond pour partie à ce que De Foucault (1984) décrit comme étant le *Caro-Molinietum* avec des espèces de bas-marais et des espèces de landes atlantiques. La présence de ces espèces pourrait s'expliquer par le fait que le *Lycopodiella* est situé sur une zone en pente douce à un niveau topographique intermédiaire ; au-dessus se trouvent des communautés de landes sèches et plus bas des communautés de bas-marais et du *Juncion*

acutiflori. (). Si on suit la conception de Catteau et al. (2009), les stations de *Lycopodiella inundata* de l'aérodrome de la Flèche relèveraient du *Lycopodiello inundatae* - *Rhynchosporium fuscae* (Allorge & Denis 1923) Allorge 1926 puisqu'elles sont situées sur substrat minéral. On peut noter que dans la sous-station 1 se trouvent quelques espèces plutôt basiclines (*Epipactis palustris*, *Platanthera bifolia* voire *Spiranthes spiralis*) ; cela serait lié à la dureté de l'eau qui permet l'expression de ces espèces malgré un substrat acide. Au niveau du cortège de bryophytes, on trouve aussi des espèces basiclines (com. pers. Gérard Hunault). Quant à la sous-station 3, elle semble beaucoup plus sèche que les deux autres et plus fermée avec la dominance des Cladonies. Cette station semble en cours d'évolution vers de la lande sèche.

Le lycopode présent sur les buttes de *Sphagnum compactum* dans la sous-station 2 relèverait quant à lui plutôt de l'association du *Sphagno compacti* - *Ericetum tetralicis*. Cette association classée dans la classe des *Oxycocco palustris* – *Sphagnetes magellanici* représente une transition entre l'*Ericetum tetralicis* et l'*Ulicion minoris* et pourrait être classé dans cette dernière (Thébaud, 2011). Le cortège des espèces de lande est ici réduit à *Erica tetralix* et *Calluna vulgaris* qui toutes deux possèdent un recouvrement entre 5 et 25%. Une seule espèce de Sphaigne est présente : *Sphagnum compactum* mais avec un recouvrement de 100%.

Les stations [REDACTED] la Flèche ne semblent pas directement menacées même si ponctuellement le milieu semble en voie de fermeture et d'assèchement (sous-station 3). Néanmoins, il est nécessaire de mettre en place un suivi pour évaluer la dynamique des espèces du *Juncion acutiflori* et de l'*Ulici minoris* - *Ericenion ciliaris*.



B : Relevé phytosociologique n°13 (20130603152006Val)

Date : 24/07/2012

Surface = 4 m²

Recouvrement total : 60% (50% herbacé, 10% muscino-lichénique)

Substrat : horizon superficiel organique sur un substrat sableux avec une charge de 15 à 25% de cailloux

Pente : 6 à 14°

Hauteur moyenne : 10 cm

<i>Molinia caerulea</i>	3
<i>Cladonia</i> sp.	2
<i>Erica tetralix</i>	2
<i>Lycopodiella inundata</i>	2
<i>Anagalis tenella</i>	+
<i>Drosera rotundifolia</i>	+
<i>Eleocharis multicaulis</i>	+
<i>Juncus articulatus</i>	r
<i>Pedicularis sylvatica</i>	r
<i>Rhynchospora alba</i>	r
<i>Spiranthes aestivalis</i>	r
<i>Pinus</i> sp. (juv.)	i



Planche 7 – Sous-station 1 de *Lycopodiella inundata* [redacted] la Flèche-Thorée-les-Pins (72). A : localisation fine en rouge (source : orthophotographie 2005© IGN) ; B : Relevé phytosociologique ; C : photographie de l'habitat.

B : Relevé n°14 (20130603153529Val)

Date : 24/07/2012

Surface = 4 m²

Recouvrement total : 40% (40% herbacé)

Substrat : horizon superficiel organique sur un substrat sableux avec une charge de 15 à 25% de cailloux

Pente : 1 à 6 °

Hauteur moyenne : 10 cm

<i>Molinia caerulea</i>	3
<i>Lycopodiella inundata</i>	3
<i>Calluna vulgaris</i>	2
<i>Erica tetralix</i>	1
<i>Drosera rotundifolia</i>	1
<i>Eleocharis multicaulis</i>	1
<i>Rhynchospora alba</i>	1
<i>Betula pubescens (juv.)</i>	1
<i>Ulex europaeus (juv.)</i>	1
<i>Pinus pinaster (juv.)</i>	+
<i>Juncus squarrosus</i>	r
<i>Lobelia urens</i>	r
<i>Lotus uliginosus</i>	r

B' : Relevé n°15 (20130603154043Val)

Date : 24/07/2012

Surface = 0,5 m²

Recouvrement total : 100% (50% herbacé, 100% bryo-lichénique)

