



Conservatoire botanique national du Bassin parisien

Une structure au cœur du développement durable

- Connaître
- Comprendre
- Conserver
- Communiquer

Connaissance des habitats critiques de Bourgogne

Batrachion fluitantis Neuhäusl 1959



Conservatoire botanique national du Bassin parisien

UMS 2699 – Unité Inventaire et suivi de la biodiversité

Muséum national d'histoire naturelle

61, rue Buffon - CP 53 - 75005 Paris - France

Tél. : 01 40 79 35 54 - cbnbp@mnhn.fr



Conservatoire Botanique National



BASSIN PARISIEN

Conservatoire botanique national du Bassin parisien

Une structure au cœur du développement durable

Connaître
Comprendre
Conserver
Communiquer

Connaissance des habitats critiques de Bourgogne

Batrachion fluitantis Neuhäusl 1959

Auteur du rapport : Ombeline MÉNARD

CBNBP, délégation Bourgogne

Avril 2015

Conservatoire botanique national du Bassin parisien
UMS 2699 - Unité Inventaire et suivi de la biodiversité
Muséum national d'Histoire naturelle
61, rue Buffon - CP 53 - 75005 Paris Cedex 05 - France
Tél. : 01 40 79 35 54 - cbnbp@mnhn.fr

Connaissance des habitats critiques de Bourgogne

Batrachion fluitantis Neuhäusl 1959

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

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

Olivier BARDET, responsable de la délégation Bourgogne
Conservatoire botanique national du Bassin Parisien
Maison du Parc naturel du Morvan
58230 - Saint-Brisson
Tel. : 03 86 78 79 60 - Fax : 03 86 78 79 61
E-mail : cbnbp@mnhn.fr

Inventaires de terrain : Ombeline MÉNARD

Rédaction et mise en page : Ombeline MÉNARD

Gestion des données, analyse : Ombeline MÉNARD, Eric FÉDOROFF

Relecture : Gaël CAUSSE, Olivier BARDET

Saisie des données : Ombeline MÉNARD

Les partenaires de cette étude sont :

Conseil Régional de Bourgogne
17 bd de la Trémouille
21035 DIJON cedex



Diren Bourgogne
6, rue Chancelier de l'Hospital
21035 DIJON cedex



Crédits photographiques
Ombeline Ménard - MNHN-CBNBP

Sommaire

Introduction	5
1. Contexte de l'étude	6
1.1 – Présentation du <i>Batrachion fluitantis</i>	6
1.2 – Identification des renoncules aquatiques à feuilles longues	7
2. Méthodologie	10
2.1 – Plan d'échantillonnage et réalisation des relevés	10
2.3 – Mesures physico-chimiques et autres paramètres relevés	12
3. Résultats botaniques	15
3.1 – Stations Flora « renoncules aquatiques à feuilles longues »	15
3.2 – Observations sur les conditions de présence des espèces les plus observées	16
4. Typologie des communautés végétales	19
4.1 – Référentiels et méthode	19
4.2 – Description des habitats	21
5. Menaces et perspectives	35
5.1 – Menaces et Régression des habitats	35
5.2 – Protection et périmètres de protection	36
5.3 – Prospections complémentaires et gestion de l'habitat	37
Bibliographie	38
Annexe 1	40
Annexe 2	41

Introduction

Le CBNBP, dans un souci de clarification et d'amélioration de ses connaissances phytosociologiques, souhaite années après années faire le point sur des habitats dont l'identification peut être problématique. En 2013 et 2014, le choix s'est porté sur les végétations d'eaux courantes, qui relèvent des *Potametea pectinati* et de l'alliance du *Batrachion fluitantis*. Il s'agit en effet d'habitats complexes et à haute valeur patrimoniale (code Natura 2000 **3260**).

La haute valeur patrimoniale de ces habitats tient à leur rôle majeur dans le maintien de la diversité biologique des cours d'eau : pontes des insectes, batraciens et poissons ; source de nourriture et de protection pour les larves et alevins... dans un contexte où la diversité des macrophytes de cours d'eau a décliné à travers toute l'Europe (Steffen & al., 2013) et où de nombreuses rivières ont vu disparaître leur végétation aquatique naturelle

Parallèlement, la répartition des espèces caractéristiques de ces habitats n'est pas toujours bien connue du fait de difficultés de détermination, qui concernent notamment les callitriches, les renoncules aquatiques ou encore les myriophylles.

Cette étude à la fois bibliographique et de terrain s'est déroulée sur deux ans, principalement en raison des évènements climatiques forts des mois de juin et juillet 2013 (orages et précipitations importantes) ayant perturbé la végétation aquatique de nombreux ruisseaux et rivières. Elle a pour but d'identifier et de présenter les végétations aquatiques d'eaux courantes présentes en Bourgogne et de clarifier la répartition des « renoncules aquatiques à feuilles longues ».

1. Contexte de l'étude

1.1 – Présentation du *Batrachion fluitantis*

Physionomie

L'alliance du *Batrachion fluitantis* regroupe les herbiers aquatiques vivaces, enracinés et submergés. Ces végétations paucispécifiques dominées par des rhéophytes (plantes adaptées aux forts courants) sont normalement constituées de plusieurs strates végétales plus ou moins denses (présence de zones libres sans végétation). Il s'agit d'une strate de bryophytes développée sur le fond (notamment la bryophyte *Fontinalis antipyretica*), d'une strate algale plus ou moins développée (et souvent liée à une certaine eutrophisation), d'une strate d'hydrophytes submergées et d'une strate d'hydrophytes flottantes, susceptible d'émerger lors de la floraison. Beaucoup d'hélophytes sont présents dans ce groupement sous une forme rhéophile (*Sparganium emersum*, *Sagittaria sagittifolia*, *Berula erecta*...). Développement annuel variable, à optimum estival et floraison spectaculaire des renoncules à l'étiage. Végétation ponctuelle ou linéaire des systèmes aquatiques lotiques.

Conditions stationnelles

Herbiers héliophiles à hémi-héliophiles, colonisant les cours d'eau, chenaux et canaux plus ou moins larges et profonds. Eaux douces, assez claires, courantes, lentes ou rapides, acides à basiques, oligo-mésotrophes à hypertrophes, non à moyennement polluées. Possibilité d'exondation temporaire. Substrat minéral grossier ou envasé.

Dynamique et contacts

Végétation climacique de colonisation des cours d'eau. Les communautés mésotrophiles peuvent évoluer par perturbation et pollution des eaux vers des communautés plus eutrophiles de l'alliance, voire disparaître totalement. En contact avec divers herbiers des eaux stagnantes (*Lemnetea*, *Potamion pectinati*, *Nymphaeion albae*), des roselières (*Apion nodiflori*, *Phragmition communis*), des mégaphorbiaies (*Filipendulo – Convolvuletea*) et des ripisylves (*Alnion incanae*). Normalement, ces groupements sont assez stables car ils sont régulés par le cycle hydrologique annuel mais des variations importantes (saisonnnières ou non) de leur composition peuvent être observées, déterminées par le cycle des renoncules et surtout par diverses espèces proliférantes, algales ou macrophytiques.

Risques de confusion

- avec les herbiers enracinés des eaux calmes (*Potamion pectinati*, *Nymphaeion albae*) qui possèdent un lot d'espèces en commun, mais sans accommodat rhéophile d'hélophytes et qui ne supportent pas des courants rapides ;
- avec les herbiers enracinés du *Potamion polygonifolii* des ruisseaux lents et peu profonds, en tête de bassin, mais qui sont nettement plus oligotrophiles et avec peu d'espèces en commun ;
- ou avec les herbiers à renoncules du *Ranunculion aquatilis* qui peuvent avoir une physionomie assez proche dominée par des renoncules aquatiques mais uniquement dans les eaux stagnantes peu profondes avec une émergence estivale.

Valeur écologique et patrimoniale

Végétation spécialisée hébergeant quelques espèces végétales patrimoniales (espèces remarquables citées dans chacune des fiches Habitat concernées) et participant à la mosaïque des végétations de cours d'eau.

Intérêt écologique majeur en tant que milieu de reproduction, d'abri et d'alimentation pour la faune. Rôle important dans l'oxygénation et l'autoépuration des cours d'eau. Cette végétation sert d'indicateur de la qualité des eaux.

Répartition

Végétation largement répartie en Europe et en France, indépendante des conditions climatiques.

De nombreuses informations de ce paragraphe sont issues de Fernez & al 2015 (Cbnbp).

A noter, la parution prochaine au Journal de la Société botanique de France de la « Contribution au prodrome des végétations de France : les *Potametea* Klika in Klika & V. Novák 1941 » par J.-C. Felzines.

1.2 – Identification des renoncules aquatiques à feuilles longues

De nombreuses espèces floristiques caractéristiques du *Batrachion fluitantis* appartiennent à des genres dont la détermination est difficile (*Ranunculus*, *Callitriche*, *Potamogeton*...), notamment à cause d'une forte plasticité morphologique des espèces, en partie due à des phénomènes d'écomorphoses ou d'accommodats, qui rendent difficile l'établissement de critères invariants. Dans le cadre de cette étude, nous nous sommes intéressés plus précisément aux renoncules aquatiques « à feuilles longues » : Renoncule flottante (*Ranunculus fluitans*) et Fausse-Renoncule flottante (*Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans*), car de la détermination de ces espèces découle celle des habitats. Il en ressort que les critères de détermination de ces espèces ont évolué avec le temps et la connaissance précise de ces taxons tant au niveau morphologique qu'écologique.

Evolution de la description des espèces dans les flores

Dans les « 4 flores de France » (Fournier, 1940), une seule espèce de renoncule à feuilles submergées filiformes est citée, possédant des fleurs grandes et un réceptacle glabre, il s'agit de *Ranunculus fluitans* Lmk (elle est discriminée de *R. tripartitus* DC qui a des petites fleurs et de *R. circinatus* Sibth qui a un réceptacle velu).

Dans la « Flora europaea » (Webb & Webb, 1993), les deux espèces sont présentes ainsi que les deux sous-espèces de *Ranunculus penicillatus* (subsp. *penicillatus* et subsp. *pseudofluitans*) avec la note « Espèces génétiquement et phénotiquement variable. Sur la base d'expériences de culture, S.D. Webster (1988) reconnaît 2 sous-espèces en Europe de l'Ouest ».

Dans la « Nouvelle Flore de la Belgique, du G.-D. du Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines » (Lambinon & Verloove, 2012), de nouvelles précisions sont apportées quant au soin à apporter aux critères observés et aux difficultés persistantes de détermination : « le caractère glabre ou pubescent des akènes doit être déterminé sur des fruits non arrivés à maturité » et « La distinction entre *R. peltatus* et *R. penicillatus* est souvent difficile, reposant uniquement sur des caractères végétatifs, variables suivant les conditions stationnelles. Certains auteurs mettent dès lors les deux espèces en synonymie. De nouvelles observations à ce sujet sont nécessaires dans le territoire de la flore. ».

Dans leur publication de 2006, Prud'Homme & Robert aboutissent au constat que l'utilisation du taxon « *Ranunculus fluitans* » était souvent abusive. Cette étude identifie les principales difficultés comme étant liées notamment au polymorphisme, à la variabilité des critères au fil des saisons et aux formes liées aux conditions stationnelles des différentes espèces ainsi qu'à la fréquence de leurs hybrides. Il y est précisé que les critères de la clé créée sont à observer sur des tiges matures et des formes aquatiques et qu'il est nécessaire de croiser les critères.

La plus récente de ces publications, « *Flora Gallica* - Flore de France » (Tison & De Foucault, 2014) comprend les espèces et sous-espèces citées plus haut et ajoute elle aussi des commentaires :

- Note pour *R. fluitans* Lam. : « Les populations envahissantes actuellement attribuées à *R. fluitans* dans les rivières polluées de la majeure partie de la France sont probablement des morphes de *R. penicillatus* : plantes eutrophiles souvent stériles, réceptacle portant quelques poils, fleurs très grandes ».

- Note pour *R. penicillatus* (Dumort.) Bab. : « Taxon considéré comme hybridogène [cf. *R. fluitans* x *R. peltatus* aggr.], dont la subdivision est discutable (Velayos, *loc. cit.*). D'après l'apparence morphologique, la *subsp. penicillatus* est plus proche du 1er parent et la *subsp. pseudofluitans* du 2e ; contrairement à l'indication de Cook (*loc. cit.*), toutes 2 peuvent avoir des feuilles laminaires. Avec les caractères proposés ici, la différence semble relativement nette à l'échelle de l'Europe occidentale : il est possible que les 2 taxons soient issus d'événements évolutifs distincts, impliquant par exemple des parents différents du groupe de *R. peltatus* et/ou des rétrocroisements. Problème à étudier. ».

En Annexe 2, est présenté un tableau comparatif des critères de détermination des renoncules aquatiques issues de la plupart de ces publications ainsi que de la « Nouvelle Flore de Bourgogne » (Bugnon, 1995).

La consultation du référentiel taxonomique TaxRéf7 permet aussi de clarifier les synonymies de ces deux espèces et de montrer la difficulté de leur séparation formelle et leurs hybridations éventuelles, en voici des extraits :

- *Ranunculus fluitans* Lam., 1779 – synonyme, entre autres, de *R. fluitans* var. *flabellifolius* (Rouy & Foucaud) P.Fourn., 1936 ; *R. fluviatilis* F.H.Wigg., 1780 – hybride reconnu : *R. circinatus* x *R. fluitans*

- *Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans* (Syme) S.D.Webster, 1988 – syn. entre autres de *R. pseudofluitans* (Syme) Newbould ex Baker & Foggitt, 1865 ; *R. aquatilis* subsp. *pseudofluitans* (Syme) P.Fourn., 1928 ; *R. peltatus* subsp. *pseudofluitans* (Syme) Franco, 1971 ; *R. penicillatus* var. *pseudofluitans* (Syme) S.D.Webster

- *Ranunculus penicillatus* (Dumort.) Bab. subsp. *penicillatus* – syn. entre autres de *R. aquatilis* subsp. *penicillatus* (Dumort.) P.Fourn., 1928.

Ces considérations bibliographiques amènent à considérer qu'il est difficile voire impossible d'exploiter les relevés anciens contenant des renoncules aquatiques à feuilles longues en raison de l'évolution des connaissances et des critères de détermination des différents taxons concernés.

Dans notre étude, les relevés comprenant une ou plusieurs renoncule(s) du sous-genre *Batrachium* ont tous été réalisés en 2013 et 2014 avec les mêmes critères de détermination, ceci permettant au moins une identification qui, si elle peut évoluer encore, n'en est pas moins homogène.

Sur le même principe, les difficultés sont les mêmes au niveau syntaxinomique avec des noms d'association bâtis sur des noms d'espèces aux contours flous.

