



Conservatoire Botanique National de Brest
Antenne régionale des Pays de la Loire

Plan de conservation en faveur de l'Isoète épineux (*Isoetes histrix* Bory 1844) en région Pays de la Loire



GUITTON Hermann
THOMASSIN Guillaume

Juin 2010

Avec la collaboration de
Philippe FERARD (Jardin Botanique de Nantes)





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>

Plan de conservation en faveur de l'Isoète épineux (*Isoetes histrix* Bory 1844) en région Pays de la Loire

GUITTON Hermann
THOMASSIN Guillaume

Juin 2010

Avec la collaboration de
Philippe FERARD (Jardin Botanique de Nantes)

Remerciements :

Nous tenons à remercier Claude BUGEON et Dominique CHAGNEAU pour leurs conseils avisés et leur contribution à la connaissance et à la conservation de l'Isoète épineux.

Photos de couverture : Philippe FERARD

SOMMAIRE

I – PRESENTATION GENERALE DE LA PLANTE	7
1 – Description de l'espèce.....	7
2 – Variations infra-spécifiques de <i>Isoetes histrix</i>	7
3 – Taxonomie, nomenclature et synonymie.....	12
a – Taxonomie.....	12
b – Nomenclature.....	12
c – Synonymie.....	12
4 – Biologie.....	13
5 – Ecologie.....	15
6 – Phytosociologie.....	17
a – Les groupements à <i>Isoetes histrix</i> du domaine atlantique déjà décrits.....	17
b – Un groupement à <i>Isoetes histrix</i> du domaine atlantique actuellement non décrit.....	18
c – Les groupements à <i>Isoetes histrix</i> de la région méditerranéenne.....	19
7 – Répartition.....	22
a – Distribution dans le monde.....	22
b – Distribution en France.....	22
c – Distribution en Pays de la Loire.....	23
8 – Atteintes et menaces.....	24
9 – Valeur patrimoniale et statut de protection.....	24
II – ETAT DES LIEUX DES POPULATIONS REGIONALES	25
1 – Localisation des stations d' <i>Isoetes histrix</i>	25
2 – Description des communautés végétales à <i>Isoetes histrix</i> en Pays de la Loire.....	26
a – Méthode pour l'étude des communautés végétales à <i>Isoetes histrix</i>	26
b – La pelouse à <i>Isoetes histrix</i> et <i>Ophioglossum lusitanicum</i> sur sol peu profond.....	27
c – La pelouse à <i>Isoetes histrix</i> et <i>Danthonia decumbens</i> sur sol moyennement profond.....	28
3 – Description de la station de Préfailles.....	30
4 – Description des stations de l'île d'Yeu.....	30
5 – Statut vis-à-vis du foncier, des inventaires et des périmètres réglementaires.....	32
6 – Mesures de conservation déjà mises en œuvre ou en cours.....	33
a – La création et l'entretien de cheminements au sein de la lande de l'île d'Yeu.....	33
b – La protection de la station de Préfailles.....	33
III – PLAN D'ACTION	34
1 – Mesures visant à améliorer les connaissances sur l'espèce.....	34
2 – Mesures de conservation ex-situ.....	35
3 – Mesures de conservation in-situ.....	36
a – Mesures de conservation ou de restauration à engager sur les stations de l'île d'Yeu.....	36
b – Mesures de restauration à engager sur une ancienne station de Cayola au Château d'Olonne en Vendée.....	37
c – Mesures de conservation et de restauration à engager sur la station de Loire-Atlantique.....	37
4 – Mesures d'information et de sensibilisation.....	37
5 – Mesures de suivis.....	38
6 – Développer un partenariat autour de la conservation de l' <i>Isoetes histrix</i>	38
BIBLIOGRAPHIE	39
ANNEXES	42

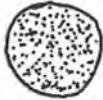
	<i>Isoetes</i> spp.	<i>Lobelia dortmanna</i>	<i>Littorella uniflora</i>
Coupe transversale au centre de la feuille			
Feuille	Section du limbe plus ou moins arrondie avec présence de 4 canaux	Section du limbe aplatie dorso-ventralement avec présence de 2 canaux	Section du limbe plus ou moins arrondie et spongieuse
Système racinaire	Bulbeux à racines de couleur terreuse à noirâtre	Fasciculé à racines de couleur blanches	Stolonifère à racines de couleur blanche

Tableau 1 : Distinction entre les *Isoetes* spp. aquatiques, et deux espèces phanérogamiques aquatiques proches, *Lobelia dortmanna* L. et *Littorella uniflora* (L.) Asch. (dessins tirés de RICH & JERMY, 1998).

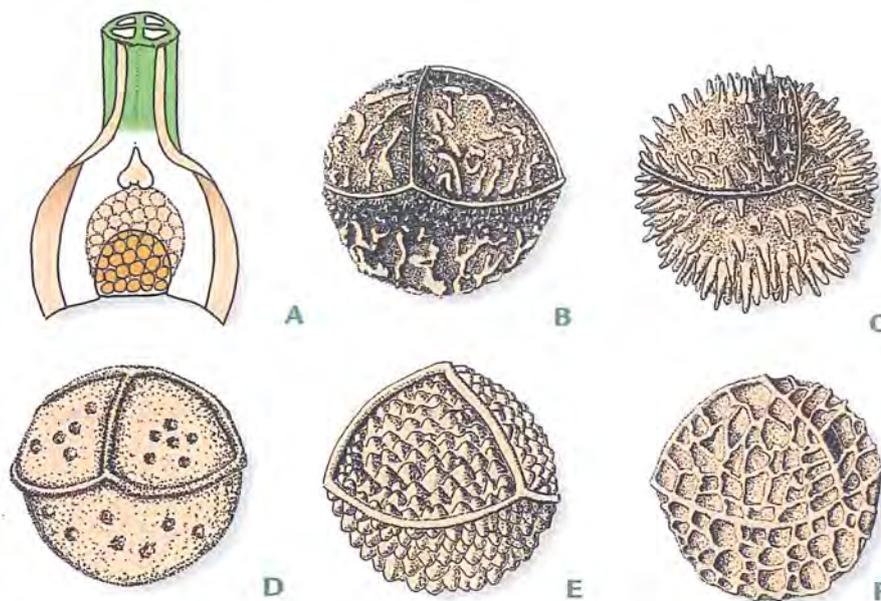


Figure 1 – Base foliaire et comparaison des mégaspores de quelques espèces d'*Isoetes* (dessins tirés de PRELLI, 2001).

A : Schéma d'une base foliaire d'*Isoetes*.

B : *I. lacustris*, C : *I. echinospora*, D: *I. velata*, E : *I. histrix*, F : *I. duriei*.

Rappel : les feuilles d'*Isoetes* externes ont à leur base une mégasporange contenant les mégaspores et les feuilles internes ont à leur base une microsporange contenant les microspores.

I – PRESENTATION GENERALE DE LA PLANTE

1 – Description de l'espèce

L'Isoète épineux a pour nom scientifique *Isoetes histrix* Bory, provenant du grec *isos* [égal] et *etos* [année], allusion à l'aspect toujours vert des espèces aquatiques d'*Isoetes*. L'adjectif spécifique *histrix*, provient du grec *hustrix* [hérisson], évoquant les anciennes bases foliaires épineuses qui entourent le bulbe (PRELLI, 2001).

Isoetes histrix est une plante vivace, terrestre, formant une petite touffe verte, large de 4-8 cm (ABBAYES *et al.*, 1971), formée par des feuilles étroites et coriaces disposées en rosette au ras du sol (parfois redressées). Cette rosette présente des feuilles linéaires et aiguës à leur extrémité, souvent arquées et étalées en cercle au ras du sol. Ces feuilles forment une très légère gouttière au-dessus et sont convexes en dessous. D'après la Flore de France de Rouy (1913), on observe un "bulboïde relativement très gros, à fleur de terre, variant de la grosseur d'une forte noisette à celle d'un œuf de poule, trigone à desquamation s'opérant plus ou moins tardivement". Ce bulbe souterrain est en effet, entouré d'écaillés épineuses, qui sont en définitive des restes sclérifiés des anciennes bases foliaires : les phyllopoïdes. Ces derniers sont noirâtres, luisants, tronqués à la base, terminés par trois dents raides, les latérales ordinairement plus longues que l'intermédiaire qui manque parfois (LLOYD, 1897). Chez les Isoètes ce sont les feuilles qui portent les spores et sporanges¹. Les feuilles externes (à l'exception de quelques feuilles stériles généralement situées en périphérie de la rosette (LLOYD, 1854)) portent des mégasporanges² contenant de nombreuses mégaspores³. L'ornementation de ces mégaspores à maturité est d'ailleurs très variable, d'une espèce à l'autre, ce qui fournit de bons critères d'identification pour les Isoètes. Les microsporanges sont de plus petite taille et doivent être recherchés sur des feuilles plus internes et contiennent de très nombreux microspores.

Les sporanges de l'Isoète épineux sont recouverts d'un voile complet, au moins en ce qui concerne les mégasporanges. Les mégaspores ou macrosperes blanches, sont ornées de nombreux tubercules chez *Isoetes histrix*, ce qui le distingue bien de *Isoetes duriei* Bory (espèce méditerranéenne), qui est très proche et pousse dans les mêmes milieux (cf. figure 1). Les microspores roussâtres, sont en revanche couvertes de fines fibrilles enchevêtrées et regroupées dans les microsporanges au niveau des feuilles internes (PRELLI, 2001).

2 – Variations infra-spécifiques de *Isoetes histrix*

Le polymorphisme de l'espèce a conduit certains botanistes de la fin du XIX^{ème} siècle et du début du XX^{ème} siècle à considérer plusieurs formes d'*Isoetes histrix* en France métropolitaine.

¹ Organe dans lequel se forment les microspores et les mégaspores des *Isoetes* spp.

² Sporange contenant les mégaspores.

³ Chez les *Isoetes* spp. il y a deux types de spores, les mégaspores situées à la base des feuilles périphériques de la touffe et les microspores situées à la base des feuilles centrales de la touffe (com. pers. Rémy Prelli, 2010).

➤ *Isoetes hystrix* Bory ssp. *delalandei* (Lloyd) Fournier 1934 (= *Isoetes hystrix* Bory proles⁴ *delalandei* (Lloyd (1851) Rouy 1913)) (cf. figure 2)

"Une première forme souvent proche du littoral"

Dans sa première édition de la Flore de l'ouest de la France, James Lloyd (1854), propose *Isoetes delalandei* Lloyd (1851), qu'il met en synonymie avec *I. hystrix* Durieu (malgré certaines interrogations). De son côté, Rouy retient également *Isoetes delalandei* comme une race de *Isoetes hystrix* Durieu ap. Bory in Comptes-rendus Acad. Sc. Paris 18 (1844), p. 1167 (ROUY, 1913).

Ensuite, au début du XX^{ème} siècle, Pierre Fournier élève ce taxon au rang de sous-espèce sous le nom de *Isoetes hystrix* subsp. *delalandei* Lloyd (Fournier, 1934). Ce taxon est d'ailleurs repris dans la Flore du Massif armoricain (ABBAYES *et al.*, 1971) et conservé au rang de sous-espèce.

Les critères retenus par Rouy (1913) pour la description de cette forme sont les suivants : "Plante croissant par pieds isolés ; bulboïdes relativement gros ; feuilles courtes et appliquées en cercle sur le sol ; phyllopoïdes à cornes et à dents latérales ordinairement longues, rarement plus courtes ; desquamation s'opérant assez tôt." D'après Kerguelen, cette description correspond à la diagnose du taxon (Kerguelen, 1999).

La forme *delalandei* est signalée dès 1854 dans le Morbihan, sur les Iles de Houat et de Belle-Ile (Lloyd, 1854), mais de nombreuses autres localités vont ensuite être signalées dans l'ouest ainsi que en région méditerranéenne.



Figure 2 : *Isoetes hystrix* Bory proles *delalandei* Lloyd, Ile d'Yeu (85)
(Photo : H. GUITTON-CBNB, 2009).

⁴ Synonyme de race, rang taxonomique situé entre la variété et la sous-espèce (Kerguelen, 1999)

➤ *Isoetes hystrix* Bory ssp. *sicula* (Todaro) Fournier 1934 (= *Isoetes hystrix* Bory proles *siculum* (Todaro) Rouy) (cf. figure 3)

"Une seconde forme plutôt rétro-littorale"

Cette autre correspond à des plantes, à plus petits bulbes, mais qui ont pour particularité de former des "gazons". La diagnose de ce taxon est la suivante : "*Bulboïdes* relativement petits, croissant par groupes en gazon ; phyllopoïdes promptement caducs ou n'existant que vers le haut, courts à cornes moins longues ou presque nulles, la dent dorsale faisant ordinairement défaut ; macrospores plus grosses que chez l'*I. delalandei* ; feuilles ordinairement dressées, allongées." (Rouy, 1913).

