



**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



# Webinaire - les Macrophytes en eau douce, outils d'évaluation de la qualité du milieu aquatique

## Focus sur l'Indice Biologique Macrophytique en Rivière (IBMR)

**Sophie MASSU**  
Laboratoire d'hydrobiologie  
Hydrobiologiste Macrophytes Macro-invertébrés  
Direction Normandie / Service Régional Connaissance

**Mickaël MADY**  
Responsable de la coordination de l'activité du site de Limoges  
Laboratoire d'hydrobiologie  
Direction Nouvelle-Aquitaine/Service Connaissance

**Bruno CORTEZ**  
Laboratoire d'hydrobiologie  
Hydrobiologiste  
Direction Pays-de-la-Loire/Service Connaissance

# Plan du Webinaire

Les laboratoires d'hydrobiologie de l'OFB et le paramètre « macrophytes »

Qu'est-ce qu'un macrophyte ?

La bio-indication et les macrophytes

Les sources de pollution et leurs impacts sur les macrophytes

Les proliférations végétales aquatiques

Les macrophytes introduits

L'IBMR : de la phase terrain au calcul de la note et à l'interprétation des résultats

L'IBML

Autres exemples de méthodes indicielles basées sur les macrophytes en Europe

L'approche phytosociologique et « habitats »

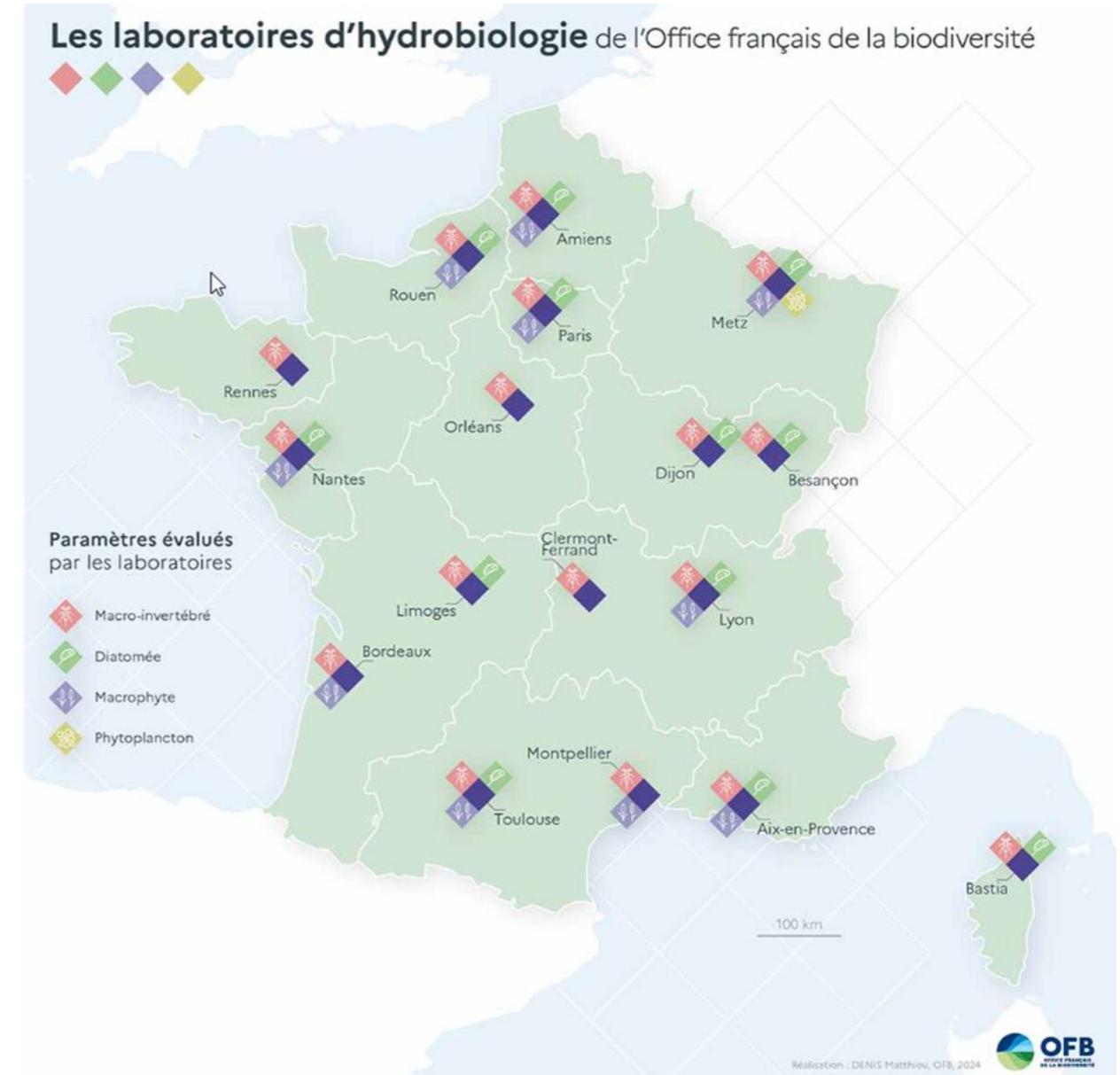
Études de cas d'utilisation des macrophytes comme bio-indicateurs

# Les laboratoires d'hydrobiologie à l'OFB

Intégrés à l'OFB depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2023

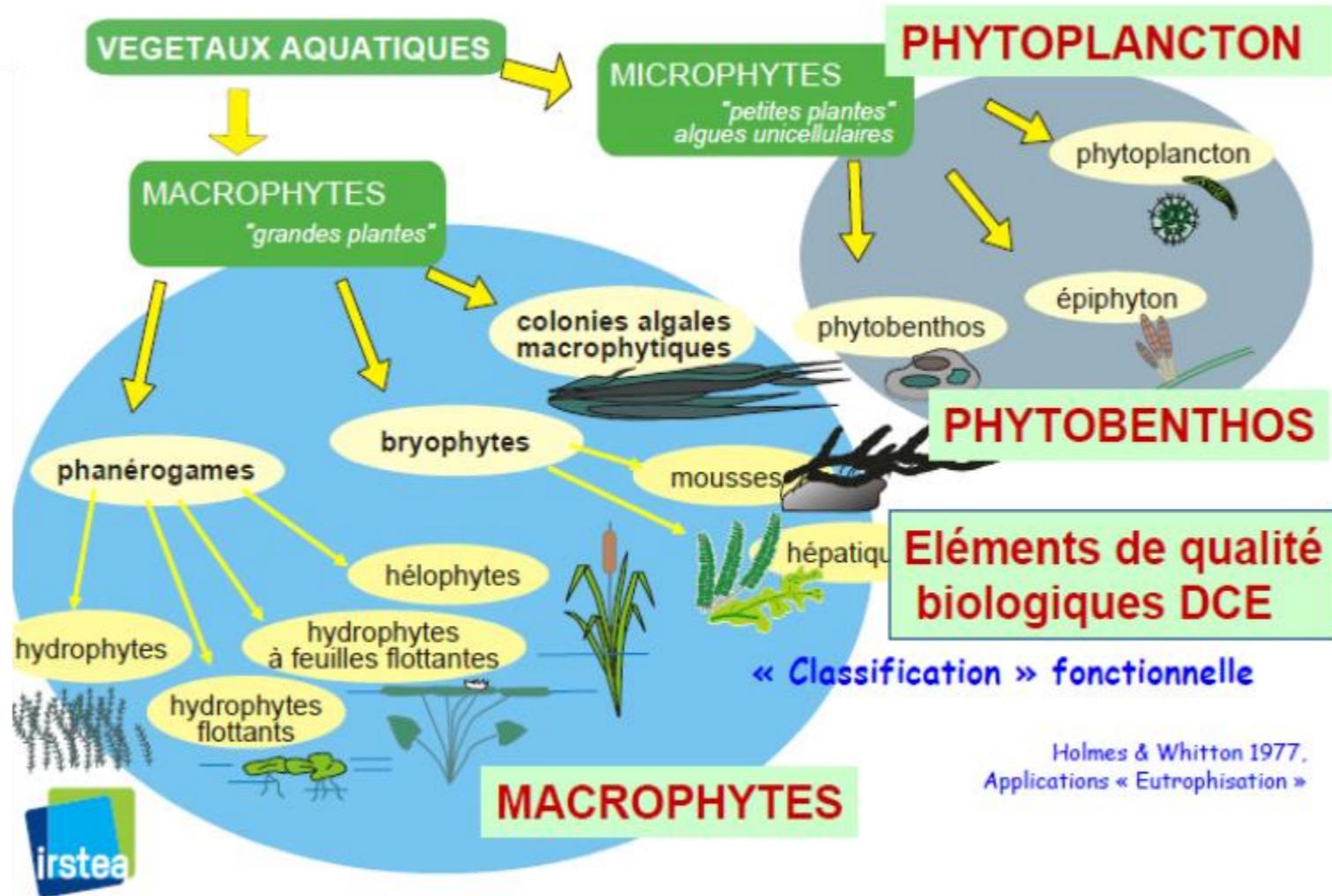
- Réseau de 17 laboratoires, ≈ 25 techniciens sur paramètre macrophytes -- Groupe Technique national macrophytes
- Accréditations Cofrac, agrément ministériel
- Partenaires techniques de l'agence de l'eau :
  - Référents localisation stations
  - Opérateurs d'une partie des prélèvements et analyses
- Prélèvements et déterminations
- Vérifications, audits, contrôles
- Saisie et qualification des résultats
- Etudes et conseils, hors DCE, pour les SD de l'OFB

Choix de maintien d'un haut niveau de compétence dans la sphère publique



# Qu'est-ce qu'un macrophyte ?

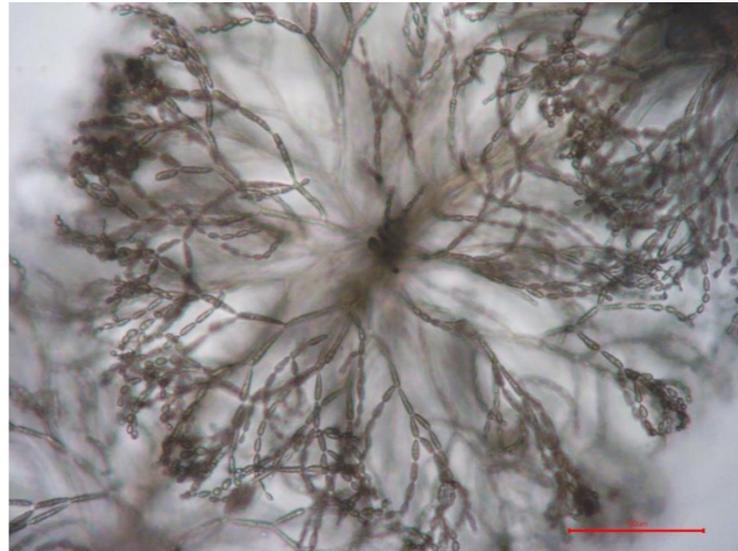
= Végétal de grande taille peuplant les écosystèmes aquatiques.



# Algues et cyanobactéries (au genre)

*Cladophora - Melosira*

*Phormidium - Batrachospermum - Draparnaldia*

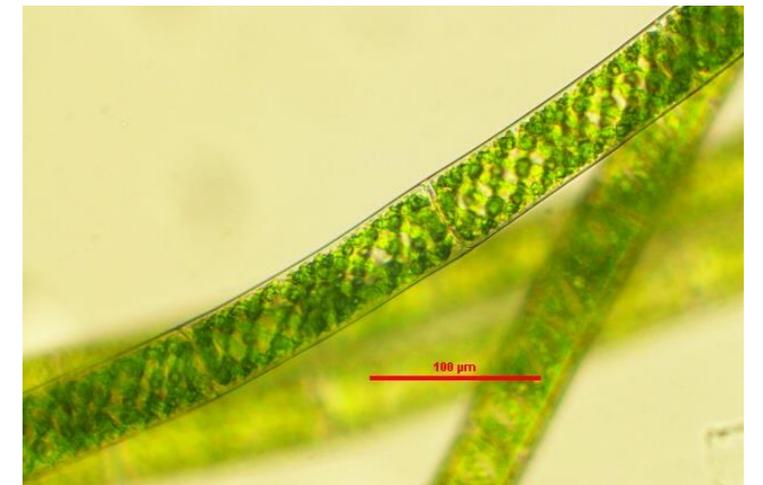
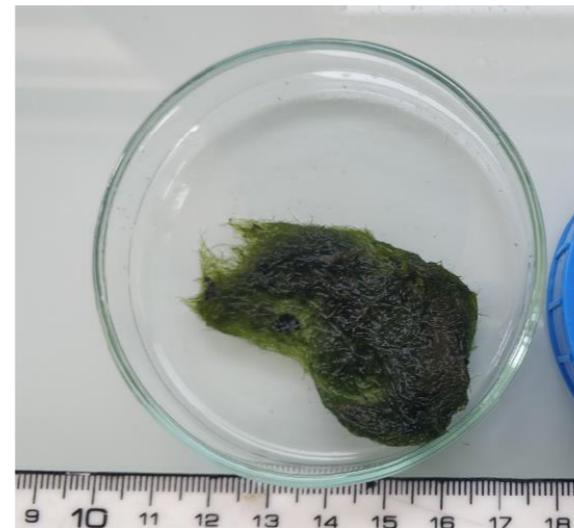


Crédits photos : Labo DR OFB Normandie et PdL

# Algues et cyanobactéries (au genre)

*Oedogonium - Lemanea*

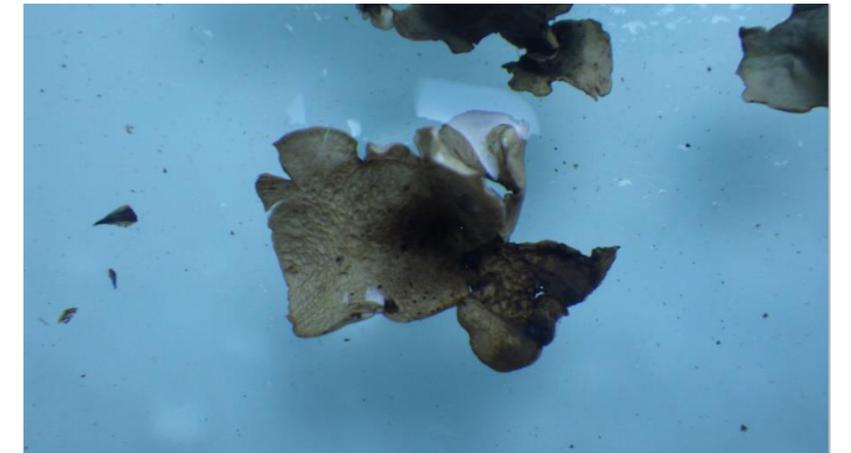
*Nostoc - Vaucheria - Spirogyra*



# Bryophytes (mousses) et Lichens (à l'espèce)

*Leptodictyum riparium* - *Fissidens crassipes*

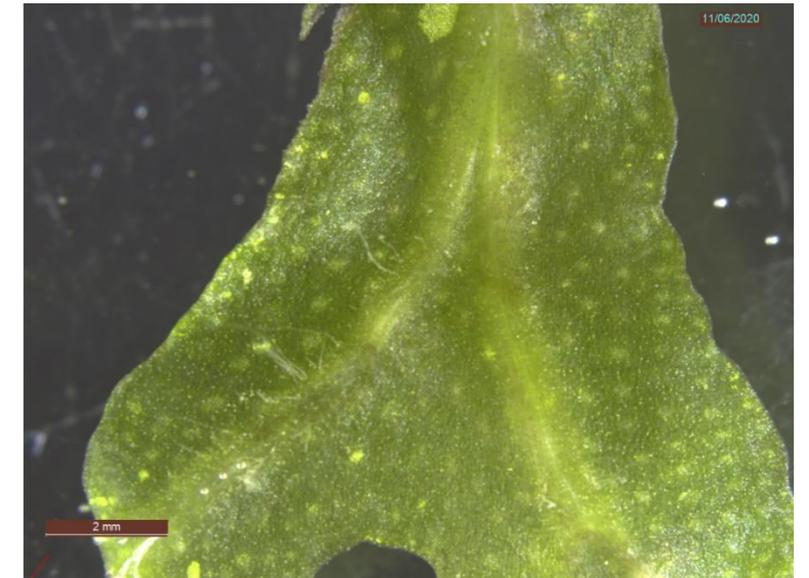
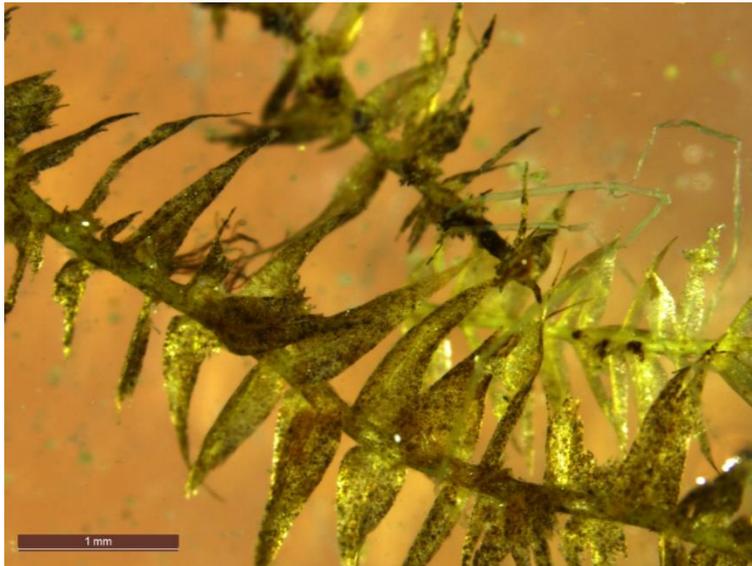
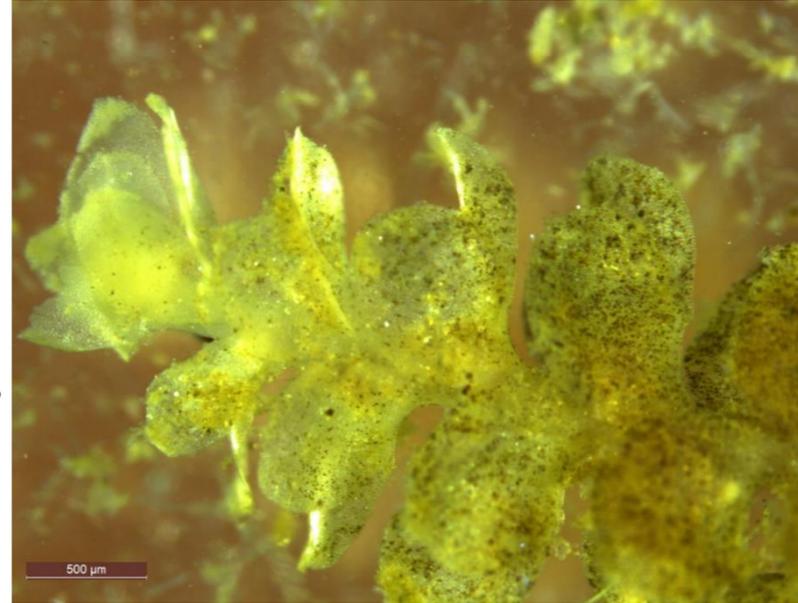
*Thamnobryum alopecurum* - *Fontinalis antipyretica* - *Dermatocarpon luridum* (= *D. weberi*)