Critères de détermination des renoncules aquatiques utilisés dans cette étude

La clé de détermination que nous avons utilisée est celle de Prud'Homme & Robert 2006 qui se présente ainsi (extrait) :

- ★ Plante à feuilles toutes identiques (homophylles), soit toutes « flottantes » à limbe large, soit toutes capillaires
- Feuilles toutes "flottantes" à limbe large [...]
- Feuilles toutes capillaires
 - Feuilles plus longues que les entrenœuds correspondants
 - Réceptacle glabre ou presque, feuilles molles : *R. fluitans*
 - Réceptacle densément poilu, feuilles molles ou rigides : *R. penicillatus* subsp. *pseudofluitans*
 - Feuilles plus courtes que les entrenœuds correspondants
 - Feuilles étalées dans un seul plan [...]

-Feuilles orientées dans 3 dimensions

Pétales de moins de 6mm, non contigus à l'anthèse [...]

Pétales de plus de 6mm, contigus à l'anthèse

Akènes pubescents

Pétales de plus de 10mm : *R. penicillatus subsp. pseudofluitans*

Pétales de moins de 10mm [...]

Akènes glabres [...]

★ Plante à feuilles de deux formes, feuilles « flottantes » à limbe large et feuilles capillaires (hétérophylles)

- Feuilles capillaires plus longues que les entrenœuds correspondants

● Réceptacle densément poilu : *R. penicillatus subsp. penicillatus*

● Réceptacle glabre ou presque : *R. fluitans*

- Feuilles capillaires plus courtes que les entrenœuds correspondants [...]

Cette clé où les espèces apparaissent plusieurs fois permet de prendre en compte leur variabilité (ex : feuilles plus longues à plus courtes que les entrenœuds).

Nous avons également ajouté quelques autres informations utiles :

Akènes à regarder lorsqu'ils ne sont pas encore matures

Akènes de *R. penicillatus subsp. pseudofluitans* parfois glabres

2. Méthodologie

2.1 – Plan d'échantillonnage et réalisation des relevés

Les journées de terrain ont principalement été orientées sur la base de données floristiques (base Flora du CBNBP), avec une recherche accrue de stations à renoncules aquatiques à longues feuilles et en cherchant à aborder le plus de situations possibles (ruisseaux, fleuves, canaux, têtes de bassin...).

Un grand nombre de ces stations présélectionnées ont été visitées et d'autres s'y sont ajoutées pendant la phase de terrain proprement dite.

Bilan

La phase de terrain s'est déroulée sur 2 ans, juin et juillet 2013 et juin et juillet 2014. Elle a permis de récolter 47 relevés phytosociologiques inédits sur l'ensemble de la région, au cours de 18 journées de terrain spécifiques et de journées de terrain concernant d'autres études en cours (voir Fig. 1).

Un certain nombre de relevés floristiques (20) ont également été effectués, notamment dans les stations où la détermination précise de tous les taxons n'était pas possible. Ils sont constitués d'une liste d'espèces illustrative et non exhaustive (sans coefficient d'abondance-dominance).

Des relevés ont été effectués dans les 3 grands bassins versants qui couvrent la Bourgogne, celui de la Seine, celui de la Loire et celui du Rhône inférieur (voir Fig.1).

A ces relevés spécifiquement réalisés au cours de cette étude, ont été ajoutés pour les analyses des relevés antérieurs, issus d'autres études du CBNBP. L'ensemble des relevés utilisés (92 en tout) dans la typologie est récapitulé en Annexe 1, avec correspondance entre identifiants des tableaux phytosociologiques et identifiants uniques de la base de données Habitats.

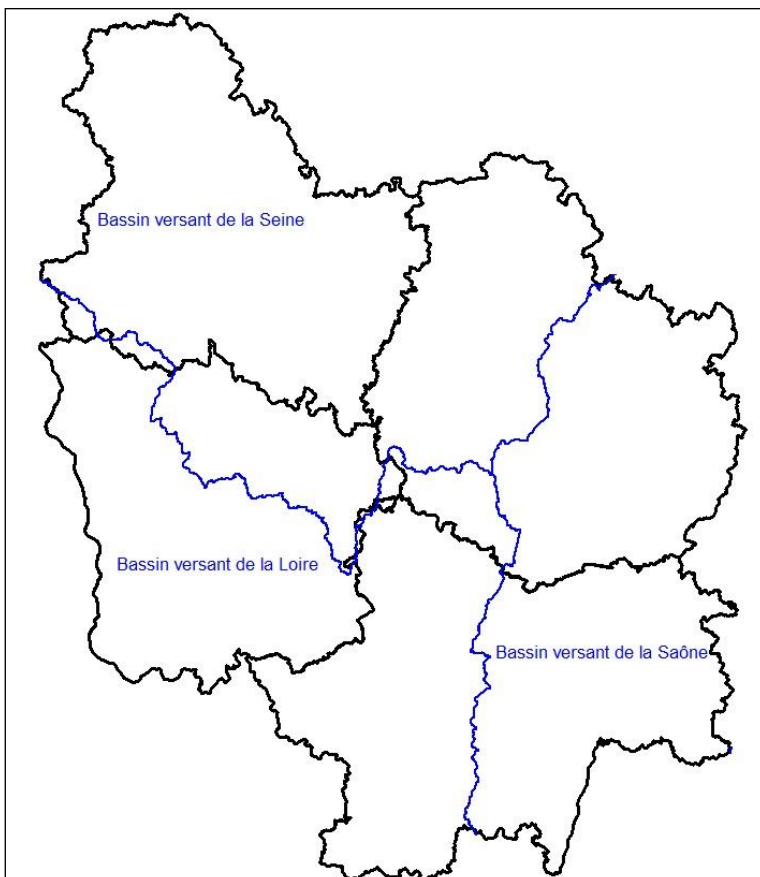


Fig. 1 : Carte des bassins versants de Bourgogne

Méthodologie du relevé phytosociologique

Sur une surface homogène représentative, un certain nombre d'informations est récolté :

- *observation* : date, observateur
- *localisation* : commune, lieu-dit, pointage cartographique
- *informations stationnelles* : substrat géologique, informations pédologiques.
- *structure de la végétation* : surface du relevé, % de recouvrement par strate.
- *texture de la végétation* : liste floristique exhaustive et affectation d'un coefficient d'abondance-dominance à chaque taxon, selon les modalités suivantes :

i	Un individu
r	Très peu abondant, recouvrement inférieur à 5%
+	Peu abondant, recouvrement inférieur à 5%
1	Abondant, recouvrement inférieur à 5%
2	Très abondant, recouvrement inférieur à 25%
3	Recouvrement de 25% à 50%, abondance quelconque
4	Recouvrement de 50% à 75%, abondance quelconque
5	Recouvrement supérieur à 75%, abondance quelconque
X	Symbole indiquant soit la présence d'une espèce caractéristique à proximité immédiate d'un relevé phytosociologique (X), soit la présence d'une espèce dans un relevé floristique X

Concernant cette étude en particulier, les surfaces inventoriées étaient souvent conditionnées par le cours d'eau lui-même (largeur et accessibilité du cours d'eau) et varient de quelques mètres carrés à plusieurs dizaines de mètres carrés ; sur le même principe, la composition et la texture du substrat n'ont pu être notées que dans les cas où le cours d'eau était accessible. L'attribution des coefficients d'abondance-dominance présentaient aussi une difficulté supplémentaire, celle de la superposition des espèces dans la colonne d'eau. Dans les cas de végétations accessibles seulement « par le haut » (relevé réalisé depuis un pont), l'utilisation d'un grappin a permis d'identifier une majorité des espèces.

Bilan des difficultés rencontrées

- Difficultés d'accès : propriétés privées ou agricoles (ex : troupeaux en rive de Loire) le long des cours d'eau, qui sont parfois inaccessibles sur de longues distances, berges abruptes (canaux), profondeur et vitesse du courant (envasement trop important, courant trop rapide...)
- Difficultés botaniques et phytosociologiques : période de floraison restreinte (renoncules) ou inexistante (cératophylles), variation importante des recouvrements saisonniers (notamment les algues), superposition des espèces, surface minimale pas toujours atteinte...
- Difficultés météorologiques : disparition, au moins temporaire, de certains taxons en cas d'épisodes de crues ; analyses d'eau qui nécessite une certaine stabilité dans le temps

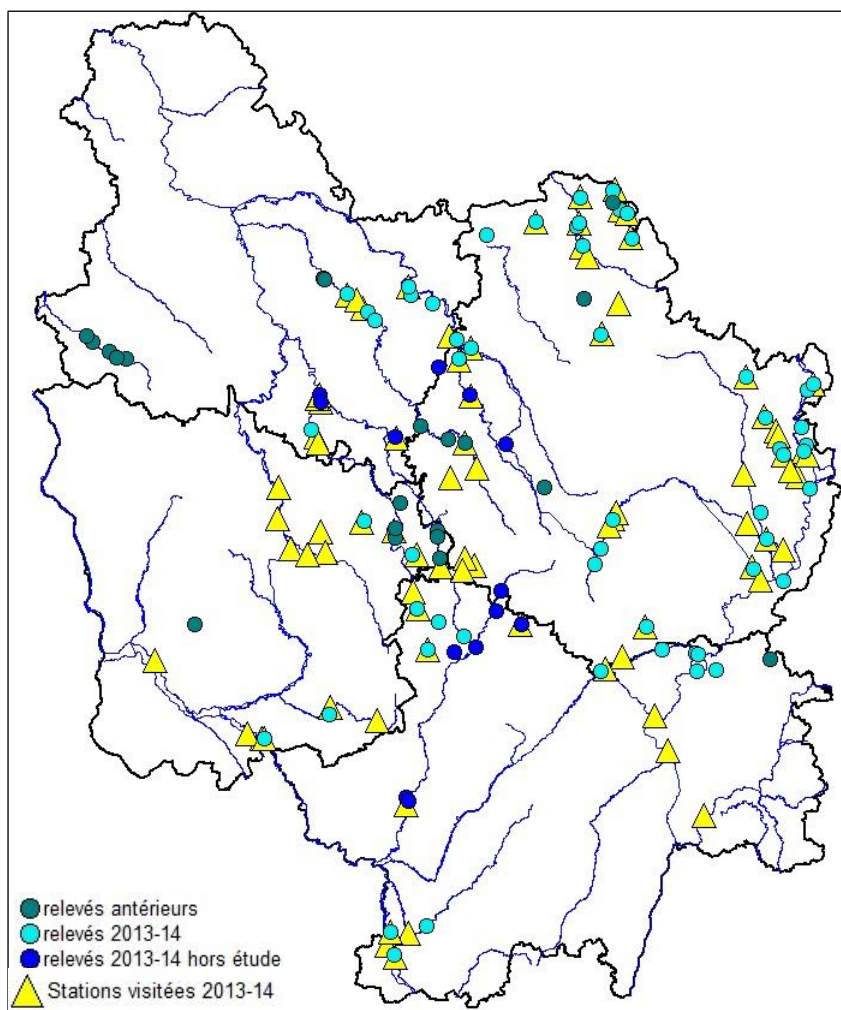


Fig. 2 : Carte de répartition des relevés utilisés et des stations visitées

2.3 – Mesures physico-chimiques et autres paramètres relevés

Au cours de cette étude et surtout en cas de relevés phytosociologiques exhaustifs, et notamment des renoncules aquatiques, nous avons réalisé un certain nombre de mesures de variables chimiques décrites ci-après. La lecture de diverses ressources bibliographiques sur l'étude du lien entre variables physico-chimiques et répartition des habitats et des taxons amènent cependant à nuancer ce que ces mesures peuvent apporter sur une étude comme la nôtre.

Pour Leyssen & *al.* 2014, ce sont bien les facteurs physico-chimiques qui influencent le plus les végétations aquatiques, bien avant la distance par rapport à la source et la largeur du cours d'eau. Ainsi, ces auteurs observent des seuils dans la distribution des espèces, le long d'un gradient de concentration des substances dissoutes.

Alors que pour Steffen 2013, ce sont la vitesse du courant et la taille du cours d'eau (dont dépend sa profondeur) qui sont les variables les plus influentes tandis que les variables chimiques ne sont que secondaires ; la variable chimique la plus influente étant la quantité disponible de phosphore dans les sédiments. Il avance l'hypothèse que les concentrations en nutriments étaient naturellement plus contrastées avant l'intensification des pratiques agricoles (depuis les années 50) et qu'à l'époque ces variables chimiques avaient sûrement une plus forte influence sur la répartition des communautés végétales aquatiques.

Dans ce contexte, nous nous sommes seulement attachés à proposer une fourchette de valeurs (pour les variables mesurées) associée aux habitats ainsi qu'aux taxons ; la possibilité de mettre en relation la composition de la végétation aquatique et les caractéristiques physico-chimiques de l'eau demandant un gros

investissement et notamment la comparaison avec des mesures effectuées sur des sites où la végétation aquatique est absente.

Mesures physico-chimiques

Au regard de la littérature disponible, notre choix s'est porté sur un faible nombre de variables, mesurées sur les sites où les conditions locales étaient les plus favorables (détermination précise des espèces complexes, lit du cours d'eau accessible à pied, eau non turbide...). Le prélèvement de l'échantillon d'eau a été réalisé, dans la mesure du possible, au milieu du cours d'eau ou au moins à 2 m des rives, par immersion du contenant à une profondeur d'environ 30 cm sous la surface et à environ 50 cm au-dessus du fond, sinon à mi-profondeur. La réalisation des tests directement sur le terrain à l'avantage de ne pas avoir à stocker les échantillons.

Voici les 3 lots de mesures (Marque du matériel : HANNA instrument) :

- pH, Conductivité/Potentiel rédox (mV) et Température (C°), mesures directes par testeur
- Nitrates (mg/l), Ammoniaques (mg/l) et Phosphates (mg/l), mesures par tests colorimétriques
- Oxygène dissous (mg/l) et Dureté (mg/l de calcium carbonaté), mesures par titrages chimiques

Testeur combiné « pH, Potentiel d'oxydo-réduction (ORP) et température (T°) »

L'appareil se compose d'une électrode de pH (avec une fonction APC, de compensation automatique des mesures de pH), d'une électrode ORP et d'un capteur de température ; le tout dans un boîtier étanche (immersion de l'appareil dans l'eau). L'appareil a été étalonné avant chaque campagne de terrain avec les solutions tampons nécessaires.

Gammes de l'appareil (marque HANNA instruments) : pH de -2 à 16 (résolution de 0.01 et exactitude de ± 0.05) ; ORP jusqu'à ± 1000 mV (résolution de 1mV et exactitude de ± 2 mV) et T° de -5 à 60°C (résolution de 0.1°C et exactitude de ± 0.5 °C).