Rouy et Foucaud ont ensuite décliné en trois variétés, la forme *sicula* :

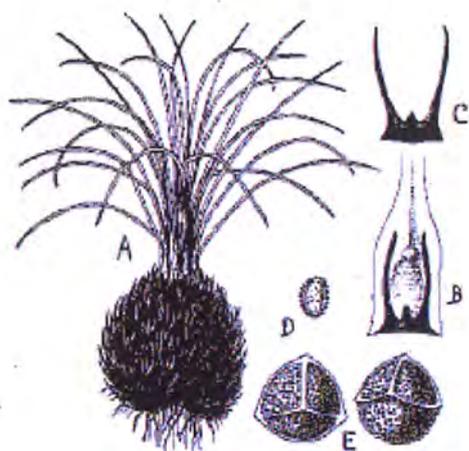
- α : *brevispinum* (A. Br.) Rouy & Foucaud : cornes des phyllopoïdes courtes à peu allongées ;
- β : *longispinum* (A. Br.) Rouy & Foucaud : cornes des phyllopoïdes allongées et très saillantes ;
- γ : *subinermis* Rouy & Foucaud : cornes des phyllopoïdes presque nulles, à part parfois celles du bord plus ou moins faibles.



Figure 3 : *Isoetes hystrix* Bory proles *siculum* Todaro, Moutiers-sous-Argenton (79) (Photo : H. GUITTON-CBNB, 2007)

➤ *Isoetes hystrix* Bory var. *loricata* A. Br. 1863

Le polymorphisme de *Isoetes hystrix* est parfois très marqué, comme c'est le cas en Afrique du nord, où une troisième forme d'*Isoetes hystrix* est connue. Il s'agit de *Isoetes hystrix* var. *loricata* A. Br. 1864. (Maire, 1953), caractérisée par la présence de phyllopoies noirs à longues cornes latérales, formant une masse écaillante bien plus épaisse que le bulbe (cf. figure 4). Nous ne développerons pas la description de cette forme dans ce rapport car elle ne semble pas être présente en France métropolitaine.



Légende :

- A : Sporophytes
- B : Sporange, ligule et phyllopode
- C : Phyllopode
- D : Microspore
- E : Mégaspore

Figure 4 – *Isoetes hystrix* Bory var. *loricata* A. Br. 1863 (Dessin tiré de la Flore d'Afrique du Nord (Maire, 1953)).

Risques de confusions :

Les Isoètes sont des plantes peu spectaculaires, à bulbe enterré sans fleurs, ce qui rend leur observation sur le terrain quelque peu délicate. C'est donc la rosette de feuilles appliquée à même le sol, qui permet de les repérer. Certains *Isoetes* peuvent être confondus avec d'autres plantes phanérogames comme les Littorelles (*Littorella*) et les Lobélies (*Lobelia*), pour les espèces aquatiques, et les Scilles (*Scilla*) pour les espèces terrestres. La vérification peut être réalisée sur une coupe transversale des feuilles : les Isoètes ont pour caractéristique de présenter 4 canaux aérifères formant 4 lacunes centrales bien visibles (cf. tableau 1 et figures 5 et 6). Pour distinguer avec certitude les différentes espèces d'Isoètes entre elles, il est alors nécessaire d'observer l'ornementation des mégaspores (cf. figure 1).

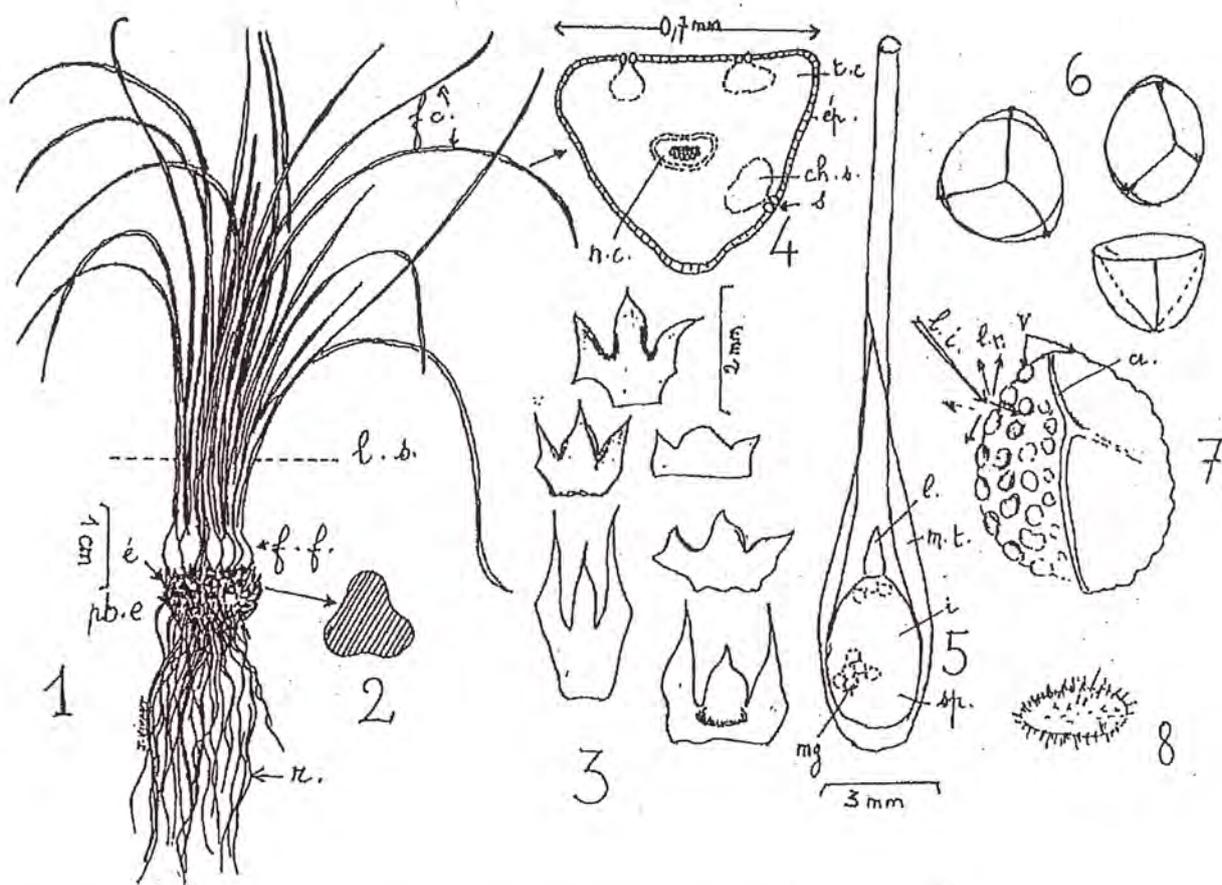


Figure 5 – *Isoetes histrix* Bory (1844) extrait de l'article de Jean Vivant (1997).

Légende :

1 : dessin d'ensemble ; r. faisceau de racines grêles ; pb. e : pseudobulbe écailleux ; é. : écailles tridentées ; f. f. : feuilles externes fertiles ; f. c. : feuilles à lime chlorophyllien ; l.s., : limite du sol.

2 : pseudobulbe trilobé en coupe transversale.

3 : schéma de quelques écailles tridentées.

4 : coupe transversale d'une feuille : ép. : épiderme à une couche de cellules incolores ; t. c. : tissu chlorophyllien ; s. et ch. s. : stomates et chambres sous stomatiques aérifères ; n. : nervure axiale.

5 : base d'une feuille externe avec son sporocarpie, m. t. marge translucide relevée ; i : indusie ou voile protecteur ; l. languette ou ligule ; mg. mégaspore vue par transparence en lumière transmise ; leur opacité ne permet pas de voir l'ornementation de la membrane.

6 : mégaspores

7 : mégaspore observée en lumière réfléchie (source lumineuse latérale). Les verrues basses sont alors bien visibles ; l.i. lumière incidente, l.r. lumière réfléchie ; v. verrues basses, cr. crêtes limitant les faces triangulaires courbes.

8 : microspores spinuleuses de 26-29 microns.

3 – Taxonomie, nomenclature et synonymie

a – Taxonomie

- Règne : Plantes
- Super-embranchement : Lycophytes
- Embranchement : Ptéridophytes
- Classe : *Lycopodiopsidae*
- Ordre : Isoétales
- Famille : Isoétacées
- Genre : *Isoetes*
- Espèce : *Isoetes histrix* Bory

Isoetes histrix Bory appartient à la famille des Isoétacées et est rattaché au super-embranchement des Lycophytes, qui regroupe également d'autres plantes archaïques sans fleurs, comme les Lycopodes et les Sélaginelles. La famille des Isoétacées constitue l'unique famille de l'ordre des Isoétales et n'est représentée que par un seul et unique genre : *Isoetes*. Les Isoétales constituent un ordre très spécialisé, regroupant des plantes fondamentalement adaptées à la vie aquatique, bien que certaines espèces soient revenues à la vie terrestre, à l'image de *Isoetes histrix*. Le genre *Isoetes* regroupe une dizaine d'espèces en Europe occidentale et seulement 2 d'entre elles ne sont actuellement pas représentées en France (PRELLI, 2001).

b – Nomenclature

Nous devons préciser que l'orthographe du nom latin de l'Isoète épineux varie selon les auteurs. En 1897, James Lloyd écrit *Isoetes hystrix* Durieu, alors qu'en 1999, Kerguelen nous propose de l'orthographier *Isoëtes histrix* Bory. Dans ce rapport, conformément au RNFO (Référentiel Nomenclatural de la Flore de l'Ouest de la France), nous retenons comme nom de référence pour l'Isoète épineux : *Isoetes histrix* Bory.

c – Synonymie

Isoetes histrix présente plusieurs synonymes taxonomiques et nomenclaturaux, dont voici quelques exemples :

- Synonymes taxonomiques :

➤ *Isoetes hystrix* Bory 1844 *sensu lato*

- *Isoetes hystrix* Durieu 1844,
- *Isoetes chaetureti* Mendes 1961,

➤ *Isoetes hystrix* Bory *ssp. sicula* (Todaro) Fournier 1934

- *Isoetes phrygia* Hausskn. 1899,
- *Isoetes sicula* Todaro 1866,
- *Isoetes hystrix* proles *siculum* (Todaro, 1866) Rouy 1913,
- *Isoetes hystrix* proles *siculum* (Todaro, 1866) Rouy 1913 var. *brevispinum* (A. Br.) Nob.,

- *Isoetes hystrix* proles *siculum* (Todaro, 1866) Rouy 1913 var. *longispinum* (A. Br.) Nob.,
- *Isoetes hystrix* proles *siculum* (Todaro, 1866) Rouy 1913 var. *subinermis* Nob.,
- *Isoetes hystrix* subsp. *siculum* (Todaro, 1866) Fournier 1934,
- *Isoetes hystrix* var. *scutellata* A. Br. 1864,
- *Isoetes hystrix* forma *desquamata* A. Br. proles *caespitosa* A. Br. 1864.

➤ ***Isoetes hystrix* Bory ssp. *delalandei* (Lloyd) Fournier 1934**

- *Isoetes delalandei* Lloyd 1851,
- *Isoetes hystrix* proles *delalandei* (Lloyd, 1851) Rouy 1913,
- *Isoetes hystrix* subsp. *delalandei* (Lloyd 1851) Fournier 1934,
- *Isoetes hystrix* forma *desquamata* A. Br. 1864,
- *Isoetes solitaria* A.Br.1864,

- **Synonymes nomenclaturaux :**

➤ ***Isoetes hystrix* Bory 1844 *sensu lato***

- *Cephaloceraton hystrix* (Bory) Gennari 1862,
- *Calamaria hystrix* (Bory) Kuntze 1891.

4 – Biologie

Isoetes hystrix est une **plante vivace**, dont la biologie de la reproduction est marquée par l'alternance de deux générations distinctes et indépendantes, comme pour les fougères mais également les autres Ptéridophytes⁵ :

- La plante feuillée, asexuée mais porteuse de spores est nommée pour cette raison **sporophyte** (cf. figure 3). C'est un végétal de "grande taille", dont la structure anatomique est très organisée. Le sporophyte constitue la phase diploïde⁶ du cycle de vie.
- Le prothalle⁷, porteur de cellules sexuelles (appelées aussi gamètes), est nommé de ce fait, **gamétophyte**. C'est un végétal de "petite taille", éphémère en général, dont la structure anatomique est très simple. Le gamétophyte représente la phase haploïde⁸ du cycle de vie.

Le sporophyte d'un Isoète est constitué d'une tige très courte formant le "bulbe", lui-même muni de racines et d'un ensemble de feuilles longues et étroites à insertions très rapprochées.

⁵ Embranchement de plantes sans fleurs, se reproduisant au moyen de spores, encore nommées cryptogames vasculaires et regroupant à la fois les Fougères, les Lycopodes, les Isoètes, les Sélaginelles et les Prêles.

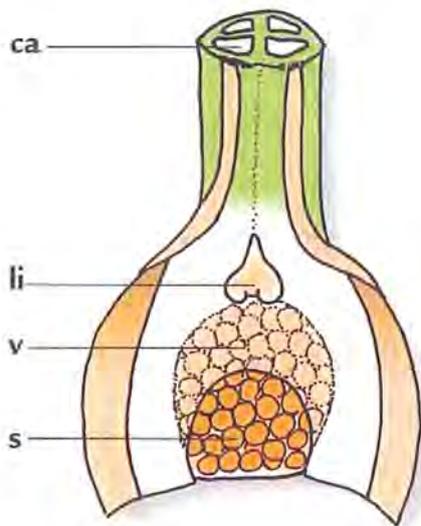
⁶ Qualifie la phase sporophytique d'un végétal dont le nombre de chromosomes est de 2n, c. à d. d'une paire de chaque type.