Substrat : -

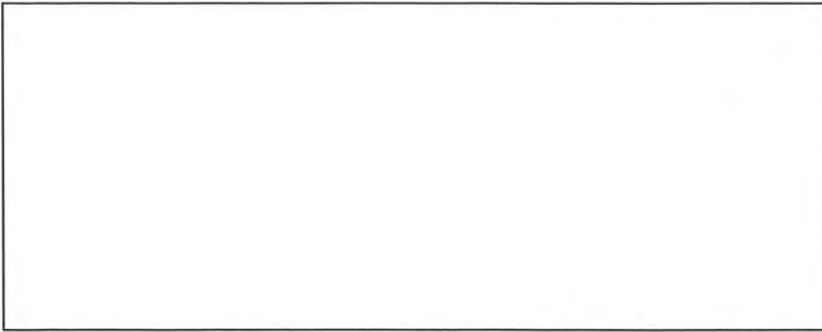
Pente : -

Hauteur moyenne : 20 cm

<i>Sphagnum compactum</i>	5
<i>Erica tetralix</i>	2
<i>Drosera rotundifolia</i>	2
<i>Calluna vulgaris</i>	2
<i>Lycopodiella inundata</i>	1
<i>Pinus pinaster (juv.)</i>	r
<i>Molinia caerulea</i>	0



Planche 8 – Sous-station 2 de *Lycopodiella inundata* [redacted] la Flèche-Thorées-Pins (72). A : localisation fine en rouge (source : orthophotographie 2005© IGN) ; B et B' : Relevés phytosociologiques ; C et C' : photographie de l'habitat correspondant au relevé B ; D : photographie de l'habitat correspondant au relevé B'.



B : Relevé n°16 (20130603154944Val)	
Date : 24/07/2012	
Surface = 4 m ²	
Recouvrement total : 100% (40% herbacé, 80% muscino-lichénique)	
Substrat : horizon superficiel organique sur un substrat sableux avec une charge de 15 à 25% de cailloux	
Pente : 6 à 14°	
Hauteur moyenne : 10 cm	
<i>Cladonia sp.</i>	5
<i>Molinia caerulea</i>	3
<i>Lycopodiella inundata</i>	2
<i>Calluna vulgaris</i>	2
<i>Drosera rotundifolia</i>	1
<i>Juncus articulatus</i>	1
<i>Ulex europaeus</i>	1
<i>Salix repens</i>	+
<i>Pinus sp. (juv.)</i>	r
<i>Betula pubescens (juv.)</i>	r



[Tapez une citation prise dans le document ou la synthèse de texte n'importe où dans le document. Utilisez l'onglet de la zone de texte de la citation.]

Planche 9 – Sous-station 3 de *Lycopodiella inundata* [redacted] la Flèche-Thorée-les-Pins (72). A : localisation fine en rouge (source : orthophotographie 2005© IGN) ; B : Relevé phytosociologique ; C et C' : photographies de l'habitat.

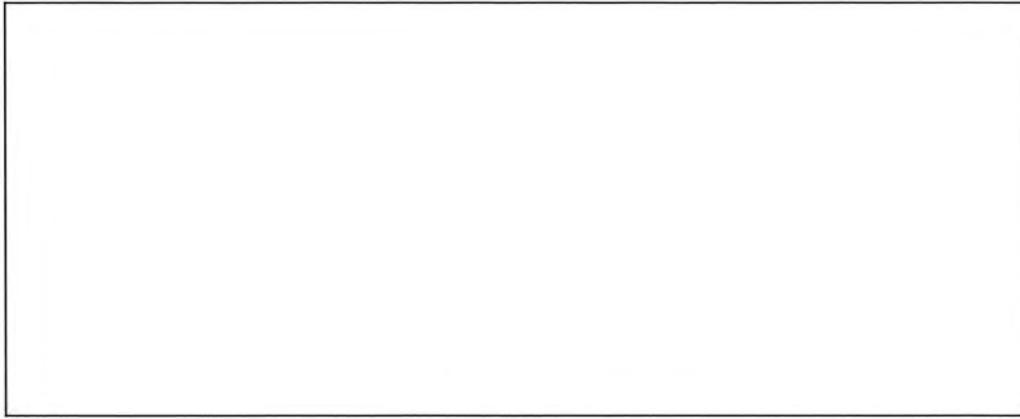
c. Station [REDACTED] à Mulsanne

La présence de *Lycopodiella inundata* à [REDACTED] à Mulsanne ([REDACTED] [REDACTED] se trouve en fait sur la commune adjacente de Ruaudin mais la tourbière est bien sur Mulsanne) est connue depuis le début du XXème siècle (première mention connue par Abot en 1907). Il s'agit d'une véritable tourbière acide intacte, présentant une phase turfigène active (fiche descriptive de la ZNIEFF de type 1 « Pinède, étang et tourbière entre les Faulx et les Petites Ganières » 520420037). La flore vasculaire y est remarquable avec la présence de trois espèces protégées au niveau national (*Drosera intermedia*, *D. rotundifolia* et *Lycopodiella inundata*) et de deux espèces protégées au niveau régional (*Rhynchospora alba* et *Rhynchospora fusca*). La diversité bryophytique est aussi remarquable avec la présence des espèces suivantes : *Aulacomnium palustre*, *Calypogeia fissa*, *Cephalozia connivens*, *Kurzia pauciflora*, *Sphagnum fallax*, *Sphagnum inundatum*, *Sphagnum palustre*, *Sphagnum subnitens*, *Sphagnum tenellum* (déterminations Gérard Hunault).