Infos :

- pH des eaux naturelles généralement compris entre 6,5 et 8. Il peut dépasser 9 dans les rivières lentes et riches en végétation. Il conditionne de nombreux équilibres chimiques et notamment la dissociation de l'azote ammoniacal dans l'eau, et est un indicateur de l'activité biologique, et plus particulièrement photosynthétique du milieu.
- Le Potentiel d'oxydo-réduction est lié à la concentration en Oxygène dissous (plus il est élevé et plus l'eau est oxygénée)
- La température permet de contrôler la validité des mesures d'oxygène dissous, sachant que la saturation de l'eau en oxygène dissous est fonction de la température et de la pression atmosphérique ; et d'évaluer la dissociation gazeuse de l'azote ammoniacal NH_4^+ en ammoniac toxique NH_3 , sachant que cet équilibre est conditionné à la fois par le pH et la température

Titrages chimiques de l'Oxygène dissous et de la Dureté de l'eau

Mesure de l'oxygène dissous effectuée par le biais d'une méthode de Winkler modifiée (réaction des ions manganèse avec l'oxygène dissous en présence d'hydroxyde de potassium pour former un précipité d'oxyde de manganèse, oxydation de l'iodure en iode, détermination de la concentration en iode par titrage d'ions thiosulfates). Le résultat est obtenu en mg/L (test prévu pour une gamme de 0 à 10mg/L avec le plus petit incrément de 0,1mg/L) (notice de l'appareil).

Dans un écosystème aquatique, l'oxygène dissous, indispensable à la vie animale et à l'assainissement du milieu, provient d'abord de la photosynthèse végétale qui dépend quant à elle de l'ensoleillement et qui se produit donc uniquement le jour. Mais l'oxygénation de l'eau provient aussi, dans une moindre mesure, de la

dissolution de l'oxygène atmosphérique. Elle est donc favorisée quand l'eau est fortement brassée, au niveau des chutes d'eau par exemple ou des rapides. La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de la température. Elle diminue lorsque la température augmente. (<http://www.cnrs.fr>)

La dureté de l'eau est une mesure quantitative des ions calcium et magnésium (les ions qui font mousser le savon). Elle est mesurée par un titrage à l'EDTA (acide éthylène-diamine-tétraacétique). Le résultat obtenu est en mg/L de calcium carbonaté (Ca CO_3). Le test est prévu pour une gamme de 0 à 300mg/L, avec le plus petit incrément de 3mg/L ; il peut être traduit en degré français ($^\circ\text{F}$) en suivant l'équivalence : $10\text{mg/L CaCO}_3 = 1^\circ\text{F}$.

Tests colorimétriques « Nitrate », « Ammoniaque » et « Phosphate »

- Mesure de la concentration en azote nitreux (en mg/L) en réduisant les nitrates en nitrites par ajout de cadmium. Le résultat est ensuite traduit pour avoir la concentration en nitrates (NO_3^-). Test prévu pour une gamme de 0 à 50 mg/L de $\text{NO}_3\text{-N}$.
- Mesure de la concentration en azote ammoniacal, par ajout de réactifs Nessler qui réagissent en milieu très basique avec l'ammoniaque en formant un complexe jaune. L'adjonction d'un acide EDTA permet d'éliminer le trouble général par la précipitation des ions calcium et magnésium en présence de réactif Nessler. L'intensité de la coloration jaune est proportionnelle à la concentration en ammoniaque. Test prévu pour une gamme de 0 à 2,5mg/L de $\text{NH}_3\text{-N}$ (plus petit incrément de 0,5mg/L)
- Mesurer de la teneur en ortho-phosphates PO_4^{3-} (mg/L), sur une gamme de 0 à 5mg/L. Lecture du taux de PO_4^{3-} par intensité du bleu de molybdène, obtenu par la réduction du complexe phosphomolybdate à l'aide d'acide ascorbique, après réaction du molybdate d'ammonium et de l'antimoinyle de potassium avec les orthophosphates.

Autres paramètres relevés

- Type de cours d'eau : ruisseau, rivière (dont bief de moulin, bras temporaire), fleuve (dont bras mort, portion canalisée ou détournée) ou canal.
- Description du substrat (selon les possibilités d'accès) :
 - Texture : sableuse, limoneuse, argileuse, vaseuse
 - Charge en éléments grossiers par rapport à la matière fine : nulle (<5%), faible (5 à 15%), moyenne (15 à 25%), forte (25 à 50%) et très forte (>50%)
 - Taille des éléments grossiers : graviers (0.2-2cm), cailloux (2-5cm), pierres (5-20cm) et blocs (>20cm)
- Autres paramètres :
 - Aspect visuel de l'eau (turbide, clair ou limpide)
 - Force du courant (eaux faiblement courantes, eaux courantes et eaux rapides)
 - Profondeur du cours d'eau

Analyses des mesures physico-chimiques vis-à-vis des espèces et des syntaxons

En nous servant du logiciel PAST, nous avons cherché à savoir si nos lots de données avaient une distribution suivant la loi normale. Il s'avère que les tests de normalité ne sont pas concluants sur nos données, qu'elles concernent les syntaxons ou les espèces. Une analyse de variance, supposant une distribution normale, se révèle donc impossible.

Dans ces conditions, nous avons simplement indiqué des fourchettes de valeurs dans la description des habitats identifiés et des grandes tendances pour les espèces les plus couramment observées.

3. Résultats botaniques

3.1 – Stations Flora « renoncules aquatiques à feuilles longues »

En tout, 81 stations issues des données Flora du CBNBP ont été prospectées (voir fig. 2, plus haut).

Ranunculus fluitans : 47 stations issues de la base de données Flora ou Habitat visitées, avec 20 stations ayant fait l'objet d'un relevé dans le cadre de cette étude. Parmi ces 20 relevés, 11 confirment la présence de *R. fluitans*, 1 montre une composition mixte (*R. fluitans* et *R. penicillatus subsp. pseudofluitans*) et 8 infirment la présence actuelle de *R. fluitans* (données Flora entre 2001 et 2010), la remplaçant par *R. penicillatus*. Notons l'observation d'une variété non retenue par le TaxRef 7, var. *flabellifolius*, à feuilles flottantes (mais indiqué à titre de possibilité dans la clé de Prud'Homme & Robert 2006).

Ranunculus penicillatus subsp. pseudofluitans : 33 relevés réalisés avec cette espèce. Une seule sous-espèce observée, la *subsp. pseudofluitans*. Les 2 mentions de *R. penicillatus subsp. penicillatus* en Bourgogne dans la base Flora (S. Bellenfant) sont à assimiler à *Ranunculus penicillatus sensu lato*, après discussion avec l'observateur.

Selon les secteurs, la disparition de *Ranunculus fluitans* de certaines de ses stations peut être due soit à des déterminations inexactes anciennes et récentes (variation des critères selon les flores utilisées, absence du taxon dans la clé utilisée...), soit à une régression de *R. fluitans* (sensible à la pollution, eaux oligo- à mésotrophes) au profit de *R. penicillatus subsp. pseudofluitans* plus résistante (eaux méso- à eutrophes).

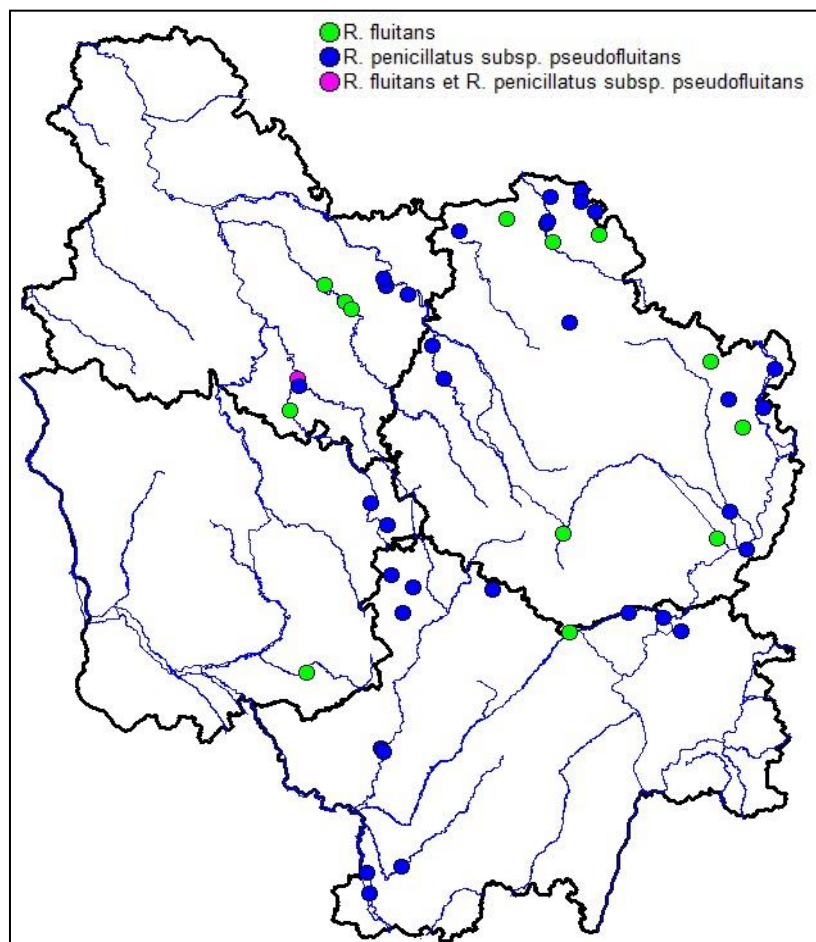


Fig. 3 : Carte de répartition des relevés à renoncules à feuilles longues

3.2 – Observations sur les conditions de présence des espèces les plus observées

Les tests de normalité et d'homogénéité statistique n'étant pas concluants sur les lots de données concernant les espèces les plus fréquentes, sont présentées ici seulement des comparaisons de paramètres entre *Ranunculus penicillatus subsp. pseudofluitans* (RP), *Ranunculus fluitans* (RF) et *Potamogeton nodosus* (PN).

Comparaisons des valeurs des mesures physico-chimiques

Les tableaux présentés ci-dessous sont extraits du logiciel PAST, ils indiquent successivement :

- Nombre de valeurs par espèce (nombre de mesures effectuées sur le terrain)
- Valeur Minimum du paramètre mesuré
- Valeur Maximum du paramètre mesuré
- Moyenne des valeurs
- Erreur standard de la moyenne (écart-type divisé par la racine du nombre d'observations)
- Variance
- Ecart-type
- Valeur médiane

	RP	RF	PN
Nombre_valeurs	22	33	8
Valeur Min.	7,68	7,68	7,72
Valeur Max.	8,7	8,7	8,7
Moyenne	8,09864	8,12455	8,2075
Erreur standard de la moyenne	0,0574128	0,0445029	0,107948
Variance	0,0725171	0,0653568	0,0932214
Ecart-type	0,26929	0,25565	0,305322
Valeur médiane	8,14	8,16	8,295

Fig. 4 : Comparaison des valeurs de pH

	RP	RF	PN
Nombre_valeurs	22	32	8
Valeur Min.	82	82	82
Valeur Max.	290	290	290
Moyenne	183,273	189,906	186,25
Erreur standard de la moyenne	15,0696	12,131	22,522
Variance	4996,02	4709,12	4057,93
Ecart-type	70,6825	68,623	63,7019
Valeur médiane	163,5	166,5	168,5

Fig. 5 : Comparaison des valeurs de Conductivité (en mV)

	RP	RF	PN
Nombre_valeurs	22	33	8
Valeur Min.	12,8	12,8	15,7
Valeur Max.	28	28	28
Moyenne	19,2136	18,6576	20,5375
Erreur standard de la moyenne	0,733765	0,556028	1,59037
Variance	11,845	10,2025	20,2341
Ecart-type	3,44166	3,19414	4,49823
Valeur médiane	19,25	19,1	19,2

Fig. 6 : Comparaison des valeurs de T° (en °C)

Fig. 7 : Comparaison des valeurs d'Oxygène dissous (mg/L)

	RP	RF	PN
Nombre_valeurs	18	26	7
Valeur Min.	1,3	1,3	2,5
Valeur Max.	8,2	8,2	6,4
Moyenne	4,51667	4,36923	3,92143
Erreur standard de la moyenne	0,400735	0,327955	0,533615
Variance	2,89059	2,79642	1,99321
Ecart-type	1,70017	1,67225	1,41181
Valeur médiane	4,4	3,9	3,1

	RP	RF	PN
Nombre_valeurs	16	23	6
Valeur Min.	3,3	3,3	6
Valeur Max.	28,8	28,8	21,9
Moyenne	13,2	14,2304	11,4
Erreur standard de la moyenne	2,29472	1,89059	2,96985
Variance	84,252	82,2095	52,92
Ecart-type	9,17889	9,06694	7,27461
Valeur médiane	7,8	17,1	7,5

Fig. 8 : Comparaison des valeurs de Dureté (calcium carbonaté en mg/L)

Informations concernant les espèces

Ranunculus penicillatus subsp. pseudofluitans

pH, Conductivité, T°, O₂ dissous, Dureté : fourchette de valeurs similaire à *Ranunculus fluitans*.

Autres :

Concentration en ammoniacque très faible (<0,5mg/l) dans 85% des cas

Concentration en phosphates très variable (de <1 à >5mg/L, comme pour *Ranunculus fluitans*)

Surtout en cours d'eau de catégorie 1, débit du courant globalement moins fort que pour *Ranunculus fluitans*

Ranunculus fluitans

pH, Conductivité, T°, O₂ dissous, Dureté : fourchette de valeurs similaire à *Ranunculus penicillatus subsp. pseudofluitans*, avec tout de même une température moyenne un peu plus basse et une moyenne de la dureté légèrement supérieure.

Autres :

Concentration en ammoniacque très faible (<0,5mg/l) dans plus de 75% des cas

Concentration en phosphates très variable (de <1 à >5mg/L, comme pour *Ranunculus penicillatus subsp. pseudofluitans*)

Très rarement dans des eaux lentes (50% de relevés en eaux rapides)

Potamogeton nodosus

pH, Conductivité, T°, O₂ dissous, Dureté : différences faibles de valeurs avec les renoncules considérées précédemment mais on observe tout de même une température en moyenne plus élevée et une quantité d'oxygène dissous et de calcium carbonaté (dureté) inférieures (dus à une position plus en aval dans les cours d'eau).

Autres :

Concentration en ammoniacque très variable (50% à ≥0,5mg/L et 50% à ≤0,5mg/l) laissant supposer une tolérance plus grande que les 2 Renoncules

Concentration en phosphates souvent assez élevée (plus de 65% des relevés avec concentration >5mg/L) contrairement aux valeurs faibles des 2 renoncules
Surtout dans eaux lentes (50% des relevés), élément relié aux faibles valeurs d'oxygène dissous

La conclusion qui s'impose est que la caractérisation écologique des espèces se révèle problématique à cause des valeurs très fluctuantes de chaque paramètre relevé (y compris sur une même station à des périodes différentes) et que les données relevées à instant t ponctuel sont donc peu exploitables. Seul, un protocole standardisé à la mise en œuvre très complexe (mesures répétées sur une même station à différentes périodes ainsi que des mesures dans des stations sans végétation) permet *a priori* de dégager des informations utiles.