⁷ Gamétophyte des ptéridophytes issu d'une spore. De petite taille, plus ou moins fugaces, les prothalles portent les organes de la reproduction sexuée.

⁸ Qualifie la phase gamétophytique d'un végétal à n chromosomes.

Les feuilles du sporophyte (cf. figure 5 ci-après) ont presque toutes valeur de sporophylles (feuilles produisant des spores), en dehors des toutes premières généralement stériles, autant que de feuilles végétatives (PRELLI, 2001).

Les feuilles d'Isoètes sont creusées à leur base, du côté supérieur, d'une excavation occupée par un gros sporange, celui-ci étant souvent recouvert par une fine membrane que l'on appelle le voile. Au-dessus du sporange, les feuilles portent une petite ligule triangulaire, comme les Sélaginelles (cf. figure 5 ci-dessous). Le sporophyte se développe ainsi en automne et en hiver, pour ensuite se dessécher puis disparaître à la fin du printemps, après la maturation des spores qui vont principalement être dispersées par le vent (anémochorie).



Légende :

- ca : canaux aérifères,
- li : ligule,
- v : voile, bien présent chez *Isoetes histrix*,
- s : sporange (nommé aussi mégasporange chez les *Isoetes* spp.)

Figure 6 – Base foliaire d'un *Isoetes* sp. (Dessin tiré de PRELLI, 2001).

Les spores sont ainsi disséminées au cours du printemps, à la surface du sol. Ces spores sont plus ou moins toutes semblables, unicellulaires, non chlorophylliennes et entourées d'une périspore qui présente parfois des ornements spécifiques. Elles peuvent rester plusieurs mois en vie ralentie en attendant des conditions favorables pour leur germination, c'est-à-dire une température relativement douce et une humidité suffisante. Après avoir germé, la spore va donner naissance à un petit organisme chlorophyllien très discret que l'on appelle prothalle.

Le prothalle mesure moins d'un centimètre et présente une forme en cœur caractéristique. La pointe conserve parfois la paroi épaisse de la spore dont il est issu. Au delà de la petite taille, le prothalle diffère considérablement du sporophyte, par sa structure beaucoup moins différenciée. Ni la tige, ni la feuille ne sont reconnaissables, le prothalle est uniquement constitué d'une mince lame, formée de cellules chlorophylliennes toutes semblables. Ces cellules sont disposées en une seule couche, sauf le long de son axe de symétrie où le prothalle est légèrement plus épais. Il ne présente pas non plus de racines, la fixation au sol est assurée par un ensemble de rhizoïdes (cellules allongées à paroi brune), qui contribuent aussi à l'alimentation en eau et en sels minéraux. Aucun tissu conducteur ne se différencie au sein de ces prothalles, dont la structure est certes très simple, mais qui mènent cependant une vie indépendante. C'est cette simplicité d'organisation qui explique leur grande fragilité vis-à-vis de la sécheresse.

Il faut absolument tenir compte de ces exigences lorsqu'on recherche des prothalles en milieu naturel, ou bien lorsque l'on souhaite réaliser des cultures en laboratoire. Les organes sexués des prothalles sont situés à la face inférieure, avec des **anthéridies** (organes mâles contenant des cellules mâles flagellées à noyau hélicoïdal, les anthérozoïdes) qui sont disséminées parmi les rhizoïdes, alors que les **archégones** (organe femelles) se trouvent un peu plus en avant, à proximité de l'échancrure du cœur. Lorsque la pluie ou la rosée mouillent le sol et qu'une petite pellicule d'eau se forme sous le prothalle, les anthéridies mûres s'ouvrent, ce qui libère les **anthérozoïdes** qui vont alors nager dans cette eau grâce à des mouvements de leurs flagelles. L'archégone, en revanche, ne renferme qu'une seule cellule reproductrice femelle, l'**oosphère**, qui est une cellule de grande taille, immobile. La fécondation consiste en la fusion d'un anthérozoïde avec une oosphère, ce qui aboutit à la constitution d'un œuf aussi appelé zygote.

Comme nous venons de le voir, la **reproduction** des Isoètes (tout comme les fougères et autres plantes alliées) est directement **tributaire de l'eau extérieure**, c'est donc à ce niveau que se situe le caractère archaïque de la biologie des Isoètes et des Ptéridophytes en général. C'est pourquoi, le maintien du caractère temporairement hygrophile (de l'automne au début du printemps), au niveau des stations d'Isoètes épineux, constitue un enjeu majeur en termes de conservation de l'espèce.

5 – Ecologie

Isoetes histrix est tout d'abord une **amphiphyte** qui réalise son cycle de vie sur un sol qui se gorge d'eau en fin d'automne et qui s'assèche au cours du printemps. Cet engorgement temporaire du substrat, est directement lié à la faible profondeur des sols où se trouve habituellement l'Isoète épineux et à la relative imperméabilité de la roche-mère. La dominante sableuse du substrat occupé par *Isoetes histrix*, est favorable à une circulation rapide de l'eau dans le sol au moment de l'engorgement et de l'assèchement du sol. C'est la combinaison de ces caractéristiques édaphiques qui va être favorable à un rapide engorgement du sol en début d'hiver et à un assèchement tout aussi rapide au début du printemps.

L'Isoète épineux est également une plante **héliophile** qui, d'après l'échelle des indicateurs d'Ellenberg pour les plantes britanniques (HILL *et al.*, 1999), atteint la valeur 8 (plantes héliophiles rarement observées là où le taux d'ensoleillement est inférieur à 40%), sur une échelle de 1 à 9, ce qui correspond aux mêmes exigences d'ensoleillement que pour *Cardamine hirsuta*, *Orchis morio* ou *Vaccinium oxycoccos*.

En termes de réactivité du sol, *Isoetes histrix* est généralement associé à des substrats **acidoclines**⁹, qui ont un pH avoisinant les 5.

L'Isoète épineux se développe sur des sols très **oligotrophes**, toujours d'après les indicateurs d'Ellenberg, l'Isoète épineux atteint en terme de fertilité des sols, la valeur 1 (sols très oligotrophes) sur une échelle de 1 à 9, ce qui correspond aux mêmes exigences en terme de disponibilité en azote dans le sol que celles de *Drosera rotundifolia* ou *Agrostis curtisii*.

⁹ Qui tend vers l'acidité.

Isoetes histrix se rencontre dans des situations écologiquement distinctes selon les populations concernées. En effet, le contexte écologique varie selon que les stations sont exclusivement littorales ou qu'elles sont plus à l'intérieur des terres.

Sur l'île d'Yeu il peut être considéré deux grands types de stations homogènes écologiquement :

- les stations littorales des pelouses des plateaux et cuvettes rocheuses, sur sol peu profond,
- les stations plus "intérieures" des pelouses (pâturées et / ou fauchées) ponctuant la lande, sur sol moyennement profond.

Ces types de stations vont être développés dans le chapitre concernant l'état des lieux des stations.

En situation franchement littorale, les populations d'*Isoetes histrix* sont dominées par la forme *delalandei*, qui croît par pieds isolés au sein de pelouses rases situées le plus souvent entre la pelouse aérohaline et la lande maritime, au fond de cuvettes ou sur des plateaux rocheux recouverts d'une faible couverture de terre très humifère. Des mesures prises à l'île d'Yeu en 2009, indiquent pour ces populations des profondeurs de sol situées entre 5 et 10 cm, pour des distances à la mer qui oscillent entre 70 et 730 m. Rouy (1913) indiquait déjà, au début du XX^{ème} siècle, la forme *delalandei* sur "*des pelouses et plateaux secs surtout maritimes et des coteaux abrupts*".

Toujours sur l'île d'Yeu, il existe un autre contexte écologique dans lequel on trouve également des populations d'*Isoetes histrix*, mais cette fois caractérisées par la dominance de la forme *sicula*. Celle-ci croît en formant des gazons relativement denses, au sein de pelouses amphibies-acides-oligotrophes basses (5-15 cm. en moyenne) et caractérisées par un recouvrement végétal relativement important (environ 90 % en moyenne). Les mesures de profondeur de sol indiquent des valeurs plus élevées allant de 10 à plus de 20 cm de sol, pour des distances à la mer allant de 330 à 940 m. Cette forme était, dès le début du XX^{ème} siècle, indiquée dans un contexte écologique différent de celui de la forme *delalandei* (Rouy, 1913), caractérisé par des "*rives gazonnées des étangs, pelouses humides, dépressions des landes*".

Le sol qui caractérise les stations d'*Isoetes histrix*, est marqué par une dominance de sables très humifères sur les stations les plus proches du littoral, tandis que la texture du sol est plus fine pour les stations situées à l'intérieur de l'île d'Yeu, avec notamment l'arrivée d'argiles qui s'associent aux limons et aux sables organiques présents dans le sol.

Par ailleurs, le contexte écologique dans lequel se trouve *Isoetes histrix* s. l. en Afrique du Nord présente certains points communs avec le contexte stationnel des populations de l'ouest de la France, notamment par le caractère hygrophile des stations d'Isoète épineux en hiver et la texture à dominante sableuse du substrat (MAIRE, 1953). Les cuvettes dans lesquelles se trouvent l'Isoète épineux en Afrique du Nord sont appelées des *dayas*¹⁰.

¹⁰ Les *dayas* (terme Berbère) sont des cuvettes au fond en général argileux dans lesquelles l'eau de ruissellement peut s'accumuler, on les rencontre surtout au nord du Sahara.

6 – Phytosociologie

De nombreuses associations décrites, possèdent *Isoetes histrix* comme caractéristique ou différentielle. Tous ces groupements ont en commun une hydromorphie temporaire du sol et un caractère oligotrophe.

a – Les groupements à *Isoetes histrix* du domaine atlantique déjà décrits

Le tableau 2 replace les associations présentées ici au sein du synsystème.

✓ *Bromo ferroni* - *Anthoxantheum aristati* Bioret *et al.* 1988

Il s'agit d'une pelouse rase et ouverte à dominance thérophytique, qui occupe les replats rocheux des affleurements en sommet de falaise littorale. Le groupement se développe sur un sol superficiel sablo-humifère, accumulé au sein de micro-cuvettes ou replats des corniches et sur affleurements. L'association supporte une sécheresse estivale mais le sol peut être gorgé d'eau en hiver. Elle possède deux sous-associations : l'une, '*miboretosum*', est la plus sèche, tandis que l'autre, '*Juncetosum capitati*', est plus hygrophile. C'est dans cette dernière que poussent notamment *Isoetes histrix* et *Ophioglossum lusitanicum*.

Taxons caractéristiques de l'association : *Anthoxanthum aristatum* ; *Romulea columnae* et *Bromus hordeaceus* subsp. *ferronii*.

✓ *Ophioglossum lusitanicum* - *Isoetetum histricis* (Durand & Charrier 1911) de Foucault 1988

Composée d'espèces vivaces, cette association amphibie des dépressions temporairement humides est présente sur les falaises maritimes des côtes atlantiques françaises. Elle a été décrite (DE FOUCAULT, 1988) uniquement sur la base d'un relevé phytosociologique réalisé à l'Île d'Yeu en 1985 par P. DUPONT, J.-B. BOUZILLE et A. HERAULT (DUPONT P. *et al.*, 1985), à partir d'observations de DURANT et CHARRIER (1911) sur la végétation de l'Île d'Yeu, et enfin d'après deux listes d'espèces tirées de BOURNERIAS *et al.* (1985) faites à Ouessant et à Paimpol, dont au moins une provient d'une extrapolation de photographie.

Taxons caractéristiques de l'association : *Ophioglossum lusitanicum* ; *Isoetes histrix*.

✓ *Romuleo columnae-Scilletum autumnalis* Bioret 1989

D'après Bioret (1989), la création du groupement résulte du découpage du *Bromo ferroni* - *Anthoxantheum aristati* Bioret *et al.* 1988 en deux associations qui se développent en mosaïque : l'une comprenant des espèces annuelles (dont le nom resterait le *Bromo ferroni* - *Anthoxantheum aristati*) et le *Romuleo columnae-Scilletum autumnalis* Bioret 1989, constitué d'espèces vivaces. Cette dernière est donc synonyme pour partie du *Bromo ferroni* - *Anthoxantheum aristati* Bioret *et al.* 1988.

Il s'agit d'une pelouse méso-xérophile d'espèces vivaces, qui se rencontre dans les mêmes conditions que le *Bromo ferroni* - *Anthoxantheum aristati*.

Ophioglossum lusitanicum et *Isoetes histrix* caractérisent une sous-association plus hygrophile (non nommée dans la thèse), qui fait la transition avec l'association de pelouse méso-

hygrophile, située aux niveaux inférieurs, le *Romuleo columnae-Isoetetum histricis* Bioret 1989 décrit ci-dessous.