La station de Lycopode est en fait fort réduite ; seule huit tiges dont cinq sporangifères ont été observées en 2012 sur la bordure sud de la tourbière (planche 10). L'espèce n'a jamais été observée en abondance ces vingt dernières années mais plus d'individus étaient néanmoins présents à la fin des années 1990 (com. pers. Gérard Hunault).

La station relève clairement du *Rhynchosporion albae* avec la présence, en plus de *Lycopodiella inundata* de *Rhynchospora alba*, *Drosera intermedia* et, hors relevé de *Rhynchospora fusca*. Comme la station de *Lycopodiella inundata* se développe sur tourbe et même sur sphaignes vivantes elle relèverait du *Drosero intermediae* - *Rhynchosporium albae* (Allorge & Denis 1923) Allorge 1926.

Le Lycopode est très menacé en raison de la faiblesse de ses effectifs et du fait qu'en plus il semble en régression. Le milieu est clairement en cours de fermeture en raison de l'installation des pins qui mesurent déjà plusieurs mètres pour un certain nombre, surtout dans la partie nord de la tourbière. Les plantules de pins sont quasiment omniprésentes sur la tourbière à l'exception des gouilles et d'autres espèces liées à l'assèchement du milieu apparaissent comme *Phragmites australis*. La faible pluviométrie de ces vingt dernières années a probablement permis l'installation de premiers pins qui ont ensuite accentué la dynamique d'assèchement en raison de leurs propres besoins hydriques. Si le développement des pins se poursuit voire s'accélère (ce qui est probable puisque les premiers pins provoquent l'assèchement du milieu ce qui risque de favoriser l'installation des suivants), l'ombrage et l'assèchement qu'ils provoquent pourraient aboutir à une disparition assez rapide de la tourbière. Le Lycopode est particulièrement menacé car il se trouve en bordure de la tourbière donc à proximité du boisement.



B : Relevé n°17 (20130603150823Val)	
Date : 08/08/2012	
Surface = 1 m ²	
Recouvrement total : 100% (20% herbacé, 100% muscino-lichénique)	
Substrat : tourbe	
Pente : - °	
Hauteur moyenne : 15 cm	
<i>Sphagnum inundatum</i>	5
<i>Rhynchospora alba</i>	2
<i>Drosera intermedia</i>	2
<i>Erica tetralix</i>	+
<i>Lycopodiella inundata</i>	+
<i>Eriophorum polystachion</i>	r



Planche 10 – Station de *Lycopodiella inundata* [redacted] à Mulsanne (72).
A : localisation fine en rouge (source : orthophotographie 2005© IGN) ; B : Relevé phytosociologique ; C : Vue générale de la tourbière (dominée par le Rhynchospore blanc) et C' : photographies de la station de Lycopode au sein de la tourbière.

6. Mesures de conservation déjà mises en œuvre

a. Information, sensibilisation

Les anciennes sablières [REDACTED] à Vay (44) ont fait l'objet d'une étude sur la faune, la flore et les habitats dans le cadre d'un stage de BTS Gestion et Protection de la Nature (Picard, 2003). Le rapport, terminé en 2003, mentionne la présence du lycopode inondé. Une information auprès de la communauté de communes de Nozay et de la commune de Vay a été réalisée à cette occasion. D'après l'auteur du rapport, la Ligue pour la Protection des Oiseaux de Loire-Atlantique est active pour la protection de ce site. Des contacts avec l'exploitant et certains propriétaires avaient été pris lors du stage.

Les exploitants de la carrière [REDACTED], station du Ribay (53), ont été informés de la présence du lycopode inondé. Une visite sur le terrain a été effectuée avec un responsable de [REDACTED], par Bertrand Jarri (Mayenne Nature Environnement) et Guillaume Thomassin (CBNB).

La station [REDACTED] à Villepail (53) appartient au Conseil Général de Mayenne, tandis que la station [REDACTED] à Villepail (53) appartient à la communauté de communes de Villaines-la-Juhel. Les deux collectivités ont été informées de la présence du lycopode inondé.

b. Mesures de gestion

Aucune des trois stations de Loire-Atlantique ne fait l'objet de mesures de gestion. Seules les deux stations de Villepail, en Mayenne, sont suivies et gérées par l'association Mayenne Nature Environnement.

Le Conseil Général de Mayenne a confié la gestion et le suivi de la station [REDACTED] à Villepail (53) à Mayenne Nature Environnement. La station a fait l'objet de mesures de restauration de stades pionniers grâce à des décapages ponctuels sur de petites surfaces. L'arrachage des arbres a également permis de remettre en lumière certains secteurs. L'apparition du lycopode inondé est probablement liée à la réouverture du milieu.

La communauté de communes de Villaines-la-Juhel a confié le suivi et la gestion de la station [REDACTED] à Villepail (53) à Mayenne Nature Environnement.