4. Typologie des communautés végétales

4.1 – Référentiels et méthode

Référentiel syntaxonomique

Le synsystème phytosociologique est un système hiérarchisé composé de 4 rangs principaux : classe, ordre, alliance et association, auxquels peuvent s'ajouter des rangs supplémentaires (sous-classe, sous-ordre, sous-alliance, sous-association). Le niveau le plus intégrateur est la classe, qui peut contenir plusieurs ordres, eux-mêmes composés de plusieurs alliances, etc. jusqu'au niveau de l'association et parfois la sous-association. Chaque rang est nommé par l'attribution d'un suffixe spécifique :

- etea* pour désigner une classe (--*enea* pour une sous-classe)
- etalia* pour désigner un ordre (--*enalia* pour un sous-ordre)
- ion* pour désigner une alliance (--*enion* pour une sous-alliance)
- etum* pour désigner une association (--*etosum* pour une sous-association)

En matière de nomenclature, le Cbnbp utilise son Référentiel syntaxonomique provisoire (Causse & al. 2014), décliné jusqu'à l'association phytosociologique.

Référentiel taxonomique

Le référentiel nomenclatural utilisé est TaxRef7. Le référentiel taxonomique TAXREF est diffusé au public sur le site de l'INPN (TAXREFv7.0.txt), sous accès contrôlé (connexion avec mot de passe après inscription nécessitant une adresse email). L'inscription est libre, gratuite et automatique : l'utilisateur remplit un formulaire qui permettra au Muséum d'avoir une idée sur l'utilisation qui est faite de TAXREF et de pouvoir communiquer sur des nouvelles versions.

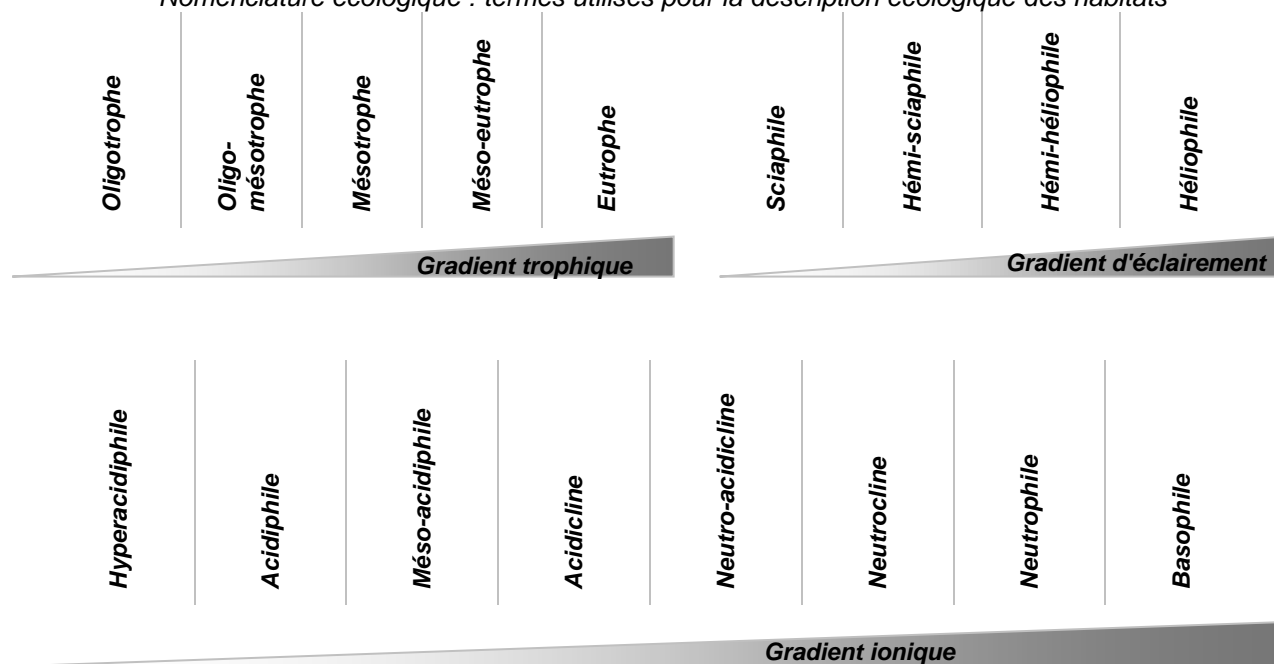
Dénomination des groupements végétaux

Pour les correspondances phytosociologiques et la nomenclature des groupements, nous avons comparé les relevés réalisés avec les nombreuses associations décrites dans la bibliographie et avec lesquelles les groupements du secteur étaient susceptibles d'être rapprochés.

L'étape de nomenclature, particulièrement délicate, dépend en grande partie de la richesse et la disponibilité de la littérature phytosociologique et des tableaux descriptifs des associations végétales.

La nomenclature des syntaxons cités dans ce rapport est conforme au référentiel syntaxonomique des végétations du CBNBP, version du 17/04/2014 (Causse *et al.* 2014). Ce référentiel, basé initialement sur le Prodrome des végétations de France (Bardat *et al.* 2004) jusqu'au niveau sous-alliance, a été modifié, corrigé et complété au niveau association suite à la prise en compte des travaux de synthèse récents (Royer *et al.* 2006, Catteau *et al.* 2009, 2010, François & al. 2012, publications dans le cadre de la déclinaison au niveau association du Prodrome des végétations de France), et compte tenu des connaissances actuelles acquises par le CBNBP sur les végétations du territoire d'agrément.

Nomenclature écologique : termes utilisés pour la description écologique des habitats



Indices de rareté et des statuts de protection des taxons

Classes de rareté en Bourgogne (Cbnbp, 2015) :

E : exceptionnel	taxon cité dans moins de 0.5% des communes après 2000
RRR : extrêmement rare	taxon cité dans moins de 1% des communes après 2000
RR : très rare	taxon cité dans moins de 2% des communes après 2000
R : rare	taxon cité dans moins de 4% des communes après 2000
AR : assez rare	taxon cité dans moins de 8% des communes après 2000
AC : assez commun	taxon cité dans moins de 16% des communes après 2000
C : commun	taxon cité dans moins de 32% des communes après 2000
CC : très commun	taxon cité dans moins de 64% des communes après 2000
CCC : extrêmement commun	taxon cité dans plus de 64% des communes après 2000

Statuts de protection :

PN	taxon protégé au niveau national en France
PR	taxon protégé au niveau régional en Bourgogne
ZNIEFF	taxon inscrit sur la liste des espèces déterminantes pour la désignation des ZNIEFF en Bourgogne

4.2 – Description des habitats

Sommaire des groupements décrits

1. Végétation calcicline et mésotrophile à méso-eutrophile à Callitriche à angles obtus : *Callitrichetum obtusangulae* Seibert 1962
typicum 22
2. Végétation acidiphile et oligotrophile à Renoncule flottante et Myriophylle à feuilles alternes : *Callitricho hamulatae* - *Myriophylletum alterniflori* Steusloff ex Weber-Oldecop 1967 23
3. Végétation acidicline et méso-eutrophile à Callitriche à crochets et Fausse Renoncule flottante : Groupement à *Callitriche hamulata* et *Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans* prov. 25
4. Végétation acidicline et méso-eutrophile à Callitriche à crochets et Renoncule aquatique : Groupement à *Callitriche hamulata* et *Ranunculus aquatilis* prov. 26
5. Végétation calcicline et mésotrophile à Potamot dense : *Groenlandietum densae* Segal ex Schipper, Lanjouw & Schaminée in Schaminée & al 1995 27
6. Végétation basiphile et mésotrophile à (Fausse) Renoncule flottante et Potamot perfolié : *Sparganio simplicis* - *Ranunculetum fluitantis* Jouanne 1927 28
7. Végétation méso-eutrophile des eaux faiblement courantes à Rubanier émergé et Nénuphar jaune : *Sparganio emersi* - *Potametum pectinati* Hilbig ex Reichhoff & Hilbig 1975 30
8. Végétation acidicline et mésotrophile à eutrophile à Callitriche à fruits plats et Véronique des ruisseaux : *Veronico beccabungae* - *Callitrichetum platycarpae* Grube ex Mériaux 1978 33
9. Comparaison synthétique des syntaxons 34

1. Végétation calcicole et mésotrophile à méso-eutrophile à *Callitriche* à angles obtus :

Callitrichetum obtusangulae Seibert 1962 *typicum*

Corine : 24.44

Natura : 3260-6

Eunis : C2.28 / C2.34

Composition floristique

Végétation herbacée plus ou moins recouvrante (30 à 85%) composée de *Callitriche obtusangula*, *Berula erecta* (forme rhéophile), *Helosciadium nodiflorum*, *Callitriche cf. platycarpa*, et souvent de la bryophyte *Fontinalis antipyretica* ; enrichie en *Ranunculus penicillatus subsp. pseudofluitans* et *Groenlandia densa*. Plus la vitesse du courant augmente et moins *Callitriche obtusangula* est dominante (prédominance fréquente de *Ranunculus penicillatus subsp. pseudofluitans*). On observe une variante à *Sparganium emersum*. Une strate algale (le plus souvent des algues vertes filamenteuses) est parfois présente et peut être assez recouvrante, elle est liée à une eutrophisation, ponctuelle ou non, du cours d'eau.

Caractéristiques stationnelles, écologie et répartition de l'habitat

Association héliophile à semi-sciaphile des rivières à courant rapide. Eaux calciques, méso-eutrophiles à eutrophiles. Profondeur notée entre 0,15 et 1,2m.

En Bourgogne, l'association est de répartition assez large et discontinue (Plaine et Vallée de Saône, Chablisien et Vallée châtilonnaise – Bassins versants de la Saône et de l'Yonne) ; on a observé la variante à *Sparganium emersum* seulement dans l'extrême nord-est de la Côte d'Or.

Discussion phytosociologie

Les relevés réalisés en Bourgogne ont été comparés aux colonnes synthétiques de la sous-association *typicum* telle que présentée dans Mériaux (1984). Nos relevés relèvent ainsi de la sous-association *typicum* qui correspond à des situations à eaux vives. Il faut noter que dans les relevés de Mériaux, la renoncule citée est *Ranunculus penicillatus var. calcareus*, qui correspond à *R. penicillatus subsp. pseudofluitans* d'après la Nouvelle Flore de Belgique, mais qui est retenu comme une espèce à part entière dans TaxRéf7.

Intérêt patrimonial

Habitat d'intérêt communautaire sous le code 3260-6 : "Ruisseaux et petites rivières eutrophes neutres à basiques ». Flore patrimoniale : *Ranunculus penicillatus subsp. pseudofluitans* (RRR), *Hippuris vulgaris* (RRR), *Hottonia palustris* (RR, PR), *Callitriche obtusangula* (RR), *Groenlandia densa* (RR), *Ranunculus trichophyllus* (RR), *Zannichellia palustris* (RR).

Relevé	B45	B44	B16	B09	B76	B23	B77	B22	B74				
Date d'observation relevé	31/07/13	30/07/13	19/04/12	10/07/13	10/06/14	04/06/13	04/06/13	04/06/13	10/06/14				
Surface du relevé (m ²)	7	.	20	4	40	10	25	8	12				
Profondeur (m)	.	.	.	.	0,25	0,3	0,25-0,75	0,3	0,2				
Recouvrement total du relevé (%)	.	.	80	30	75	70	85	75	.				
Recouvrement herbacé (%)	.	.	80	30	60	70	85	75	40				
Recouvrement muscinal (%)	.	.	0	0	40	0	0	0	30				
Nombre de taxons	4	3	5	4	5	4	5	6	4				
Cortège caractéristique													
<i>Callitriche obtusangula</i>	3	3	4	1	+	(X)	(X)	(X)	.	V	2	V	V
<i>Berula erecta</i>	.	.	.	r	2	.	1	.	2	IV	2	III	III
<i>Callitriche cf. platycarpa</i>	.	.	.	.	.	2	2	1	(X)	III	3	IV	V
<i>Helosciadium nodiflorum</i>	.	.	+	.	.	.	.	1	.	II	1	I	I
<i>Fontinalis antipyretica</i> (m)	.	.	.	.	2	.	.	.	2	II	1	II	I
Variante à <i>Sparganium emersum</i>													
<i>Sparganium emersum</i>	.	.	.	.	.	.	1	+	+	II	3	.	V
POTAMETEA PECTINATI													
<i>Ranunculus penicillatus</i> ssp. <i>pseudofluitans</i>	.	.	.	.	3	2	3	3	2	IV	3	II	III
<i>Groenlandia densa</i>	.	.	.	+	.	1	.	.	.	II	.	I	I
<i>Stuckenia pectinata</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.
<i>Potamogeton crispus</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	I	II
<i>Ceratophyllum demersum</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	I	I
<i>Myriophyllum spicatum</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I	.	I	II
<i>Elodea canadensis</i>	.	r	.	.	.	.	.	.	.	I	.	I	II
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	.	.	3	.	.	.	.	.	.	I	.	I	.
<i>Hottonia palustris</i>	.	.	.	2	.	.	.	.	.	I	.	.	.
<i>Zannichellia palustris</i>	.	.	.	.	.	2	.	.	.	I	.	II	III
<i>Hippuris vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	.	I	1	.	.
<i>Callitriche truncata</i> subsp. <i>occidentalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	II
GLYCERIO FLUITANTIS-NASTURTIETEA OFFICINALIS													
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	.	.	r	.	.	.	.	1	.	II	1	I	I
<i>Nasturtium officinale</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	I
Autres													
<i>Algues</i>	.	.	.	.	2	.	.	3	.	II	1	III	III
<i>Galium palustre</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Oenanthe fluviatile</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Sparganium erectum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Butomus umbellatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I

Tableau 1 : *Callitriche obtusangulae* Seibert 1962

Source des relevés :

B45 : Ménard O. (LABERGEMENT-FOIGNEY, les Prés Bas) ;
 B44 : Ménard O. (BEAUNE, les Champs Berbis) ;
 B16 : Weber E. (CHABLIS, Fontaine d'Asnières) ;
 B09 : Auvert S. (LAYS-SUR-LE-DOUBS, Sur l'eau) ;
 B76 : Ménard O. (BRION-SUR-OURCE, Brion-sur-Ource) ;
 B23 : Ménard O. (RIEL-LES-EAUX, Riel-les-Eaux).
 B77 : Ménard O. (BOUDREVILLE, Boudreville) ;
 B22 : Ménard O. (GEVROLLES, Gevrolles) ;
 B74 : Ménard O. (CHANNAY, Villiers-les-Moines) ;
 Col. Synth. Biblio. 1 : Mériaux 1984 *typicum* variante type (45 relevés)
 Col. Synth. Biblio. 2 : Mériaux 1984 *typicum* variante à *Sparganium emersum* (16 relevés).