# Bryophytes (mousses) et Lichens (à l'espèce)

*Scapania undulata* - *Apopeliia endiviifolia*

*Leptodictyum riparium* - *Hygroamblystegium fluviatile*  
- *Conocephalum conicum*



# Phanérogames



Les peuplements de macrophytes réagissent à :

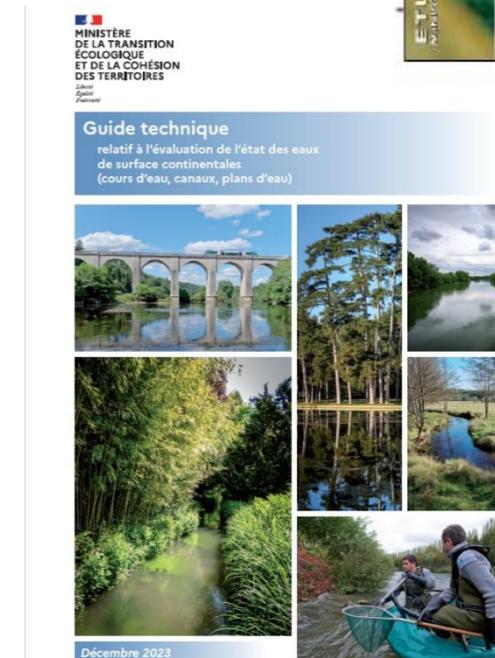
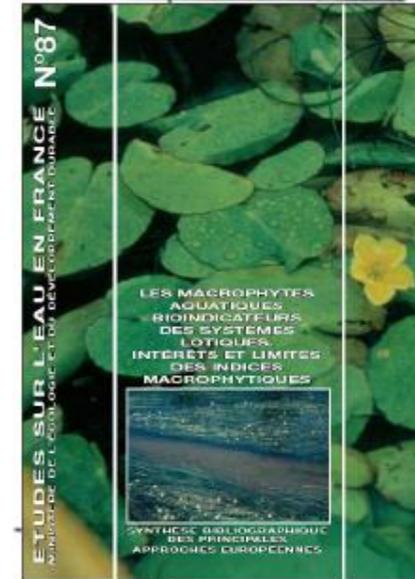
- la charge en nutriments (formes phosphorées et azotées) ;
- l'hydrogéochimie (eaux acides avec végétaux acidiphiles vs eaux basiques avec végétaux basiphiles) ;
- la morphodynamique (type de substrat et fréquence du remaniement => espèces pionnières annuelles vs espèces vivaces) ;
- l'occupation des berges et l'éclairement (végétaux +/- sciaphiles vs végétaux +/- héliophiles) ;
- l'hydrologie (crues, assecs...).

➤ Utilisation des macrophytes par des méthodes indicielles (ex. : IBMR) pour évaluer **le niveau trophique** des cours d'eau.

Métriques	Influence sur l'IBMR
Charge en nutriments	++++
Pollution organique	++++
Mobilité du substrat	+++
Eclairement	++
Température	++
Type de substrat	++
Hydrologie	+
Diversité des habitats	+

Indications globales de l'influence relative des principaux facteurs mésologiques sur la réponse à l'IBMR



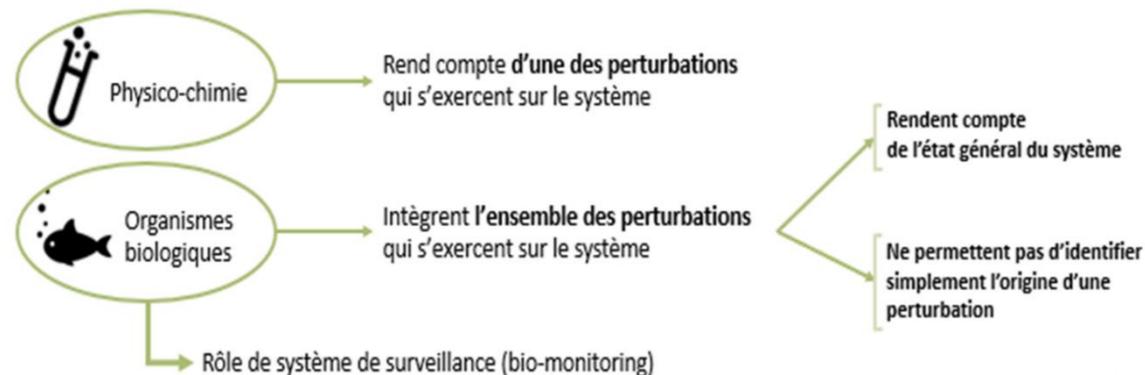


## Rappel sur la notion de bio-indication des Macrophytes - norme IBMR NF T 90-395 octobre 2003

- **Analyse phyto-écologique** des relations entre espèces et des relations entre chaque espèce et les facteurs de son environnement : hydrogéochimie, charge en nutriments, morphodynamique, substrat, occupation des berges, éclaircissement, hydrologie, hydraulique, thermie, etc.
- L'Indice IBMR permet de **quantifier les phénomènes d'eutrophisation** : analyse du fonctionnement du milieu par le **comportement des communautés végétales**, en comparaison avec des phytocénoses de référence qui traduisent un gradient écologique longitudinal des cours d'eau

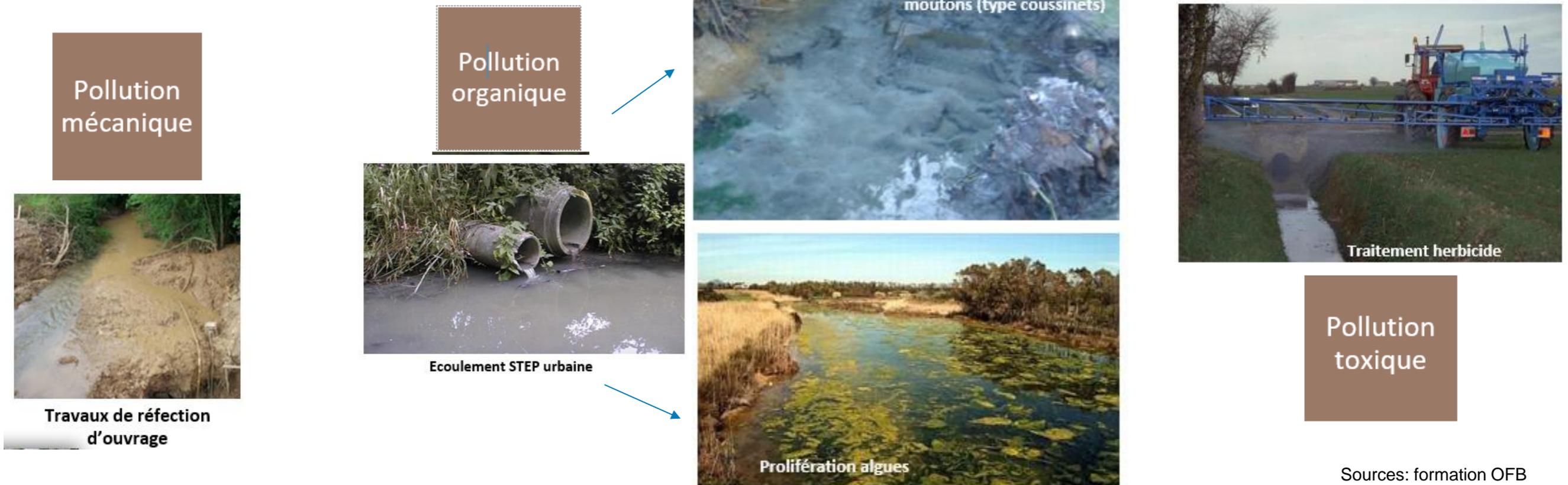
Indices de terrain :

- Ex :
- modification morphologique des plantes et degré de trophie
  - organismes sentinelles et degré de toxicité (espèces polluo-tolérantes, bioaccumulation)
  - évolution des abondances et distribution des espèces au sein des cortèges végétaux en fonction de la physico-chimie de l'eau (pH, dureté, conductivité, ammonium, phosphates, nitrates)
  - approche par traits écologiques (physico-chimie + altitude, vitesse, profondeur, lumière, substrat, Cs, Ei, hygrophilie)



# Les principales pollutions sur les cours d'eau et leurs impacts

- Pollution ponctuelle / chronique : point de rejet identifiable
- Pollution diffuse : présence de contaminants, origine incertaine (ex. pollution par les nitrates)
- Pollution différée : résulte de accumulation dans les sédiments ou dans les végétaux de substances toxiques. Éléments visibles : remise en suspension dans le milieu, mortalité excessive de végétaux
- Paramètres chimiques des pollutions : température, conductivité, pH, O<sub>2</sub> dissous, MES, nitrates



Sources: formation OFB

# Les proliférations végétales aquatiques

Dérèglements écologiques dus aux perturbations des milieux (eutrophisation, banalisation morphologique, création de plans d'eau, changement climatique et réchauffement des eaux de surface, etc.) => production de biomasse végétale peut être très élevée si lumière + nutriments abondants

↪ Plantes indigènes/natives favorisées localement ;

↪ Plantes exogènes/non-natives plus compétitives avec de fortes dynamiques d'expansion.

MILIEU NATUREL

## TRAVAUX EXPÉRIMENTAUX SUR L'HERBIER DE RENONCULES AQUATIQUES D'ENTRAYGUES-SUR-TRUYÈRE

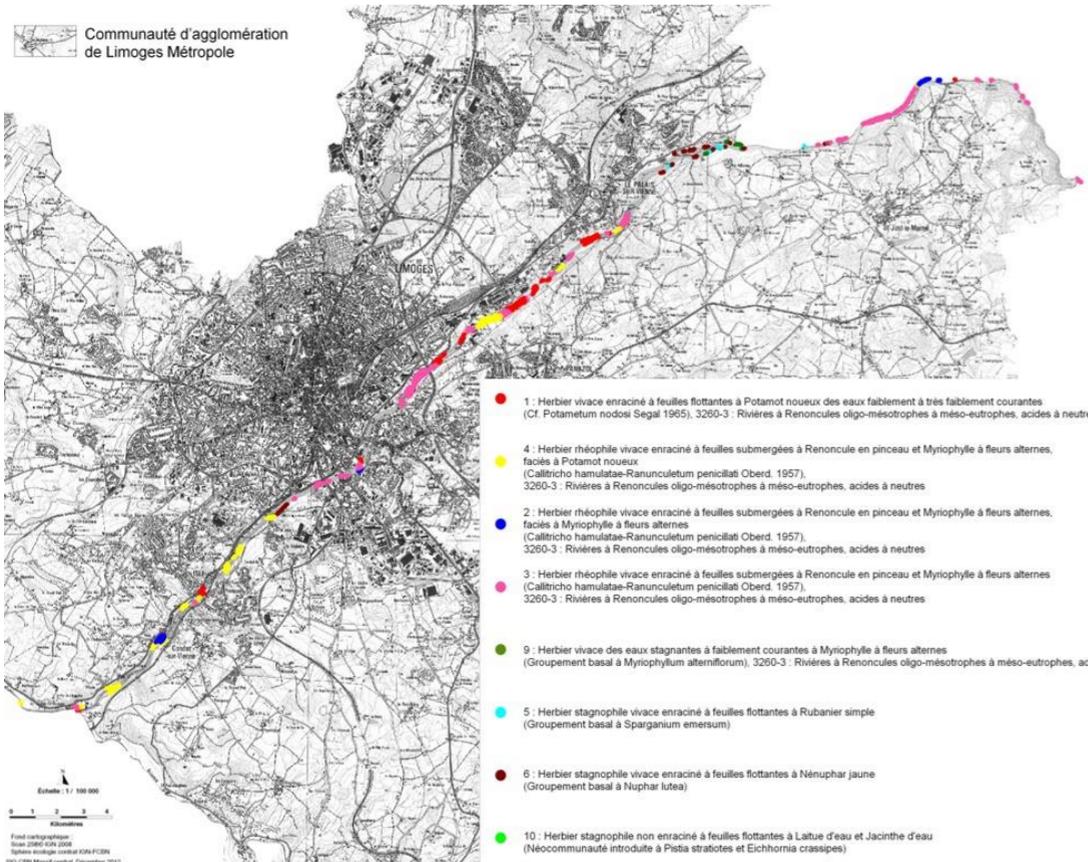
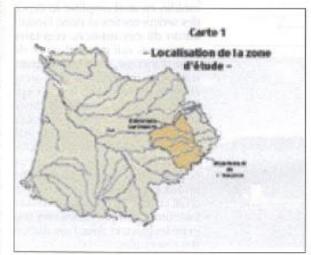
Par Jean-Pierre REBILLARD, Agence de l'Eau Adour-Garonne ; Frédéric ROIGNANT, SIAH Haute Vallée du Lot ; Jean-Marie FERRON, bureau d'études EMAA et Alain DUTARTRE, Cemagref de Bordeaux



espèce ou d'un groupe d'espèces bien adaptés à ces modifications. L'herbier de renoncules d'Entraygues (cf carte 1) qui se développe entre le barrage E.D.F. de Cambeyrac et la chaussée de la micro-centrale du moulin d'Oli, est constitué presque exclusivement par une espèce assez commune dans les rivières : *Ranunculus penicillatus* (cf encart). Repéré depuis le début des années 70, cet herbier s'est développé pour atteindre aujourd'hui une surface d'environ six hectares. Sa présence dans cette partie du cours de la Truyère est à relier à la construction des barrages de production hydroélectrique situés en amont. La régulation des débits par les retenues a permis de limiter les crues naturelles les plus importantes, capables de remanier périodiquement les sédiments du cours d'eau, donc d'éliminer les plantes aquatiques présentes aux racines souvent peu profondes. A

Entraygues, Zone d'ombrage.

Les macrophytes aquatiques (cf encadré), composante naturelle des cours d'eau, sont généralement présentes en proportions relativement peu importantes. Elles sont cependant capables d'occuper de grandes surfaces d'habitats favorables, conduisant à des proliférations végétales pleinement visibles par les usagers et susceptibles d'être considérées comme nuisibles vis-à-vis des utilisations de ces milieux. Ces fortes occupations peuvent être la conséquence de l'introduction d'espèces nouvelles présentant de fortes dynamiques d'expansion, mais également être le fait de plantes indigènes favorisées localement par des modifications de certains paramètres des environnements aquatiques : paramètres physiques, comme les écoulements ou la stabilité des sédiments, paramètres chimiques, tels que les modifications de la qualité de l'eau. Elles sont généralement le fait d'une



# Les macrophytes introduits

Certaines plantes aquatiques introduites peuvent proliférer et occasionner des nuisances :

↪ limitation des activités humaines (navigation, pêche, etc.) ;

↪ altération du fonctionnement des écosystèmes (réduction des écoulements, désoxygénation des eaux, impacts négatifs faune/flore indigènes).



© H. TIMGUY & M. PAX

MYCOLOGIE  
LICHÉNÉLOGIE

PHYCLOGIE

BRYOLOGIE

PTÉRIDOLOGIE

PHANÉROGAMIE

Le GLOANEC V., WATTERLOT A. & GESLIN J., 2020 - Découverte et bilan des observations de *Landoltia punctata* (G.Mey.) Les & D. J. Crawford, 1999 en France métropolitaine - Bull. Soc. bot. Centre-Ouest 51, p. 114-121



### Découverte et bilan des observations de *Landoltia punctata* (G. Mey.) Les & D. J. Crawford, 1999 en France métropolitaine

**Vincent LE GLOANEC**  
Office Nationale des Forêts  
F-43270 ALLEGRE  
vincent.legloane@gmail.com

**Aymeric WATTERLOT**  
Conservatoire botanique national de Bailleul  
F-80000 AMIENS  
a.watterlot@cbnbl.org

**Julien GESLIN**  
Conservatoire botanique national de Brest  
F-29019 BREST  
j.geslin@cbnbrest.com

Avec la collaboration d'Emmanuel QUÉRÉ et Gaëtan MASSON du Conservatoire botanique national de Brest.

### Résumé.

Cet article dresse un premier bilan des observations de *Landoltia punctata* effectuées dans le milieu naturel en France métropolitaine depuis sa découverte en 2014 dans le Morbihan jusqu'aux signalements plus récents réalisés en Ile-et-Vilaine et Seine-Maritime en 2019. Nous aborderons succinctement dans cet article la taxonomie et la nomenclature de cette espèce, sa répartition en dehors de la France et ses affinités écologiques. Une clé de détermination et des photographies sont également proposées pour faciliter la détection de ce taxon méconnu.

### Mots-clé :

Landoltia ponctuée, espèce exotique, nouvelles localités, France.

### Abstract.

This article is a first review of the *Landoltia punctata* observations, carried out in mainland France since its discovery in 2014, in Morbihan, until the latest ones in 2019 in Ile-et-Vilaine and Seine-Maritime. The species will be briefly presented through its taxonomy, classification, distribution outside of the French territory and ecological affinities. To better recognize it, an identification key and pictures will also be introduced.

### Key-words :

Dotted duckweed, alien species, new localities, France.

### Taxonomie et nomenclature de *Landoltia punctata*

Cette espèce aura connu plusieurs remaniements taxonomiques et nomenclatureux depuis sa première description au cours des années 1800. Meyer (1818) l'avait alors nommée *Lemna punctata* à partir d'échantillons trouvés dans le nord de l'Amérique du Sud (plus précisément du Guyana) et quelques années plus tard, Kurz (1867) a décrit une *Lemna oligorrhiza* en utilisant pour sa part des individus en provenance d'Inde. À la suite des travaux de Hegelmaier (1868), elle a été incluse dans le genre *Spirodela* sous le nom de *S. oligorrhiza*. Dans sa révision des Lemnaceae d'Amérique, Thompson (1898) en avait fourni une description détaillée en la nommant *S. punctata*. Il faudra attendre les travaux moléculaires de Les et Crawford (1999) pour voir la création d'un nouveau genre dans la famille des Lemnaceae : *Landoltia* dont *L. punctata* est actuellement la seule représentante. Selon ces auteurs, ce genre est intermédiaire entre *Lemna* et *Spirodela*, ce qui semble être corroboré par des études génétiques récentes (Bog *et al.*, 2015 ; Les *et al.*, 2002). Malgré la parution d'articles remettant en cause la valeur taxonomique et nomenclature du taxon (Ward et Hall, 2010 ; Ward, 2011), nous suivons les conclusions de Wiersema (2015) et considérons que *Landoltia punctata* (G. Mey.) Les & D.J. Crawford, 1999 est actuellement le nom valide pour désigner une espèce très probablement originaire d'Asie du Sud-Est et d'Australie, dont les principaux synonymes sont *Lemna punctata* G. Mey., 1818.