La ville de la Flèche s'occupe de la gestion du site [REDACTED] de La Flèche-Thorée-les-Pins, La Flèche (72) et le CPIE Vallées de la Sarthe et du Loir en est le partenaire technique (com. pers. Marek Banasiak).

c. Conservation ex-situ

Aucune mesure de conservation ex-situ (conservation en banque de semences, mise en culture) concernant les stations des Pays de la Loire de *Lycopodiella inundata* n'est mise en œuvre pour le moment au sein du Conservatoire Botanique de Brest. La première difficulté vient du fait que le lycopode ne produit pas de graines. La question de la conservation des spores est à se poser. Le CBNBP a prélevé en 2012 des spores sur une trentaine d'individus

de la sous-station 1 [REDACTED] de la Flèche qui sont en stockage mais les conditions de culture de l'espèce ne sont pas maîtrisées.

d. Protection des sites

La maîtrise foncière des stations des stations de Villepail (53) par le Conseil Général de Mayenne et la communauté de communes de Villaines-la-Juhel constitue en soit une forme de protection. Le site des Egoutelles (Villepail) a rejoint le réseau des Réserves Naturelles Régionales. Il bénéficie de plus d'un Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope depuis 1986.

e. Suivi

Les deux stations de Villepail ([REDACTED]) sont suivies chaque année par Mayenne Nature Environnement. Le Conservatoire Botanique National de Brest réalise le suivi des stations de Loire-Atlantique et de Mayenne (en collaboration avec MNE).

III. PLAN D'ACTION

1. Mesures visant à améliorer les connaissances sur l'espèce

L'objectif de ces mesures est d'améliorer les connaissances sur le lycopode inondé tant sur sa répartition que sur des aspects génétiques ou biologiques. Il est proposé de :

- rechercher l'espèce dans les secteurs favorables de la région (les carrières situées dans les secteurs où le lycopode est déjà connu, les bords d'étangs dans les couches géologiques notamment alluvionnaires où des stations de Lycopode ont été signalées),
- rechercher l'espèce dans ses anciennes localités pour le 44 et le 53,
- réaliser une étude génétique portant sur les différentes populations de lycopode de la région dont le but serait de connaître la variabilité génétique de l'espèce. Ceci serait très important pour orienter les actions de conservation futures (voir paragraphe I. 5),
- faire des recherches bibliographiques sur la question de la durée de vie des spores et de la culture du lycopode inondé.

2. Mesures de précaution et de sauvegarde des populations existantes

Lycopodiella inundata se développe au sein d'habitats pionniers. La dynamique naturelle de la végétation et l'absence de gestion de sites constituent donc une menace pour le maintien de l'espèce dans ses stations. La préservation du lycopode passe par conséquent, soit par la création d'habitats potentiels, soit par la gestion conservatoire des stations existantes, ce qui revient à maintenir ouverts de manière artificielle les milieux abritant l'espèce.

Le lycopode apparaît plus ou moins menacé dans ses différentes stations. Les principales menaces sont les suivantes : absence de gestion et dynamique végétale, exploitation de carrière de manière intensive. En revanche, le fait qu'un site ait été acquis par une collectivité est plutôt positif pour le maintien à long terme de la station, ainsi que sa prise en compte dans différents périmètres d'inventaire et de protection.

Il est possible, pour chaque station connue de *Lycopodiella inundata*, de formuler des mesures de précaution et de sauvegarde.

Station de la carrière [REDACTED], au Ribay (53) :

- la carrière abritant le lycopode inondé se situe à la limite d'une Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique, et Floristique (ZNIEFF) de type I, [REDACTED]. Une extension de la ZNIEFF à la carrière serait à envisager pour la prise en compte du patrimoine naturel de cette dernière,
- poursuivre les contacts avec l'exploitant afin de tenter de concilier l'exploitation de la carrière et la sauvegarde de la population de lycopode,
- suivre l'évolution de la végétation et préserver un environnement ouvert et pionnier afin de permettre le maintien et le développement de la population,
- mettre en place un suivi de la population de lycopode.

Station [REDACTED], Villepail (53) :

- poursuivre le suivi de la population de lycopode inondé,
- établir une typologie précise des groupements végétaux et mettre en place un protocole de suivi de l'évolution de la végétation,
- poursuivre le partenariat entre la communauté de communes de Villaines-la-Juhel et Mayenne Nature Environnement (MNE),
- vérifier la prise en compte du lycopode inondé dans le plan de gestion de la RNR.

Station [REDACTED], Villepail (53) :

- poursuivre le partenariat de MNE avec le Conseil Général 53,
- poursuivre le suivi de la population de lycopode,
- réaliser des décapages dans des secteurs proches de la station actuelle afin de créer des milieux favorables à l'extension de la station qui est de taille très réduite et qui a peu de possibilités d'extension,
- maintenir les strates herbacées en lumière (contrôle de l'envahissement par les ligneux, coupes ponctuelles d'arbres et arbustes).

Station [REDACTED], Guenrouët (44) :

- informer les propriétaires et exploitants de la parcelle de la présence du lycopode ainsi que des autres espèces protégées et remarquables du site,
- stopper le dépôt d'ordures et de gravats,
- contrôler l'évolution de la végétation et créer des secteurs pionniers autour de la mare où se développe le lycopode afin de favoriser son extension,
- proposition d'achat de la parcelle par une collectivité,
- mettre en place un suivi de la population.