Taxons caractéristiques de l'association : *Scilla autumnalis* ; *Romulea columnae*.

✓ *Romuleo columnae-Isoetetum histricis* Bioret 1989

Association amphibie des microcuvettes des falaises littorales, le *Romuleo columnae-Isoetetum histricis* pousse sous climat thermo-atlantique et connaît une répartition sud-armoricaine (présent surtout dans les îles).

C'est une pelouse vivace méso-hygrophile des niveaux inférieurs, rase et ouverte marquée par la présence de deux caractéristiques, *Ophioglossum lusitanicum* et *Isoetes histrix*, auxquelles se joint très régulièrement *Romulea columnae*.

Bioret (1989) propose de mettre en synonymie 'pour partie' cette association avec l'*Ophioglossum lusitanicum* - *Isoetetum histricis* (Durand & Charrier 1911) de Foucault 1988, à l'intérieur du système sud-armoricain.

Taxons caractéristiques de l'association : *Isoetes histrix* ; *Romulea columnae* ; *Ophioglossum lusitanicum*.

✓ *Chamaemelo nobilis* - *Isoetetum histricis* Bioret 1989

Il s'agit de l'association synvicariante du *Romuleo columnae-Isoetetum histricis* Bioret 1989 (voir association précédente), présente dans le système ouest-armoricain (BIORET, 1989), synonyme pour une autre partie de l'*Ophioglossum-Isoetetum*. Cette pelouse vivace est dominée physionomiquement et floristiquement par *Isoetes histrix* et *Ophioglossum lusitanicum*. *Chamaemelum nobile* et *Scilla verna* sont des espèces différentielles du groupement précédent.

Taxons caractéristiques de l'association : *Scilla verna* ; *Chamaemelum nobile* ; *Isoetes histrix* ; *Ophioglossum lusitanicum*.

✓ *Ophioglossum azoricum* - *Isoetetum histricis* de Foucault ex de Foucault 2008

Association amphibie des petites dépressions rocheuses ou micro-cuvettes de l'intérieur, l'*Ophioglossum azoricum* - *Isoetetum histricis* apparaît au niveau des corniches, vires ou petits replats ensoleillés, sous climat thermo-atlantique.

Taxons caractéristiques de l'association : *Ophioglossum azoricum* ; *Ophioglossum vulgatum* ; *Isoetes histrix* ; *Rorippa pyrenaica*.

b – Un groupement à *Isoetes histrix* du domaine atlantique actuellement non décrit

Au cours de l'inventaire des populations d'*Isoetes histrix*, mené en 2009 sur l'île d'Yeu, une communauté végétale originale a été repérée en situation rétro-littorale. En effet, les plus importantes populations d'*Isoetes histrix* se trouvent au sein de cette pelouse amphibie-acide-oligotrophe, sur sol moyennement profond que pour les communautés végétales précédentes, dominée par des espèces des *ISOETO DURIEUI - JUNCETEA BUFONII* Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff., Dijk & Passchier 1946 et des *NARDETEA STRICTAE* Rivas Goday in Rivas Goday & Rivas-Martinez 1963 (cf. tableau phytosociologique en Annexe 1). Après avoir

étudié la littérature phytosociologique, il ne semble pas que ce groupement végétal soit encore décrit.

Les relevés réalisés sur l'île d'Yeu mettent pourtant en évidence cette pelouse qui présente certaines proximités floristiques avec des communautés végétales à *Isoetes histrix* du sud-ouest de la France. Pour vérifier la valeur phytosociologique et statistique de cette communauté, il faudra multiplier les relevés dans ce type de pelouse à *Isoetes histrix*, sur l'île d'Yeu et au delà, dans d'autres secteurs du domaine atlantique.

Taxons caractérisant la communauté végétale : *Isoetes histrix* ; *Lotus subbiflorus* ; *Danthonia decumbens*.

c – Les groupements à *Isoetes histrix* de la région méditerranéenne

Les groupements de la région méditerranéenne n'ont pas fait l'objet d'une recherche approfondie. Seules les associations citées dans les cahiers d'habitats sont mentionnées ci-dessous.

✓ *Radiolo linoidis* – *Isoetetum hystricis* Chevassut & Quézel 1956

Caractérise les mares temporaires méditerranéennes (*Isoetion durieui* Br.-Bl. 1936), code Natura 2000 : 3170-1

✓ *Serapio* – *Oenanthetum lachenalii* Barbero 1967

Communauté de pelouses mésophiles à *Serapias*, code Natura 2000 : 3120-1. Association rattachée au *Serapion* Aubert & Loisel 1971, alliance non retenue dans le Prodrôme des Végétations de France (BARDAT *et al.*, 2004).

CLASSE	ORDRE	ALLIANCE	ASSOCIATION	Remarque
ISOETO DURIEUI - JUNCETEA BUFONII Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff., Dijk & Passchier 1946	<i>Isoetetalia durieui</i> Br.-Bl. 1936	<i>Isoetion durieui</i> Br.-Bl. 1936	<i>Ophioglosso azorici - Isoetetum histriceis</i> de Foucault ex de Foucault 2008	Association d'espèces vivaces, de l'intérieur.
			<i>Ophioglosso lusitanici - Isoetetum histriceis</i> (Durand & Charrier 1911) de Foucault 1988	Association d'espèces vivaces, du littoral.
			<i>Chamaemelo nobilis - Isoetetum histriceis</i> Bioret 1989	Pelouse vivace méso-hygrophile, du système ouest-armoricain. Décrite uniquement dans la thèse de Bioret (1989), reprise dans les cahiers d'habitats. Synonyme <i>p.p.</i> de l' <i>Ophioglosso lusitanici</i> - <i>Isoetetum histriceis</i> .
			<i>Romuleo columnae - Isoetetum histriceis</i> Bioret 1989	Pelouse vivace méso-hygrophile, du système sud armoricain. Décrite uniquement dans la thèse de Bioret (1989), reprise dans les cahiers d'habitats. Synonyme <i>p.p.</i> de l' <i>Ophioglosso lusitanici</i> - <i>Isoetetum histriceis</i> .
SEDO ALBI - SCLERANTHETEA BIENNIS Br.-Bl. 1955			<i>Romuleo columnae-Scilletum autumnalis</i> Bioret 1989	Pelouse vivace méso-xérophile du système sud-armoricain. <i>Ophioglossum lusitanicum</i> et <i>Isoetes histrix</i> caractérisent une sous-association plus hygrophile. Décrite uniquement dans la thèse de Bioret (1989). (= Partie vivace du <i>Bromo ferroni</i> - <i>Anthoxantheum aristati</i> Bioret <i>et al.</i> 1988).
HELIANTHEMETEA GUTTATI (Br.-Bl. ex Rivas Goday 1958) Rivas Goday & Rivas- Martínez 1963	<i>Helianthemetalia guttati</i> Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940	<i>Thero - Airion</i> Tüxen ex Oberdorfer 1957	<i>Bromo ferroni - Anthoxantheum aristati</i> Bioret <i>et al.</i> 1988	Pelouse d'annuelle et de vivaces, méso- xérophile. <i>Ophioglossum lusitanicum</i> et <i>Isoetes histrix</i> caractérisent une sous-association plus hygrophile, <i>Juncetosum capitati</i> .

Tableau 2 – Résumé synsystématique des groupements à *Isoetes histrix* du domaine atlantique.

7 – Répartition

a – Distribution dans le monde

Isoetes histrix est une plante méditerranéenne-atlantique, qui en Europe s'étend sur la moitié occidentale de la péninsule ibérique (Portugal, Espagne), puis vers le nord, le long de la façade atlantique, jusqu'au sud-ouest des Iles Britanniques (Cornouailles). Sur le pourtour méditerranéen, la plante est connue sur les territoires de la France, la Corse, l'Italie, la Sardaigne, la Sicile, la Macédoine, la Grèce et la Crète, alors qu'ailleurs dans le monde l'Isoète épineux s'étend de la Turquie, au Moyen-Orient (Syrie, Liban) ainsi qu'en Afrique du Nord.

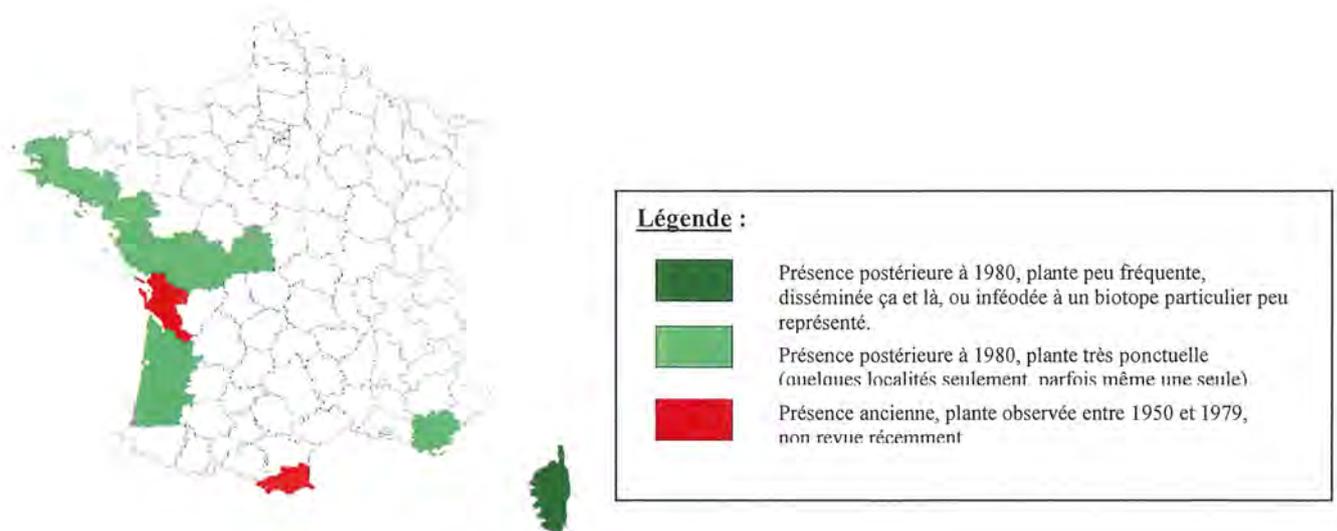
b – Distribution en France

L'Isoète épineux est signalé pour la France dans les départements suivants (cf. figure 6) :

- **Façade atlantique** : Côtes-d'Armor, Finistère, Morbihan, Loire-Atlantique, Vendée, Charentes-Maritimes, Gironde, Landes.
- **Pourtour méditerranéen** : Var, Haute-Corse et Corse-du-Sud. L'Isoète épineux semble plus répandue en Corse que sur le continent.
- **Localités plus intérieures** : Deux-Sèvres, Vienne, Indre.

En **Charente-Maritime**, *Isoetes histrix* a été découvert en 2004 par J. Terrisse à Echillais (TERRISSE, 2005). La disparition de la plante a en revanche été constatée en 2007, par l'équipe du CBN Sud-Atlantique accompagnée de C. Lahondère, sur la pointe de Fourras et sur la pointe du Port des Barques en face de l'île Madame, où elle avait été signalée. La transformation des stations en camping serait en cause (com. pers. Romain Pradinas-CBNSA).

Dans les **Pyrénées-Orientales** la plante a été observée avant 1980 mais elle n'y a pas été signalée récemment (PRELLI, 2001).



Carte 1 – Répartition départementale de *Isoetes histrix* s. l. en France.

c – Distribution en Pays de la Loire

L'Ile d'Yeu (85) et Préfailles (44) constituent aujourd'hui les deux uniques localités actuellement connues d'*Isoetes hystrix* en Pays de la Loire.

Vendée :

Jusqu'au printemps 2009, l'Isoète épineux n'était plus connu en Pays de la Loire que sur l'Ile d'Yeu en Vendée, alors qu'il était également présent autrefois sur le continent au sud des Sables-d'Olonne.

- **Ile d'Yeu** : *Isoetes hystrix* est indiqué comme commun sur l'île à la fin du XIX^{ème} siècle, entre les landes du Vieux-Château et la plaine du nord-ouest de l'île (LLOYD, 1897), dans ce même secteur il y a été observé en plusieurs stations en 2009, par Philippe Férard, Guillaume Thomassin et Hermann Guitton.
- **Sud des Sables d'Olonne** : *Isoetes hystrix* y est indiqué à Saint-Jean-d'Orbestier au sud de la commune des Sables-d'Olonne à la fin du XIX^{ème} (PONTARLIER *et al.*, 1895), cette station n'a pas été signalée récemment ; Pierre Dupont l'indique comme "*non retrouvée à Cayola*" (pointe de Cayola située au sud du village de Saint-Jean-d'Orbestier au Château d'Olonne) (DUPONT, 2001).

Loire-Atlantique :

- **Préfailles** : *Isoetes hystrix* y est signalé pour la première fois en Loire-Atlantique, [REDACTED] à Préfailles par Dominique Chagneau, le 6 mai 2009 (CHAGNEAU, 2010).