### Introduction

# L'IBMR (Indice Biologique Macrophytique en Rivière) : de la phase terrain au calcul de la note et à l'interprétation des résultats

# L'Indice Biologique Macrophytique en Rivière

La méthode est issue des travaux originaux du GIS *Macrophytes des eaux continentales* décrits dans la publication suivante :

- Haury J., Peltre M.-C., Trémolières M., Barbe J., Thiébaud G., Bernez I., Daniel H., Chatenet P., Haan-Archipof G., Muller S., Dutartre A., Laplace-Treytore C., Cazaubon A., Lambert-Servien E., 2006. A new method to assess water trophy and organic pollution – the Macrophytes Biological Index for Rivers (IBMR): its application to different types of river and pollution. *Hydrobiologia* **570** : 153-158.

Le protocole de l'IBMR est repris dans un document normatif français :

- NF T 90-395 (AFNOR, octobre 2003). Qualité des eaux – Détermination de l'indice biologique macrophytique en rivière (IBMR) en cours de révision.

Ce protocole est conforme à la norme européenne :

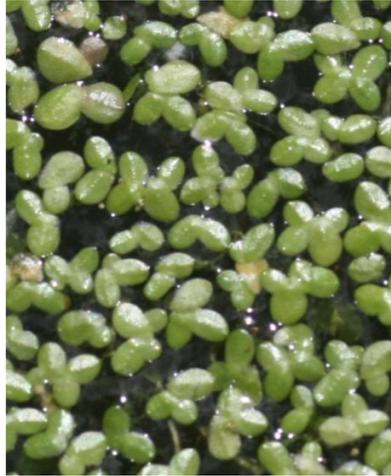
- EN 1484 (Water quality – Guidance standard for the surveying of aquatic macrophytes in running waters)

# Macrophytes : trois principaux compartiments pris en compte dans l'IBMR

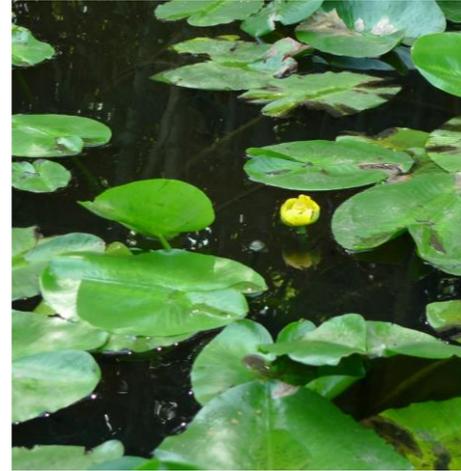
Hydrophytes  
submergées



Hydrophytes libres  
et flottantes



Hydrophytes  
enracinées à  
feuilles flottantes



Hélophytes



Trachéophytes = plantes vasculaires

Bryophytes

Hépatiques

Mousses

Colonies algales  
macroscopiques



... + quelques Lichens et  
organismes hétérotrophes



# Groupes taxinomiques aquatiques retenus pour le calcul de l'IBMR [Annexe A.1 NF T 90- 395]

Organismes hétérotrophes => 2 taxons (identifiés au genre)

Algues => 42 taxons (15 identifiés à l'espèce + 27 au genre)

Lichens => 2 taxons (identifiés à l'espèce)

Bryophytes [Hépatiques + Mousses] => 52 taxons  
(identifiés à l'espèce)

Trachéophytes [Ptéridophytes + Hydrophytes  
phanérogames] => 110 taxons (identifiés à l'espèce)

↳ Attribution pour chaque taxon d'une Cote spécifique  
de trophie (Csi) + Coefficient de sténocécie (Ei)



Les Characées = macro-algues de quelques  
cm à > 1 m

↪ 8 taxons contributifs IBMR



*Nitella flexilis* – La Maulde (23) / Csi = 14/20 – Ei = 2/3



*Chara vulgaris* – La Couze (19) / Csi = 13/20 – Ei = 1/3

## Les Trachéophytes aquatiques

- ↪ 110 taxons contributifs  
IBMR
- ↪ Souvent végétatifs en  
cours d'eau et parfois  
difficiles à identifier !

*Ranunculus ololeucos* – La Vézère (19) / Csi = 19/20  
– Ei = 3/3

*Potamogeton perfoliatus* – Le Clain (86) /  
Csi = 9/20 – Ei = 2/3



© M. Mady



© M. Mady

*Callitriche obtusangula* – Le Clain (86) / Csi = 8/20  
– Ei = 2/3



© M. Mady

## Les Algues

↪ 42 taxons contributifs  
IBMR

*Hildenbrandia* sp. - L'Aron (72) / Csi = 15/20 - Ei = 2/3  
↪ Algues rouges à thalles très incrustés, très  
adhérents au substrat



*Spirogyra* sp. - L'Aron (72) Csi = 10/20 - Ei = 1/3  
↪ Algues vertes filamenteuses

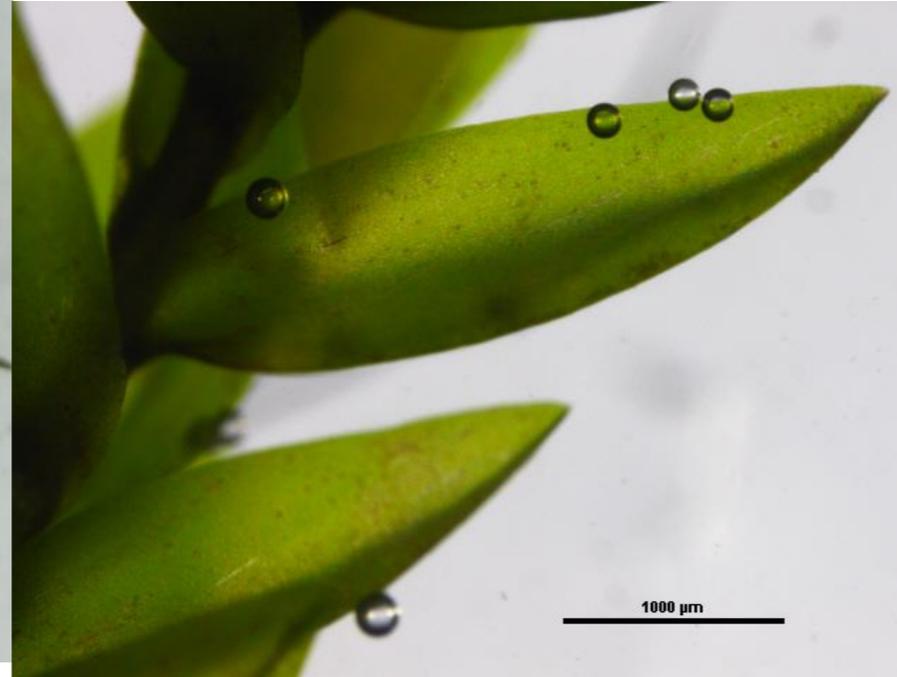


*Phormidium* sp. - L'Aron (72) / Csi = 13/20 - Ei = 2/3  
↪ Cyanobactéries (grossissement x 800 – x 1000)

## Les Bryophytes

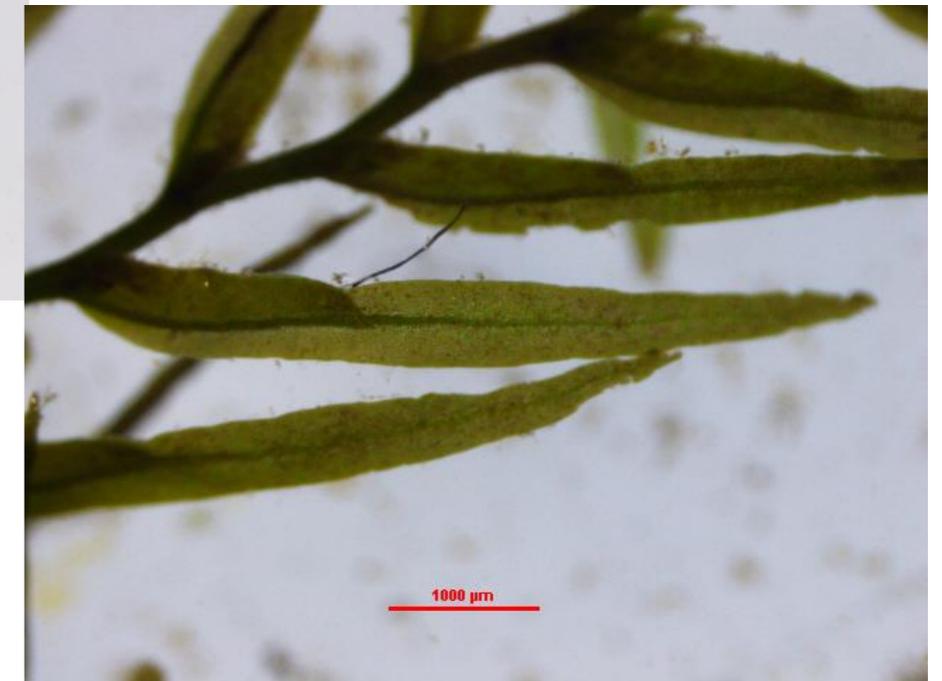
↪ 52 taxons contributifs  
IBMR

*Rhynchostegium riparioides* - L'Aron (72)  
Csi = 12/20 - Ei = 1/3



*Fontinalis antipyretica* - L'Aron (72)  
Csi = 10/20 - Ei = 1/3

*Fissidens fontanus* - L'Erné (53) - Csi = 7/20 - Ei = 3/3



# 4 exemples de taxons aux exigences trophiques différentes :

***Scapania undulata*** (hépatique à feuilles)

Cote spécifique d'oligotrophie de 17/20

Coefficient de sténoécie de 3/3



Espèce vivant dans un milieu pauvre en nutriments et s'adaptant difficilement en cas de variations environnementales dans le milieu.

***Vaucheria sp.*** (algue brune)

Cote spécifique d'oligotrophie de 4/20

Coefficient de sténoécie de 1/3



Espèce vivant dans un milieu riche en nutriments et pouvant s'adapter en cas de variations dans le milieu.

***Sphaerotilus sp.*** (organisme hétérotrophe => bactérie filamenteuse)

Cote spécifique d'oligotrophie de 0/20

Coefficient de sténoécie de 3/3



Espèce vivant dans un milieu hypereutrophe et disparaissant en cas d'oligotrophisation du biotope.

***Potamogeton nodosus*** (Trachéophyte)

Cote spécifique d'oligotrophie de 4/20

Coefficient de sténoécie de 3/3



Espèce vivant dans un milieu riche en nutriments (= eutrophile) et ayant des difficultés d'adaptation en cas de variations dans le milieu.

# IBMR => PHASE TERRAIN

**IBMR standard,**  
réalisé à pied sur cours  
d'eau de faible profondeur

Sur le terrain sur 100 m

Cheminement dans le cours d'eau  
en zig-zag pour un relevé complet



# IBMR => PHASE TERRAIN

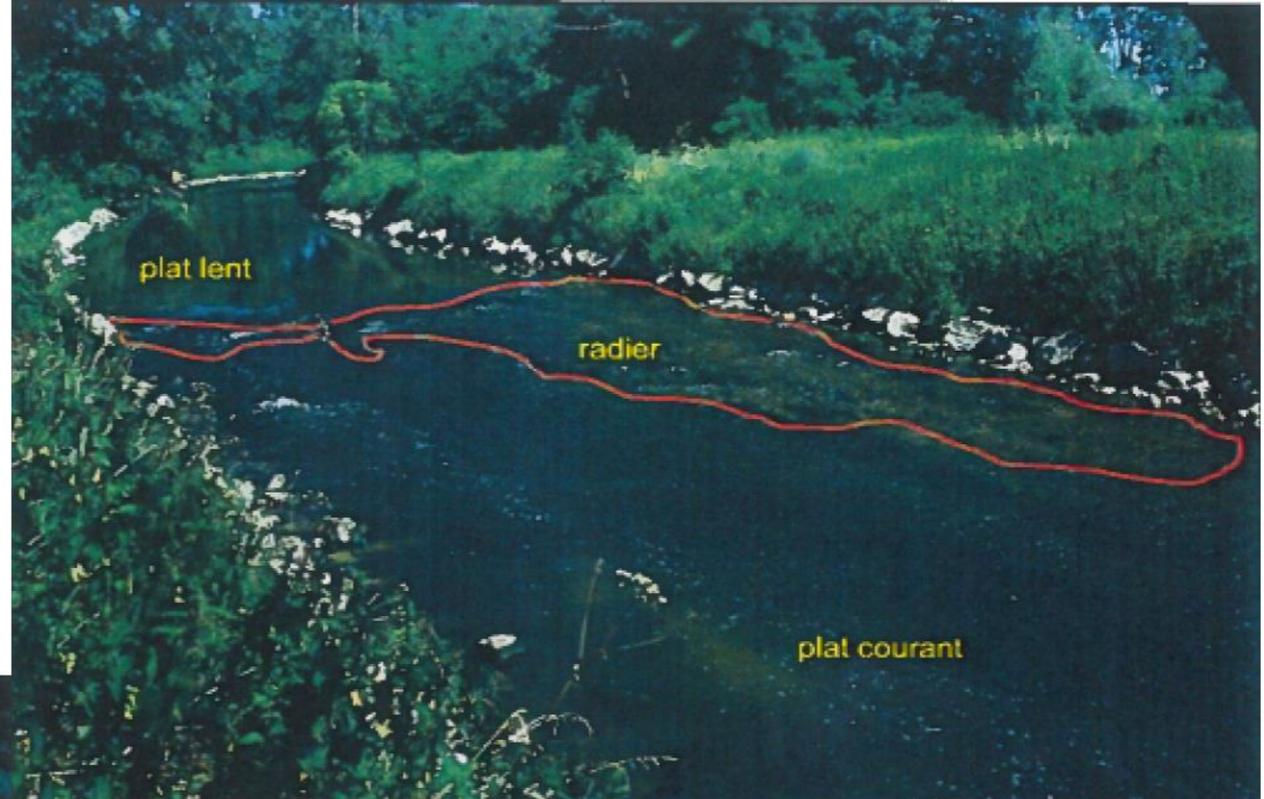
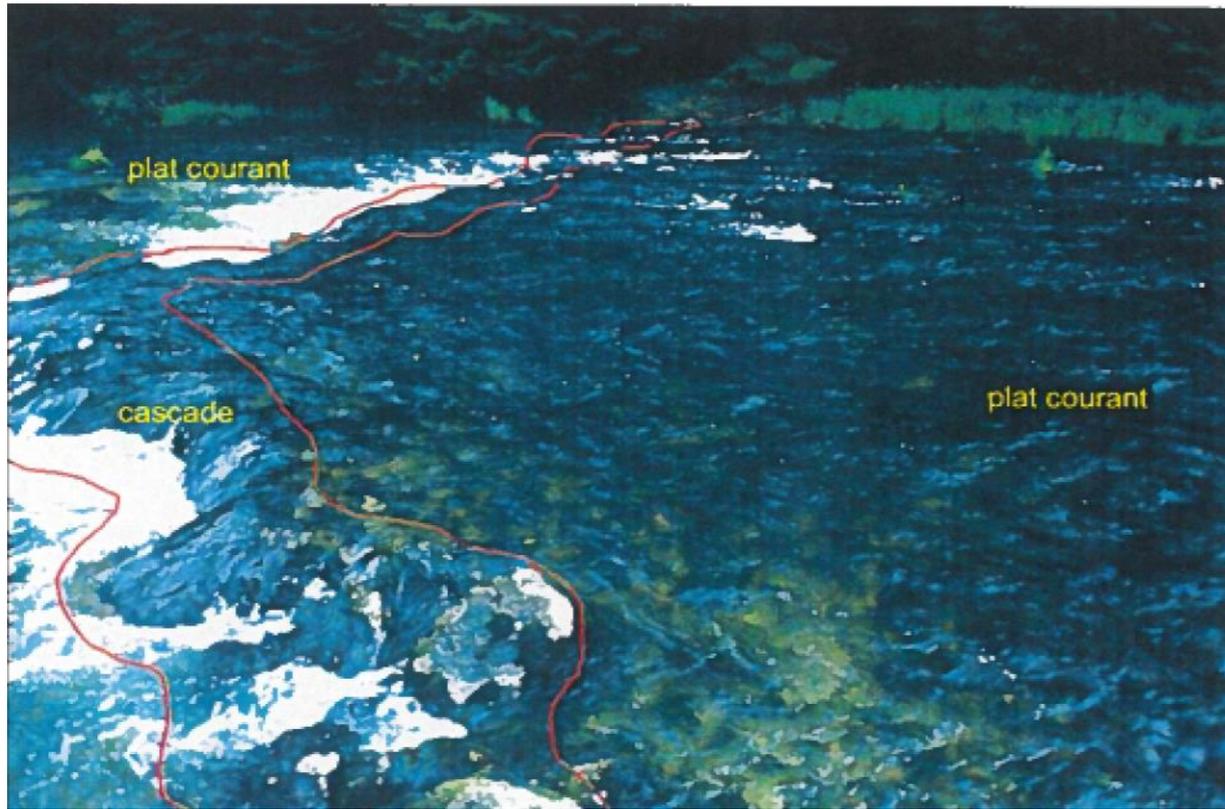
La norme permet de faire des inventaires sur des grands cours d'eau

100 points contacts + végétation de bordure



Recherche de 2 unités de relevés (= UR)  
hydromorphologiques : « rapide » + « lent ».

Description de la station : réalisation d'une  
cartographie.



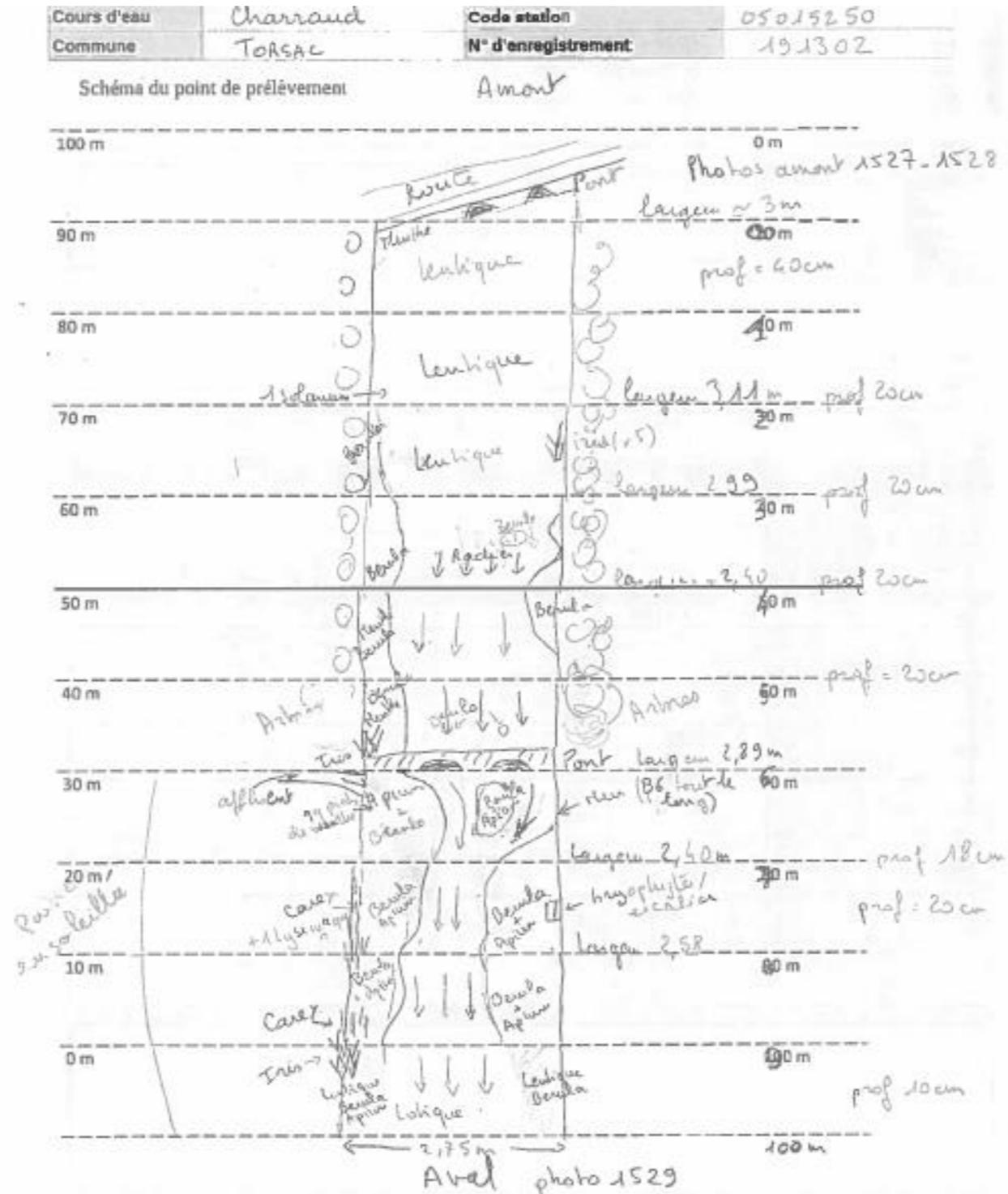
Relevé de la végétation de l'aval vers l'amont et  
estimation des recouvrements des différents taxons  
par unité de relevé, prélèvements d'échantillons au  
besoin.