Station [REDACTED], Blain (44) :

- informer les propriétaires de la présence du lycopode ainsi que des autres espèces protégées et remarquables du site,
- aux alentours des stations, contrôler l'envahissement par les ligneux par la coupe d'arbres et arbustes, notamment les espèces de la lande humide, réaliser des ouvertures au sein de la strate herbacée lorsque celle-ci est dense,
- arrêt de l'utilisation de désherbants (usage notamment interdit aux abords de plans d'eau et de fossés),
- proposition d'acquisition des différentes parcelles de l'ancienne carrière par une collectivité et mise en place de mesures de protection du site,
- mise en place d'un suivi des différentes micro-stations de l'ancienne carrière.

Station [REDACTED], Vay (44) :

- information auprès des propriétaires de la présence du lycopode ainsi que des autres espèces protégées et remarquables du site,
- contrôle de l'envahissement par les ligneux, coupes d'arbres et arbustes à prévoir dans les années à venir,
- contrôle de la fréquentation du site, tant piéton que motorisé,
- proposition d'acquisition des différentes parcelles de l'ancienne carrière par une collectivité et mise en place de mesures de protection du site,
- mise en place d'un suivi des différentes micro-stations de l'ancienne carrière et recherche du lycopode dans le reste de la carrière.

Station [REDACTED] de La Flèche-Thorée-les-Pins, La Flèche (72)

- revoir le périmètre du Site d'Intérêt Communautaire « Vallée du Loir de Bazouges à Vaas » (FR5200649) afin d'intégrer la sous-station 1. Cette extension se justifie d'autant plus qu'au niveau de la sous-station 1 se trouve *Spiranthes aestivalis*, espèce de l'annexe 4 de la directive Habitat-Faune-Flore ;
- réfléchir à la mise en place de mesures de protection forte sur le site afin d'assurer la pérennité de ces stations de l'aérodrome qui abritent la très grande majorité des individus de l'espèce en Sarthe. Ces réflexions pourraient notamment avoir lieu dans le cadre de la SCAP puisque le site de l'aérodrome abrite quatre espèces SCAP (*Lycopodiella inundata*, *Spiranthes aestivalis*, *Ophioglossum azoricum* et *Campyliadelphus elodes*) ;
- Assurer un suivi de l'évolution des populations et des stations pour repérer une éventuelle régression de l'espèce liée notamment à la fermeture du milieu. Ainsi, la sous-station 3 semble en cours de fermeture par les Cladonies. Au besoin, des mesures de gestion par recréation de milieux pionniers devraient être mises en place.

Station [REDACTED], Mulsanne (72)

- l'action prioritaire à réaliser sur le site serait incontestablement la réouverture du milieu par arrachage des jeunes pins, certains faisant d'ores-et-déjà plusieurs mètres. Les pins, en plus de fermer le milieu (la réduction de la surface de la tourbière est rapide) provoquent aussi un assèchement du milieu ce qui, outre d'accélérer le développement des pins, pourrait favoriser le développement d'autres espèces fermant le milieu comme *Phragmites australis* présent sur la tourbière.

3. Mesures de conservation ex-situ

La très forte précarité de certaines stations de lycopode inondé du territoire étudié en pays de la Loire impose la mise en place de mesures de conservation ex-situ. Il est donc proposé de réaliser les actions suivantes :

- récolte de spores dans les différentes stations de Loire-Atlantique et de Mayenne et congélation, afin de constituer un stock de sécurité et en vue de réintroductions éventuelles,
- expérimentations de mise en culture de l'espèce à partir de spores,
- à partir d'individus récoltés sur le terrain, mise en culture des différentes populations de lycopode inondé, en priorité pour les stations les plus menacées.

4. Mesures d'information, de sensibilisation et de prise en compte

L'information auprès des propriétaires de stations de lycopode inondé doit être poursuivie ainsi que la recherche de solutions pour la préservation de ces stations. L'information aux propriétaires de Mayenne est déjà effectuée, les contacts sont à maintenir. L'effort est donc à fournir principalement sur les propriétaires de Loire-Atlantique avec lesquels peu de contacts ont été pris. La difficulté réside dans le fait que les anciennes carrières possèdent de très nombreuses parcelles et que l'identification des propriétaires n'est pas toujours évidente. En Sarthe, des démarches ont été entreprises il y a quelques années pour [REDACTED] de Mulsanne (com. pers. Bernard Tilly) mais la multiplicité des propriétaires rend les possibilités d'actions très réduites.

5. Partenariats à développer pour l'application du plan de conservation

La mise en œuvre du présent plan de conservation nécessite la collaboration de différents partenaires impliqués plus ou moins directement dans la préservation du lycopode inondé. Les partenaires sont les suivants :

Collectivités :

Conseil Général de Mayenne,
Conseil Général de Loire-Atlantique,
Région Pays de la Loire,
Communauté de communes de Villaines-la-Juhel,
Communes de Vay, Blain, Guenrouët, Le Ribay, Villepail
Commune de la Flèche

Partenaires privés :

[REDACTED]

Associations naturalistes et autres structures à vocations environnementalistes

Mayenne Nature Environnement,
Bretagne-Vivante,
Ligne de Protection des Oiseaux de Loire-Atlantique ([REDACTED]),
Parc naturel régional Normandie-Maine,
CPIE Vallées de la Sarthe et du Loir.

BIBLIOGRAPHIE

DES ABBAYES H., CLAUSTRES G., CORILLION R. et DUPONT P., 1971 – *Flore et végétation du Massif armoricain*. I. Flore vasculaire. Presses universitaires de Bretagne, 1226 p.