2. Végétation acidiphile et oligotrophile à Renoncule flottante et Myriophylle à feuilles alternes :
***Callitriche hamulatae* - *Myriophyllum alterniflori* Steusloff ex Weber-Oldecop 1967**

Corine : **24.41**

Natura : **3260-1**

Eunis : **C2.25**

Composition floristique

Végétation paucispécifique ici dominée par *Ranunculus fluitans* accompagnée par *Myriophyllum alterniflorum*, *Callitriche hamulata* et la bryophyte *Fontinalis antipyretica*. Le reste du cortège observé appartient aux *Potametea*.

Caractéristiques stationnelles, écologie et répartition de l'habitat

Association héliophile, acidiphile et oligotrophile des ruisseaux et rivières peu profondes (< 1 m) à courant assez fort à fort, sur substrat de sables grossiers, graviers ou galets. Parfois en mosaïque avec des habitats du *Potamion polygonifolii* (*Isolepis fluitans*, *Potamogeton polygonifolius*, *Luronium natans*).

En France, l'association est surtout présente à la tête des bassins versants (étages collinéen supérieur à montagnard) des massifs granitiques et métamorphiques siliceux en eau peu profonde et courante sur substrat sablo-graveleux des ruisseaux. Observé ici uniquement le long de la rivière de la Cure (Bassin versant de l'Yonne), à faible profondeur. L'association est déjà mentionnée dans Robbe 1993.

Discussion phytosociologie

La comparaison de ces deux relevés avec la colonne synthétique issue de la publication Weber-Oldecop 1967, montre des différences, et notamment la présence sur le Morvan de *Ranunculus fluitans* et celles dans les relevés bibliographiques de plusieurs taxons des eaux très lentes voire stagnantes (*Ranunculus aquatilis* et *Callitriche stagnalis*), alors que notre groupement est lié à des eaux rapides. La description de cette association serait donc à moderniser au sens du *Batrachion fluitantis* actuel.

Intérêt patrimonial

Habitat d'intérêt communautaire sous le code 3260-1 : " Rivières (à Renoncules) oligotrophes acides". Flore patrimoniale : *Myriophyllum alterniflorum* (RRR, PR), *Callitriche brutia* (RRR), *Callitriche hamulata* (RR), *Ranunculus fluitans* (RR) ; *Potamogeton x rivularis* (RRR) est un hybride non reconnu en France (*P. berchtoldii* x *P. polygonifolius*).

Relevé	B02	B89		
Date d'observation relevé	26/08/10	24/06/14		
Surface du relevé (m²)	20	60		
Profondeur (m)	0,15	0,2		
Recouvrement total du relevé (%)	60	90		
Recouvrement herbacé (%)	60	90		
Recouvrement muscinal (%)	0	15		
Nombre de taxons	6	5		
Cortège caractéristique				
<i>Ranunculus fluitans</i>	3 cf	3	2	.
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	r	2	2	V
<i>Fontinalis antipyretica</i> (m)	.	1	1	V
<i>Callitriche hamulata</i>	2	.	1	V
POTAMETEA PECTINATI				
<i>Potamogeton x rivularis</i>	1	.	1	.
<i>Sparganium</i> sp.	i sp	.	1	.
<i>Potamogeton cf obtusifolius</i>	.	3	1	.
<i>Callitriche brutia</i>	.	1	1	.
<i>Ranunculus aquatilis</i>	.	.	.	III
<i>Callitriche stagnalis</i>	.	.	.	III
<i>Potamogeton crispus</i>	.	.	.	I
<i>Elodea canadensis</i>	.	.	.	I
Autres				
<i>Persicaria hydropiper</i>	r	.	1	.
<i>Glyceria fluitans</i>	.	.	.	III
<i>Agrostis stolonifera</i>	.	.	.	II
<i>Berula erecta</i>	.	.	.	I

Tableau 2: *Callitriche hamulatae* - *Myriophyllum alterniflori*
Steusloff ex Weber-Oldecop 1967

Source des relevés :
B02 : Causse G., Fédoroff E. (MON TSAUCHE-LES-SETTONS, Pont de Danas) ;
B89 : Ménard O. (SAINT-PERE, Saint-Père)
Col. Synth. : Weber-Oldecop 1967 (10 relevés).

3. Végétation acidocline et méso-eutrophile à *Callitriche* à crochets et Fausse Renoncule flottante : Groupement à *Callitriche hamulata* et *Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans* prov.

Corine : 24.4

Natura : 3260-3

Eunis : C2.27

Composition floristique

Végétation paucispécifique co-dominée par *Callitriche hamulata* et *Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans*, accompagnée par *Fontinalis antipyretica* (Bryophyte).

Caractéristiques stationnelles, écologie et répartition de l'habitat

Association héliophile, neutrophile à basicline (pH mesuré entre 7.8 et 8.16), mésotrophile à méso-eutrophile, polluotolérante, des rivières peu profondes (<1m) mais à courant assez fort (<1,5m/s), sur substrat sablonneux-graveleux à caillouteux siliceux à faiblement calcaire.

Observée en Bourgogne sur les terrains siliceux du massif du Morvan et de sa périphérie immédiate (Bas-Morvan) (Bassins versants de l'Yonne et de la Saône), dans des ruisseaux et petites rivières (cat. 3 à 6).



Photo 1 : Groupement à *Callitriche hamulata* et *Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans* prov. (Sainte-Magnance)

Discussion phytosociologie

Ces relevés sont proches du *Callitricho hamulatae* - *Ranunculetum fluitantis* Oberd. 1957 à la différence de la substitution de *Ranunculus fluitans* (absente ici) par *Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans*. Nous avons fait le choix de considérer que ce changement d'espèces constitue également un changement d'habitat au sens phytosociologique.

Intérêt patrimonial

Habitat d'intérêt communautaire sous le code 3260-3 : "Rivières à Renoncules oligo-mésotrophes à méso-eutrophes, acides à neutres". Flore patrimoniale : *Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans* (RRR), *Callitriche hamulata* (RR).

Relevé	B50	B56	B87	
Date d'observation	01/08/13	03/09/13	13/06/14	
Surface du relevé (m ²)	15	2	10	
Profondeur (m)	0,35	.	.	
Recouvrement total (%)	30	90	55	
Recouvrement herbacé (%)	30	0	55	
Recouvrement muscinal (%)	0	0	.	
Nombre de taxons	3	2	2	
Cortège caractéristique				
<i>Callitriche hamulata</i>	2	3	2	3
<i>Ranunculus penicillatus</i> subsp. <i>pseudofluitans</i>	2	3 cf	3	3
<i>Fontinalis antipyretica</i> (m)	+	.	.	1

Tableau 3 : Groupement à *Callitriche hamulata* et *Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans* prov.

Source des relevés :

B50 : Menard O. (GRANDE-VERRIERE (LA), la Grande Verrière) ;

B56 : Menard O. (SAINTE-MAGNANCE, Chapelle Saint-Grégoire) ;

B87 : Menard O. (ANOST, Velée).

4. Végétation acidiline et méso-eutrophile à *Callitriche* à crochets et Renoncule aquatique : Groupement à *Callitriche hamulata* et *Ranunculus aquatilis* prov.

Corine : **24.4**

Natura : **3260-3**

Eunis : **C2.27**

Composition floristique

Végétation paucispécifique co-dominée par *Callitriche hamulata* et *Ranunculus aquatilis*, accompagnées par *Fontinalis antipyretica* et des taxons des *Glycerio - Sparganietea*.

Caractéristiques stationnelles, écologie et répartition de l'habitat

Association héliophile, acidiline à neutrophile (1 seul pH mesuré, à 7.58), mésotrophile à méso-eutrophile, pollutolérante, des rivières peu profondes (<1m) mais à courant assez fort, sur substrat sablonneux-graveleux à caillouteux siliceux à faiblement calcaire.

Végétation observée en Bourgogne sur les terrains siliceux du massif du Morvan et de sa périphérie immédiate (Bassin d'Autun) (Bassins versants de l'Yonne et de la Saône), dans des rivières moyennes (cours d'eau de cat. 1 à 3).

Discussion phytosociologie

Ce groupement ne semble pas s'intégrer aux associations à *Callitriche hamulata* déjà décrites (hab. 2 et 3), en l'absence de *Myriophyllum alterniflorum*, *Ranunculus fluitans* ou *R. penicillatus* subsp. *pseudofluitans*. La deuxième difficulté de description de cette végétation concerne l'incertitude temporaire quant à la détermination de *Ranunculus aquatilis* (nécessité de revenir sur ces stations afin de la confirmer ou de l'infirmer).

Intérêt patrimonial

Habitat d'intérêt communautaire sous le code 3260-3 : "Rivières à Renoncules oligo-mésotrophes à méso-eutrophes, acides à neutres". Flore patrimoniale : *Ranunculus aquatilis* (RR), *Callitriche hamulata* (RR).

Relevé	B01	B05	B06	B49	B04	B88	
Date d'observation	26/08/10	22/07/10	22/07/10	01/08/13	22/07/10	05/07/13	
Surface du relevé (m ²)	50	120	4	7	8	10	
Profondeur (m)	0,2	0,1	0,05	0,25	.	0,25	
Recouvrement total (%)	70	0	35	60	0	70	
Recouvrement herbacé (%)	70	35	35	60	80	65	
Recouvrement muscinal (%)	0	5	0	0	0	5	
Nombre de taxons	2	2	3	5	3	2	
Cortège caractéristique							
<i>Callitriche hamulata</i>	4	3	2	2	5	4	V
<i>Ranunculus aquatilis</i>	2 cf	2 cf	2 cf	3	r cf	.	V
<i>Fontinalis antipyretica</i> (m)	.	.	.	.	.	1	I
GLYCERIO FLUITANTIS-NASTURTIETEA OFFICINALIS							
<i>Glyceria fluitans</i>	.	.	.	+	r	.	III
<i>Sparganium erectum</i>	.	.	+	+	.	.	III
Autres							
<i>Polygonum sp.</i>	.	.	.	+	.	.	I

Tableau 4 : Groupement à *Callitriche hamulata* et *Ranunculus aquatilis* prov.

Source des relevés :

B01 : Causse G., Fédoroff E. (MON TSAUCHE-LES-SETTONS, le Moulin de Palmaroux) ;

B05 : Fédoroff E. (ALLIGNY-EN-MORVAN, Champcommeau, au gué) ;

B06 : Fédoroff E. (MOUX-EN-MORVAN, Le Ternin, juste en amont de la confluence avec le Ruisseau de Chazelle) ;

B49 : Menard O. (MONTHELON, Monthelon) ;

B04 : Fédoroff E. (ALLIGNY-EN-MORVAN, Champ Rouge) ;

B88 : Menard O. (BRASSY, l'Huis Carré).

5. Végétation calcicole et mésotrophile à Potamot dense : *Groenlandietum densae* Segal ex Schipper, Lanjouw & Schaminée in Schaminée & al 1995

Corine : **24.43**

Natura : **3260-4**

Eunis : **C2.1A / C2.27**

Composition floristique

Végétation dense dominée par *Groenlandia densa*, parfois en peuplements monospécifiques, souvent accompagnée par *Ranunculus trichophyllus*. Le reste du cortège comprend d'autres espèces des *Potametea* (*Callitriche platycarpa*, *Stuckenia pectinata*, *Fontinalis antipyretica* (m)...) ou des *Glycerio* – *Sparganietea* (*Glyceria fluitans*, *Helosciadium nodiflorum*, *Nasturtium officinale*, *Sparganium erectum*).

Caractéristiques stationnelles, écologie et répartition de l'habitat

Association héliophile des eaux calcaires claires et peu profondes (0,3-0,6m), faiblement courantes à stagnantes (ruisseaux, canaux, rivières lentes, lavoirs, sources), sur des substrats calcaires variés ; basiphile (pH 7,5-8,5), oligomésotrophile à mésotrophile, polluo-tolérante.

Observée en Bourgogne dans les régions calcaires des Plateaux de Bourgogne (Barséquanais, Chablisien), de l'Auxois et de la Montagne châillonaise (relevés tous situés dans le bassin versant de l'Yonne).

Discussion phytosociologie

Association sans difficulté de détermination, ni variantes connues.

Intérêt patrimonial

Habitat d'intérêt communautaire sous le code 3260-4 : "Rivières à Renoncules oligo-mésotrophes à méso-eutrophes, neutres à basiques". Flore patrimoniale : *Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans* (RRR), *Groenlandia densa* (RR), *Ranunculus trichophyllus* (RR).

Relevé	B08	B15	B17	B07	B14	
Date d'observation	27/07/11	24/08/12	19/04/12	08/06/11	07/08/12	
Surface du relevé (m ²)	6	.	5	8	.	
Profondeur (m)	0,4	.	.	0,1	.	
Recouvrement total (%)	70	.	80	90	.	
Recouvrement herbacé (%)	70	.	80	90	.	
Recouvrement muscinal (%)	0	.	3	0	.	
Nombre de taxons distincts	3	4	5	8	3	
Cortège caractéristique						
<i>Groenlandia densa</i>	4	5	3	4	3	V
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	.	.	3	1	1	III
POTAMETEA PECTINATI						
<i>Stuckenia pectinata</i>	1	.	.	.	.	I
<i>Callitriche platycarpa</i>	.	1	.	.	.	I
<i>Ranunculus penicillatus subsp. pseudofluitans</i>	.	+	.	.	.	I
<i>Callitriche obtusangula</i>	.	.	1	.	.	I
<i>Fontinalis antipyretica</i> (m)	.	.	+	.	.	I
<i>Potamogeton trichoides</i>	.	.	.	.	1	I
GLYCERIO FLUITANTIS-NASTURTIETEA OFFICINALIS						
<i>Helosciadium nodiflorum</i>	.	.	+	2	.	II
<i>Nasturtium officinale</i>	.	+	.	1	.	II
<i>Sparganium erectum</i>	+	.	.	.	.	I
<i>Glyceria fluitans</i>	.	.	.	2	.	I
Autres						
<i>Myosotis scorpioides</i>	.	.	.	+	.	I
<i>Agrostis stolonifera</i>	.	.	.	+	.	I
<i>Phalaris arundinacea</i>	.	.	.	+	.	I

Tableau 5 : *Groenlandietum densae* Segal ex Schipper, Lanjou & Schaminée in Schaminée & al 1995

Source des relevés :

B08 : Ménard O. (SOUSSEY-SUR-BRIONNE, Pré Culètre) ;

B15 : Weber E. (MONTIGNY-SUR-AUBE, Pré des Lannes) ;

B17 : Weber E. (CHICHEE, Fontaine d'Asnières) ;

B07 : Weber E. (SAINT-GERMAIN-LE-ROCHEUX, le Moulin de Saint-Germain) ;

B14 : Weber E. (MONTIGNY-SUR-AUBE, Fontaine de la Garenne).