8 – Atteintes et menaces

La conservation de *Isoetes histrix* est directement liée au maintien des pelouses acides oligotrophes et amphibies, auxquelles l'espèce est associée. Ces pelouses sont des habitats très sensibles au piétinement, à l'enrichissement du sol en nutriments et aux modifications du régime hydrique (inondation en hiver et dessèchement estival). En plus de ces différentes menaces, de nombreux secteurs à *Isoetes histrix* sont aujourd'hui touchés par la déprise agricole, qui favorise le développement de landes et de fourrés par dynamique naturelle. Cette dernière peut mener à la disparition de certaines stations d'*Isoetes histrix*.

9 – Valeur patrimoniale et statut de protection

Sur le plan **patrimonial**, *Isoetes histrix* présente les statuts suivants :

- inscrit à l'annexe 3 et jugé comme en danger (EN) dans la **liste "rouge" régionale** de la flore vasculaire rare et/ou menacée des Pays de la Loire (LACROIX *et al.*, 2008), ce taxon est également prioritaire à l'échelle régionale pour bénéficier de mesures plus urgentes de conservation ;
- inscrit à l'annexe I de la **Liste rouge** des espèces végétales rares et menacées du **Massif armoricain** (MAGNANON, 1993),
- inscrit sur la liste provisoire des taxons du futur **tome II du Livre rouge de la flore menacée de France** (espèces à surveiller) (OLIVIER, *et al.*, 1995).

Sur le plan **réglementaire** *Isoetes histrix* est **protégé** intégralement sur l'ensemble du **territoire national** par l'arrêté du 20 janvier 1982 (JO du 13 mai 1982) modifié par les arrêtés du 05 septembre 1982 (JO du 14 décembre 1982) et du 31 août 1995 (JO du 17 octobre 1995).

Toutes les communautés végétales à *Isoetes histrix* sont également concernées par la **Directive Habitats-Faune-Flore** de 1992 et constituent de ce fait des habitats d'intérêt communautaire, qui doivent être préservés ou restaurés dans un bon état de conservation. Elles peuvent être rattachées aux habitats suivants :

- Pelouses rases sur dalles et affleurements rocheux des contacts pelouses aérohalines-landes (Code Natura 2000 : **1230-6**),
- Pelouses mésohygrophiles oligotrophiques thermo-atlantiques à Isoète épineux et Ophioglosses (Code Natura 2000 : **3120-2**).

La pelouse à *Isoetes histrix* et *Danthonia decumbens* rencontrée à l'île d'Yeu, n'est pas citée en tant que telle par les cahiers d'habitats français, n'ayant pas encore été décrite sur le plan phytosociologique. Son intérêt patrimonial est cependant indéniable et il s'agit probablement d'un habitat d'une grande rareté. Le caractère amphibie et oligotrophe de cette pelouse acide, à *Isoetes histrix* et *Danthonia decumbens*, permet néanmoins de la rattacher à l'habitat d'intérêt communautaire 3120-2.

II – ETAT DES LIEUX DES POPULATIONS REGIONALES

1 – Localisation des stations d'*Isoetes histrix*

A l'**Ile d'Yeu**, d'après les observations réalisées ces dernières années, *Isoetes histrix* se rencontre [REDACTED] où il est localement abondant et peut occuper des surfaces relativement importantes : certaines stations atteignent plus de 1000 m² et abritent plusieurs milliers d'individus. A ce jour, plus de 40 stations sont répertoriées, qui abritent au total plusieurs centaines de milliers d'individus d'*Isoetes histrix*. L'espèce a été observée dans la plupart des secteurs prospectés qui lui sont favorables. Des recherches complémentaires au sein de toute la zone et sur les marges seraient à réaliser afin de bien délimiter la population de l'Ile d'Yeu. La carte 2 est tirée des observations réalisées par le Jardin Botanique de Nantes et le Conservatoire Botanique National de Brest entre 1996 et 2009.

Carte 2 – Répartition des stations d'*Isoetes histrix* à l'Ile d'Yeu (85).

A **Préfailles**, l'unique station connue et découverte en 2009 par Dominique CHAGNEAU se trouve à la pointe Saint-Gildas, sur la commune de Préfailles, [REDACTED] (voir carte 3).

Carte 3 – Localisation de la station d'*Isoetes histrix* de Préfailles (44).

2 – Description des communautés végétales à *Isoetes histrix* en Pays de la Loire

Le nombre de stations étant relativement important sur l'Ile d'Yeu, celles-ci ne peuvent faire l'objet d'une description systématique dans ce document. Nous procéderons donc dans ce chapitre à une description détaillée des deux grands types de communautés végétales à Isoète épineux présents en Pays de la Loire :

- **La pelouse à *Isoetes histrix* et *Ophioglossum lusitanicum* sur sol peu profond : présente à l'Ile d'Yeu (85),**
- **La pelouse à *Isoetes histrix* et *Danthonia decumbens* sur sol moyennement profond : présente à l'Ile d'Yeu (85) et à Préfailles (44).**

a – Méthode pour l'étude des communautés végétales à *Isoetes histrix*

Tout d'abord, afin de bien appréhender les végétations à *Isoetes histrix*, leur écologie et leur dynamique, des relevés phytosociologiques ont été réalisés, non seulement au sein des stations de l'espèce, mais également dans les végétations situées à leurs contacts inférieurs et supérieurs. Les relevés ont été réalisés suivant la méthode sigmatiste. Le tableau phytosociologique est présenté en annexe 1, la localisation des relevés de l'Ile d'Yeu en annexe 2. En complément de la diagonalisation manuelle, les relevés ont fait l'objet d'une analyse numérique, par l'intermédiaire du logiciel Juice (L. TICHÝ, 2002). L'Analyse Factorielle des Correspondances Décentrée (AFCD) qui en découle est présentée en annexe 3.

La diagonalisation des relevés, corroborée par l'AFCD, met en évidence l'existence de deux groupements distincts à *Isoetes histrix* : dans le premier, *Isoetes histrix* se développe aux côtés d'*Ophioglossum lusitanicum*, sur sol peu profond, dans des micro-cuvettes au sommet de falaises littorales ou dans des secteurs très exposés plus à l'intérieur (relevés 3, 4, 13 et 28, annexe 1). Le second se développe sur sol moyennement profond et donc plus humide, la pelouse à *Isoetes* est alors accompagnée d'un lot d'espèces prairiales (relevés 8, 15, 16, 17, 23, 25, 29, 30 et 31).

b – La pelouse à *Isoetes histrix* et *Ophioglossum lusitanicum* sur sol peu profond

Il s'agit d'une pelouse amphibie occupant les micro-cuvettes des affleurements rocheux. Ces micro-cuvettes sont engorgées d'eau en hiver et s'assèchent rapidement au cours du printemps. Le groupement possède un développement optimal au printemps (mai) et disparaît avant le début de l'été.

Physionomiquement, le groupement constitue une pelouse très rase et ouverte. De hauteur moyenne comprise entre 1 et 3,5 cm, la strate phanérogamique herbacée (annuelles et vivaces) couvre de 40 à 70 % de la surface du sol et repose sur une strate bryophytique qui en occupe entre 15 et 80 %. La profondeur de sol est en moyenne de 6 cm, allant de 2 à 8 cm. Mais, remarque importante, dans chaque relevé, un secteur dépasse systématiquement 5 cm de profondeur. Les relevés réalisés au contact supérieur de ce groupement (relevés 11, 12, 14), dans lesquels la profondeur de sol est inférieure à 5 cm ne contiennent plus *Isoetes histrix*. Il semble donc que la présence d'*Isoetes histrix* est conditionnée par cette profondeur de sol, qui doit atteindre un minimum de 5 cm. Le sol est humifère et sa texture est limono-sableuse.

Nous avons remarqué qu'*Isoetes histrix*, dans ce groupement, est de petite taille et possède peu de feuilles, plutôt plaquées au sol, rejoignant ainsi la description de la forme *Delalandei*.

Malgré le fait que le groupement se rencontre le plus souvent en retrait du sommet du plateau des falaises littorales, entre 100 et 200 m de la mer, la distance à cette dernière est variable, les relevés phytosociologiques ayant été réalisés entre 70 et 730 m. Notons cependant que l'influence de la mer se fait sentir très loin dans l'intérieur, du fait de l'ouverture du milieu (quasi absence d'arbres dans certains secteurs).

Sur le plan floristique, hormis *Isoetes histrix* et *Ophioglossum lusitanicum*, les espèces les plus fréquentes sont *Romulea columnea*, *Sedum anglicum* et *Agrostis capillaris*. Notons qu'aucune espèce ne domine vraiment et ne marque physionomiquement le groupement. Le faible recouvrement des vivaces permet à un large cortège d'espèces annuelles de se développer : aussi bien des pelouses oligotrophes méso-hygrophiles des sols exondés (*ISOETO DURIEUI - JUNCETEA BUFONII* Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff., Dijk & Passchier 1946), avec notamment *Cicendia filiformis* et *Radiola linoides*, que des pelouses oligotrophes acidiphiles des sols sableux ou des lithosols (*HELIANTHEMETEA GUTTATI* (Br.-Bl. ex Rivas Goday 1958) Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963) représentées par *Tuberaria guttata*, *Hypochaeris glabra*, *Aira caryophyllea* et *Vulpia bromoides*.

Les relevés contenant *Isoetes histrix* et éventuellement *Ophioglossum lusitanicum* (relevés 3, 4, 13 et 28) se rattachent au *Romuleo columnae-Isoetetum histricis* Bioret 1989. Les relevés ne contenant qu'*Ophioglossum lusitanicum* (relevés 11, 12 et 14) appartiennent probablement à un groupement légèrement plus xérophile que le précédent, le *Romuleo columnae-Scilletum autumnalis* Bioret 1989, dont *Ophioglossum lusitanicum* caractérise une sous-association plus hygrophile, non nommée dans la thèse de BIORET (1989).

Nous n'avons pas noté de contact inférieur, plus humide, au *Romuleo columnae-Isoetum histricis* Bioret 1989. Le contact supérieur est occupé, lorsque la topographie le permet (profondeur de sol plus faible, comprise entre 0 et 5 cm), par le *Romuleo columnae-Scilletum autumnalis* Bioret 1989. Dans ce dernier, *Ophioglossum lusitanicum* peut se maintenir mais le caractère méso-xérophile ne permet plus la présence de l'Isoète épineux.

c – La pelouse à *Isoetes histrix* et *Danthonia decumbens* sur sol moyennement profond

Nos connaissances actuelles ne nous ont pas permis de rapprocher le groupement à *Isoetes histrix* et *Danthonia decumbens*, repéré à l'Île d'Yeu et à Préfailles, à une association déjà décrite. Des recherches bibliographiques complémentaires sont à effectuer et de nouveaux relevés à réaliser à l'Île d'Yeu, afin de comparer avec d'autres végétations à *Isoetes*, notamment du sud-ouest de la France, avec lequel le groupement aurait quelques affinités.

Le cortège floristique est composé majoritairement d'espèces des pelouses :

- espèces annuelles des milieux temporairement inondés des *ISOETO DURIEUI - JUNCETEA BUFONII* Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff., Dijk & Passchier 1946 : *Cicendia filiformis*, *Radiola linoides*, *Centaureum maritimum*, *Hypericum humifusum*...
- dans une moindre mesure d'espèces annuelles de sols sableux oligotrophes des *HELLANTHEMETEA GUTTATI* (Br.-Bl. ex Rivas Goday 1958) Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963 : *Lotus subbiflorus*, *Aira caryophyllea*, *Vulpia bromoides*...
- espèces vivaces des pelouses oligotrophes des *Nardetalia strictae* Oberdorfer ex Preising 1949 : *Danthonia decumbens*, *Holcus lanatus*, *Hypochaeris radicata*, *Agrostis canina*...

Des espèces prairiales sont également présentes :

- les espèces prairiales des *ARRHENATHERETEA ELATIORIS* Br.-Bl. 1949 nom. nud. sont : *Cynodon dactylon*, *Daucus carota subsp. carota*, *Rumex acetosa*...

Cette pelouse à *Isoetes histrix* et *Danthonia decumbens* sur sol moyennement profond, est présente à l'Île d'Yeu, dans les secteurs entretenus par fauche ou pâturage et dans certains chemins, ainsi qu'à Préfailles.

Remarque : dans cet habitat, *Isoetes histrix* semble dominé par la forme *sicula* ; il est beaucoup plus abondant dans ses stations et peut former de véritables 'gazons', son recouvrement moyen étant de 15 % contre 2 % dans l'habitat précédent.

D'apparence fermée, la pelouse à *Isoetes histrix* et *Danthonia decumbens* possède un recouvrement de la végétation moyen de 75%, tandis que la moyenne de la hauteur de végétation maximum est de 19 cm et celle de la végétation moyenne est de 5,5 cm. La physionomie du groupement est marquée par certaines graminées, notamment *Danthonia decumbens* et *Anthoxanthum odoratum*, *Festuca filiformis* ou *Agrostis canina*. Elle prend l'aspect d'une prairie maigre. La balance floristique est dominée par les espèces des pelouses, majoritairement des espèces des pelouses vivaces oligotrophes des *NARDETEA STRICTAE*. La texture du sol, en général limono-argileuse, est plus fine que dans le groupement précédent et permet une rétention de l'eau plus importante. Cet habitat se retrouve en situation plus abritée que le groupement précédent, plus à l'intérieur des terres : la distance moyenne à la mer est de 630 m (allant de 330 à 940 m).