BARDAT J., BIORET F., BOTINEAU M., BOULLET V., DELPECH R., GEHU J-M., HAURY J., LACOSTE A., RAMEAU J-C., ROYER J-M., ROUX G., TOUFFET J., 2004 – *Prodrome des végétations de France*. Museum national d'histoire naturelle, Paris, 171 p. (Patrimoines naturels, 61).

BARRE (de la) Y., BEDOUET A., DAVID C., GERARD M., HUBERT H., JARRI B., RAVET M., 2004 – *Atlas floristique préliminaire de la Mayenne*, Conservatoire Botanique National de Brest, Mayenne Nature Environnement, Direction Régionale de l'Environnement des Pays de la Loire, 212 p., 204 planches

BOURNERIAS M., ARNAL G., BOCK C., 2001 – *Guide des groupements végétaux de la région parisienne. Bassin parisien - Nord de la France (Ecologie et Phytogéographie)*, Paris, Editions belin, 640 p.

BRAUD S., CHARRIER M., MOURGAUD G., 1999 – *Les ptéridophytes du Maine-et-Loire, inventaire et cartographie*. ERICA n°12. 62 p.

BRGM, 1997 – *Notice explicative de la carte géologique à 1/50 000 de Saumur*, BRGM éditions, 15 p.

CATTEAU E. et collaborateurs, 2009 – *Guide des végétations des zones humides de la région Nord-Pas-de-Calais*. Centre régional de phytosociologie/Conservatoire botanique national de Bailleul, Bailleul, 630 p.

COSTE H., 1937 – *Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes*, Paris, Librairie Scientifique et Technique Albert Blanchard, tome 3, p. 708.

DANTON P., BAFFRAY M. et REDURON J.-P., 1995 – *Inventaire des plantes protégées en France*. Nathan et Association Française pour la Conservation des Espèces Végétales, 293 p.

DE FOUCAULT B., 1984 – *Systémique, structuralisme et synsystématique des prairies hygrophiles des plaines atlantiques françaises*. Thèse de doctorat soutenue à Rouen. Tomes I et II.

DESPORTES N., 1838 – *Flore du Maine*. (Flore de la Sarthe et de la Mayenne, disposée d'après la méthode naturelle, avec l'indication des propriétés médicales des plantes et leur usage dans les arts), 528p.

DIARD P., 1852 – *Catalogue raisonné des plantes qui croissent naturellement à St-Calais et dans ses environs*, *Catalogue raisonné des plantes qui croissent naturellement à St-Calais et dans ses environs*, 252p.

DIARD L., 2005 – *Atlas floristique de Bretagne, la flore d'Ille-et-Vilaine*. Siloë éditions, Nantes. 670 p.

Journal officiel : Directive habitats, faune, flore 92/43/CEE du 21 mai 1992

DUPONT P., 1983 – *Remarques sur les espèces végétales protégées ou méritant de l'être en Loire-Atlantique et en Vendée*. Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de l'Ouest de la France, nouvelle série, tome 5, (2), 1983 : p. 94-105.

DUPONT P., 2001 – *Atlas floristique de la Loire-Atlantique et de la Vendée*. Etat et avenir d'un patrimoine. Conservatoire Botanique National de Brest, Société des Sciences Naturelles de l'Ouest de la France, tome 1, 175 p et tome 2 (cartes et commentaires), 559 p.

FOURNIER E., HUBERT S., 1999 – Contribution à l'inventaire de la flore sarthoise, Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest. tome 30 : 47-62.

FOURNIER, 2005 – Sortie du 20 juin 2004 sur le camp d'Auvours – Communes de Champagné et de Saint-Mars-la-Brière (Sarthe), Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest. tome 36 : 459-466.

GAUDILLAT, V., HAURY J., COCHET Y., GLAVANY J. (2002) – *Habitats humides* : Cahiers d'habitats Natura 2000 (tome 3). Muséum national d'histoire naturelle (Service du patrimoine naturel) : La Documentation française, Paris, France, 457p.

GENTIL A., 1888 – Contributions à l'histoire naturelle de la Sarthe. Relevé des observations faites en 1888, Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe. Tome 31 : 511-520.

GENTIL A., 1894 – Inventaire général des plantes vasculaires de la Sarthe indigènes ou naturalisées et se reproduisant spontanément, 340p.

GENTIL A., 1908 – Contributions à la flore sarthoise. Relevé des observations faites en 1907 et 1908, Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe. tome 41 : 493-495.

GESLIN J., ZAMBETTAKIS C., POUX L., PHILIPPON D., PRELLI R., HARDY F., RAGOT R., DIARD L., CHAGNEAU D., DOUILLARD E., GABORY O., JARRI B., RIVIERE G., DUPONT P., 2002 – *Bilan des découvertes intéressantes de l'année 2002*. E.R.I.C.A., Bull. de botanique armoricaine, n° 17, p. 77-124

GUINOCHET M., VILMORIN (de) R., 1973 – *Flore de France, éditions du Centre National de la Recherche Scientifique*, Paris. Tome I, 366 p.

HARDEGEN M., QUERE E., BOUGAULT C., 2003 – *Référentiel typologique des habitats naturels et semi-naturels terrestres du Massif armoricain*. Base de données du Conservatoire Botanique National de Brest.