6. Végétation basiphile et mésotrophile à (Fausse) Renoncule flottante et Potamot perfolié : *Sparganio simplicis - Ranunculetum fluitantis* Jouanne 1927

Corine : 24.43

Natura : 3260-4/5

Eunis : C2.27 / C2.33

Composition floristique

Végétation dense (55 à 80%) caractérisée par *Ranunculus fluitans* et/ou *Ranunculus penicillatus subsp. pseudofluitans*, *Potamogeton nodosus* et *Sparganium emersum*. Le reste du cortège se compose surtout d'espèces des *Potametea* comme *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton crispus* et *Fontinalis antipyretica* (m).

Caractéristiques stationnelles, écologie et répartition de l'habitat

Association rhéophile, héliophile, venant à faible profondeur (jusqu'à 1m) dans des rivières à substrat limono-sableux à graveleux souvent calcaire ; neutrophile à légèrement basiphile, mésotrophique à eutrophique. Elle est associée aux endroits où le courant ralentit (près des rives, zones d'atterrissements...).

Observée en Bourgogne sur les 3 bassins versants, surtout en rivière (cat. 1 à 4) mais aussi sur la Loire. Régions naturelles : Dépression péri-morvandelle (Terre Plaine, Charolais houiller), Fossé Bressan (Plaine de Saône, Val de Saône, Pays des Tille et Vingeanne), Plateaux calcaires (Plateau vézelien et du Beuvron, Tonnerrois), Vallée châillonnaise, Vals de Loire et d'Allier.

Discussion phytosociologie

Nous avons réuni ici les relevés à Potamot noueux qui se trouve, en Bourgogne, majoritairement associé à la Fausse renoncule flottante (*R. penicillatus subsp. pseudofluitans*) mais parfois aussi à la Renoncule flottante (*R. fluitans*) ou les

deux renoncules en mélange. Il pourrait s'agir ici d'un cas de remplacement de la Renoncule flottante par la Fausse renoncule flottante, notamment en cas d'eutrophisation ou d'autres types de pollution (possibilité évoqué dans Felzines à paraître mais aussi dans Chytry 2011). Lorsque l'eutrophisation devient plus forte l'évolution de cet habitat se fait vers le *Sparganio emersi* – *Potametum pectinati* (cf. hab. 7).



Photo 2 : *Sparganio simplicis* - *Ranunculetum fluitantis* Jouanne 1927

Intérêt patrimonial

Habitat d'intérêt communautaire sous le code 3260-4 : "Rivières à Renoncules oligo-mésotrophes à méso-eutrophes, neutres à basiques" ou 3260-5 : "Rivières eutrophes (d'aval), neutres à basiques, dominées par des Renoncules et des Potamots".
Flore patrimoniale : *Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans* (RRR), *Myriophyllum verticillatum* (RR), *Potamogeton perfoliatus* (RR), *Ranunculus fluitans* (RR), *Zannichellia palustris* (RR).

Relevé	B12	B91	B40	B63	B67	B73	B84	B69		
Date d'observation	16/07/12	02/07/14	10/07/13	04/06/14	05/06/14	06/06/14	12/06/14	05/06/14		
Surface du relevé (m ²)	10	60	15	80	30	60	40	30		
Profondeur (m)	.	0,25	0,15	0,25	0,45	0,4	0,15-0,7	0,3-0,7		
Recouvrement total (%)	80	60	55	65	60	70	60	70		
Recouvrement herbacé (%)	70	60	55	65	60	60	60	70		
Recouvrement muscinal (%)	50	0	0	0	0	15	0	0		
Nombre de taxons	4	6	3	5	3	5	3	6		
Cortège caractéristique										
<i>Potamogeton nodosus</i>	3	+	3	1	2	2	r	1	V	V
<i>Ranunculus penicillatus ssp. pseudofluitans</i>	.	1	+	4	3	1	2	+	V	.
<i>Myriophyllum spicatum</i>	2	.	+	+	+	3	3	.	IV	.
<i>Ranunculus fluitans</i>	3	3	.	.	.	.	.	.	II	IV
<i>Sparganium cf emersum</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	I	IV
POTAMETEA PECTINATI										
<i>Fontinalis antipyretica</i> (m)	4	.	.	.	.	1	.	.	II	.
<i>Potamogeton crispus</i>	.	r	.	+	.	.	.	.	II	IV
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	I	.
<i>Callitriche sp.</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	I	V
<i>Nuphar lutea</i>	.	.	.	.	.	.	.	3	I	.
<i>Stuckenia pectinata</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	I	.
<i>Ceratophyllum demersum</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	I	.
LEMNITEA MINORIS										
<i>Lemna minor</i>	.	r	.	.	.	.	.	.	I	.
<i>Ludwigia grandiflora</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	I	.
Autres										
<i>Oenanthe aquatica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V
<i>Helosciadium nodiflorum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V

Tableau 6 : *Sparganio simplicis - Ranunculetum fluitantis* Jouanne 1927

Source des relevés :

- B12 : Ménard O. (VIEUX-CHATEAU, Vieux-Château) ;
 B91 : Ménard O. (SERMIZELLES, le Pâtis) ;
 B40 : Ménard O. (SENAILLY, l'Armançon (Rivière)) ;
 B63 : Ménard O. (CHAMBILLY, Chambilly) ;
 B67 : Ménard O. (SAINT-MARTIN-EN-GATINOIS, Pâquier du Maros) ;
 B73 : Ménard O. (PACY-SUR-ARMANCON, Pacy-sur-Armançon) ;
 B84 : Ménard O. (VENDENESSE-SUR-ARROUX, Cefrin) ;
 B69 : Ménard O. (SAUNIERES, Saunières)
 Col. Synth. Biblio : Jouanne 1927 (6 relevés).

7. Végétation méso-eutrophile des eaux faiblement courantes à Rubanier émergé et Nénuphar jaune : *Sparganio emersi - Potametum pectinati* Hilbig ex Reichhoff & Hilbig 1975

Corine : **24.44**

Natura : **3260-5**

Eunis : **C2.28 / C2.34**

Composition floristique

Végétation assez dense à très recouvrante (40 à 85%) caractérisée par *Sparganium emersum* sous sa forme rhéophile, accompagné par *Callitriche platycarpa* et *Stuckenia pectinata*. Les relevés réalisés montrent une variante de cette végétation avec la forme rhéophile de *Nuphar lutea*, ainsi que *Potamogeton perfoliatus*, *Ranunculus penicillatus subsp. pseudofluitans* et *Sagittaria sagittifolia*. Le reste du cortège comprend surtout des taxons des *Potametea* comme *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton crispus* ou *Elodea canadensis* ainsi que *Spirodela polyrhiza* et *Fontinalis antipyretica* (m).

Caractéristiques stationnelles, écologie et répartition de l'habitat

Association héliophile des rivières et canaux à courant lent (faibles valeurs d'Oxygène dissous) et moyennement profonds (1-2 m) sur substrat envasé, neutre à faiblement basique (ph mesurés de 7,72 à 8,68), mésotrophile à méso-eutrophile, polluotolérante (pollutions ponctuelles à l'azote ammoniacal et en ortho-phosphates observées ponctuellement). Elle traduit une eutrophisation des cours d'eau ou des modifications du substrat et de la charge en particules de l'eau liées à des perturbations mécaniques. La variante observée à *Nuphar lutea* prend place à des profondeurs inférieures à 1m et sur substrat très envasé.

Observée dans les 3 bassins versants : sur la Saône, plusieurs rivières (Loing, Vingeanne, Arroux...) mais aussi des canaux (Canal de Bourgogne et Canal de la Marne à la Saône) ; le tout dans les régions naturelles de : Puisaye, Dépression péri-morvandelle (Bassin d'Autun, Charolais houiller), Fossé Bressan (Pays des Tille et Vingeanne, Val de Saône), Plateau châillonnais et Vallée châillonnaise.



Photo 3 : *Sparganio emersi* - *Potametum pectinati* Hilbig ex Reichhoff & Hilbig 1975

Discussion phytosociologie

Nous observons ici une variante présentant des formes rhéophiles d'espèces des eaux faiblement courantes (*Sagittaria sagittifolia* et *Nuphar lutea*). Cette variante est décrite, mais non nommée en tant que sous-association, dans Mériaux & Wattez 1983 comme un « groupement à *Nuphar lutea* forme *submersa* » (col. synth. biblio 2 dans le tab.7).

Intérêt patrimonial

Habitat d'intérêt communautaire sous le code 3260-5 : "Rivières eutrophes (d'aval), neutres à basiques, dominées par des Renoncules et des Potamots". Flore patrimoniale : *Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans* (RRR), *Hippuris vulgaris* (RRR), *Potamogeton perfoliatus* (RR), *Sagittaria sagittifolia* (RR).

Relevé	B54	B53	B21	B33	B70	B68	B80	B85	B92	B81	B38			
Date d'observation	11/09/13	10/09/13	04/06/13	18/06/13	06/06/14	05/06/14	11/06/14	12/06/14	18/07/14	11/06/14	10/07/13			
Surface du relevé (m ²)	20	.	10	40	10	35	10	25	60	.	75			
Profondeur (m)	.	.	1	0,3	0,55	0,45	0,25	0,8	0,1	.	0,25			
Recouvrement total (%)	40	.	80	70	75	60	70	45	85	.	65			
Recouvrement herbacé (%)	40	.	80	70	75	60	70	45	55	.	60			
Recouvrement muscinal (%)	0	.	0	0	0	0	0	0	45	.	5			
Nombre de taxons	6	5	7	5	3	7	4	6	7	7	6			
Cortège caractéristique														
<i>Sparganium emersum</i>	3	X	+	+	2	2	2	2	2	X cf	.	V	III	V
<i>Stuckenia pectinata</i>	.	.	.	2	.	2	1	.	.	X	2	III	V	II
<i>Callitriche platycarpa</i>	r cf	X cf	4	.	.	.	.	.	1	X	.	III	.	.
Variante à <i>Nuphar lutea</i>														
<i>Nuphar lutea</i>	2	X	1	1	3	2	.	1	.	X	.	IV	+	IV
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	.	.	.	.	.	+	2	.	.	X	2	II	.	.
<i>Ranunculus penicillatus</i> subsp. <i>pseudofluitans</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	3	X	2	II	.	.
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	I	.	V
POTAMETEAE PECTINATI														
<i>Myriophyllum spicatum</i>	.	.	.	3	3	+	2	2	.	.	.	III	I	I
<i>Potamogeton crispus</i>	r	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	II	I	I
<i>Fontinalis antipyretica</i> (m)	.	.	.	.	.	.	.	.	2	X	1	II	.	.
<i>Elodea canadensis</i>	2	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.
<i>Potamogeton nodosus</i>	.	.	.	2	.	.	.	+	.	.	.	I	.	.
<i>Hippuris vulgaris</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.
<i>Ceratophyllum demersum</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	I	.	III
<i>Elodea nuttallii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	I	.	.
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	I	+	.
<i>Ranunculus aquatilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
<i>Callitriche hamulata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
<i>Potamogeton natans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.
<i>Callitriche obtusangula</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
GLYCERIO FLUITANTIS-NASTURTIETEA OFFICINALIS														
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.
cf <i>Helosciadium nodiflorum</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.
LEMNETEA MINORIS														
<i>Spirodela polyrhiza</i>	r	X	.	.	.	.	.	r	.	.	.	II	+	.
<i>Lemna minor</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	I
<i>Lemna gibba</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Lemna trisulca</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
PHRAGMITO-MAGNOCARICETEA														
<i>Oenanthe aquatica</i>	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.
<i>Butomus umbellatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Phalaris arundinacea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Autres														
Algues	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	I	.	I

Tableau 7 : *Sparganio emersi - Potamogeton pectinati* Hilbig ex Reichhoff & Hilbig 1975

Source des relevés :

- B93 : Fernez T. (MOUTIERS-EN-PUISAYE, la Forge) ;
 B37 : Ménard O. (SAINT-REMY, Blaisy) ;
 B54 : Fernez T. (SAINT-FARGEAU, le Moulin Fleury) ;
 B53 : Fernez T. (SAINT-FARGEAU, le Petit Pré) ;
 B21 : Ménard O. (VEUXHAULLES-SUR-AUBE, Veuxhailles-sur-Aube) ;
 B33 : Ménard O. (RENEVE, Renève) ;
 B70 : Ménard O. (ROUGEMONT, Coteau des Tours) ;
 B68 : Ménard O. (VERDUN-SUR-LE-DOUBS, Verdun-sur-le-Doubs) ;
 B80 : Ménard O. (SAINT-SEINE-SUR-VINGEANNE, Écluse de Saint Seine) ;
 B85 : Ménard O. (VENDENESSE-SUR-ARROUX, l'Embouche) ;
 B92 : Ménard O. (SAINT-LEGER-DU-BOIS, Saint-Léger-du-Bois) ;
 B38 : Ménard O. (QUINCY-LE-VICOMTE, Croix du Vieux Pont) ;
 B81 : Ménard O. (POUILLY-SUR-VINGEANNE, Pouilly-sur-Vingeanne).
 Col. Synth. Biblio 1 : *Sparganium emersum - Potamogeton pectinatus* Hilbig 1971 (25 relevés) ;
 Col. Synth. Biblio 2 : *Sparganium emersum - Potamogeton pectinatus* Hilbig 1971 groupement à *Nuphar lutea* fo. *Submersa* Mériaux J.-L. & Wattez J.-R. 1983 (6 relevés)

8. Végétation acidiphile et mésotrophile à eutrophile à Callitriche à fruits plats et Véronique des ruisseaux : *Veronico beccabunga* - *Callitrichetum platycarpae* Grube ex Mériaux 1978

Corine : 24.44

Natura : 3260-4

Eunis : C2.28

Composition floristique

Végétation paucispécifique et très dense caractérisée par *Callitriche platycarpa* et *Veronica beccabunga*. D'autres espèces sous forme rhéophile sont présentes comme *Myosotis scorpioides*.

Caractéristiques stationnelles, écologie et répartition de l'habitat

Association héliophile des eaux faiblement courantes peu profondes (20-80cm) et claires, sur substrat de sable et graviers plus ou moins calcaireux et recouvert de vase, plus rarement en eaux stagnantes (bras morts en contexte fluvial avec apports phréatiques) ; neutrocline à basiphile, mésotrophile à eutrophile, pollutolérante.