**Attention : prise en compte uniquement des végétaux  
ayant les racines dans l'eau !**

Remplissage des fiches descriptives de la station  
(hauteur d'eau, largeur mouillée, substrat, ombrage...).

## Description de la station

Schéma réalisé à l'avancement de la prospection du cours d'eau, de l'aval vers l'amont



Cours d'eau	Charroux	Code station	05015250
Commune	Torsac	N° d'enregistrement	19 13 02

Relevé de la végétation

TAXONS RELEVÉS	Lohique Lohique		Références échantillons
	UR 1	UR 2	
	Recouvrement en %	Recouvrement en %	
X Lemna trisulca (beaucoup)	-	1%	P1 (photo 1530-1533-1547)
X Hépatique à feuille	1,5%	1,5%	B1 (photo 1521, 1545)
X Hépatique à thalle	-	0,10%	B2
X Lemna autre ?	-	0,10%	P2
X Cresson (Nasturtium officinale)	0,5%	-	P3 (photo 1532)
X Apium nodiflorum	30%	70%	P4 (photo 1538)
X Berula (avec ombelles)	15%	30%	P5 (photo 1536, 1537)
X Iris	-	0,3%	Non prélevé
X Lemna autre ?	-	0,05%	P6
Carex ?	-	0,1%	P7 (photo 1534)
X Hépatique à feuilles	-	0,01%	B3
X Hépatique à thalle	-	0,01%	B4
X Lysimaque ?	-	0,02%	P8
X Cratogeomom ?	-	0,05%	B5
X Leonp ?	-	0,03%	B6
X Fissidens	-	0,01%	B7
X Mélange Hépatique à feuilles + Leonp ?	-	0,1%	B8 (photo 1535)
X Nasturtium officinale ?	0,01%	-	P9
X Mentha aquatica	0,01%	-	Photo 1539
X Menthe	1%	-	P10 (photo 1540, 1541)
X Lysimachie ?	0,01%	-	P11 (photo 1542, 1543)
X Solanum dulcamara	-	0,01%	photo 1545, 1546

Établissement de la liste floristique sur la station, pour chaque UR

Attribution des % de recouvrement pour chaque taxon

Les échantillons sont prélevés et/ou photographiés (identification facile / espèces protégées) en vue d'une identification plus fine au laboratoire

# Exemple de liste floristique suite au relevé IBMR

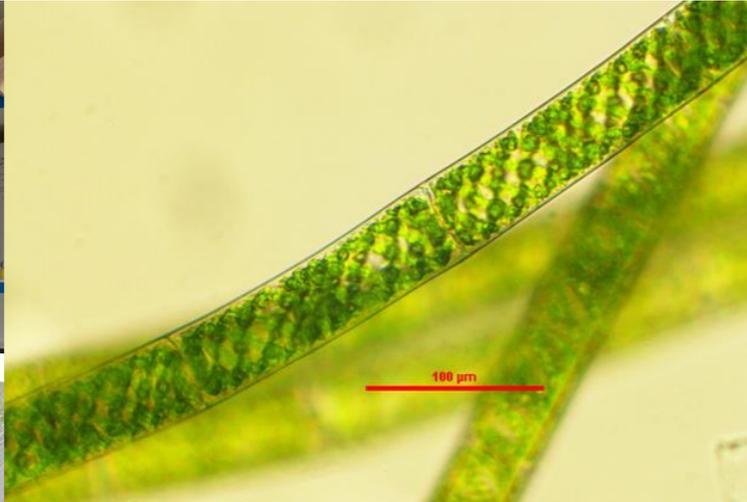
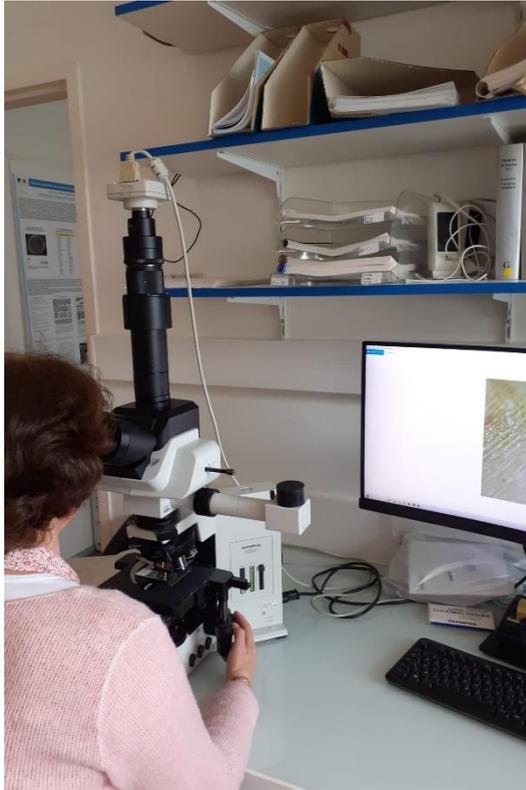
DONNEES FLORISTIQUES					
CODE_TAXON #	NOM_LATIN_TAXON	CODE_SANDRE	% rec taxon UR1 #	% rec taxon UR2 #	(Cf)
LEMTRI	Lemna trisulca	1628		1	-
CHIPOL	Chiloscyphus polyanthos	1186	1,5	1,56	-
PELEND	Pellia endiviifolia	1197		0,13	Cf.
LEMMIN	Lemna minor	1626		0,15	-
NASOFF	Nasturtium officinale	1763	0,51		-
HELNOD	Helosciadium nodiflorum	30053	30	70	-
IRIPSE	Iris pseudacorus	1601		0,3	-
BERERE	Berula erecta	1977	15	10	-
CARSPX	Carex	1466		0,1	-
EPIHIR	Epilobium hirsutum	1846		0,02	Cf.
MENAQU	Mentha aquatica	1791	1,01		-
SOADUL	Solanum dulcamara	1964		0,01	-
CRAFIL	Cratoneuron filicinum	1233		0,07	-
FISCRA	Fissidens crassipes	1294		0,05	-
SPAERE	Sparganium erectum	1671	0,01		Cf.

Taxons non contributifs



# Au laboratoire

- Observations, déterminations, échantillonnage

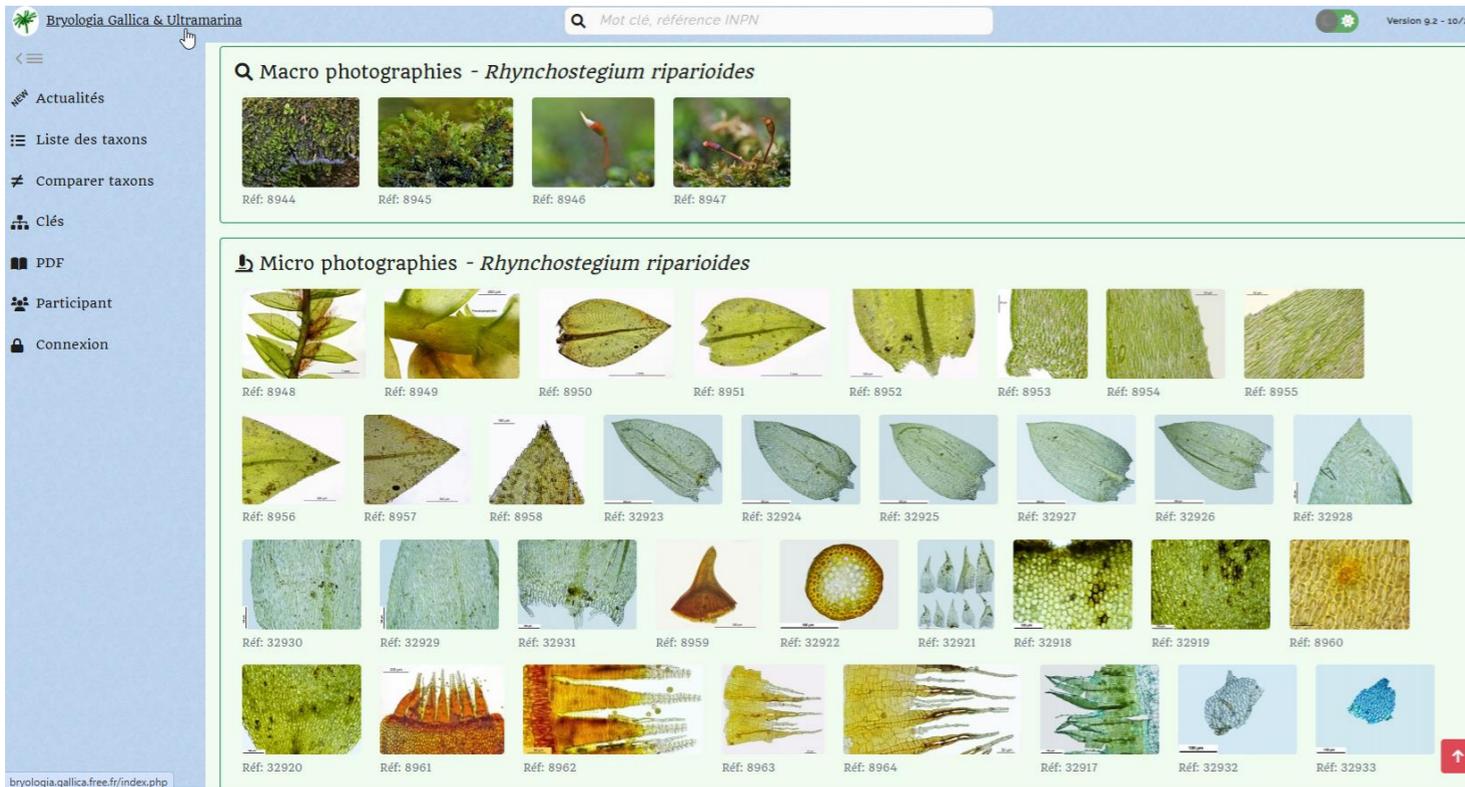


# Quelques outils pour l'aide à la détermination

## *Bryologia Gallica & Ultramarina*

Mousses et Hépatiques de France métropolitaine et d'outre-mer

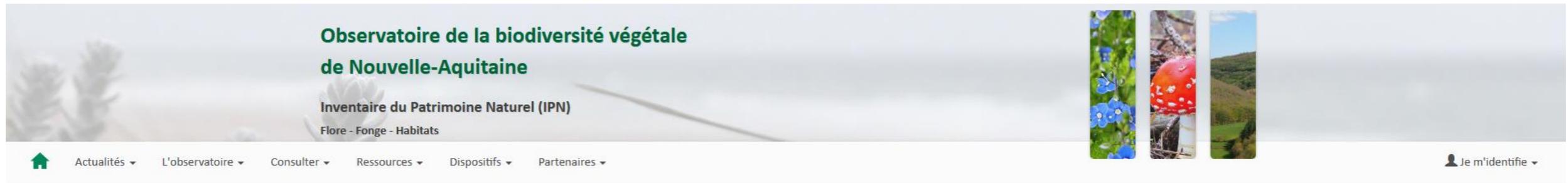
<http://bryologia.gallica.free.fr/recherche-espece.php>



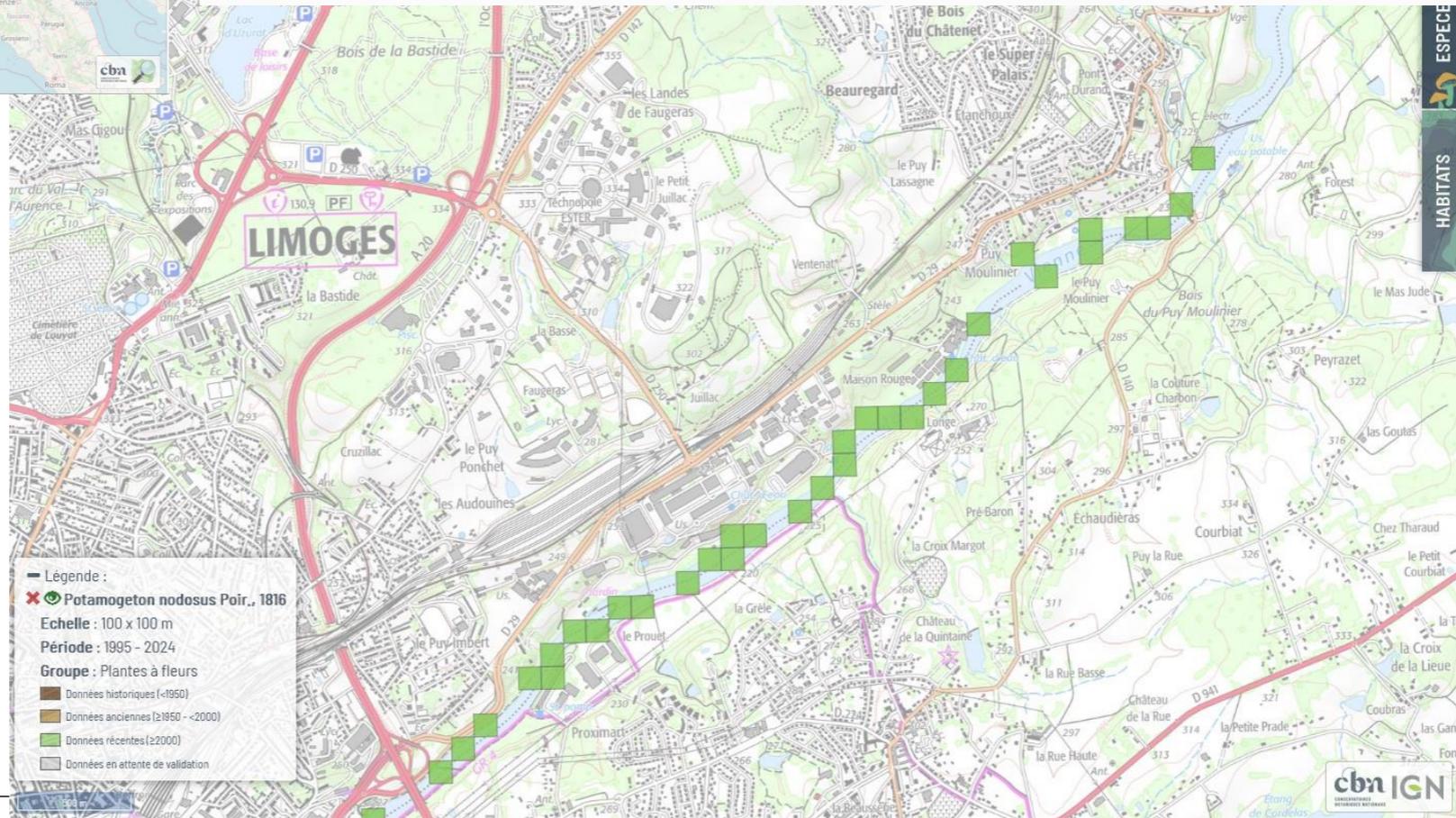
## Flores et supports de formations



# Aide à la vérification/cohérence des données sur la répartition des macrophytes



# Aide à la vérification/cohérence des données sur la répartition des macrophytes



Je m'identifie

Par indicateur

Afficher la répartition d'un taxon

Nom scientifique ou vernaculaire

Liste des résultats

✗ *Potamogeton nodosus* Poir., 1816

Outil de cartographie interactive des données relatives à la flore, la fonge, aux végétations et à leurs habitats : <https://lobelia-cbn.fr/>

# En résumé l'IBMR c'est...

## Quoi ?

Relevé complet de la végétation **aquatique** macrophytique (liste floristique) accompagné des taux de recouvrement des différents taxons

↳ Calcul d'une note de 0 à 20.

Sont notées, en plus, les caractéristiques morphologiques du site, substrat, faciès d'écoulement (vitesse/profondeur), conditions hydrologiques

## Où ?

Sur une « station » représentative. Localisation et délimitation du tronçon de 100 m (surface à inventorier de 100 m<sup>2</sup> minimum). La station doit idéalement comporter un faciès lotique et un faciès lentique.

## Quand ?

Une seule campagne est requise, durant la période de végétation maximale (généralement mi-juin à fin août)

## Conditions ?

Après plusieurs jours de basses eaux stabilisées, jamais après un évènement susceptible d'avoir perturbé le peuplement. La transparence de l'eau doit être suffisante pour permettre l'observation visuelle du lit de la rivière.

# Calcul de la note IBMR

Une liste complète des taxons est établie, par unité de relevé, avec le recouvrement observé pour chacun d'eux. Seuls les taxons contributifs sont pris en compte pour le calcul.

$$\text{IBMR} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i \times K_i \times \text{CS}_i}{\sum_{i=1}^n E_i \times K_i}$$

**i** = taxon contributif, **n** = nombre total de taxons contributifs,  
**CS<sub>i</sub>** = cote spécifique (de 0 à 20), **E<sub>i</sub>** = coefficient de sténoécie  
(de 1 à 3), **K<sub>i</sub>** = coefficient d'abondance (de 1 à 5).

**CS<sub>i</sub>** : = 0 => taxon eutrophile ; = 20 => taxon oligotrophile.

**E<sub>i</sub>** : reflète le degré de tolérance d'une plante par rapport aux conditions précises du milieu ; = 1 => taxon euryèce ; = 3 => taxon sténoèce.

## • Calcul de l'indice

Élaboration d'une liste floristique sous un format défini

### Document d'accompagnement de la liste :

- Calculs statistiques sur les CSi et Ei
- Analyses mésologiques de la station (type de faciès, profondeur, éclaircissement, etc...)