HUARD M., 1882 – Liste des cryptogames vasculaires qui croissent spontanément dans le département de la Sarthe, Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe. tome 28 : 334-336.

- HUNAUT G., 1999 – *Liste régionale indicative des espèces déterminantes en Pays de la Loire*. DIREN des Pays de la Loire, 39 p.
- HUNAUT G., MORET J., 2003 – *Atlas des plantes protégées de la Sarthe. Patrimoines Naturels*, 56 : 363 p.
- JALAS J., SUOMINEN J., LAMPINEN R. & KURTT A. (eds.), 1999 – *Atlas Florae Europaeae. Distribution of Vascular Plants in Europe*. Vol. 12. - The Committee for Mapping the Flora of Europe & Societas Biologica Fennica Vanamo, Helsinki, 250 p. + 353 cartes.
- JULVE P., 1993 – *Synopsis phytosociologique de la France* (communautés de plantes vasculaires. Lejeunia, nouvelle série n° 140, 99 p.
- KERGUELEN, 1999 – *Index synonymique de la flore de France*, site internet : <http://www.dijon.inra.fr/flore-france/>
- LACHAUD A., 2006 – *Le Lycopode inondé (Lycopodiella inundata (L.) J. Holub), inventaires et description des stations de Loire-Atlantique et mesures de conservation*. Bretagne Vivante SEPNEB. Rapport effectué pour le Conseil Général de Loire-Atlantique.
- LACROIX P., LE BAIL J., BRINDEJONC O., 2006 – *Liste rouge de la flore vasculaire indigène rare et menacée de Loire-Atlantique*. 13 p. + annexes.
- LACROIX P., LE BAIL J., HUNAUT G., BRINDEJONC O., THOMASSIN G., GUITTON H., GESLIN J. & PONCET L., 2008 – *Liste rouge régionale des plantes vasculaires rares et/ou menacées en Pays de la Loire*. Conservatoire Botanique National de Brest, Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien, Région Pays de la Loire, 47 p. + annexes.
- LLOYD J., 1886 – *Flore de l'Ouest de la France ou description des plantes qui croissent spontanément dans les départements de : Charente-Inférieure, Deux-Sèvres, Vendée, Loire-Inférieure, Morbihan, Finistère, Côtes-du-Nord, Ille-et-Vilaine*. (4ème édition), 455 p.
- MAGNANON S., 1993 – *Liste Rouge des espèces végétales rares et menacées du Massif armoricain*. Bulletin de botanique armoricaine ERICA n° 4, Conservatoire Botanique National de Brest, p. 1-22.
- MANNEVILLE O., 1999 – *Le monde des tourbières et des marais. France, Suisse, Belgique et Luxembourg*. Éditions Delachaux et Niestlé, Paris. 320 p.
- NÈGRE-FONTANEL F., FONTANEL P., POISSONET P., 1980 – *Contribution à l'étude des tourbières du mont Lozère*. Coll. Phytosoc. , vol. 7, p. 277-286.
- OLIVIER L., GALLAND J-P., MAURIN H. et ROUX J-P., 1995 – *Livre rouge de la flore menacée de France*, Tome 1 : Espèces prioritaires. Muséum National d'Histoire Naturelle, Conservatoire Botanique National de Porquerolles, Ministère de l'Environnement, Collection Patrimoines Naturels, vol. 20, 486 p. annexes.

- PAGE C.-N., 1997 – *The Ferns of Britain and Ireland*. 2^{ème} édition, University press. Cambridge. 540 p.
- PIRON M., 1977 – *La flore du Saumurois*. Centre Départemental de Documentation Pédagogique d'Angers, 342 p.
- PHILIPPON D., PRELLI R., POUX L., 2006 – *Atlas floristique de Bretagne - La Flore des Côtes d'Armor*, LAVAL, Editions Siloë, 566 p.
- PICARD E., 2003 – Les sablières de la Pellaais – un milieu bouleversé par l'Homme, d'un intérêt naturel remarquable. Synthèse du rapport de stage de BTSA Gestion et Protection de la Nature, promotion 2001-2003.
- PROVOST M., 1993 – *Atlas de répartition des plantes vasculaires de Basse-Normandie*., Caen, Presses Universitaires de Caen, 237 p.
- PROVOST M., 1998 – *Flore vasculaire de Basse-Normandie*. Presses universitaires de Caen. Tome 1, 410 p., Tome 2, 492 p.
- PRELLI R., 2001 – *Les fougères et plantes alliées de France et d'Europe occidentale*., Paris, Editions Belin, 431 p.
- QUERE E., MAGNANON S., RAGOT R., GAGER L., HARDY F., 2008 – *Atlas floristique de Bretagne - La Flore du Finistère*, Brest, Editions Siloë, 693 p.
- RIVIERE G., 2007 – *Atlas floristique de Bretagne - La Flore du Morbihan*, LAVAL, Editions Siloë, 654 p.
- ROMAO C., 1999 – *Manuel d'interprétation des habitats de l'union européenne*. Version EUR 15/2. Commission Européenne (DG XI), 132 p.
- THEBAUD, G. (2011) – Contribution au prodrome des végétations de France : les *Oxycocco* – *Sphagnetea* Braun-Blanq. & Tüxen ex V. Westh., Dijk, Pashier & Sissingh 1946 (tourbières acides eurosibériennes), *Journal de la Société Botanique de France* 56, 69-97.
- TOUFFET J., 1969 – *Les Sphaignes du Massif armoricain. Recherches phytogéographiques et écologiques*, Rennes, Université de Rennes-Faculté des Sciences, Thèse de Doctorat ès Sciences Naturelles, 357 p.