Elle a été observée seulement en Puisaye (Bassin versant de l'Yonne).

Discussion phytosociologie

La comparaison du groupement observé avec la colonne synthétique issue de Mériaux 1978 montre que les relevés réalisés relèvent de la variante « des fossés d'alimentation des étangs » de l'association décrite. En citant tout de même l'absence de *Berula erecta*, dans les relevés présentés ici.

Intérêt patrimonial

Habitat d'intérêt communautaire sous le code 3260-4 : "Rivières à Renoncules oligo-mésotrophes à méso-eutrophes, neutres à basiques".

Relevé	B59	B57		
Date d'observation	13/10/13	11/10/13		
Surface du relevé (m ²)	3	4		Col. synth. Biblio
Recouvrement total (%)	.	80		
Recouvrement herbacé (%)	100	80		
Recouvrement muscinal (%)	0	0		
Nombre de taxons	6	4		
Cortège caractéristique				
<i>Callitriche platycarpa</i>	4	4	2	V
<i>Veronica beccabunga</i>	2	2	2	III
POTAMETEA PECTINATI				
<i>Potamogeton crispus</i>	.	r	1	.
<i>Berula erecta</i>	.	.	.	II
<i>Elodea canadensis</i>	.	.	.	I
<i>Myriophyllum spicatum</i>	.	.	.	I
<i>Ceratophyllum demersum</i>	.	.	.	I
<i>Nuphar lutea</i>	.	.	.	I
<i>Nymphaea alba</i>	.	.	.	I
PHRAGMITO AUSTRALIS-MAGNOCARICETEA ELATAE				
<i>Mentha aquatica</i>	+	.	1	.
<i>Lycopus europaeus</i>	r	.	1	.
<i>Phalaris arundinacea</i>	r	.	1	.
<i>Sparganium emersum</i>	.	.	.	I
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	.	.	.	I
Autres				
<i>Myosotis scorpioides</i>	1	.	1	III
<i>Polygonum hydropiper</i>	.	r	1	.
<i>Lemna minor</i>	.	.	.	I

Tableau 8 : *Veronico beccabunga* - *Callitrichetum platycarpae* Grube ex Mériaux 1978

Source des relevés :

B59 : Hendoux F. (SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS, le Moulin de la Prairie (Ferme)) ;

B57 : Weber E. (SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS, la Maillarderie)

Col. Synth. Biblio : Mériaux 1978.

9. Comparaison synthétique des syntaxons

Le tableau 9 ci-dessous permet de comparer la composition spécifique des associations identifiées en Bourgogne telles qu'elles ont été observées.

N° Habitat	5	8	4	2	3	6	1	7	
Nombre de Relevés	5	2	6	2	3	8	9	11	
Nombre de Taxons	15	8	6	9	3	14	20	21	
Cortèges caractéristiques									
<i>Groenlandia densa</i>	V	.	.	.	.	.	II	.	2
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	III	.	.	.	.	.	I	.	2
<i>Callitriche platycarpa</i>	I	2	.	.	.	I	III	III	5
<i>Veronica beccabunga</i>	.	2	.	.	.	.	.	.	1
<i>Ranunculus aquatilis</i>	.	.	V	.	.	.	.	.	1
<i>Callitriche hamulata</i>	.	.	V	1	3	.	.	.	3
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	.	.	.	2	.	.	.	.	1
<i>Potamogeton nodosus</i>	.	.	.	.	.	V	.	I	2
<i>Ranunculus fluitans</i>	.	.	.	2	.	II	.	.	2
<i>Ranunculus penicillatus ssp. pseudofluitans</i>	I	.	.	.	3	V	IV	II	5
<i>Callitriche obtusangula</i>	I	.	.	.	.	.	V	.	2
<i>Berula erecta</i>	.	.	.	.	.	.	IV	.	1
<i>Sparganium emersum</i>	.	.	.	1	.	I	II	V	4
<i>Nuphar lutea</i>	.	.	.	.	.	I	.	IV	2
POTAMETEA PECTINATI									
Batrachion fluitantis									
<i>Fontinalis antipyretica (m)</i>	I	.	I	1	1	II	II	II	7
<i>Ceratophyllum demersum</i>	.	.	.	.	.	I	I	I	3
<i>Hippuris vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	I	I	2
<i>Callitriche brutia</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	1
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	II	1
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	I	1
Autres alliances									
<i>Potamogeton crispus</i>	.	1	.	.	.	II	I	II	4
<i>Stuckenia pectinata</i>	I	.	.	.	.	I	I	III	4
<i>Myriophyllum spicatum</i>	.	.	.	.	.	IV	I	III	3
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	.	.	.	.	.	I	.	I	2
<i>Elodea canadensis</i>	.	.	.	.	.	.	I	I	2
<i>Potamogeton trichoides</i>	I	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Potamogeton x rivularis</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	1
<i>Potamogeton cf. obtusifolius</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	1
<i>Hottonia palustris</i>	.	.	.	.	.	.	I	.	1
<i>Zannichellia palustris</i>	.	.	.	.	.	.	I	.	1
<i>Elodea nuttallii</i>	.	.	.	.	.	.	.	I	1
PHRAGMITO AUSTRALIS-MAGNOCARICETEA ELATAE									
<i>Phalaris arundinacea</i>	I	1	.	.	.	.	.	.	2
<i>Lycopus europaeus</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	1
<i>Mentha aquatica</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	1
<i>Oenanthe aquatica</i>	.	.	.	.	.	.	.	I	1
GLYCERIO FLUITANTIS-NASTURTIETEA OFFICINALIS									
<i>Helosciadium nodiflorum</i>	II	.	.	.	.	.	II	I	3
<i>Glyceria fluitans</i>	I	.	III	.	.	.	.	.	2
<i>Sparganium erectum</i>	I	.	III	.	.	.	.	.	2
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	.	.	.	.	.	.	II	I	2
<i>Nasturtium officinale</i>	II	.	.	.	.	.	.	.	1
LEMNETEA MINORIS									
<i>Lemna minor</i>	.	.	.	.	.	I	.	.	1
<i>Spirodela polyrhiza</i>	.	.	.	.	.	.	.	II	1
Autres									
<i>Persicaria hydropiper</i>	.	1	I	1	.	.	.	.	3
<i>Myosotis scorpioides</i>	I	1	.	.	.	.	.	.	2
Algue sl	.	.	.	.	.	.	II	I	2
<i>Agrostis stolonifera</i>	I	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Ludwigia grandiflora</i>	.	.	.	.	.	I	.	.	1
<i>Galium palustre</i>	.	.	.	.	.	.	I	.	1

Tableau 9 : Tableau synthétique des associations du *Batrachion fluitantis* en Bourgogne

N° Habitat :

- 5 : *Groenlandietum densae*
- 8 : *Veronica beccabungae* - *Callitricetum platycarpae*
- 4 : Gpt à *Callitriche hamulata* et *Ranunculus aquatilis*
- 2 : *Callitriche hamulatae* - *Myriophylletum alterniflori*
- 3 : cf. *Callitriche hamulatae* - *Ranunculetum fluitantis*
- 6 : *Sparganio simplicis* - *Ranunculetum fluitantis*
- 1 : *Callitricetum obtusangulae*
- 7 : *Sparganio emersi* - *Potametum pectinati*

5. Menaces et perspectives

5.1 – Menaces et Régression des habitats

Les différentes menaces qui pèsent sur les végétations aquatiques d'eaux courantes peuvent être classées en 3 catégories : les pollutions d'origine chimique, les perturbations « physiques » et l'introduction d'espèces envahissantes. De nombreuses informations citées ci-après ont pour source le site internet du CNRS (<http://www.cnrs.fr>).

Pollutions chimiques

Elles concernent surtout deux types d'intrants, les produits agricoles ou industriels (pesticides, nitrates, orthophosphates...) et les métaux lourds. Les pesticides qui arrivent dans les milieux aquatiques par ruissellement et infiltration ou par négligence et sont à l'origine d'une pollution diffuse et généralisée. Les nitrates présents dans les eaux proviennent surtout de l'agriculture (épandages d'engrais azotés et de lisier), mais aussi de rejets des collectivités locales et de l'industrie. Les zones les plus atteintes sont les plaines alluviales qui récoltent les eaux des grands bassins versants et sont des lieux privilégiés d'agriculture intensive. Les phosphates rejetés dans l'environnement proviennent, à parts sensiblement égales, de sources agricoles (engrais) et industrielles, de déjections humaines et de détergents ou lessives phosphatées. Les nitrates et les phosphates sont les principaux responsables des phénomènes d'eutrophisation et de dystrophisation.

Dans le rapport « Contamination des cours d'eau par les pesticides en 2011 » du Commissariat Général au Développement Durable, il est indiqué que 93 % des points hydrographiques de France métropolitaine sont contaminés, ce chiffre permettant de constater une pollution quasi-généralisée des cours d'eau en France. Le CGDD précise que les zones les plus polluées se situent dans le nord de la France, le Bassin parisien, le Sud-Ouest, l'amont du Rhône et la Martinique. Ce sont des zones avec une intense activité céréalière, maraîchère ou viticole.

Ces menaces peuvent être ponctuelles (rejets locaux) ou diffuses (apports par l'ensemble du bassin versant) ; permanentes (rejets domestiques d'une grande ville, par exemple), périodiques (augmentations saisonnières des rejets liées au tourisme, aux crues...) ou encore accidentelles ou aiguës, à la suite du déversement intempestif de produits toxiques d'origine industrielle ou agricole, ou du lessivage des sols urbains lors de fortes pluies.

De nombreuses données sont consultables par l'intermédiaire des sites internet des différentes Agences de l'eau (pour la Bourgogne : Agences de l'eau Seine-Normandie, Rhône-Méditerranée et Loire-Bretagne).

Ces différentes pollutions peuvent avoir pour conséquences la raréfaction voire la disparition de la végétation macrophytique, des explosions algales...

Perturbations physiques

Les végétations aquatiques sont très sensibles aux modifications hydrologiques subies par les cours d'eau comme le changement durable de débit, l'augmentation des matières en suspension (envasement, turbidité perturbant la photosynthèse)... Ces perturbations sont surtout liées aux aménagements hydrauliques (barrages, seuils) et aux divers travaux hydrauliques (recalibrage, endiguement, imperméabilisation des berges, pompes dans le lit mineur...) qui entraînent des modifications du régime hydrologique et perturbent le cycle annuel des cours d'eau (étiage, crues...) ; mais aussi à la disparition des forêts riveraines.

Introduction d'espèces allochtones proliférantes

Certaines espèces à développement surfacique important, comme la Jussie (*Ludwigia grandiflora*), peuvent fortement nuire au fonctionnement écologique des petits cours d'eau, en privant les communautés animales et végétales aquatiques de lumière et d'oxygène. En effet, leur forte compétitivité fait qu'elles peuvent se substituer parfois rapidement aux communautés en place.

Régression des habitats

Même s'il est fortement probable que les surfaces occupées et la diversité des végétations aquatiques du *Batrachion* ont diminué en Bourgogne au cours des précédentes décennies, il n'est pas possible sans un suivi pluriannuel d'en évaluer le dimensionnement.

D'une manière globale, Steffen (2013) indique une banalisation des espèces ubiquistes (de large amplitude car tolérante vis-à-vis des conditions du milieu), la disparition des espèces oligotrophiques et donc l'évolution des habitats du *Batrachion* vers des groupements appauvris et moins pourvus en espèces caractéristiques et/ou patrimoniales.

5.2 – Protection et périmètres de protection

L'intégralité des associations relevant du *Batrachion fluitantis* sont d'intérêt communautaire sous le code générique **3260** « Rivières des étages planitiaire à montagnard avec végétation du *Ranunculion fluitantis* et du *Callitricho-Batrachion* ».

Dans le Cahier Habitat tome 3 « Habitats humides », la Bourgogne est concernée par les déclinaisons 1, 3, 4, 5 et 6 du code 3260. Précision syntaxonomique, le *Ranunculion fluitantis* cité dans le Cahier Habitats est un synonyme du *Batrachion fluitantis* et le *Callitricho – Batrachion* est une alliance composite réunissant le *Batrachion fluitantis* (Végétations d'eaux courantes) et le *Ranunculion aquatilis* (Végétations d'eaux stagnantes). Cette alliance composite permet de rendre compte de la variété des espèces aquatiques et amphibies généralement présentes dans un même cours d'eau (niveau d'étiage variable des cours d'eau qui peut conduire à l'apparition de végétations lenticques).

3260-1 "Rivières (à renoncules) oligotrophes acides"

Cette fiche concerne les végétations héliophiles à renoncules et callitriches (*Batrachion fluitantis*) ou à Potamot à feuilles de renouée (*Potamion polygonifolii*), ainsi que les communautés bryophytiques sciaphiles (non étudiées dans ce rapport), qui sont situées dans les cours d'eau issus des massifs cristallins et en particulier dans les têtes de bassin peu enrichies (eaux à richesse en nitrates variable mais toujours pauvres en orthophosphates, pH acide).

En Bourgogne, elle concerne le ***Callitricho hamulatae - Myriophylletum alterniflori***, observée sur le massif du Morvan (Habitat 2).

3260-3 : "Rivières à renoncules oligo-mésotrophes à méso-eutrophes, acides à neutres"

Cette fiche concerne les végétations d'eaux courantes oligo-mésotrophes à renoncules et callitriches (*Batrachion fluitantis*) et celles méso-eutrophes accueillant plus d'espèces tolérantes à l'eutrophisation (ex : *Potamogeton crispus*, élodées, *Myriophyllum spicatum*...) qui sont situées surtout dans les cours d'eau issus des massifs cristallins mais aussi sous une forme appauvrie dans des eaux proches de la neutralité (eaux à richesse en nitrates variable, restant assez pauvres en orthophosphates, pH acide à neutre).

En Bourgogne, elle concerne le **Groupement à *Callitriche hamulata* et *Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans* prov.** (Hab. 3) et **Groupement à *Callitriche hamulata* et *Ranunculus aquatilis* prov.** (Hab. 4).

3260-4 : "Rivières à renoncules oligo-mésotrophes à méso-eutrophes, neutres à basiques"

Cette fiche concerne les végétations d'eaux courantes des cours d'eau développés sur roches mères calcaires ou marneuses et celle des cours d'eau phréatiques en zone basique à neutre sur alluvions (tous les grands fleuves).

En Bourgogne, elle concerne le *Groenlandietum densae* (Hab. 5), le *Sparganio simplicis - Ranunculetum fluitantis* (Hab. 6) et le *Veronico beccabungae - Callitrichetum platycarpae* (Hab. 8).