### Calcul sur le site du SEEE

Indice Biologique Macrophytique en Rivière calculé selon la norme NF T90-395 (octobre 2003). Il repose sur 327 taxons pris en compte dans le calcul.

Le Système d'évaluation de l'état des eaux (SEEE) est accessible librement et gratuitement, aucune authentification n'est requise. L'objectif est de permettre la mise à disposition des algorithmes de référence ainsi que l'exécution de calculs depuis la présente interface web en exploitant ces algorithmes sur la base de fichiers d'entrée et de sortie standardisés. Il est aussi possible d'interroger les indicateurs en API.

Lire la suite ...

Type d'indicateur  
Outil d'évaluation

Classe d'indicateur  
IBMR

Version d'indicateur  
1.2.1

Données d'entrée

Formulaire IBMR\_v1.2.1

Données biologiques  
Sélectionner un fichier

Valider

Les dernières actualités

- 12 mars 2025  
[Indicateur mis à jour](#)  
En savoir plus
- 03 mars 2025  
[Erreur version indicateur macrophyte cours d'eau](#)  
En savoir plus
- 27 février 2025  
[Nouvel outil de diagnostic](#)  
En savoir plus
- 26 février 2025  
[Cartographie des indicateurs](#)  
En savoir plus
- 11 février 2025  
[Indicateur mis à jour](#)  
En savoir plus
- 07 février 2025  
[Erreur version indicateurs macroinvertébrés cours d'eau](#)  
En savoir plus
- 07 février 2025  
[Panne serveur de calcul](#)  
En savoir plus
- 23 janvier 2025  
[Mises à jour taxonomiques](#)  
En savoir plus
- 20 janvier 2025  
[Mise à jour taxonomique](#)  
En savoir plus

# Interprétation des résultats

## Plusieurs points de vue différents

- **Indice trophique** : 5 classes de niveau trophique : de très faible (note IBMR > 14) à très élevé (note IBMR < 8).

I.B.M.R. > 14	$14 \geq$ I.B.M.R. > 12	$12 \geq$ I.B.M.R. > 10	$10 \geq$ I.B.M.R. > 8	I.B.M.R. $\leq$ 8
Très faible	Faible	Moyen	Fort	Très élevé

- **Écart à la référence** (EQR) : calculé par rapport à des valeurs de référence de l'IBMR déterminées pour les différents types de cours d'eau.

Classes d'état en fonction de l'EQR et des bornes définies au niveau national.

# Notion d'hydroécorégion (= HER)

Objectif : regrouper les caractéristiques homogènes des milieux aquatiques, qui ont une influence sur la répartition des espèces.

Conditions de référence différentes => calcul d'indice différent.



Découpage de la France en 22 HER de niveau 1 (HER-1)

# Passage de l'indice à l'écart à la référence pour la DCE

Note en EQR (écart à la référence) = (note IBMR observée) / (note de référence du type).

			Taille des cours d'eau				
			Très Grands	Grands	Moyens	Petits	Très Petits
<b>HER</b>							
<b>9</b>	<i>Tables calcaires</i>	<i>Cas général</i>	9,38	9,38	9,38	11,17	11,17
<b>12</b>	<i>Armoricain</i>	<i>A</i>			13,09	13,09	13,09
		<i>B</i>		13,09	13,09	13,09	13,09
<b>TTGL</b>	<i>La Loire</i>		9				

Limites de classe (EQR) :

Élément de qualité	indice	Limites des classes d'État IBMR			
		[Très bon/ Bon]	[Bon/ Moyen]	[Moyen/ Médiocre]	[Médiocre/ Mauvais]
Macrophytes	IBMR	0,92	0,77	0,64	0,51

# Synthèse sur l'Indice Biologique Macrophytique en Rivière

- Typologie des cours d'eau avec des communautés végétales et des taxons contributifs (traits de vie) bien décrits
- Il est préférable d'inclure dans l'interprétation de l'indice une lecture de la liste floristique et de la mésologie
- Réactivité : échelle spatio-temporelle liée à la saisonnalité et aux conditions abiotiques du segment de CE
- Pressions principales : modification de la qualité de l'eau et des habitats => pollution, ripisylve, etc.

## > Inconvénients :

- Technicité du protocole : difficultés liées au relevé de terrain qui peut être long et compliqué
- Taxons aquatiques souvent incomplets, état végétatif ou morphoses, mal décrits dans les flores
- Nécessité d'avoir régulièrement recours à des experts pour des taxons douteux/groupes difficiles
- Bio-indication à nuancer en fonction de l'historique de la période de prélèvement (hydrologie), du nombre de taxons contributifs et leur abondance
- Prix : inventaire IBMR à pied (prélèvement + détermination)  $\approx$  800-900 € HT + expertise si nécessaire

## > Avantages :

L'IBMR est robuste. Sur des sites suivis annuellement, l'évolution de la liste floristique ne correspond pas toujours à un changement de note.

- Présence dans tous les systèmes aquatiques d'eau douce (possibilité IBML en plans d'eau)
- Relative facilité d'échantillonnage : à pied, mixte, en bateau (points contacts) selon profondeur
- Réactivité aux perturbations ponctuelles ou chroniques
- Indice en cours de révision (norme + technique et + précise)

## • Accès aux données :

Rendu des analyses fin mars (AELB)

Qualification des données fin juin, puis dépôt sur naiades

<https://naiades.eaufrance.fr/>

Accès aux données via l'API de hub eau

<https://hubeau.eaufrance.fr/>

(package R disponible)



# IBML (Indice Biologique Macrophytique en Lacs)

↳ Pour les grands plans d'eau et lacs faiblement marnants (< 2 m marnage) [IBML : NF T 90-328]

Méthode de Jensén => positionnement géométrique des sites potentiels d'étude des plantes aquatiques (= unités d'observation - UO)

Au moins 1 UO positionnée au niveau de chaque type de rive (formations végétales et/ou aménagements des rives)

Validation du positionnement ➤ campagne de reconnaissance spécifique

3 à 8 UO selon superficie du plan d'eau

UO = 1 relevé de zone littorale (env. 100 m) + 3 profils perpendiculaires à la rive avec prélèvements par point-contact (30/profil – longueur profil ajustée selon transparence) => listes floristiques avec abondances observées pour chaque taxon

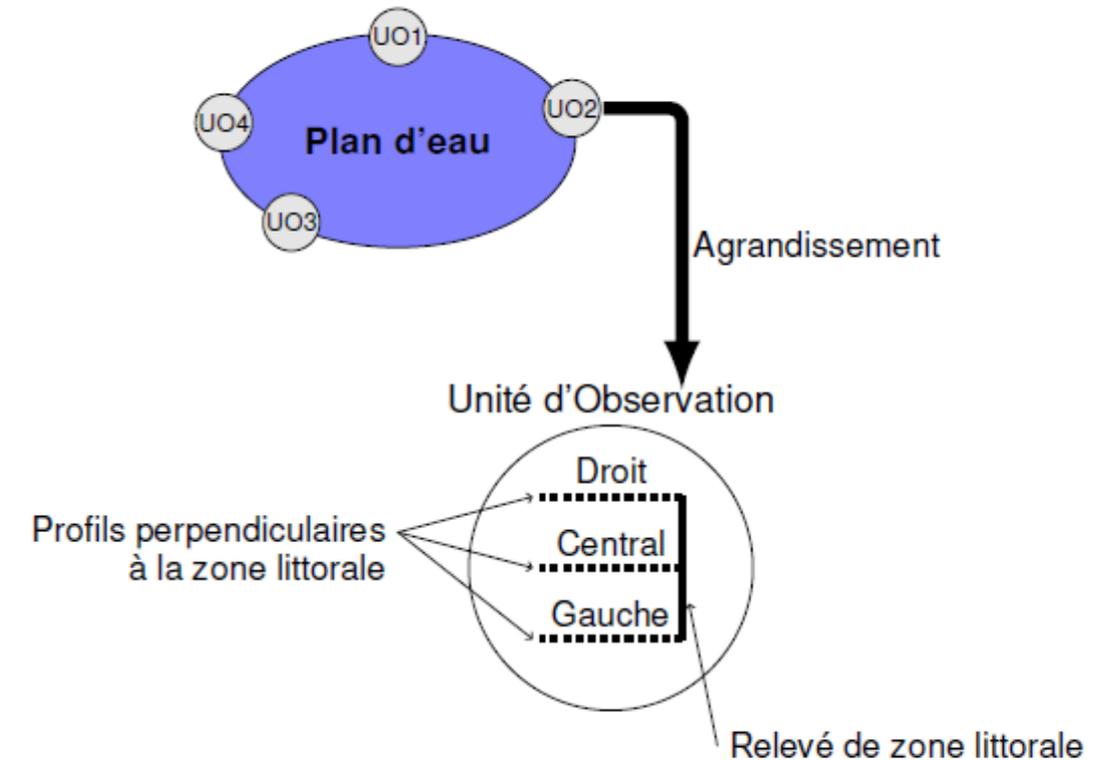


Figure 1 – Principe général d'échantillonnage des macrophytes en plans d'eau selon la norme XP T90-328 (Afnor, 2010)

↳ **Calcul d'une note de trophie => abondance + composition des communautés macrophytiques**

# Pour les grands plans d'eau et lacs : l'Indice biologique macrophytique en lacs [IBML : NF T 90-328]



RNN Étang des Landes (Lussat – 23)



Une diversité végétale bien  
différente des cours d'eau,  
avec des stratifications  
complexes et des  
biomasses parfois  
importantes !

Point contact au  
râteau ➤



# Exemples d'autres méthodes indiciaires basées sur les macrophytes en Europe

## MTR (Mean Trophic Rank) => méthode standard de l'Agence de l'environnement du Royaume-Uni

### Assessment of the Trophic Status of Rivers Using Macrophytes.

Evaluation of the Mean Trophic Rank

R&D Technical Report E39

FH Dawson<sup>1</sup>, JR Newman<sup>1</sup>, MJ Gravelle<sup>2</sup>, KJ Rouen<sup>2</sup>, and P Henville<sup>2</sup>

Research Contractor:  
NERC Institute of Freshwater Ecology  
with IACR Centre for Aquatic Plant Management<sup>1</sup>

Environment Agency<sup>2</sup>

Further copies of this report are available from:  
Environment Agency R&D Dissemination Centre, c/o  
WRC, Frankland Road, Swindon, Wilts SN5 8YF



tel: 01793-865000 fax: 01793-514562 e-mail: publications@wrcplc.co.uk

Limnética, 34 (1): 95-114 (2015). DOI: 10.23818/limn.34.09  
© Asociación Ibérica de Limnología, Madrid, Spain. ISSN: 0213-8409



## Índice de Macrófitos Fluviales (IMF), una nueva herramienta para evaluar el estado ecológico de los ríos mediterráneos

Núria Flor-Arnau<sup>1,\*</sup>, Montserrat Real<sup>2</sup>, Gloria González<sup>2</sup>, Jaume Cambra Sánchez<sup>1</sup>, José Luis Moreno<sup>3</sup>, Carolina Solà<sup>4</sup> y Antoni Munné<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biología Vegetal (Unidad de Botánica). Facultad de Biología, Universidad de Barcelona. Av. Diagonal, 643. 08028 Barcelona.

<sup>2</sup> United Research Services España, S.L.U. C/Urgeil, 143. 08036 Barcelona.

<sup>3</sup> Centro Regional de Estudios del Agua. Universidad de Castilla-La Mancha. Crtra. Las Peñas, km 3. 02071 Albacete.

<sup>4</sup> Agencia Catalana del Agua. C/Provença, 204. 08036 Barcelona.

\* Autor responsable de la correspondencia: n.flor@ub.edu

Recibido: 25/07/2014

Aceptado: 05/12/2014

### ABSTRACT

#### The Fluvial Macrophyte Index (IMF), a new tool to assess the ecological status of Mediterranean rivers

The Water Framework Directive (WFD) implementation requires the use of biological quality elements to assess ecological status in water bodies, including aquatic flora. Previous macrophyte indices have been developed for rivers in several Mediterranean regions of the Iberian peninsula. Due to the lack of a suitable tool that would consider macrophyte and physicochemical characteristics of all Spanish Mediterranean fluvial types, the Fluvial Macrophyte Index (IMF) was designed in compliance with WFD.

We have worked with the identified samples collected from 177 sites and with the data from 121 extra sites from projects carried out in the Ebro basin and in Catalonia. IMF includes tolerance values and ecological range of 124 taxa (50 angiosperms, 31 algae, 30 mosses, 8 liverworts and 5 pteridophytes). IMF scores are obtained from the Zelinka and Marvan's (1961) formula and the value is then assigned to the corresponding quality class according to the WFD. This assignment is based on the fluvial group to whom the sampling site corresponds. Each group includes several Mediterranean river types based on their similarity of macrophyte inventories and for each of them the reference values and thresholds between quality classes have been calculated.

The IMF has been correlated with other macrophyte indices, as well as with hydromorphological indices and physicochemical variables. Most of the correlations are significant and the obtained coefficients are high. In addition, the IMF is able to statistically discriminate reference sites from perturbed sites in most of the fluvial groups. Moreover, if the indices contained in the Water Planning Instruction (Ministerial Order ARM/2656/2008, 10 September) are applied, the IMF shows a high discrimination efficiency between sites with good or higher ecological status and the rest. Therefore, the IMF is proposed as an effective ecological tool to assess the ecological status of Mediterranean rivers.

**Key words:** Water Framework Directive, ecological status, Mediterranean rivers, macrophytes.

### RESUMEN

Índice de Macrófitos Fluviales (IMF), una nueva herramienta para evaluar el estado ecológico de los ríos mediterráneos

La aplicación de la Directiva Marco del Agua (DMA) requiere que el establecimiento del estado ecológico de las masas de

Limnética, 27 (1): 107-118 (2008)  
© Asociación Ibérica de Limnología, Madrid, Spain. ISSN: 0213-8409



## Evaluación del estado trófico de tres cuencas interiores de Cataluña (Foix, Besòs y Llobregat) mediante la vegetación acuática: aplicación de un índice trófico (IVAM-FBL)

Jose Luis Moreno<sup>1,\*</sup>, Jorge De las Heras<sup>1</sup>, Narcís Prat<sup>2</sup> y María Rieradevall<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro Regional de Estudios del Agua (CREA), Crtra. de las Peñas, km 3, Albacete, 02071

<sup>2</sup> Departament d'Ecologia, Universitat de Barcelona, Diagonal, 645, Barcelona 08028

\* Corresponding author: joseluis.moreno@uclm.es

Recibido: 13/7/07

Aceptado: 15/10/07

### ABSTRACT

#### Assessment of the trophic state of three inner basins in Cataluña (Foix, Besòs y Llobregat) through the aquatic vegetation: application of a trophic index (IVAM-FBL)

During April, 2005 a survey of the macroscopic aquatic vegetation was carried out in the basins of the Foix, Llobregat, and Besòs rivers with a total of 68 sampling stations. The main objective was to assess the trophic status of those basins by means of a Spanish macrophyte index called IVAM (Macroscopic Aquatic Vegetation Index). Forty-four taxa were identified: 8 genera of Cyanophyta, 5 of Rodophyta, 2 of Xantophyceae, 3 of Bacillariophyceae, 15 of Chlorophyta, 8 of Spermatophyta, 1 lichen, and 2 bryophytes (mosses and liverworts). The Llobregat basin was the most diverse (37 taxa), followed by Besòs (33) and Foix (25). The most common taxa were *Cladophora*, *Vaucheria*, *Oedogonium*, *Apium*, *Rorippa* and *Oscillatoria*, along with mosses. Phanerogams were scarce, with *Ranunculus*, *Zannichellia*, and *Potamogeton* as the most common genera. The taxa with the highest IVAM score corresponding to good water quality (tolerance value, vt = 8) were, although scarce, *Ranunculus*, *Cymbella*, *Rivularia*, *Nostoc*, *Tobrythrix*, *Chroococcus*, and *Lemanea*, which indicate oligotrophic conditions. In good quality waters, although slightly eutrophic (mesotrophic waters vt = 6), the most frequent taxa were *Chara*, *Monostroma*, and *Hildenbrandia*, along with liverworts and one lichen. According to the trophic qualifications provided by the IVAM index, 38.2% of sites had a good trophic status (classes I and II) while 61.8% of sites had an altered status. The IVAM response to nutrient concentration (phosphate, ammonium, nitrite, and nitrate) was always significant and a high correlation between IVAM and phosphate concentration ( $r = 0.71$ ,  $p < 0.001$ ) can be highlighted, with a value higher than those reached by other diatom and macrophyte indices that use a species-level taxonomic resolution. This supports the advantage of using the IVAM index in the trophic status assessment of rivers since it is not necessary to reach a taxonomic species level to obtain a good response to this kind of disturbance.

**Key words:** Macrophytes, macroalgae, biotic index, eutrophication, Catalonia, Spain.

### RESUMEN

#### Evaluación del estado trófico de tres cuencas interiores de Cataluña (Foix, Besòs y Llobregat) mediante la vegetación acuática: aplicación de un índice trófico (IVAM-FBL)

Durante abril de 2005 se realizó una campaña de muestreo de la vegetación acuática macroscópica en las cuencas de los ríos Foix, Besòs y Llobregat, sumando un total de 68 estaciones de muestreo. El objetivo principal fue evaluar el estado trófico de dichas cuencas mediante el índice trófico generado en España denominado IVAM (Índice de Vegetación Acuática Macroscópica). Se identificaron un total de 44 táxones, 8 géneros de Cyanophyta, 5 de Rodophyta, 2 de Xantophyceae, 3 de Bacillariophyceae, 15 de Chlorophyta, 8 de Spermatophyta, 1 líquen y 2 briófitos (musgos y hepáticas). La cuenca del Llobregat fue la más diversa (37 táxones), seguida del Besòs (33) y el Foix (25). Los táxones más frecuentes fueron *Cladophora*, *Vaucheria*, *Oedogonium*, *Apium*, *Rorippa* y *Oscillatoria*, además de los musgos. Las fanerógamas fueron escasas, destacando los géneros *Ranunculus*, *Zannichellia* y *Potamogeton*. Los táxones que alcanzaron una mayor puntuación del IVAM (valor

# Exemples d'autres méthodes indicielles basées sur les macrophytes en Europe



Article

## The Macrophyte Index for Rivers (MIR) as an Advantageous Approach to Running Water Assessment in Local Geographical Conditions

Krzysztof Szoszkiewicz <sup>1</sup>, Szymon Jusik <sup>1</sup>, Karol Pietruczuk <sup>2</sup> and Daniel Gebler <sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Ecology and Environmental Protection, Poznan University of Life Sciences, Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznan, Poland; krzysztof.szoszkiewicz@up.poznan.pl (K.S.); szymon.jusik@up.poznan.pl (S.J.)