Sites internet

CBNBP, Site internet du Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien
http://cbnbp.mnhn.fr/flora/FloraServlet?action=Espece&typeAction=4&pageReturn=ficheEspeceRepartitionC.jsp&numero_taxon=106993

Site internet du Conservatoire du Patrimoine Naturel Sarthois
http://www.sarthe.com/cpns/RUBRIQUE%202/FLORE/flore_43.htm

BYFIELD A., STEWART N., 2007 – *Lycopodiella inundata* (L.) Holub, Plantlife.

http://www.plantlife.org.uk/uk/assets/saving-species/saving-species-dossier/Lycopodiella_inundata_dossier.pdf

JULVE, Tableau de synthèse de trois groupements du *Rhynchosporion albae*. Tela botanica <http://www.tela-botanica.org/projets/18/telechargement/14787> (consulté le 5 juin 2013).

Annexe 1 : Analyse numérique des relevés phytosociologiques

Une analyse détendancée des correspondances (DCA pour *Detrended Correspondance Analysis*) a été mise en œuvre pour comparer la composition floristique des différents relevés contenant *Lycopodiella inundata* en Pays de la Loire (Figure 1). L'analyse a été menée sur les données en présence-absence et en supprimant les taxons non déterminés jusqu'au niveau spécifique ainsi que les taxons observés seulement au stade de plantules ou de juvéniles. Ensuite, une classification hiérarchique ascendante a été réalisée (figure 2). Les analyses ont été réalisées à l'aide du package vegan (Oksanen et al., 2011) du logiciel R (R Development Core Team, 2011).

Ces analyses confortent pour partie les rattachements réalisés selon la méthode classique de la phytosociologie même si certaines distinctions ne semblent pas évidentes (classe des OXYCOCCO PALUSTRIS – SPHAGNETEA MAGELLANICI vs. *Rhynchosporion albae*). L'interprétation du relevé 4 serait à revoir à la lumière de ces analyses.

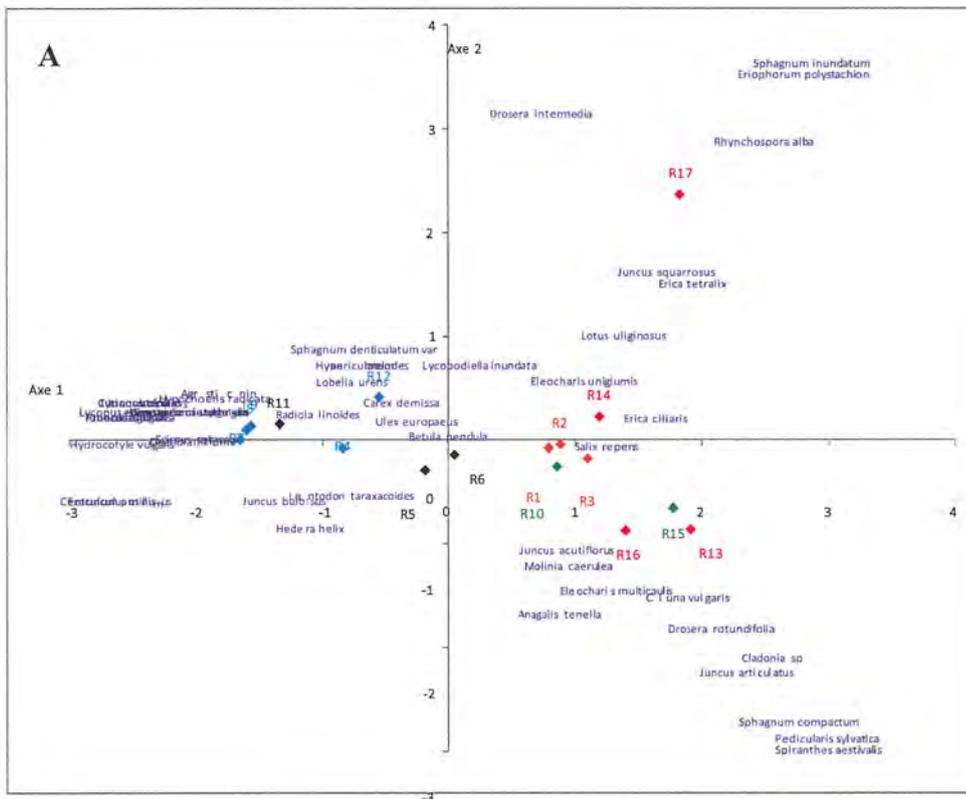


Figure 1 : Premiers plans factoriels de la DCA

présentant la position des espèces et des relevés. A : axe 1 vs. axe 2 ; B : axe 1 vs. axe 3. La signification du code couleur des relevés est expliquée dans la légende de la figure 2.