3260-5 : "Rivières eutrophes (d'aval), neutres à basiques, dominées par des renoncules et des potamots"

Cette fiche concerne les végétations d'eaux courantes des cours d'eau larges et bras morts en système alluvial complexe, caractéristiques des grandes rivières naturellement ou artificiellement eutrophisées.

En Bourgogne, elle concerne le *Sparganio simplicis - Ranunculetum fluitantis* (Hab. 6) et le *Sparganio emersi - Potametum pectinati* (Hab. 7).

3260-6 : "Ruisseaux et petites rivières eutrophes neutres à basiques"

Cette fiche concerne les cours d'eau préférentiellement sur roches mères neutres ou basiques mais parfois aussi sur des roches acides, et dont les eaux sont eutrophes.

En Bourgogne, elle ne concerne que le *Callitrichetum obtusangulae* (hab. 1).

Présence du code 3260 dans les DOCOB N2000

L'habitat N2000 3260 est actuellement considéré comme présent dans 22 des 50 sites N2000 de Bourgogne. En revanche, dans les DOCOB, ce code n'est pas ou peu décliné en habitats élémentaires.

5.3 – Prospections complémentaires et gestion de l'habitat

Afin de préciser la localisation des groupements du *Batrachion* identifiés en Bourgogne, il pourrait être utile de compléter la démarche engagée en prospectant des secteurs peu pourvus en données floristiques historiques mais susceptibles d'être favorables. Par exemple :

- Nièvre : vallées de l'Yonne et de la Nièvre, Canal du Nivernais
- Saône-et-Loire : vallées de la Dheune, de la Bourbince, de la Grosne et de la Seille
- Yonne : vallée de l'Ouanne

En termes de gestion, la conservation des végétations aquatiques est indissociable de celle des cours d'eau et donc du bassin versant. Il s'agit d'une gestion intégrée, qui concerne à la fois la qualité et la quantité d'eau mais qui nécessite peu d'interventions directes (voir cahier Habitats « Habitats humides » pour plus de détails). A l'échelle du bassin versant, il s'agit surtout d'une gestion qualitative et quantitative de l'eau, avec une surveillance des phénomènes d'écoulement, d'érosion (pour limiter l'envasement) et des prélèvements divers... A l'échelle du cours d'eau, interventions ponctuelles comme la suppression des embâcles, la restauration des berges et/ou de la ripisylve, le faucardage éventuelle des végétations héliophytiques (si la végétation devient trop dense)...

La restauration de l'habitat dans les secteurs où il aurait disparu est peu envisageable dans la mesure où elle nécessiterait à la fois une diminution des facteurs négatifs (pollutions diverses, température trop élevée...) et une recolonisation naturelle des espèces. Même quand les conditions environnementales ont été suffisamment restaurées, les chances de restauration de l'habitat sont très affectées par l'impact à long terme des pollutions et la fragmentation inhérente des habitats.

Bibliographie

- ANONYME (2007) - *Interprétation Manual of European Union Habitats - Eur 27*. European Commission. DG Environment, Nature and Biodiversity, 142 p.
- BARDAT J., BIRET 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*. Publ. Sc. Muséum, Coll. Patrimoines nat., **61**, 171 p.
- BARDET O., FEDOROFF E., CAUSSE G. & MORET J. (2008) - *Atlas de la flore sauvage de Bourgogne*. Biotope (Mèze), Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. 752 p.
- BENSETTITI F., GAUDILLAT V., HAURY J. (2002) - *Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire - Habitats humides. Tome 3*. La Documentation Française. 457p.
- BISSARDON M., GUIBAL L. & RAMEAU J.-C. (2002) - *Corine Biotopes. Version originale, Types d'habitats français*. E.N.G.R.E.F. & A.T.E.N. 175 p.
- BUGNON F. (1995) - *Nouvelle flore de Bourgogne*. Bull. sci. de Bourgogne, édit. hors série, 1993 à 1998.
- CATTEAU E., DUHAMEL F., BALIGA M.-F., BASSO F. BEDOUET F., CORNIER T., MULLIE B., MORA F., TOUSSAINT B. & VALENTIN B. (2009) - *Guide des végétations des zones humides de la région Nord-Pas de Calais*. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul. Bailleul, 632 p.
- CAUSSE G., FERNEZ T., AZUELOS L., BESLIN O., HENDOUX F., LAFON P., MENARD O., PUJOL D. & WEBER E. (2014) - *Référentiel syntaxonomique augmenté des végétations du CBNBP. Version du 17/04/2014*. Base de données interne non publiée.
- CHYTRÝ M. & AL (2011) - *Vegetation of the Czech Republic 3. Aquatic and Wetland Vegetation*. Academia, Praha, 827 pp. (consultable en ligne : <http://www.sci.muni.cz/botany/vegsci/vegetace.php?lang=en>)
- COMMISSARIAT GENERAL AU DEVELOPPEMENT DURABLE (2013) - *Contamination des cours d'eau par les pesticides en 2011*. Service de l'observation et des statistiques, Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, n°436. (http://www.statistiques.developpementdurable.gouv.fr/fileadmin/documents/Produits_editoriaux/Publications/Chiffres_et_statistiques/2013/chiffres-stats436-contamination-cours-eau-2011-juin2013.pdf)
- FELZINES J.-C. (A PARAITRE) - *Contribution au prodrome des végétations de France : les Potametea Klika in Klika & V. Novák 1941*. Journal de la Société Botanique de France, à paraître.
- FERNEZ T., LAFON P. & HENDOUX F. (COORD.) (2015) – *Guide des végétations remarquables de la région Ile-de-France. Volume II Manuel pratique*. CBN du bassin parisien, DRIE d'IdF. Paris, 224p.
- FOURNIER P. (1934-1940) - *Les Quatre Flores de la France, Corse comprise (générale, alpine, méditerranéenne, littorale)*. Dernière ed. 2001, Dunot, 1200p.
- GROUPE QUALITE DES RIVIERES (2006) - *Guide technique du Prélèvement en rivière ; Techniques d'échantillonnage en vue d'analyses physico-chimiques*. Agence de l'eau Loire-Bretagne, 143p.
- HATTON-ELLIS T.-W. & GRIEVE N. (2003) - *Ecology of Watercourses Characterised by Ranunculion fluitantis and Callitricho-Batrachion*. Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series No.11. English Nature, Peterborough.
- JOUANNE P. (1927) - *Essai de géographie botanique des forêts de l'Aisne*. Bull. Soc. Bot. France, **74** : 858-869.
- LAMBINON J. & VERLOOVE F. (2012) - *Nouvelle Flore de Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines. 6ème éd.* Ed. du Jardin botanique national de Belgique (Meise), 1195 p.

- LEYSSEN A., DENYS L., SCHNEIDERS A. & MOUTON A.M. (2014) - *Distribution and environmental requirements of stream habitat with Ranunculon fluitantis and Callitricho-Batrachion vegetation in lower Belgium (Flanders)*. Aquatic Conserv : Mar. Freshw. Ecosyst. **24**: 601–622. (<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/aqc.2438/pdf>)
- LOUVET J., GAUILLAT V. & PONCET L. (2013) - *EUNIS, European Nature Information System. Classification des habitats. Traduction française*. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE. Paris, 289p.
- MERIAUX J.L. (1978) - *Etude analytique et comparative de la végétation aquatique d'étangs et marais du nord de la France (Vallée de la Sensée et bassin houiller de Nord-Pas-De-Calais)*. Doc. phyto. **NS III** : 1-244 et 11 t.
- MERIAUX J.L. & VERDEVOYE P. (1983) - *Données sur le Callitrichetum obtusangulae Seibert 1962 (synfloristique, syntaxonomie, synécologie et faune associée)*. Coll. phyto. "Les végétations aquatiques et amphibies", **X** : 45-68.
- MERIAUX J.L. & WATTEZ J.R. (1983) - *Groupements végétaux aquatiques et subaquatiques de la vallée de la Somme*. Coll. Phyto. "Les végétations aquatiques et amphibies", **X** : 369-411.
- PRUD'HOMME F. & ROBERT L. (2006) - *Ranunculus penicillatus subsp. penicillatus (Dumort) Bab. et R. penicillatus subsp. pseudofluitans (Syme) S.D. Webster : des surprises dans la détermination des Renoncules aquatiques en Midi-Pyrénées*. Isatis, **6** : 47-53.
- RICH T.C.G. & JERMY A.C. (1998) - *Plant Crib 1998*. Botanical Society of the British Isles.
- ROBBE G. (1993) - *Les groupements végétaux du Morvan*. Soc. Hist. nat. Autun, 160 p.
- ROYER J.-M., FELZINES J.-C., MISSET C. & THEVENIN S. (2006) - *Synopsis commenté des groupements végétaux de la Bourgogne et de la Champagne-Ardenne*. Bull. Soc. Bot. Centre-ouest **NS 25**, 394p.
- RYAN P.D. , HARPER D.A.T. AND WHALLEY J.S. (1995) - *PAST - PAlaeontological STatistics, ver. 1.66* (<http://folk.uio.no/ohammer/past>).
- STEFFEN K. (2013) - *Habitat ecology and long-term development of the macrophyte vegetation of north-west German streams and rivers since the 1950s*. Dissert., Univ. Göttingen, 131 p. (<http://d-nb.info/1044870907/34>)
- TISON J.-M. & DE FOUCAULT B. (2014) - *Flora Gallica. Flore de France*. Biotope, Mèze, 1196p.
- TUTIN T.G., BURGESS N.A., CHATER A.O., EDMONDSON J.R., HEYWOOD V.H., MOORE D.M., VALENTINE D.H., WALTERS S. WEBB M. AND WEBB D.A. (1993) - *Flora Europaea. Vol. 1*. 2nd edition. Cambridge University Press, pp. 269-186.
- WEBSTER S. D. (1988) - *Ranunculus penicillatus (Dumort.) Bab. in Great Britain and Ireland*. Watsonia, **17** : 1-22.

Annexe 1

Correspondance entre les identifiants des relevés dans les tableaux présentés et les identifiants des relevés dans la base de données :

Id_Relevé	Id_Rapport	Id_Relevé	Id_Rapport	Id_Relevé	Id_Rapport
20100826174216Cau	B01	20130702112656Men	B32	20140604103604Men	B62
20100826181401Cau	B02	20130702113210Men	B33	20140604120031Men	B63
20100929114253Féd	B03	20130702115019Men	B34	20140604160716Men	B64
20101004150714Féd	B04	20130702115737Men	B35	20140605094322Men	B65
20101018171215Féd	B05	20130702130520Men	B36	20140605100856Men	B66
20101019112919Féd	B06	20130710094538Men	B37	20140605103133Men	B67
20110609182804Web	B07	20130710115800Men	B38	20140605114610Men	B68
20110727155352Men	B08	20130710130703Men	B39	20140605141256Men	B69
20111115092241Auv	B09	20130710160838Men	B40	20140606101716Men	B70
20120620091327Men	B10	20130716111823Men	B41	20140606114132Men	B71
20120620155735Men	B11	20130716132551Men	B42	20140606122742Men	B72
20120716122957Men	B12	20130827162821Men	B43	20140606125144Men	B73
20120731144433Web	B13	20130827163238Men	B44	20140610105140Men	B74
20120807160554Web	B14	20130827163713Men	B45	20140610121247Men	B75
20120824144608Web	B15	20130827164111Men	B46	20140610140321Men	B76
20121105084930Web	B16	20130827164449Men	B47	20140610150106Men	B77
20121105091156Web	B17	20130827165051Men	B48	20140610164100Men	B78
20130604113731Men	B18	20130827172952Men	B49	20140611094525Men	B79
20130604125317Men	B19	20130827173138Men	B50	20140611111612Men	B80
20130604150232Men	B20	20130827173227Men	B51	20140611121452Men	B81
20130604162446Men	B21	20130829165740Men	B52	20140611131629Men	B82
20130604172859Men	B22	20130830111626Fe0	B93	20140611150250Men	B83
20130604175811Men	B23	20130910114551Fe0	B53	20140612111639Men	B84
20130605102524Men	B24	20130911162654Fe0	B54	20140612120318Men	B85
20130605115351Men	B25	20130911172531Fe0	B55	20140613091517Men	B86
20130605121651Men	B26	20131001153840Men	B56	20140613104327Men	B87
20130605165449Men	B27	20131011152113Web	B57	20140613161334Men	B88
20130606105225Men	B28	20140106163451Auv	B58	20140624092044Men	B89
20130606124033Men	B29	20140214112608Hen	B59	20140624153242Men	B90
20130606142834Men	B30	20140603145457Men	B60	20140702154833Men	B91
20130702112448Men	B31	20140603161146Men	B61	20140718101022Men	B92

Annexe 2

Tableau comparatif des critères de détermination des renoncules aquatiques à feuilles longues dans plusieurs flores :

Espèces	Flores	Pilosité des akènes	Pilosité du réceptacle	Longueur des feuilles	Segments des feuilles	Feuilles flottantes
R. fluitans	Flora europaea	.	glabre ou presque	> entrenoeuds	.	Non
R. fluitans	Flore Bugnon	± poilus	glabre ou presque	.	.	Non
R. fluitans	Flore de Belgique	à poils épars, pfs glabres	glabre ou à poils épars	≥ entrenoeuds	.	Non
R. fluitans	CBN Midi-Pyrénées	.	glabre ou presque	> entrenoeuds	feuilles molles	cité comme poss.
R. fluitans	Flora Gallica	.	glabre dès la floraison	.	.	Non
R. penicillatus ssp penicillatus	Flora europaea	.	(pubescent)	> entrenoeuds	segments flasques	possible en été
R. penicillatus ssp penicillatus	Flore Bugnon	.	.	.	.	.
R. penicillatus ssp penicillatus	Flore de Belgique	.	densément poilu	> entrenoeuds	100-150 lamères tjs flasques	possible en été
R. penicillatus ssp penicillatus	CBN Midi-Pyrénées	.	à poils épars, pfs glabrescent à la fruct°	> entrenoeuds	.	.
R. penicillatus ssp penicillatus	Flora Gallica	.	(pubescent)	les + grandes svt >8cm de long	segments ultimes > 150 µm de Ø	possible
R. penicillatus ssp pseudofluitans	Flora europaea	.	nettement poilu	≥ ou ≤ entrenoeuds	flasques ou rigides	Non
R. penicillatus ssp pseudofluitans	Flore Bugnon	glabres ou poilus	.	.	.	Non
R. penicillatus ssp pseudofluitans	Flore de Belgique	pubescents	densément poilu	≥ ou ≤ entrenoeuds	70-350 lamères, flasques ou ± rigides	Non
R. penicillatus ssp pseudofluitans	CBN Midi-Pyrénées	.	à poils ± denses	les + grandes gén ¹ ≤8cm de long	feuilles molles ou rigides	Non
R. penicillatus ssp pseudofluitans	Flora Gallica	.	.	.	segments ultimes < 150 µm de Ø	Non