<sup>2</sup> Chief Inspectorate of Environmental Protection, Wawelska 52/54, 00-922 Warsaw, Poland; karlo14@op.pl

\* Correspondence: daniel.gebler@up.poznan.pl; Tel.: +48-512-260-511

Received: 9 December 2019; Accepted: 26 December 2019; Published: 29 December 2019



**Abstract:** The Macrophyte Index for Rivers (MIR) was developed in 2007, and it was one of the first biological methods developed in Poland under the requirements of the Water Framework Directive to assess the ecological status of running waters. It is based on the quantitative and qualitative evaluation of 153 indicator taxa. The aim of this study was to evaluate the ability of the MIR method to detect trophic degradation in rivers and to compare its efficiency with other macrophyte metrics. Our investigation was based on 100 sites, representing a very clear gradient from near oligotrophic to eutrophic conditions. The results showed that macrophytes can be distinguished in terms of their ecological requirements for nutrient concentration in water, and this can be used to develop an effective system of freshwater assessment. The MIR was shown to be the indicator most strongly correlated with various forms of nutrients, and it was demonstrated that calibration of the macrophyte method to local biogeographical conditions resulted in greater effectiveness of the assessment method.

**Keywords:** macrophytes; rivers; monitoring; ecological status

### 1. Introduction

The evaluation and classification of freshwater ecosystems by assessing their ecological status was introduced as a monitoring task almost 20 years ago by the Water Framework Directive (WFD). The adoption of the WFD has led to the intensive development of monitoring methods using all major groups of aquatic organisms [1], making the EU member states leaders in comprehensive ecological studies of aquatic ecosystems as a determinant of environment quality. This approach has also been used for the development of biomonitoring systems in nonEU countries and even on other continents [2–4].

Macrophytes, as a vital component of aquatic ecosystems, are among the groups of organisms

Table S1. List of indicator species utilised for calculating MIR index (l = species index value, w = species weight value).

Taxa	MIR		Taxa	MIR		Taxa	MIR	
	l	w		l	w		l	w
<b>ALGAE</b>			<i>Thelypteris palustris</i>	6	1	<i>Alopecurus geniculatus</i>	4	1
<i>Audouinella sp.</i>	6	1	<b>DICOTYLEDONS</b>			<i>Alisma plantago-aquatica</i>		
<i>Batrachospermum sp.</i>	6	2	<i>Batrachium aquatile</i>	5	3	<i>Butomus umbellatus</i>		
<i>Chara sp.</i>	6	2	<i>Batrachium circinatum</i>	5	2	<i>Calla palustris</i>		
<i>Cladophora sp.</i>	1	2	<i>Batrachium fluitans</i>	7	2	<i>Carex acutiformis</i>		
<i>Enteromorpha sp.</i>	1	2	<i>Batrachium peltatum</i>	4	3	<i>Carex gracilis</i>		
<i>Hildenbrandia rivularis</i>	6	1	<i>Batrachium trichophyllum</i>	6	2	<i>Carex paniculata</i>		
<i>Hydrurus sp.</i>	9	2	<i>Berula erecta</i>	4	2	<i>Carex riparia</i>		
<i>Lemanea sp.</i>	9	2	<i>Callitriche cophocarpa</i>	5	2	<i>Carex rostrata</i>		
<i>Lynghya sp.</i>	6	2	<i>Callitriche hamulata</i>	9	3	<i>Carex vesicaria</i>		
<i>Mougeotia sp.</i>	3	1	<i>Callitriche palustris</i>	6	1	<i>Catabrosa aquatica</i>		
<i>Oedogonium sp.</i>	2	1	<i>Caltha palustris</i>	6	1	<i>Eleocharis palustris</i>		
<i>Phormidium sp.</i>	7	2	<i>Ceratophyllum demersum</i>	2	3	<i>Elodea canadensis</i>		
<i>Rhizoclonium sp.</i>	1	1	<i>Ceratophyllum submersum</i>	2	3	<i>Glyceria fluitans</i>		
<i>Spirogyra sp.</i>	4	1	<i>Cicuta virosa</i>	6	2	<i>Glyceria maxima</i>		
<i>Stigeoclonium sp.</i>	1	1	<i>Hippuris vulgaris</i>	4	1	<i>Glyceria plicata</i>	5	1
<i>Ulothrix sp.</i>	4	1	<i>Hottonia palustris</i>	6	2	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	6	2
<i>Vaucheria sp.</i>	2	1	<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	5	1	<i>Iris pseudacorus</i>	6	2
<b>LIVERWORTS</b>			<i>Lysimachia thyrstiflora</i>	7	3	<i>Juncus bulbosus</i>	10	1
<i>Chiloscyphus sp.</i>	8	2	<i>Lysimachia vulgaris</i>	4	1	<i>Lemna gibba</i>	1	3
<i>Conocephalum conicum</i>	7	1	<i>Mentha aquatica</i>	5	1	<i>Lemna minor</i>	2	2
<i>Jungermannia sp.</i>	8	2	<i>Menyanthes trifoliata</i>	9	3	<i>Lemna trisulca</i>	4	2
<i>Marsupella sp.</i>	10	3	<i>Montia fontana</i>	8	1	<i>Phalaris arundinacea</i>	2	1
<i>Nardia sp.</i>	10	3	<i>Myosotis palustris</i>	4	1	<i>Potamogeton acutifolius</i>	6	1
<i>Pellia sp.</i>	7	2	<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	8	1	<i>Potamogeton alpinus</i>	7	2
<i>Porella cordeana</i>	6	1	<i>Myriophyllum spicatum</i>	3	2	<i>Potamogeton bertholdii</i>	5	2
<i>Riccardia sp.</i>	7	2	<i>Myriophyllum verticillatum</i>	5	2	<i>Potamogeton compressus</i>	4	2
<i>Riccia fluitans</i>	5	1	<i>Nasturtium officinale</i>	5	2	<i>Potamogeton crispus</i>	4	2
<i>Scapania sp.</i>	9	3	<i>Nuphar lutea</i>	4	2	<i>Potamogeton friesii</i>	3	2
<b>MOSSES</b>			<i>Nymphaea alba</i>	6	2	<i>Potamogeton gramineus</i>	7	1
<i>Blindia acuta</i>	10	3	<i>Oenanthe aquatica</i>	5	1	<i>Potamogeton lucens</i>	4	3
<i>Brachythecium mildeanum</i>	3	2	<i>Peucedanum palustre</i>	5	2	<i>Potamogeton natans</i>	4	1
<i>Brachythecium rivulare</i>	8	2	<i>Polygonum amphibium</i>	4	1	<i>Potamogeton nodosus</i>	3	2
<i>Bryum sp.</i>	6	1	<i>Polygonum hydropiper</i>	3	1	<i>Potamogeton obtusifolius</i>	5	2
<i>Calliergonella cuspidata</i>	8	2	<i>Polygonum persicaria</i>	2	2	<i>Potamogeton pectinatus</i>	1	1
<i>Codiophorus sp.</i>	10	2	<i>Potentilla palustris</i>	9	1	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	4	2
<i>Cratoneuron filicinum</i>	8	2	<i>Ranunculus flammula</i>	7	2	<i>Potamogeton praelongus</i>	6	3
<i>Dichodontium sp.</i>	9	2	<i>Ranunculus lingua</i>	8	2	<i>Potamogeton pusillus</i>	4	2

From the field records, the Macrophyte Index for Rivers (MIR) can be calculated Equation (1):

$$MIR = \frac{\sum_{i=1}^N l_i \cdot w_i \cdot p_i}{\sum_{i=1}^N w_i \cdot p_i} \times 10 \quad (1)$$

where:

MIR is the value of the Macrophyte Index for Rivers at the sampling site;

N is the number of species at the sampling site;

$l_i$  is the indicator value for the  $i$ -th taxon;

$w_i$  is the weighting factor for the  $i$ -th taxon;

$p_i$  is the cover of the  $i$ -th taxon according to the nine-point scale.

↳ Évaluation quantitative et qualitative de 153 taxons indicateurs



# Les communautés de macrophytes : approche phytosociologique

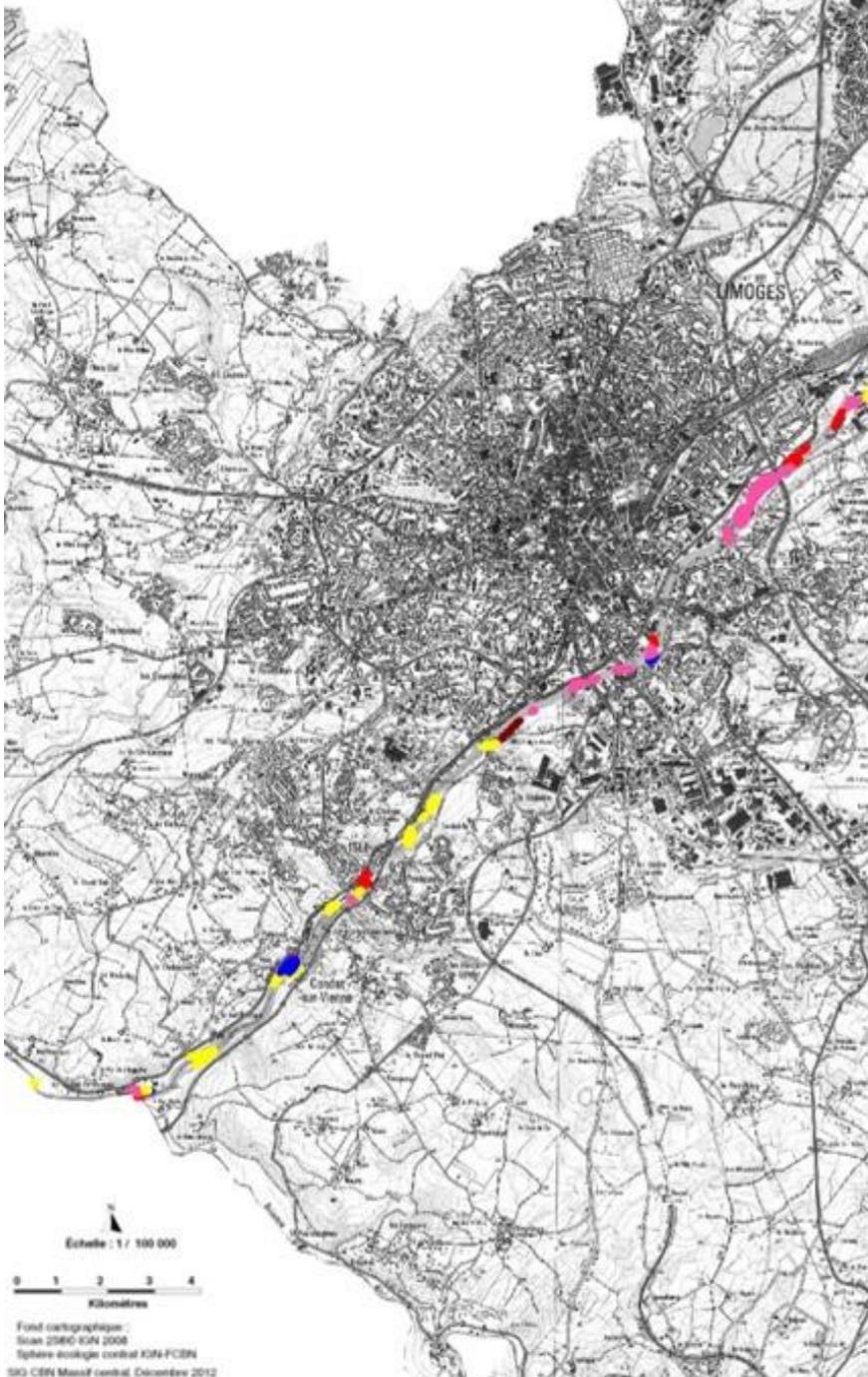


Combinaison caractéristique d'espèces = *Myriophyllum alterniflorum*, *Callitriche hamulata*, *C. platycarpa*, *Ranunculus peltatus* subsp. *peltatus*

Écologie = ass. héliophile, acidiphile (pH 5-6), oligotrophile des ruisseaux et rivières peu profondes (< 1 m) à courant assez fort à fort, sur substrat de sables grossiers, graviers ou galets

Exemple : *Callitricho hamulatae-Myriophylletum alterniflori* Steusloff ex Weber-Oldecop 1967

Physionomie : touffes allongées et vert foncé de *Myriophyllum alterniflorum* et forme rhéophile de *Ranunculus peltatus* subsp. *peltatus* en mosaïque avec les touffes vert clair de *Callitriche hamulata*...



- 1 : Herbier vivace enraciné à feuilles flottantes à Potamot noueux des eaux faiblement à très faiblement courantes (Cf. Potametum nodosi Segal 1965). 3260-3 : Rivières à Renoncules oligo-mésotrophes à méso-eutrophes, acides à neutre
- 4 : Herbier rhéophile vivace enraciné à feuilles submergées à Renoncule en pinceau et Myriophylle à fleurs alternes, faciès à Potamot noueux (Callitriche hamulatae-Ranunculetum penicillati Oberd. 1957). 3260-3 : Rivières à Renoncules oligo-mésotrophes à méso-eutrophes, acides à neutres
- 2 : Herbier rhéophile vivace enraciné à feuilles submergées à Renoncule en pinceau et Myriophylle à fleurs alternes, faciès à Myriophylle à fleurs alternes (Callitriche hamulatae-Ranunculetum penicillati Oberd. 1957). 3260-3 : Rivières à Renoncules oligo-mésotrophes à méso-eutrophes, acides à neutres
- 3 : Herbier rhéophile vivace enraciné à feuilles submergées à Renoncule en pinceau et Myriophylle à fleurs alternes (Callitriche hamulatae-Ranunculetum penicillati Oberd. 1957). 3260-3 : Rivières à Renoncules oligo-mésotrophes à méso-eutrophes, acides à neutres
- 9 : Herbier vivace des eaux stagnantes à faiblement courantes à Myriophylle à fleurs alternes (Groupement basal à Myriophyllum alterniflorum). 3260-3 : Rivières à Renoncules oligo-mésotrophes à méso-eutrophes, aci
- 5 : Herbier stagnophile vivace enraciné à feuilles flottantes à Rubanier simple (Groupement basal à Sparganium emersum)
- 6 : Herbier stagnophile vivace enraciné à feuilles flottantes à Nénuphar jaune (Groupement basal à Nuphar lutea)
- 10 : Herbier stagnophile non enraciné à feuilles flottantes à Laitue d'eau et Jacinthe d'eau (Néocommunauté introduite à Pistia stratiotes et Eichhornia crassipes)

## Application concrète de la phytosociologie pour la cartographie des végétations en cours d'eau

## Cahiers d'habitats

Natura 2000

Connaissance  
et gestion des habitats  
et des espèces  
d'intérêt  
communautaire



TOME 3

## Habitats humides

La documentation Française

Rivières des étages planitiaire à montagnard avec végétation du *Ranunculus fluitans* et du *Callitriche-Batrachion*

## Rivières à Renoncules oligo-mésotrophes à méso-eutrophes, acides à neutres

3260

3

CODE CORINE 24.43 x 24.12

### Caractères diagnostiques de l'habitat

#### Caractéristiques stationnelles

Il s'agit d'une végétation des eaux courantes dominée par les phanérogames et développée sur roches mères siliceuses (schistes, grès, granites, gneiss).

L'habitat se développe dans des cours d'eau d'ordres 2 à 6-8, plutôt courants, permanents, aux étages submontagnard, collinéen et planitiaire.

Les eaux sont oligo-mésotrophes à méso-eutrophes, à pH acide à neutre, à richesse variable en nitrates, restant assez pauvres en orthophosphates, et, le plus souvent, en ammonium.

#### Variabilité

La variabilité des groupements correspond à des différences biogéographiques, d'importance du cours d'eau et de son hydrodynamisme, d'éclairement et de trophie.

#### • Variations selon les régions géographiques et l'altitude

Les communautés atlantiques sont caractérisées par la Renoucle en pinceau, l'Oenanthe safranée (*Oenanthe crocata*) et l'Ache inondée (*Apium inundatum*), ainsi qu'une hépatique, *Porella pinata*.

Les communautés subatlantiques et continentales sont caractérisées par la Renoucle pelée, la Berle dressée (*Berula erecta*), l'Oenanthe des eaux courantes (*Oenanthe fluviatilis*);

Dans les zones de contact, ces communautés à Renoucle pelée sont situées plus en amont que les groupements à Renoucle en pinceau.

Pour les communautés (sub)montagnardes, il y a peu de données disponibles; il semble y avoir une réduction des Renoncules et davantage de bryophytes.

#### • Variations selon l'éclairement

Dans les milieux éclairés, il y a dominance de phanérogames aquatiques (Renoncules, Callitriches) et pénétration des amphiphytes : Ache nodiflore (*Apium nodiflorum*), Rubanier dressé (*Sparganium erectum*), Oenanthe safranée et Baldingéra faux-roseau (*Phalaris arundinacea*); les algues vertes (*Ulothrix* sp., *Microspora* sp.) ou jaunes (*Vaucheria* sp., *Melosira* sp.) sont parfois très recouvrantes.

À l'inverse, dans les milieux ombragés, il y a une diminution des phanérogames; des bryophytes se développent sur substrats grossiers (*Fontinalis antipyretica*, *Amblystegium fluviatile*, *Platyhypnidium rusciforme*, *Scapania undulata*, *Fissidens crispus* (Est), *F. pusillus* (Ouest), *Chiloscyphus polyanthos*), et les algues rouges (*Lemanea* sp.) sont fréquentes.

#### • Variations selon la topographie, la mobilité des fonds

Les bryophytes et les algues rouges sont inféodés aux substrats stables (rochers et blocs, plus rarement racines des arbres); ces cryptogames seront donc rares sur fonds sableux (par exemple dans les Vosges du nord).

Lorsque le piégeage de sédiments est important, une émergence peut se produire et des accommodats d'émergence se forment (Renoncules, Callitriches et Myriophylle).

#### • Variations selon l'écoulement

En situation courante, les cryptogames sont abondants (*Platyhypnidium rusciforme*, *Lemanea* sp.).

En situations lentes amont, parfois légèrement polluées, il y a présence de Renoucle aquatique (*Ranunculus aquatilis*) (Limousin, Lozère, Massif armoricain).

En situations lentes aval, des espèces stagnophiles apparaissent : le Nénuphar jaune (*Nuphar lutea*), le Rubanier simple, avec des populations parfois importantes de Petite lentille d'eau (*Lemna minor*), et divers Potamots et Elodées.

Des différences selon les faciès d'écoulement existent, avec, dans le Massif armoricain, des « radiers à Oenanthe ».

#### • Variations selon la minéralisation, le pH et la trophie

Les systèmes (oligo-)mésotrophes possèdent des Callitriches et des Renoncules, avec une disparition du Potamot à feuilles de renouée (*Potamogeton polygonifolius*), mais encore la présence de *Scapania undulata*, *Fontinalis squamosa* et *Hyocornium armoricum*.

Les systèmes méso-eutrophes sont caractérisés par des espèces différentielles d'eutrophisation : Callitriche à angles obtus (*Callitriche obtusangula*), Potamots perfolié, crépu, de Berchtold, fluet (*Potamogeton perfoliatus*, *P. crispus*, *P. berchtoldii* (Est), *P. pusillus* (Ouest)), Elodées du Canada et de Nuttall (*Elodea canadensis*, *E. nuttallii*), voire le Myriophylle en épi (*Myriophyllum spicatum*) ou la Zannichellie des marais (*Zannichellia palustris*), *Amblystegium riparium*, *Octodicerus fontanum*, ainsi que la forme à feuilles longues du Rubanier simple. En Limousin, le Potamot nouveau (*Potamogeton nodosus*) se présente comme une différentielle d'eutrophisation des grands cours d'eau.