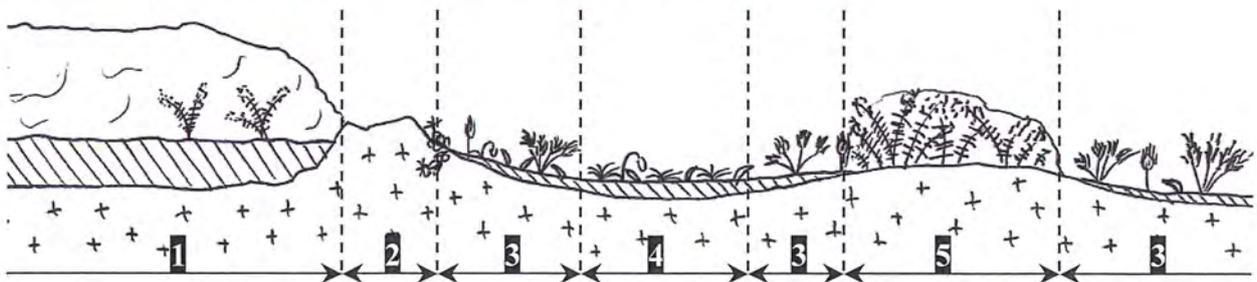
Ci-contre : vue d'ensemble de la pelouse à *Isoetes histrix* et *Ophioglossum lusitanicum* (*Romuleo columnae-Isoetetum histricis* Bioret 1989), ainsi que les contacts.

Ci-dessous : contact supérieur (*Romuleo columnae-Scilletum autumnalis* Bioret 1989)



Ci-contre : *Romuleo columnae-Isoetetum histricis* Bioret 1989 (Relevé n°3)

Ci-dessous : localisation des différents habitats au sein d'un transect théorique



1 : Lande maritime à *Ulex europaeus* subsp. *europaeus* var. *maritimus* et *Erica cinerea* ; 2 : Affleurement rocheux dépourvu de végétation phanérogame ; 3 : *Romuleo columnae-Scilletum autumnalis* Bioret 1989 ; 4 : *Romuleo columnae-Isoetetum histricis* Bioret 1989 ; 5 : Lande à *Erica cinerea*.

Figure 6 – La pelouse à *Isoetes histrix* et *Ophioglossum lusitanicum* sur sol peu profond et ses contacts (Photos : P. FERARD, excepté en haut à gauche, G. THOMASSIN, 2009).

Au contact inférieur du groupement à *Isoetes histrix* et *Danthonia decumbens*, à l'île d'Yeu, dans les mares temporaires, se développe une formation végétale rase et ouverte à *Anthemis nobilis* et *Myosotis sicula* (voir annexe 1, relevés n°21, 22 et 24).

A l'inverse de la pelouse précédente, la pelouse à *Isoetes histrix* et *Danthonia decumbens* présente une dynamique naturelle plus active et donc en l'absence de gestion (fauche ou pâturage), le groupement évolue rapidement vers un ourlet paucispécifique à *Brachypodium gr. pinnatum* (relevés n°9, 18, 26 et 32), dans lequel la fermeture du milieu ne laisse plus d'espace aux espèces annuelles. L'ourlet laisse place ensuite à un fourré arbustif à *Ulex europaeus* et *Prunus spinosa* impénétrable, haut en moyenne de 2 m., d'où l'importance de la gestion dans la conservation de cet habitat à Isoète. L'existence ancienne d'un pâturage ovin extensif et le fort développement des fourrés qui a suivi l'arrêt de l'élevage sur l'île d'Yeu laisse supposer que la formation végétale a connu une très forte régression depuis 50 ans. La réalisation de cheminements dans les fourrés pour la pratique de la chasse permet de préserver certains secteurs de pelouse et de mettre en relation les différentes parcelles pâturées ou fauchées. L'action des lapins est également un facteur non négligeable dans le maintien de l'habitat. A Préfailles, la réouverture de la lande lors de travaux de réaménagement a été favorable à l'Isoète épineux, même si une partie de la station a probablement été détruite au moment de la réalisation du chemin.

3 – Description de la station de Préfailles

A Préfailles, l'Isoète épineux se développe au sein de la pelouse à *Isoetes histrix* et *Danthonia decumbens* sur sol moyennement profond, décrite dans le paragraphe précédent.

La faible surface de la station, sa situation [REDACTÉ] dans un secteur extrêmement fréquenté par les touristes en période estivale en fait une station très menacée : à la fois par la sur-fréquentation et la rudéralisation du milieu qui en découle. Il est d'ailleurs probable que l'installation [REDACTÉ] aient été réalisés aux dépens de l'habitat d'espèce de l'Isoète épineux. Le fait est que la destruction d'une station de *Centaureum maritimum* (protégé sur le plan national) avait été constaté à l'époque à cet endroit.

4 – Description des stations de l'île d'Yeu

A l'île d'Yeu, nous avons rencontré les deux types de pelouses à Isoète épineux décrites précédemment : la pelouse à *Isoetes histrix* et *Ophioglossum lusitanicum* sur sol peu profond et la pelouse à *Isoetes histrix* et *Danthonia decumbens* sur sol moyennement profond.

La situation des stations de l'île d'Yeu est différente, du fait d'une part, de la dispersion de la population d'*Isoetes histrix* sur une grande surface, de la diversité de situations dans lesquelles il se développe et d'autre part, du fait de la pression plus diffuse exercée par les touristes. Les milieux naturels sont donc dans un meilleur état de conservation. Les menaces qui pèsent sur les stations d'*Isoetes histrix* sont néanmoins bien réelles mais elles concernent plutôt une échéance de moyen terme.

Les pelouses à *Isoetes histrix* et *Ophioglossum lusitanicum* sur sol peu profond est assez stable dans le temps et cette situation peut perdurer tant qu'il n'y a pas de perturbation du milieu.

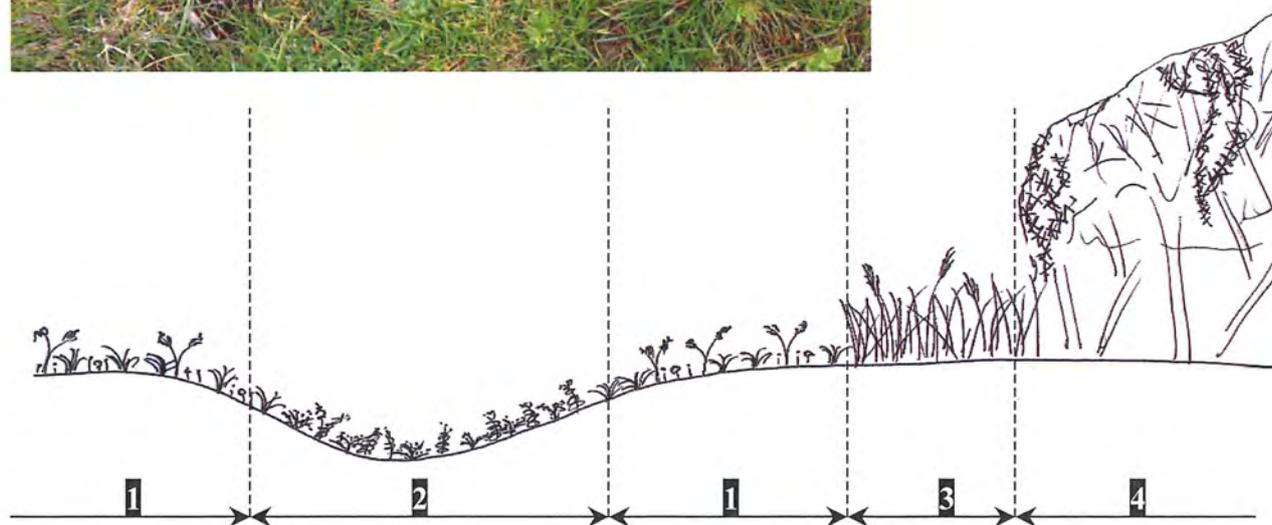
Les facteurs pouvant perturber cette pelouse sont le piétinement trop important destructurant la fine pellicule de sol, le comblement des micro-cuvettes, la réalisation d'un feu de longue durée, pouvant entraîner la disparition des Isoètes épineux et la minéralisation d'une partie de la matière organique.



Vue d'ensemble de la pelouse à *Isoetes histrix* et *Danthonia decumbens* (premier plan), et des différents stades dynamiques (ourlet au second plan, fourré au 3^{ième} plan). Le mouton (au centre) œuvre au maintien de la pelouse à Isoète.



Aperçu de la pelouse à *Isoetes histrix* et *Danthonia decumbens*.



1 : Pelouse à *Isoetes histrix* et *Danthonia decumbens* ; 2 : Mare temporaire à *Myosotis sicula* et *Anthemis nobilis* ; 3 : Ourlet à *Brachypodium pinnatum* ; 4 : Fourré à *Ulex europaeus* et *Prunus spinosa*

Figure 7 – La pelouse à *Isoetes histrix* et *Danthonia decumbens* sur sol profond (Photos : P. FERARD, 2009).

Les pelouses à *Isoetes histrix* et *Danthonia procumbens*, quant à elles, se développent dans la zone rétro-littorale, en arrière de la lande maritime, dans des secteurs plus abrités. Elles sont sujettes à une dynamique de végétation rapide. C'est cette dynamique de la végétation, et par conséquent la fermeture du milieu qui en découle, qui représente la menace et l'atteinte la plus forte. Cette fermeture du milieu est la conséquence d'un abandon progressif de l'élevage et du pâturage (essentiellement ovin) à partir de l'entre deux guerres, qui s'est accéléré après la seconde guerre mondiale (BUGEON, 2004). Il est très probable que les surfaces occupées par l'Isoète épineux étaient beaucoup plus importantes il y a encore 60 ans, alors que l'ensemble de l'île était encore exploité. C'est l'embroussaillage généralisé par des fourrés à *Prunus spinosa* et *Ulex europaeus* qui a suivi la déprise agricole et a provoqué la disparition de son habitat. Aujourd'hui, l'espèce ne se maintient plus que dans les layons entretenus pour la chasse et au sein des quelques rares secteurs encore fauchés ou pâturés. L'île d'Yeu comptait, en 1843, 2800 moutons répartis sur l'ensemble de l'île (BUGEON, 2004), il en restait 800 à 850 au début du XX^{ème} siècle et il n'y a aujourd'hui plus qu'un seul élevage (com. pers. C. BUGEON, 2010).

L'urbanisation constitue également une menace. L'île d'Yeu comptait 1731 maisons en 1962 (dont 304 résidences secondaires) et 4738 maisons en 2000 (dont 2524 résidences secondaires) (BUGEON, 2004).

A l'île d'Yeu comme à Préfailles et, en général, sur toutes les stations d'*Isoetes histrix*, l'assèchement du sol constitue une forte menace pour la conservation de cette espèce qui a besoin d'eau durant sa phase végétative, de l'automne au printemps.

5 – Statut vis-à-vis du foncier, des inventaires et des périmètres réglementaires

A l'île d'Yeu, les stations d'Isoète épineux sont incluses dans les différents inventaires et périmètres réglementaires suivants :

- Site Classé (85 SC 11 c) : La côte sauvage,
- Site d'Importance Communautaire (FR5200654) : Côte rocheuse, dunes, landes et marais de l'île d'Yeu.

Certains secteurs à *Isoetes histrix* ne sont pas pris en compte dans le périmètre Natura 2000 : il s'agit des stations situées [REDACTED]

Une extension du site Natura 2000 devrait être envisagée sur ce secteur, sur l'argument de la présence de l'habitat d'intérêt communautaire 3120-2 intitulé, "Pelouses mésohygrophiles oligotrophiques thermo-atlantiques à Isoète épineux et Ophioglosses (Code Natura 2000 :)".

- ZNIEFF de type I (50220002) : Littoral et zones voisines des Roses à la pointe du But,
- ZNIEFF de type I (50220003) : Côte sauvage et landes voisines de la pointe du But à la pointe des Vieilles,
- ZNIEFF de type II (50220000) : Ile d'Yeu.

A Préfailles, la station [REDACTED] est uniquement concernée par l'inventaire ZNIEFF : elle se situe au sein de la ZNIEFF de type II (10940000) : environs de la pointe Saint-Gildas. En revanche, la commune de Préfailles a mis en place un plan de gestion de la Pointe Saint-Gildas encadré par un comité de suivi du littoral dont Bretagne-Vivante et le Conservatoire botanique font partie. La commune a également déposé auprès de la Région des Pays de la Loire un projet de classement du littoral de la pointe Saint-Gildas en Réserve Naturelle Régionale.

Le statut foncier des stations d'*Isoetes histrix* sur l'Île d'Yeu n'a pas fait l'objet d'une recherche détaillée. Cependant la station de Préfailles se trouve sur un terrain communal.