#### Physionomie, structure

Ce sont des groupements souvent très recouvrants, avec une très forte variabilité saisonnière due au cycle des Renoncules (forte régression estivale). Des différences de végétalisation selon les faciès d'écoulement sont très visibles, les radiers étant particulièrement colonisés.

Quatre strates végétales peuvent coexister :

- une strate cryptogamique appliquée constituée de bryophytes de taille moyenne (*Fontinalis antipyretica*, *F. squamosa*, *Platyhypnidium rusciforme*), et parfois aussi d'algues rouges (*Lemanea gr. fluviatile*) en hiver et au printemps;
- une strate submergée correspondant au Myriophylle à fleurs alternes, aux organes submergés des Callitriches (en crochet, à fruits aplatis, des étangs), des Potamots (des Alpes, de Berchtold), des Elodées, des grandes Renoncules (en pinceau et pelée) et aux jeunes organes végétatifs des espèces amphibies (Ache, Oenanthe safranée, Baldingéra et Berle);
- une strate flottante constituée des rosettes de Callitriche et des feuilles flottantes des Renoncules; les Lentilles d'eau sont assez fréquentes dans cet habitat, à la fin de l'été et surtout dans les communautés méso-eutrophes;
- une strate émergée correspondant aux hélrophytes précitées.

#### Espèces « indicatrices » du type d'habitat

##### • Phanérogames

##### Hydrophytes :

*Callitriche hamulata*  
*Callitriche platycarpa*

Callitriche en crochet  
Callitriche à fruits aplatis

<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	Myriophylle à fleurs alternes (ME)
<i>Potamogeton alpinus</i>	Potamot des Alpes (O-ME)
<i>Ranunculus peltatus</i>	Renoucle pelée <sup>1</sup>
<i>Ranunculus penicillatus</i> subsp. <i>penicillatus</i>	Renoucle en pinceau <sup>2</sup>
<i>Callitriche stagnalis</i>	Callitriche des étangs
<i>Sparganium emersum</i>	Rubanier simple forme à feuilles longues (E)
fa. <i>longissimum</i>	
<b>Amphiphytes :</b>	
<i>Glyceria fluitans</i>	Glycérie flottante
<i>Mentha aquatica</i>	Menthe aquatique
<i>Myosotis gr. scorpioides</i>	Myosotis des marais
<i>Sparganium erectum</i>	Rubanier dressé
<b>Hélrophytes :</b>	
<i>Phalaris arundinacea</i>	Baldingéra faux-roseau
<b>• Bryophytes</b>	
<i>Fontinalis antipyretica</i>	
<i>Amblystegium fluviatile</i>	
<i>Chiloscyphus polyanthos</i>	
<i>Platyhypnidium rusciforme</i>	
<i>Scapania undulata</i> (O)	
<i>Fontinalis squamosa</i> (O)	
<i>Hyocornium armoricum</i> (O)	
<i>Amblystegium riparium</i> (E)	
<i>Octodicerus fontanum</i> (E)	
<b>• Algues</b>	
<i>Lemanea</i> sp.	
<i>Melosira</i> sp. (ME)	
<i>Vaucheria</i> sp.	Vauchérie (E)
<i>Nitella flexilis</i> (ME)	
O : oligotrophe ; M : mésotrophe ; E : eutrophe.	

#### Confusions possibles avec d'autres habitats

Les confusions possibles avec d'autres types d'habitats sont limitées. Elles correspondent aux transitions vers des groupements stagnophiles développés dans des canaux ou des faciès profonds de cours d'eau lents : groupements stagnophiles à Nénuphar jaune et Callitriches du *Nymphaeon albae* (Cor. 22.431) et à Potamots et Myriophylles du *Potamion pectinatus* (Cor. 22.42). La présence de Renoncules permet normalement de lever l'incertitude, mais des transitions existent.

En revanche, des confusions sont possibles avec les autres déclinaisons de l'habitat : groupements oligotrophes d'amont (habitat 3260-1), groupements eutrophes d'aval (habitat 3260-5) ou d'amont (habitat 3260-6). Un examen détaillé des listes floristiques et la présence des Renoncules à dimorphisme foliaire doit permettre de lever l'incertitude.

#### Correspondances phytosociologiques

##### Végétations dominées par les phanérogames

Végétations faiblement rhéophiles et/ou de faible profondeur (oligo-mésotrophes à eutrophes) : alliance du *Ranunculo aquatilis* (= *Callitriche-Batrachion* p.p.).

Associations : *Ranunculo-Callitricetum hamulatae* sous-associations *typicum*, à *Callitriche obtusangula*, à *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton crispus* et *Zannichellia palustris*.

<sup>1</sup> Subatlantique.  
<sup>2</sup> Atlantique.

Tapis de lentilles d'eau : alliance du *Lemna minoris* (= *Lemna gibbae*).  
Groupement à *Lemna minor*.

##### Végétations dominées par les cryptogames

Groupements bryophytiques :  
- rhéophiles : alliance du *Platyhypnidium rusciformis* (= *Rhynchostegium riparioides*).  
Association : *Oxyrrhynchietum rusciformis*.

- plus potamophiles : alliance du *Fontinalis antipyreticae*.  
Associations : *Fissidentetum pusilli*, *Fontinalidetum antipyreticae* et son faciès à *Amblystegium riparium*.

Groupements des characées d'eaux « molles » : alliance du *Nitellion flexilis*.  
Association : *Nitelletum*.

Végétations macro-algues :  
- groupements d'algues crustacées épilithiques (et de lichens) : alliance de l'*Hildebrandio-Verucarium*.  
Association : *Hildebrandietum rivalaris*.

- groupements à bacillariophycées (filamenteuses ou non) : alliance du *Bacillariophycetum rheobenthicum*.  
Association : *Diatometum vulgaris-Melosierietum variantis*.

- groupements de chlorophycées et rhodophycées filamenteuses : alliance du *Chloro-Rhodophycetum rheobenthicum*.  
Associations des eaux courantes : *Cladophoretum glomeratae rheobenthicum*; des zones courantes non calcaires : *Vaucherietum rheobenthicum diatometosum hiemalis*.

#### Dynamique de la végétation

##### Spontanée

Normalement, l'habitat est assez stable en variations interannuelles, car régulé par le cycle hydrologique annuel. En revanche, le cycle saisonnier est très marqué, déterminé par celui des Renoncules.

En conditions éclairées, l'absence d'entretien physique du milieu peut se traduire par un envahissement par des hélrophytes (Rubaniers, Laiches et Roseaux). La colonisation ligneuse des berges ou un contexte forestier peuvent induire la création d'embâcles et la régression, voire la disparition des groupements de l'habitat.

Il existe des relations dynamiques en fonction des différents facteurs (qualité de l'eau, éclairement, profondeur, vitesse de courant, importance relative du cours d'eau) entre les groupements de ce type d'habitat et les groupements stagnophiles (potamophiles) et/ou eutrophes qui leur succèdent vers l'aval.

##### Liée aux activités humaines

##### • Entretien physique du milieu

De façon générale, le « nettoyage des rivières » favorise la forme héliophile des groupements. Un fort éclairement peut donc entraîner de forts recouvrements des renoncules, voire leur prolifération. Des proliférations algales traduisent souvent une remise à disposition de phosphore dans le système après curage ou après déboisement des berges (nettoyage).

##### • Modifications du lit et des écoulements

Lorsqu'il y a des moulins, des unités inter-barrages sont créées; elles diversifient les faciès et les communautés macrophytiques au sein du cours d'eau, avec des zones rapides au niveau du déversoir, des radiers à l'aval de la digue, et des profonds à l'amont.

3

Cahiers d'habitats

Natura 2000

Actualisation  
des interprétations  
des habitats d'intérêt  
communautaire



## Habitats des eaux douces

Fiches génériques v2  
UE 3110 à 3290



Eaux courantes

Cahiers d'habitats - version 2

Eaux courantes

Cahiers d'habitats - version 2

### Rivières des étages planitiaire à montagnard avec végétation du *Ranunculus fluitans* et du *Callitriche-Batrachion*

3260

CORINE biotopes : 24.1 p.p., 24.4  
EUNIS : C2.1 p.p., C2.2, C2.3

Diagnose : habitat correspondant aux cours d'eau dont les faciès lotiques présentent des herbiers rhéophiles de macrophytes vasculaires ou bryophytes. Présent dans toute la France depuis l'étage planitiaire jusqu'à l'étage alpin.

Végétations indicatrices : *Potamogeta p.p.* et *Platyhyphidion-Fontinalietea antipyreticae p.p.*

Diagnosis: habitat corresponding to water courses whose lotic facies present rheophilic vegetation of aquatic vascular plants or bryophytes. Present throughout France from plain to alpine level.

Indicator vegetation: *Potamogeta p.p.* and *Platyhyphidion-Fontinalietea antipyreticae p.p.*

#### Extrait du Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne

Version EUR 28 - 2013 (traduction non officielle)

CLASS. PAL. : 24.4

1) Cours d'eau des étages montagnard à planitiaire avec végétation de plantes aquatiques flottantes et submergées du *Ranunculus fluitans* et du *Callitriche-Batrachion* (niveau d'eau très bas en été) et de bryophytes aquatiques.

2) Espèces végétales caractéristiques : *Ranunculus sanctifolius*, *R. trichophyllus*, *R. fluitans*, *R. peltatus*, *R. penicillatus* ssp. *penicillatus*, *R. penicillatus* ssp. *pseudofluitans*, *R. aquatilis*, *Myriophyllum* ssp., *Callitriche* ssp., *Sium erectum*, *Zannichellia palustris*, *Potamogeton* sp., *Fontinalis antipyretica*.

3) Correspondances avec d'autres classifications : Classification Allemande : « 23010101 naturnahes, kalkreiches Epi-/Metarhithral », « 23010201 naturnahes, kalkreiches Epi-/Metarhithral », « 23010301 naturnahes, kalkreiches Hyporhithral », « 23010401 naturnahes, kalkreiches Hyporhithral », « 23020101 naturnahes Epipotamal », « 23010201 naturnahes Metapotamal », « 23010301 naturnahes Hypopotamal » (mit flutenden Macrophyten, P138). Classification nordique : « 6621 *Myriophyllum alterniflorum-Potamogeton alpinus-Fontinalis antipyretica*-typ ».

4) Se rencontre parfois en association avec les communautés des berges à *Butomus umbellatus*, qu'il faut prendre en considération lors du choix des sites.



Rivière planitiaire avec végétation du *Callitriche-Batrachion* et *Ranunculus penicillatus* sur le Cher (Villeneuve-sur-Cher, Cher) © N. Robouam (CBNBP/MNH)

#### Caractères généraux

Habitat à logique biotope<sup>17</sup> correspondant à des cours d'eau sous condition de présence d'herbiers rhéophiles de macrophytes vasculaires ou bryophytes de faciès lotiques, auxquels peuvent s'associer d'autres végétations aquatiques.

L'habitat englobe toutes les eaux courantes permanentes, ou exceptionnellement temporaires, avec un écoulement significatif présent pendant plus de 300 jours par an<sup>17</sup>. Il comprend les lits mineurs de cours d'eau (fleuves, rivières, ruisseaux, etc.) et leurs différents bras secondaires, mais aussi certains canaux. Les bras morts, lorsqu'ils sont connectés au cours d'eau par les eaux de surface pendant plus de deux mois par an, font partie de l'habitat.

Les végétations des faciès lotiques sont normalement dominées par des renoncules, des potamogetons, des callitriches, ainsi que diverses hydrophytes submergées et des formes

<sup>17</sup> Définition issue de la transposition espagnole de la directive cadre sur l'eau (« ORDEN ARM/2656/2006 ») et reprise dans MAGAND et al. (2020).

Cahiers d'habitats - version 2

126

caractère permanent ou non est à considérer sur plusieurs années (classiquement trois), une rivière permanente peut comporter des tronçons asséchés une année donnée si celle-ci a été caractérisée par une sécheresse exceptionnelle.

Cet habitat ne présente qu'un cas de superposition<sup>18</sup>, avec l'habitat UE 3110 (Eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses (*Littorelletalia uniflorae*). Elle concerne certaines végétations de l'*Elodo palustris-Spartanion* qui se retrouvent régulièrement dans de petits cours d'eau (*Eleocharitetum multicaulis*, *Hyperico elodis-Potamogetum oblongi*, *Potamo polygonifolii-Scirpetum fluitans* et végétation amphibie à *Isoetes echinospora* du plateau de Millevaches). Elles sont à considérer comme des végétations associées de l'habitat UE 3260, sous réserve de la présence de végétations indicatrices de cet habitat.

Les tronçons de cours d'eau ayant perdu toute fonctionnalité et ne présentant plus de végétation rhéophile ne relèvent plus de la directive « Habitats-Faune-Flore ».

#### Déclinaison en habitats élémentaires

Dans la première version des Cahiers d'habitats, six habitats élémentaires avaient été retenus en fonction des critères suivants : géologie, pente et origine des sources, minéralisation des eaux, régime hydrologique et donc dépôts sédimentaires, importance relative du cours d'eau et trophie des eaux (HAURY 2002).

- 1 Rivières (à Renoncules) oligotrophes acides
- 2 Rivières oligotrophes basiques
- 3 Rivières à Renoncules oligo-mésotrophes à méso-eutrophes, acides à neutres
- 4 Rivières à Renoncules oligo-mésotrophes à méso-eutrophes, neutres à basiques
- 5 Rivières eutrophes (d'aval), neutres à basiques, dominées par des Renoncules et des Potamogetons
- 6 Ruisseaux et petites rivières eutrophes neutres à basiques

#### Correspondances avec la classification phytosociologique

Références typologiques : Prodrome des végétations de France (PVF2) pour les phanérogame (FELZINES 2016, 2017) et référentiels bryosociologiques européens (MARSTALLER 2006 ; MUCINA et al. 2016).

Avec la publication de la déclinaison à l'association du prodrome des végétations de France pour les *Potamogeta* (FELZINES 2016, 2017) et les nouveaux référentiels bryosociologiques français et européens (BARDAT & HAUGUEL 2002 ; MARSTALLER 2006 ; MUCINA et al. 2016), de nombreuses nouvelles associations non citées dans la première version des Cahiers d'habitats intègrent les différentes déclinaisons des cahiers d'habitats. Certaines associations sont également déplacées ou rattachées à des déclinaisons supplémentaires.

Le tableau 22 synthétise ces changements.

Cahiers d'habitats - version 2

128

Conformément à l'interprétation actualisée, les végétations des faciès lentiques n'intègrent l'habitat qu'en tant que végétations associées<sup>19</sup>, celles-ci ne sont donc plus citées exhaustivement, notamment les communautés des *Lemnetea minoris*, des *Charetea fragilis* ou du *Nymphaeion albae*. Pour les végétations des *Potamogeta* pouvant être présentes aussi bien en faciès lentique que lotique, celles-ci sont considérées comme toujours indicatrices, les faciès pouvant évoluer au cours de la saison. Il en va de même pour les communautés de macroalgues qui ne sont pas indicatrices<sup>20</sup> de l'habitat contrairement aux communautés vasculaires et bryophytes.

NB : certaines unités phytosociologiques listées ci-après peuvent aussi constituer des végétations indicatrices<sup>21</sup> ou associées<sup>22</sup> d'autres habitats (cf. « Confusions et superpositions avec d'autres habitats »), leur seule présence ne suffit donc pas à déterminer la présence de l'habitat UE 3260.

#### Végétations dominées par les phanérogame

> Herbiers enracinés à caractère vivace ou annuel des eaux douces courantes à stagnantes, rarement subaériennes, oligomésotrophes à eutrophes

**Luronio-Potamogetalia**

- Communautés des eaux peu profondes, courantes ou stagnantes, se développant généralement sur des substrats à dominante minérale

**Potamogeton polygynifolii**

- Communautés oligotrophes à oligomésotrophes, acidiphiles à acidilignes, atlantiques, des eaux plus ou moins courantes peu profondes, parfois exondables

- *Luronio natantis-Potamogeton polygynifolii* +1
- *Potamo polygynifolii-Myriophylletum alterniflori* +1
- *Ranunculetum hederacei* +1, +1
- *Ranunculetum omiophylli* +1, +1

- Communautés acidiphiles à basiphiles, oligotrophes à eutrophes, des eaux courantes, sur substrat plus ou moins grossier

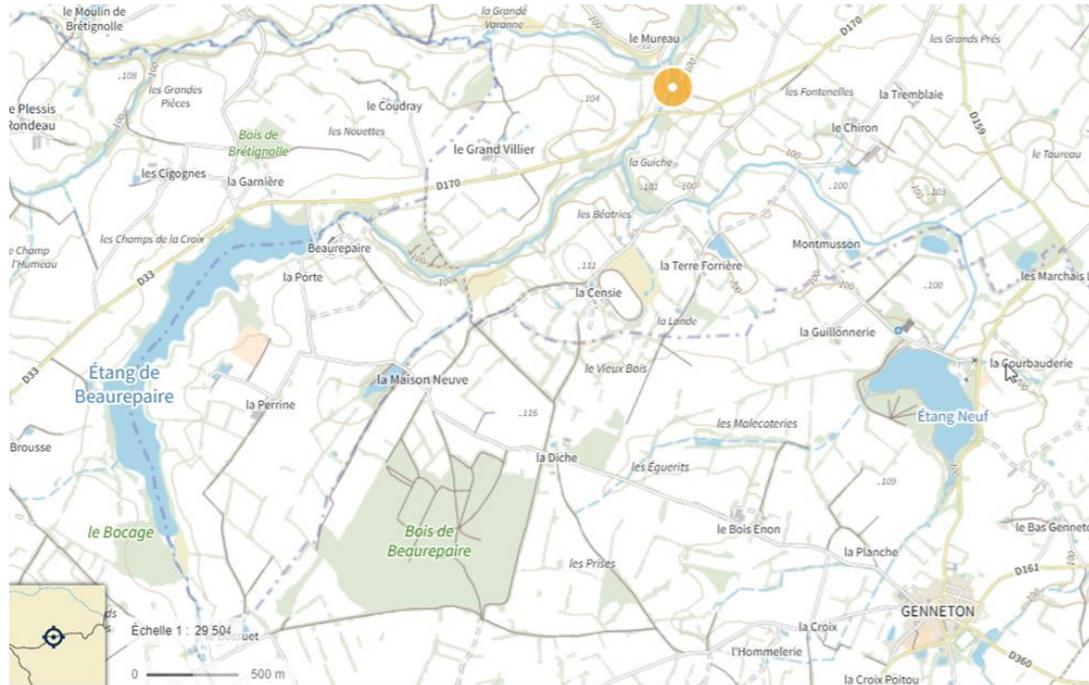
**Callitriche-Batrachion** +1, +1, +1, +1, +1, +1

- *Callitriche obtusangulae* +1, +1
- *Callitriche hamulatae-Myriophylletum alterniflori* +1
- *Callitriche hamulatae-Ranunculetum fluitans* +1, +1
- *Callitriche hamulatae-Ranunculetum penicillati* +1, +1
- *Groenlandietum densae* +1
- *Potamogeton colorati* +1
- *Potamo crispi-Ranunculetum trichophylli* +1
- *Potamo perfoliati-Ranunculetum fluitans* +1, +1
- *Spartanion emersi-Potamogeton pectinatus* +1, +1
- *Veronica beccabunga-Callitricheum platycarpae* +1
- *Veronica beccabunga-Callitricheum stagnalis* +1, +1

# Exemples d'utilisation des macrophytes comme bio-indicateurs

- **Vidange-remise en eau d'un étang (suivi d'une station du réseau de la DCE)**
- **Travaux de fascinage sur petit cours d'eau**
- **Suivi de rejet de STEP**

# • Le Layon à Cléré-sur-Layon - 04133200



Le Layon à Cléré sur Layon (49) – Tête de bassin versant

↳ Plan d'eau de 70 ha (= étang de Beaurepaire), vidangé en 2018 et remis en eau à partir du printemps 2023

↳ Suivi chaque année, risque d'assec

• **Le Layon à Cléré-sur-Layon 04133200**

	Code Station	Cours d'eau	Commune	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
RCS	04113200	LAYON	CLERE SUR LAYON		9					8,56	10,27		8,2		11,89					12,54

**Station en tête de bassin versant du Layon**

**Meilleure note observée depuis le début de la chronique**

**Exemple intéressant pour montrer l'influence des plans d'eau créés dans le lit du cours d'eau...**

**\* Les nombres correspondent à la note IBMR**

**\* La couleur correspond à la classe d'état**



**2022**

CODE_TAXON	NOM_LATIN_TAXON	CSi	Ei
BATSPX	Batrachospermum	16	2
CLASPX	Cladophora	6	1
DRASPX	Draparnaldia	18	3
FISMON	Fissidens monguillonii	nc	nc
LEASPX	Lemanea	15	2
LEORIP	Leptodictyum riparium	5	2
LYCEUR	Lycopus europaeus	11	1
MELSPX	Melosira	10	1
PHAARU	Phalaris arundinacea	10	1
PHOSPX	Phormidium	13	2
RHYRIP	Rhynchostegium riparioides	12	1
SOADUL	Solanum dulcamara	nc	nc
VAUSPX	Vaucheria	4	1

# L'étang de Beaurepaire : un problème pour le Layon en aval mais un « repaire » pour les plantes aquatiques rares et menacées !



## Compte rendu de la sortie du 1<sup>er</sup> septembre 2023 à l'étang de Beaurepaire - Deux-Sèvres (79) et Maine-et-Loire (49)

Patrick GATIGNOL  
F-86440 MIGNÉ-AUXANCES  
patrick.gatignol@free.fr

Mickaël MADY  
F-87000 LIMOGES  
mady.mickael@orange.fr

**Résumé.** Une sortie botanique a été réalisée le 1<sup>er</sup> septembre 2023 à l'étang de Beaurepaire, plan d'eau situé en limite des Deux-Sèvres et du Maine-et-Loire. À la suite de travaux de réfection de la digue et de fortes fluctuations des niveaux d'eau, l'année 2023 s'est révélée particulièrement riche en hydrophytes. Parmi les éléments remarquables, une douzaine de potamots a pu y être identifiée, comprenant deux hybrides dont *Potamogeton x bennettii*, très peu détecté à l'échelle mondiale et confirmé ici par analyses morphologique et moléculaire, ainsi que trois Charophytes dont *Chara braunii* qui est nouveau pour le site. Chez les pleustophytes, *Ceratophyllum submersum* est également un élément nouveau remarquable. Une première approche phytosociologique classique des communautés aquatiques et amphibies pionnières est présentée.

**Mots-Clés :** étang de Beaurepaire, hydrophytes, *Potamogeton x bennettii*, *Chara braunii*, *Ceratophyllum submersum*, phytosociologie.

**Abstract.** A botanical survey was carried out on 1 September 2023 at Beaurepaire pond, located on the edge of the Deux-Sèvres and Maine-et-Loire departments. Following the rehabilitation of the dike and high fluctuations in water levels, the year 2023 was particularly rich in aquatic plants. A dozen of *Potamogeton* species were observed in the pond, including two hybrids with *Potamogeton x bennettii* which is extremely rare worldwide and confirmed here both by morphological and molecular analyses, three Charophytes, including *Chara braunii* which is new to the site and *Ceratophyllum submersum*, also new from the pond, are the most noteworthy records. A first phytosociological approach (Braun-Blanquet's methodology) of pioneering aquatic and amphibious plant communities is presented.

**Keywords :** Beaurepaire pond, aquatic plants, *Potamogeton x bennettii*, *Chara braunii*, *Ceratophyllum submersum*, phytosociology.

### Introduction

L'étang de Beaurepaire, situé sur les communes de Saint-Maurice-Étisson (Deux-Sèvres) et Cléré-sur-Layon (Maine-et-Loire), est connu de longue date par les botanistes locaux. C'est un plan d'eau peu profond qui s'étend sur une soixantaine d'hectares, tout en longueur avec des berges en pente très douce. Un passage rapide de l'un d'entre nous (P.G.) le 16 août 2023, ayant permis de repérer un nombre conséquent de potamots (dont certains très rares), nous a incités à programmer une journée de prospection sur cet étang avec l'autorisation de Raphaël Grimaldi, responsable de l'antenne départementale des Deux-Sèvres du CEN Nouvelle-Aquitaine.

Cette sortie avait pour but d'étudier principalement la flore aquatique de cet étang et de la compléter par une première approche phytosociologique classique afin d'appréhender au mieux la végétation aquatique du plan d'eau, toujours difficile à interpréter (mosaïques spatiales et temporelles). La grande diversité des potamots observée en 2023 et leurs importantes populations laissaient augurer de belles perspectives quant à l'étude rigoureuse de ces végétations spécialisées.

Notre effort de prospection s'est surtout concentré sur la rive ouest du plan d'eau (Deux-Sèvres) et pour la rive est (Maine-et-Loire), nous nous sommes cantonnés à la digue et à la rive au nord de « la Porte » sur environ 400 m de long.

### Étude historique de la connaissance de la flore à l'étang de Beaurepaire

La flore aquatique et amphibie de l'étang de Beaurepaire est connue de longue date, avec par exemple des signalements dans la *Flore du Haut Poitou* (Souché, 1901 : 87, 162, 199, 200, 224) pour *Baldellia repens* (Lam.) Ooststr. ex Lawalrée (*sub Alisma repens* Cav.), *Damasium alisma* Mill. (*sub Damasonium stellatum* Pers.), *Gratiola officinalis* L., *Juncus pygmaeus* Rich. ex Thuill. ou *Trapa natans* L. (obs. Toussaint, 1840, d'après une note de Boreau).

Les recherches menées sur les Charophytes par Corillon (1957 : 239, 486) ont permis la découverte de *Chara connivens* R.Salzmann ex A.Braun en août 1953 et une session en Anjou de la Société botanique de France s'est déroulée sur la rive côté Deux-Sèvres le 9 juillet 1956 (Jovet, 1957 : 26-28).

Plusieurs prospections botaniques plus contemporaines y ont été conduites, avec des contributions signalées dans les bulletins de la SBCO (Terrisse, 1992 ; Gatignol, 1995 ; Gatignol & Teulade, 2014).

### Travaux et leur influence sur la richesse de la flore aquatique en 2023

Entre 2018 et 2023, des travaux de restauration de la digue ont été réalisés et nous avons contacté Raphaël Grimaldi, afin d'avoir des précisions sur le déroulement de ces travaux. C'est Nolwenn REUNGOAT, chargée de mission Bressuirais-Thouarsais au CEN Nouvelle-Aquitaine et qui a en charge le plan de gestion de l'étang de Beaurepaire, qui nous a envoyé un tableau récapitulatif des niveaux d'eau pendant cette période et dont voici une synthèse :

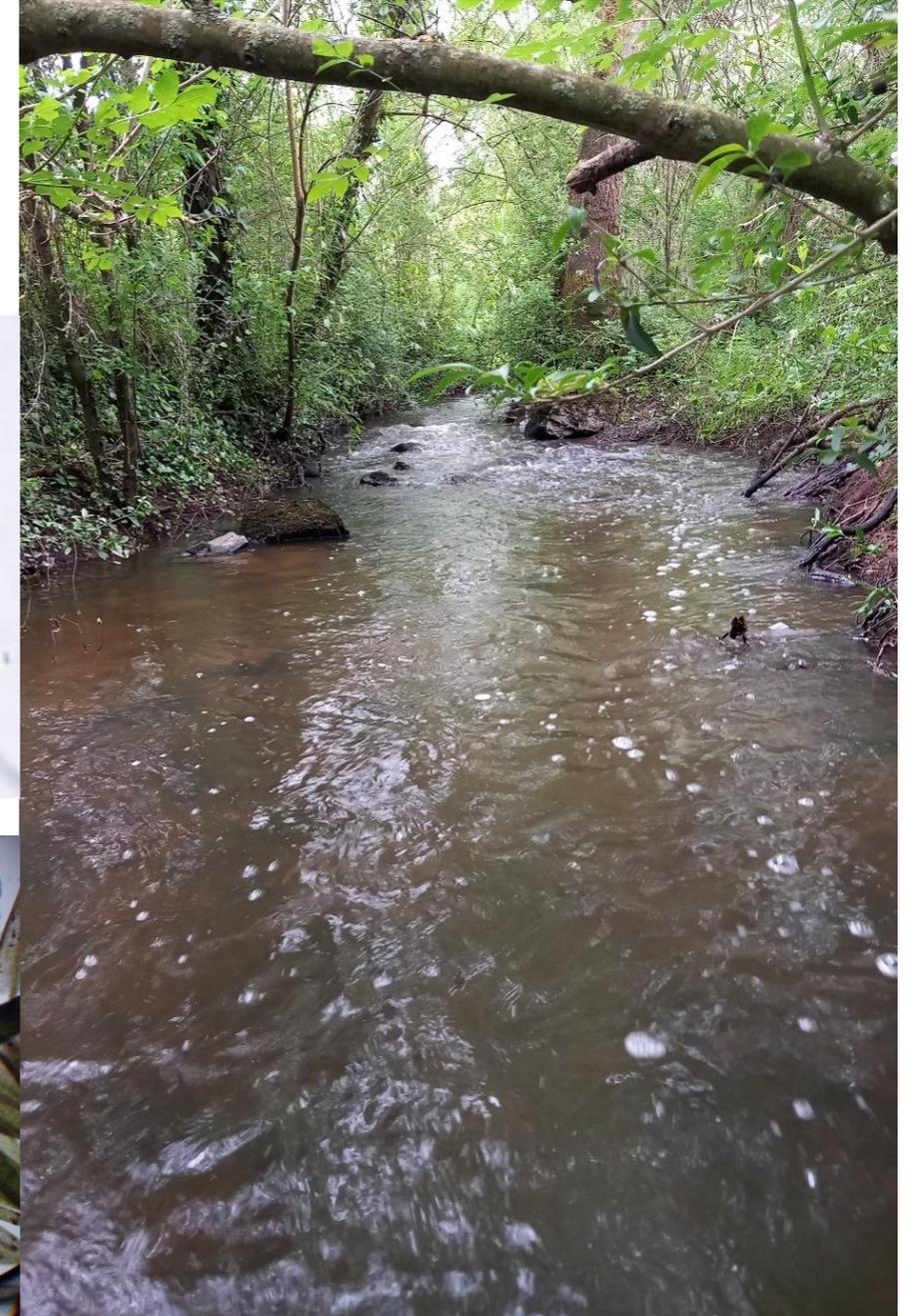
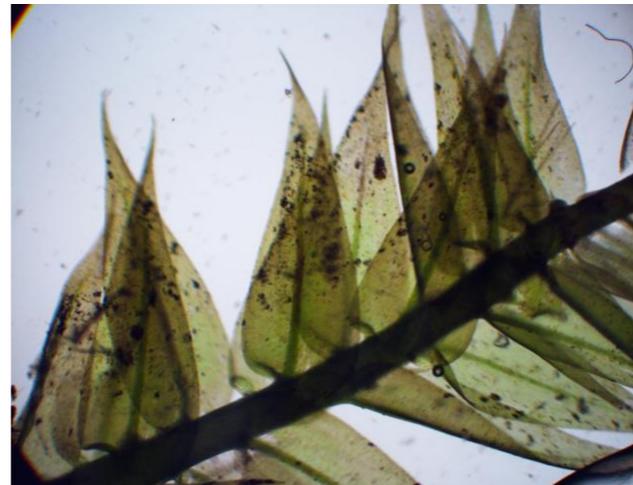
- 28 mars 2018 : vidange progressive de l'étang suite à la demande des services de l'État, en raison des problèmes d'étanchéité de la digue ;
- 20 novembre 2018 : pêche de l'étang et mise en assec ;
- 31 janvier 2023 : fermeture de la vanne de fond. Remplissage progressif de l'étang limité à 20 cm/j ;
- 03 novembre 2023 au 09 décembre 23 : fortes fluctuations du niveau d'eau en raison des abondantes précipitations. Objectif de stabilisation du niveau sous la cote NGF de 106,2 m pour réalisation des travaux de reprise de la digue courant décembre.

On peut constater que de nombreuses fluctuations ont eu lieu du fait des précipitations qui ont nécessité de nombreux ajustements du niveau d'eau et il nous semble évident que la mise en assec prolongé (fin 2018 - début 2023) a été très bénéfique au renouvellement de la végétation aquatique pionnière qui a pu s'exprimer de façon exceptionnelle cette année.

# • Le Layon à Cléré-sur-Layon 04133200

2024

NOM_LATIN_TAXON
<i>Agrostis stolonifera</i>
<i>Chiloscyphus polyanthos</i>
<i>Cinclidotus fontinaloides</i>
<i>Leptodictyum riparium</i>
<i>Lycopus europaeus</i>
<i>Lythrum salicaria</i>
<i>Melosira</i>
<i>Mentha aquatica</i>
<i>Rhynchostegium riparioides</i>



Diminution sensible de la note IBMR qui reste toutefois en vert EQR (à mettre en relation avec la pluviométrie importante en 2024 ?)

IBMR = 10.82  
Nb total taxons = 9  
Nb taxons contributifs = 8  
CSi min = 5  
CSi moy = 10.88  
CSi max = 15  
Ei min = 1  
Ei moy = 1.38  
Ei max = 2

# Évolution de l'IBMR sur des travaux de fascinage



2015 : Note IBMR = 10,86 (classe en EQR bleu)



# Évolution de l'IBMR sur des travaux de fascinage



Mise en place du fascinage de protection des berges => bio-végétalisation

2017 : note IBMR = 8,37 (classe en EQR jaune)



# Évolution de l'IBMR sur des travaux de fascinage



2018 : Note IBMR = 10,22 (classe en EQR vert)



2019 : Note IBMR = 11,9  
(classe en EQR bleu)



# Évolution de l'IBMR sur des travaux de fascinage



Dégradation à  
l'aval du site  
mesuré

2020 : Note IBMR = 8,09  
(classe en EQR jaune)

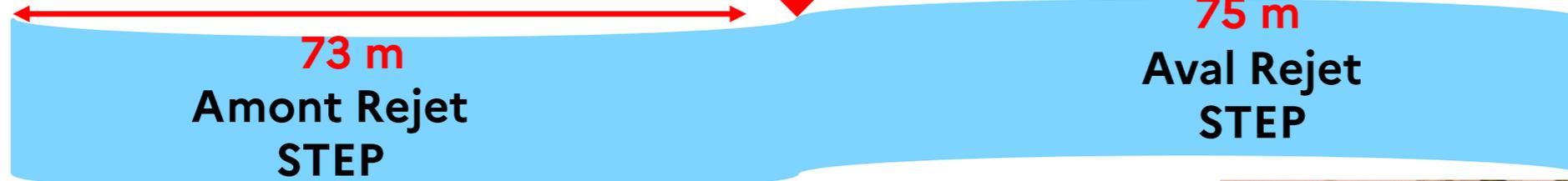


# Étude de cas en Nouvelle-Aquitaine : expertise rejet STEP avec comparaison liste macrophytes amont-aval rejet sur très petit cours d'eau en contexte basique

Liste taxonomique [Référentiel : TAXREF version 18.0]		% recouvrement	Cote spécifique IBMR (/20)	Cote sténoécie IBMR (/3)
A = Algue ; B = Bryophyte ; P = Trachéophyte				
P	<i>Juncus inflexus</i> L., 1753	86	/	/
P	<i>Helosciadium nodiflorum</i> (L.) W.D.J.Koch, 1824	5	10	1
P	<i>Lythrum salicaria</i> L., 1753	0,2	/	/
P	<i>Mentha aquatica</i> L., 1753	0,1	12	1
P	<i>Scrophularia auriculata</i> L., 1753 subsp. <i>auriculata</i>	0,02	/	/
P	<i>Epilobium parviflorum</i> Schreb., 1771	0,02	/	/
P	<i>Potentilla reptans</i> L., 1753	0,01	/	/
P	<i>Equisetum arvense</i> L., 1753	0,01	/	/
B	<i>Apopellia endiviifolia</i> (Dicks.) Nebel & D.Quandt, 2016	1	/	/
B	<i>Cratoneuron filicinum</i> (Hedw.) Spruce, 1867	0,11	18	3
A	<i>Phormidium</i> Kützing ex Gomont, 1892	5	13	2
Total (%) :		97		

Liste taxonomique [Référentiel : TAXREF version 18.0]		% recouvrement	Cote spécifique IBMR	Cote sténoécie IBMR
A = Algue ; B = Bryophyte ; P = Trachéophyte				
P	<i>Juncus inflexus</i> L., 1753	80	/	/
P	<i>Helosciadium nodiflorum</i> (L.) W.D.J.Koch, 1824	10	10	1
P	<i>Scrophularia auriculata</i> L., 1753 subsp. <i>auriculata</i>	3	/	/
P	<i>Juncus effusus</i> L., 1753	1	/	/
P	<i>Mentha aquatica</i> L., 1753	1	12	1
P	<i>Lythrum salicaria</i> L., 1753	0,01	/	/
P	<i>Iris pseudacorus</i> L., 1753	0,01	10	1
P	<i>Lemna minuta</i> Kunth, 1816	0,01	/	/
A	<i>Vaucheria</i> A.P. de Candolle, 1801	0,0099	4	1
A	<i>Microspora</i> Thur., 1850	0,00005	12	2
A	<i>Rhizoclonium</i> Kütz., 1843	0,00005	4	2
A	<i>Lyngbya</i> Agardh ex Gomont, 1892	0,01	10	2
Total (%) :		95		

Rejet STEP



	Source	Amont rejet	Aval rejet
Longueur station (m)	27	73	75
Largeur moyenne station (m)	0,6	1,3	1,8
Surface végétalisée (%)	4,06	97	95
Nb total taxons inventoriés	3	11	12
Nb taxons contributifs IBMR inventoriés	3	4	7
Nb Trachéophytes	1	8	8
Nb Bryophytes	1	2	0
Nb Algues	1	1	4
Cote spécifique minimale IBMR	10	10	4
Cote spécifique maximale IBMR	18	18	12
Moyenne pondérée cote spécifique IBMR	12,1	11,6	10,2