6 – Mesures de conservation déjà mises en œuvre ou en cours

a – La création et l'entretien de cheminements au sein de la lande de l'Île d'Yeu

La lande s'est fortement développée sur l'Île d'Yeu, au cours du XX^{ème} siècle, à la suite de la déprise agricole. Les parcelles qui étaient pâturées auparavant sont aujourd'hui envahies par de la lande et surtout des fourrés. Les chasseurs ont créé et entretiennent aujourd'hui des cheminements pour circuler au cœur de cette lande. Ces cheminements sont des ouvertures dans la lande qui permettent l'installation de la pelouse à *Isoetes histrix* et *Danthonia decumbens*.

b – La protection de la station de Préfailles

En 2009, la municipalité de Préfailles s'est engagée dans la réalisation d'un plan de gestion du littoral de la commune qui se trouve entre la pointe Saint-Gildas et la Raise (DAUDIN, 2009). Ce plan de gestion a fait suite à une série de travaux menés entre 2003 et 2007, ayant pour objectif de canaliser le public, qui afflue de façon importante en période estivale. Ces travaux ont notamment consisté à mettre en défens certains secteurs sensibles et à restaurer ou créer des sentiers permettant de canaliser le public. Ils ont été réalisés dans le cadre d'un programme de restauration du littoral, faisant suite à la marée noire de l'Erika.

Ce plan de gestion intègre bien la présence de la station de *Isoetes histrix* [REDACTED] [REDACTED]. L'espèce est ainsi localisée dans les unités 7 et 8 du plan de gestion, qui s'est donné pour objectif de protéger la station d'*Isoetes histrix*.

La station fait actuellement partie d'une zone tondue par la municipalité dans un objectif d'accueil du public. Les secteurs de lande de l'unité 7 ont en partie été conservés, pour notamment permettre à la Fauvette pitchou (*Sylvia undata*), présente sur le site, de nicher. Il a également été prévu d'ouvrir d'autres secteurs pour permettre à la pelouse de se réinstaller et potentiellement permettre à la station d'*Isoetes histrix* de s'étendre.

Cette station a pour particularité d'être très exposée à la fréquentation des promeneurs, particulièrement en période estivale, car elle est traversée par un sentier pédestre dans le sens nord-sud (cf. carte 3).

III – PLAN D’ACTION

L'Isoète épineux est une plante très rare et en régression en Pays de la Loire, uniquement connue jusqu'à il y a peu, en Vendée, sur l'Ile d'Yeu et présumée disparue des environs de Château-d'Olonne. En Loire-Atlantique, l'Isoète épineux a été signalé pour la première fois en 2009 à Préfailles (CHAGNEAU, 2010).

Aux portes des Pays de la Loire, dans le **nord** du département des **Deux-Sèvres** armoricaines, plusieurs populations d'*Isoetes histrix* sont anciennement signalées et seraient à **rechercher**, notamment sur les communes des Moutiers-sous-Argenton (une localité revue en rive droite de la Madoire en aval du Pont-Février, lors d'une sortie commune CBNB-CBNSA menée par Patrick Gatignol de la SBCO en 2007), du Breuil-sous-Argenton et de Massais (Abbeyes *et al*, 1971).

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

Afin de mettre en place une gestion conservatoire optimale des populations d'*Isoetes histrix*, il est important d'améliorer la connaissance de certains aspects de la biologie et de l'écologie de l'espèce. Dans ce but nous proposons de :

- **Approfondir la description de la pelouse à *Isoetes histrix* et *Danthonia decumbens*.**
- **Clarifier la définition phytosociologique des associations à *Isoetes histrix* déjà décrites.**
- **Effectuer des recherches bibliographiques supplémentaires pour préciser la localisation ancienne de l'espèce dans les environs de Cayola sur la commune du Château d'Olonne en Vendée.**
- **Rechercher *Isoetes histrix* sur le terrain dans les environs de Cayola en Vendée, mais également sur d'autres secteurs rocheux de la région littorale, caractérisés par la présence de pelouses amphibies-acides-oligotrophes. Ce type de pelouse existe à la pointe de Pen-Bé à Assérac et localement sur d'autres secteurs rocheux du littoral de Loire-Atlantique où l'espèce est à rechercher.**
- **Si l'ancienne station de Cayola n'est pas retrouvée, analyser les causes de sa disparition.**
- **Poursuivre le repérage systématique des stations d'*Isoetes histrix* sur l'Ile d'Yeu.**
- **Etudier la valeur taxonomique des deux formes d'*Isoetes histrix* : *delalandei* et *sicula***

La mise en culture des deux formes d'*Isoetes histrix* repérées sur l'Ile d'Yeu permettrait de vérifier l'ensemble des critères de détermination énoncés dans Rouy (1913) et la validité ou non de l'existence des deux formes. Il serait également intéressant de vérifier la présence et la fréquence de ces formes en croisant avec certains facteurs écologiques stationnels (profondeur de sol, texture, structure, type de végétation...).

En effet, la Flore du Massif armoricain nous indique que les caractères sont très peu tranchés et que des exemplaires rapportables aux deux formes se trouvent dans les populations de l'Île d'Yeu et des Deux-Sèvres (Abbayes *et al.*, 1971). C'est sur ce point qu'il va donc falloir se pencher, car si, en effet, les deux formes se trouvent dans les deux populations (littorales et intérieures), on peut donc en conclure qu'il est possible d'observer les deux formes dans des stations géographiquement proches. Il reste néanmoins à vérifier si la distribution de ces deux formes n'est pas corrélée à des facteurs écologiques particuliers.

Une mise en culture, en situation *ex-situ*, de certains individus de chacune des formes, permettra de conclure si *in fine*, ces formes sont des accommodats ou s'il s'agit véritablement d'écotypes génétiquement bien marqués.

La mise en culture permettrait de constater si les caractéristiques morphologiques des deux formes se maintiennent hors de leur milieu d'origine. Pour véritablement trancher sur la question de l'accommodat ou de l'écotype, il faudrait s'orienter vers une étude caractérisant la variabilité génétique de l'espèce, afin de comparer génétiquement les individus du type "*delalandei*" et du type "*sicula*".

Au printemps 2009, nous avons vu certaines populations de l'Île d'Yeu (85) et nous y avons observé les deux formes *delalandei* et *sicula*. Par contre toujours sur l'Île d'Yeu, il semble que les populations les plus proches du littoral, situées dans les micro-cuvettes rocheuses, au contact supérieur de la pelouse aérohaline et au contact inférieur de landes maritimes, ne présentent pas la forme *sicula*, car nous y avons trouvé uniquement la forme *delalandei*. En revanche, toujours sur l'Île d'Yeu, mais plus à l'intérieur de l'île, parmi la lande et les fourrés, plusieurs populations d'*Isoetes histrix* sillonnent la lande en longeant les chemins de terre, dans les ornières ou sur les bordures des banquettes enherbées, ainsi qu'au niveau de parcelle pâturées. C'est dans ce contexte "rétro-littoral", que nous avons pu observer la forme *sicula*.

En 2009, nous avons pu constater la présence et la proximité géographique sur l'Île d'Yeu, des deux formes *sicula* et *delalandei* de *Isoetes histrix*. Par conséquent, il nous reste aujourd'hui à vérifier l'hypothèse d'une corrélation entre les particularités morphologiques de ces plantes (tailles des bulbes, feuilles dressées ou non...) et certains facteurs écologiques (facteurs biotiques et abiotiques, influence des embruns, du vent, de la profondeur de sol, de la concurrence végétale...).

D'autres prospections sont à prévoir sur l'Île d'Yeu, afin de prolonger nos observations sur de nouvelles populations d'*Isoetes histrix* et de vérifier cette hypothèse en relevant le contexte écologique (littorale ou rétro-littorale) dans lequel se développent préférentiellement chacune de ces formes.

2 – Mesures de conservation ex-situ

La relative précarité des populations régionales très cantonnées et les objectifs d'expérimentations en vue d'une amélioration des connaissances justifient des mesures spécifiques de conservation de l'espèce en dehors de ses stations naturelles. Ainsi il est proposé de :

- **Mettre en culture d'individus issus des populations de Préfailles et de l'Île d'Yeu.**
- **Collecter des spores pour une conservation par congélation.**

3 – Mesures de conservation in-situ

Afin d'assurer le maintien des populations d'*Isoetes histrix*, il convient de maintenir les caractéristiques hydrologiques des sols, avec un engorgement en eau qui démarre au cours de l'automne pour se prolonger tout au long de l'hiver, afin d'assurer la reproduction de l'espèce, qui est conditionnée par le retour de l'eau à la surface du sol au cours de l'automne. Il est également important de maintenir des sols pauvres en nutriments. La plante étant oligotrophe, l'utilisation de fertilisants organiques ou chimiques, sur les pelouses qui accueillent l'Isoète épineux, ou à proximité, auront pour conséquence de faire régresser puis disparaître l'espèce de ces stations d'origine.

a – Mesures de conservation ou de restauration à engager sur les stations de l'Ile d'Yeu

Le site Natura 2000 " Côtes rocheuses, dunes, landes et marais de l'île d'Yeu" (FR5200654), constitue logiquement la cadre d'intervention pour la mise en place de **mesures conservatoires** à l'échelle des habitats d'intérêt communautaires associés à l'Isoète épineux. C'est pourquoi il serait important d'étendre le périmètre du site Natura 2000 pour y intégrer l'ensemble des pelouses à *Isoetes histrix* d'intérêt communautaire.

- **Proposer une extension du site Natura 2000 " Côtes rocheuses, dunes, landes et marais de l'île d'Yeu" (FR5200654), pour intégrer les stations d'*Isoetes histrix* actuellement exclus du périmètre. Ces stations sont situées dans un triangle**

La conservation des pelouses à *Isoetes histrix* et *Ophioglossum lusitanicum*, qui sont des habitats d'intérêt communautaire (Pelouses rases sur dalles et affleurements rocheux des contacts pelouses aérohalines-landes (Code Natura 2000 : 1230-6)), doit être envisagée globalement en préservant l'ensemble de la série de végétation (pelouse, ourlet, lande), pour une meilleure fonctionnalité des habitats.

- **Analyser les mesures de gestion pratiquées par les chasseurs lors de la création et de l'entretien des chemins qui traversent la lande.**
- **Maintenir les pelouses à *Isoetes histrix* et *Ophioglossum lusitanicum*, mais aussi les végétations situées aux contacts, comme par exemple la pelouse aérohaline et la lande maritime, qui sont également des habitats d'intérêt communautaire.**

Concernant la pelouse à *Isoetes histrix* et *Danthonia decumbens*, également d'intérêt communautaire (Pelouses mésohygrophiles oligotrophiques thermo-atlantiques à Isoète épineux et Ophioglosses (Code Natura 2000 : 3120-2)), certaines mesures de gestion peuvent être expérimentées.

- **Dans l'objectif de favoriser le retour de l'*Isoetes histrix*, il pourra être expérimenté de débroussailler certaines parcelles rétro-littorales, aujourd'hui colonisées par le fourré à *Prunus spinosa* et *Ulex europaeus*, pour ensuite mettre en place un pâturage extensif ovin sur certaines parcelles et de la fauche avec exportation, sur d'autres secteurs.**

- **Maintenir une activité pastorale (pâturage extensif ovin) sur les secteurs de pelouses à *Isoetes histrix* et *Danthonia decumbens* déjà pâturés par les moutons.**
- **S'assurer que les cheminements présents au cœur de la lande et des fourrés de l'Ile d'Yeu sont toujours entretenus.**
- b – Mesures de restauration à engager sur une ancienne station de Cayola au Château d'Olonne en Vendée.**
 - **Engager des mesures de restauration de la population présumée disparue de Cayola, en étudiant la possibilité de rétablir des conditions favorables au retour de l'espèce.**
- c – Mesures de conservation et de restauration à engager sur la station de Loire-Atlantique**

La pointe Saint-Gildas sur la commune de **Préfailles**, n'est malheureusement pas concernée par un site Natura 2000, malgré la présence à quelques kilomètres au sud du site Natura 2000 du Marais Breton. Cependant, un **plan de gestion** est engagé depuis **2009** sur le littoral de la commune de Préfailles et un **comité de suivi du littoral** a été mis en place par la municipalité. C'est dans ce cadre qu'il sera alors possible de s'appuyer sur les services de la commune, pour assurer une gestion favorable de *Isoetes histrix* sur la pointe-Saint-Gildas. La présence de l'espèce est d'ailleurs identifiée dans la plan de gestion, qui précise que *Isoetes histrix* devra être protégé dans les unités 7 et 8 où il se trouve (DAUDIN, 2009).

- **Surveiller l'impact de la fréquentation du site de la pointe Saint-Gildas, occasionnée par la présence des chemins pédestres aux abords de la station.** [REDACTED]
- Il est ici proposé de supprimer la partie du chemin concernée par la station d'Isoète épineux.** [REDACTED]
- La suppression de ce chemin impliquerait de mener un chantier de restauration écologique ayant pour but d'exporter tous les matériaux apportés lors de sa réalisation, tout en conservant le sol sous-jacent susceptible de contenir encore une banque de semences et en préservant les milieux sensibles situés au contact.**
- **Créer des ouvertures dans la lande/fourré attenante à la station.**

4 – Mesures d'information et de sensibilisation

- **Identifier et informer les propriétaires concernés par la présence de l'Isoète épineux.**
- **Mettre en place des contacts avec les gestionnaires sur l'Ile d'Yeu (agriculteurs, chasseurs), afin de les informer de la présence de l'espèce et échanger sur les pratiques de gestion actuellement menées sur les stations d'*Isoetes histrix*.**
- **Poursuivre l'information auprès de la commune de Préfailles et accompagner le comité de suivi du littoral sur les enjeux de conservation de la station d'*Isoetes histrix*, dans le cadre de la mise en œuvre du plan de gestion du littoral.**

5 – Mesures de suivis

- **Mettre en place un suivi fin de la station de Préfailles et réfléchir à un dispositif plus léger sur les stations de l'Ile d'Yeu.**

6 – Développer un partenariat autour de la conservation de l'*Isoetes histrix*

Les partenaires qui devront être associés au plan de conservation sont :

- **les agriculteurs, chasseurs et autres usagers,**
- **les propriétaires,**
- **la Commune de Préfailles,**
- **la Commune de l'Ile d'Yeu,**
- **le Conseil Général de Loire-Atlantique,**
- **le Conseil Général de Vendée,**
- **la Région Pays de la Loire,**
- **la DREAL des Pays de la Loire.**

BIBLIOGRAPHIE

ABBAYES (DES) H., CLAUSTRES G., CORILLION R., DUPONT P., 1971 – Flore et végétation du Massif armoricain : Flore vasculaire, PUB, Saint-Brieuc, p. 4-5.

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*, Paris, MNHN (Patrimoines Naturels, 61), 171 p.

BENSETTITI F., (coord.) , 2002, *Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 3 : habitats humides.*, La Documentation Française, tome 3, 457 p.

BIORET F., BOUZILLE J.-B., FOUCAULT (DE) B., GEHU J.-M., GODEAU M., 1988. « Le système thermo-atlantique pelouses-landes-fourrés des falaises des îles sud-armoricaines. (Groix, Belle-île, Yeu). », *Doc.phytosoc.* , série N.S, vol. 11, n° 0, p. 513-531.

BOURNERIAS M., POMEROL C., TURQUIER Y., 1985, *La Bretagne du Mont St-Michel à la pointe du Raz. (Guides Naturalistes des côtes de France)*, Neuchâtel, Delachaux & Niestlé, 256 p.

BUGEON C., 2004, *Les plantes vasculaires de l'île d'Yeu. Plantes spontanées et naturalisées. Aperçu synthétique et inventaire*, Atelier du Patrimoine Islais, 152 p.

CHAGNEAU D., 2010 – Découverte d'*Isoetes histrix* Bory à Préfailles (Loire-Atlantique). *Bull. du CBNB, ERICA n°23*, p. 23-28.

DAUDIN G., 2009 - Plan de gestion du territoire compris entre la Pointe Saint Gildas et la Raise à Préfailles. *Phytolab*, Commune de Préfailles, 89 p.

DURAND G., CHARRIER J., 1911. « Rapport sur les excursions de la Société botanique de France en Vendée (juin 1911) », *Bull. Soc. Bot. France* , vol. 58, p. 95-142

DUPONT P., 2001 – Atlas floristique de la Loire-Atlantique et de la Vendée, Etat et avenir d'un patrimoine. Tome 2 (cartes et commentaires), Editions Siloë, Nantes p. 9.

DUPONT P., HERAULT A., BOUZILLE J.-B., 1985. « Contribution à la connaissance de la flore et de la végétation de l'île d'Yeu (Vendée). », *Bull. Soc. Bot. du Centre Ouest* , série NS, vol. 16, fasc. , n° , p. 283-307

FOUCAULT (DE) B., 1984, *Systémique, structuralisme et synsystématique des prairies hygrophiles des plaines atlantiques française. Textes*, ROUEN, Université de Rouen, Universités de ROUEN, LILLE II et station int. de Phytosociologie de Bailleul, Thèse présentée à l'Université de Rouen 76, tome 1, 674 p.

FOUCAULT (DE) B., 1988. « Contribution à la connaissance phytosociologique des corniches rocheuses de la vallée de l'Argenton, entre Argenton-Château et Massais (Deux-Sèvres). », *Bull. Soc. Bot. du Centre Ouest* , série NS, vol. 19, fasc. , n° , p. 39-64

FOUCAULT B. (DE), 1994. « Essai synsystématique sur les pelouses sèches acidophiles (*Nardetea strictae*, *Caricetea curvulae*) », *Colloques Phytosociologiques* , vol. 22 : 431-455

FOURNIER P., 1934. Les quatre flores de France, Corse comprise. Nouveau tirage, Ed. Dunod, 2000, p. 4-6.

HILL M. O., MOUNTFORD J. O., ROY D. B., BUNCE R. G. H., 1999 – Ellenberg's indicator values for British plants. ECOFACT 2a Technical Annex, ISBN : 1870393481, 46 p.

KERGUELEN M., 1999 – Index synonymique de la Flore de France. Site Internet de l'INRA : <http://www2.dijon.inra.fr/bga/fdf/consult.htm>. INRA-MNHN.

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, 48 p. + annexes.

LLOYD J., 1897 - 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. 5ème édition publiée par E Gadeceau, R. Guist'hau Imprimeur-Libraire, Nantes, p. 428.

LLOYD J., 1854 – 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. J Forest Ainé Libraire, Nantes, p. 549-550.

MAIRE R., 1953 – Flore de l'Afrique du Nord. vol. II : Monocotyledonae, édition P. Lechevalier, Paris, p. 92-94.

MAGNANON S., 1993 – Liste des espèces végétales rares et menacées du Massif armoricain. Bull. de botanique armoricaine, ERICA n° 4 p. 1-22.

OLIVIER L., GALLAND J.-P., MAURIN H., 1995 – *Livre rouge de la flore menacée de France. Tome I : espèces prioritaires*, Paris, Muséum National d'Histoire Naturelle-Service du Patrimoine Naturel, rapport pour Ministère de l'Environnement-Direction de la Nature et des Paysages., 486 p.

PONTARLIER et MARICHAL, 1895 – Catalogue des plantes vasculaires et spontanées du département de la Vendée recueillies par Pontarlier et Marichal, augmenté de la liste des plantes trouvées depuis 1889 jusqu'à ce jour. Revue des Sciences Naturelles de l'Ouest, Tome 5, Paris p. 122.

PRELLI R., 2001 – Les fougères et plantes alliées de France et d'Europe occidentale. Editions Belin, Paris, p.132.

RICH T. C. G., JERMY A. C., 1998 - Plant crib 1998. Botanical Society of the British Isles. National Museum & Galleries of Wales, British Pteridological Society, London, 382 p.

RIVIERE G., 1999. « Découverte d'*Isoetes histrix* en Bretagne intérieure. », *E.R.I.C.A., Bull. de botanique armoricaine* , n° 11, p. 3-8

ROUY G., 1913 - Flore de France ou description des plantes qui poussent spontanément en France, en Corse et en Alsace-Lorraine. Tome XIV et dernier, ouvrage couronné par l'Académie des Sciences (Prix général Jérôme Ponti), Paris, p. 481-482.

TERRISSE J., 2005 – *Isoetes histrix* en Charente-Maritime... ou le chemin aux isoètes », *Bull. Soc. Bot. du Centre Ouest* , série NS, vol. 36, fasc. , n° , p. 61-66

TICHÝ L., 2002. *Juice, software for vegetation classification*. *Journal of Vegetation Science*, n°13, p. 541-453.

VIVANT J., 1997 – Trois plantes littorales remarquables collectées près de Mimizan : *Isoetes histrix*, *Lagarosiphon major*, *Corema album*. *Bull. Société Mycologique Landaise*, n°18, p. 35-41.

WEBER H.E., MORAVEC J., THEURILLAT J.-P., 2000. « International code of phytosociological nomenclature. 3rd edition », *Journal of Vegetation Science* , vol. 11 : 739-768

ANNEXES

ANNEXE 1 – TABLEAU PHYTOSOCIOLOGIQUE

Relevés phytosociologiques présentés selon les deux séries de végétations intégrant les pelouses amphibies-acides-oligotrophes à *Isoetes histrix*

Série n°1 : Végétations proches du littoral

Série n° 2 : Végétations rétro-littorales

Código	Descripción	Cuenta de Débito		Cuenta de Crédito		Saldo
		Debe	Haber	Debe	Haber	
1000	Caja	1000	1000			
1001	Caja en efectivo	1001	1001			
1002	Caja en cheque	1002	1002			
1003	Caja en giro	1003	1003			
1004	Caja en depósito	1004	1004			
1005	Caja en custodia	1005	1005			
1006	Caja en garantía	1006	1006			
1007	Caja en garantía	1007	1007			
1008	Caja en garantía	1008	1008			
1009	Caja en garantía	1009	1009			
1010	Caja en garantía	1010	1010			
1011	Caja en garantía	1011	1011			
1012	Caja en garantía	1012	1012			
1013	Caja en garantía	1013	1013			
1014	Caja en garantía	1014	1014			
1015	Caja en garantía	1015	1015			
1016	Caja en garantía	1016	1016			
1017	Caja en garantía	1017	1017			
1018	Caja en garantía	1018	1018			
1019	Caja en garantía	1019	1019			
1020	Caja en garantía	1020	1020			
1021	Caja en garantía	1021	1021			
1022	Caja en garantía	1022	1022			
1023	Caja en garantía	1023	1023			
1024	Caja en garantía	1024	1024			
1025	Caja en garantía	1025	1025			
1026	Caja en garantía	1026	1026			
1027	Caja en garantía	1027	1027			
1028	Caja en garantía	1028	1028			
1029	Caja en garantía	1029	1029			
1030	Caja en garantía	1030	1030			
1031	Caja en garantía	1031	1031			
1032	Caja en garantía	1032	1032			
1033	Caja en garantía	1033	1033			
1034	Caja en garantía	1034	1034			
1035	Caja en garantía	1035	1035			
1036	Caja en garantía	1036	1036			
1037	Caja en garantía	1037	1037			
1038	Caja en garantía	1038	1038			
1039	Caja en garantía	1039	1039			
1040	Caja en garantía	1040	1040			
1041	Caja en garantía	1041	1041			
1042	Caja en garantía	1042	1042			
1043	Caja en garantía	1043	1043			
1044	Caja en garantía	1044	1044			
1045	Caja en garantía	1045	1045			
1046	Caja en garantía	1046	1046			
1047	Caja en garantía	1047	1047			
1048	Caja en garantía	1048	1048			
1049	Caja en garantía	1049	1049			
1050	Caja en garantía	1050	1050			
1051	Caja en garantía	1051	1051			
1052	Caja en garantía	1052	1052			
1053	Caja en garantía	1053	1053			
1054	Caja en garantía	1054	1054			
1055	Caja en garantía	1055	1055			
1056	Caja en garantía	1056	1056			
1057	Caja en garantía	1057	1057			
1058	Caja en garantía	1058	1058			
1059	Caja en garantía	1059	1059			
1060	Caja en garantía	1060	1060			
1061	Caja en garantía	1061	1061			
1062	Caja en garantía	1062	1062			
1063	Caja en garantía	1063	1063			
1064	Caja en garantía	1064	1064			
1065	Caja en garantía	1065	1065			
1066	Caja en garantía	1066	1066			
1067	Caja en garantía	1067	1067			
1068	Caja en garantía	1068	1068			
1069	Caja en garantía	1069	1069			
1070	Caja en garantía	1070	1070			
1071	Caja en garantía	1071	1071			
1072	Caja en garantía	1072	1072			
1073	Caja en garantía	1073	1073			
1074	Caja en garantía	1074	1074			
1075	Caja en garantía	1075	1075			
1076	Caja en garantía	1076	1076			
1077	Caja en garantía	1077	1077			
1078	Caja en garantía	1078	1078			
1079	Caja en garantía	1079	1079			
1080	Caja en garantía	1080	1080			
1081	Caja en garantía	1081	1081			
1082	Caja en garantía	1082	1082			
1083	Caja en garantía	1083	1083			
1084	Caja en garantía	1084	1084			
1085	Caja en garantía	1085	1085			
1086	Caja en garantía	1086	1086			
1087	Caja en garantía	1087	1087			
1088	Caja en garantía	1088	1088			
1089	Caja en garantía	1089	1089			
1090	Caja en garantía	1090	1090			
1091	Caja en garantía	1091	1091			
1092	Caja en garantía	1092	1092			
1093	Caja en garantía	1093	1093			
1094	Caja en garantía	1094	1094			
1095	Caja en garantía	1095	1095			
1096	Caja en garantía	1096	1096			
1097	Caja en garantía	1097	1097			
1098	Caja en garantía	1098	1098			
1099	Caja en garantía	1099	1099			
1100	Caja en garantía	1100	1100			

**ANNEXE 3 – ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES
DECENTREE (AFCD). Réalisée par l'intermédiaire du logiciel Juice (TICHÝ, 2002)**

