



CONSERVATOIRE
BOTANIQUE NATIONAL
FRANCHE-COMTÉ



OBSERVATOIRE RÉGIONAL
DES INVERTÉBRÉS

BILAN STATIONNEL DU MYRIOPHYLLE HÉTÉROPHYLLE (*MYRIOPHYLLUM HETEROPHYLLUM* MICHX.) EN FRANCHE-COMTÉ

Rapport final – 2024



PRÉFET
DE LA RÉGION
BOURGOGNE
FRANCHE-COMTÉ

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Photos de couverture :

- En haut à gauche : détail du décalage des feuilles au sein des verticilles de *Myriophyllum heterophyllum* (A. Dutartre)
- En haut à droite : tige et feuilles submergées de *Myriophyllum heterophyllum* (M. Vuillemenot)
- En bas : herbiers conséquents de *Myriophyllum heterophyllum* dans le canal du Rhône au Rhin à Audelange (39), 29 mai 2022 (M. Vuillemenot)

Date de publication : Juin 2024

Référence bibliographique :

Vuillemenot M., 2024. *Bilan stationnel du myriophylle hétérophylle (Myriophyllum heterophyllum Michx.) en Franche-Comté ; rapport final*. Conservatoire botanique national de Franche-Comté – Observatoire régional des Invertébrés, 35 p. + annexes.



BILAN STATIONNEL DU MYRIOPHYLLE HÉTÉROPHYLLE (*MYRIOPHYLLUM HETEROPHYLLUM* MICHX.) EN FRANCHE-COMTÉ

Rapport final

2024

RÉSUMÉ : Ce bilan a été rédigé par le Conservatoire botanique national de Franche-Comté - Observatoire régional des Invertébrés (CBNFC-ORI), dans le cadre de la connaissance de la flore exotique envahissante. Cette étude traite du myriophylle hétérophylle (*Myriophyllum heterophyllum* Michx.), une hydrophyte exotique d'apparition récente en France et figurant sur la liste des espèces préoccupantes pour l'Union européenne.

À l'échelle nationale, sa dynamique inquiète en particulier le secteur de la navigation dans les voies d'eau du grand quart nord-est de la France, en raison de la contrainte forte parfois occasionnée par ses proliférations. Suite au signalement début 2020 par VNF et l'Université de Lorraine de la présence de cette espèce en Franche-Comté, dans le canal entre Champagne et Bourgogne, le CBNFC-ORI a souhaité en savoir plus sur la répartition, le comportement et les habitats occupés par cette espèce nouvelle pour le territoire.

C'est ainsi qu'un bilan stationnel a été réalisé durant la période 2022-2023. Ce rapport en restitue les résultats. Il ressort notamment que l'espèce a été trouvée, pour le bassin de la Saône, dans 40 % des secteurs sondés par échantillonnage, et pour le bassin du Doubs dans 38 % des secteurs, voire dans 52 % des secteurs si l'on exclut les canaux non navigués situés entre Montbéliard (25) et Belfort (90).

À l'occasion de cette étude, le point est fait sur la situation en Franche-Comté d'autres hydrophytes d'origine exotique (*Cabomba caroliniana* A. Gray et *Elodea nuttallii* [Planch.] H.St.John) ou incertaine (*Vallisneria spiralis* L.). Dans les voies navigables, ces trois espèces posent parfois des problèmes. Ces zooms visent à apporter des réponses.

Relevés de terrain : Marc Vuillemenot

Rédaction : Marc Vuillemenot

Crédits photos (sauf mention contraire) :

Marc Vuillemenot

Relecture : Yorick Ferrez, Corentin Nicod

**Étude réalisée par le Conservatoire botanique national de
Franche-Comté - Observatoire régional des Invertébrés
(CBNFC-ORI)**

Remerciements pour leur collaboration à cette étude :

- les agents des directions territoriales de Voies Navigables de Rhône Saône, de Strasbourg et de Nord-Est
- le réseau des CBN et en particulier les membres du Réseau thématique Espèces exotiques envahissantes
- Alain Dutartre (hydrobiologiste indépendant)
- Guillaume Fried du Laboratoire de la santé des végétaux de l'ANSES
- Hélène Groffier (doctorante) et Élisabeth M. Gross (professeure) au Laboratoire interdisciplinaire des environnements continentaux de l'Université de Lorraine
- Sophie Horent (Natura 2000 Basse vallée du Doubs) de l'EPTB Saône et Doubs
- Philippe Prompt du bureau d'études GREBE
- Jean-Marc Tison (rédacteur principal de la flore de France et membre du conseil scientifique du CBNFC-ORI)
- Marie-Jo Vergon-Trivaudey de la DREAL BFC

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
CONTEXTE	1
PARTIE 1.....	2
OBJECTIFS ET MÉTHODES.....	2
AMÉLIORER LA DESCRIPTION ET LA RECONNAISSANCE DE L'ESPÈCE	2
Méthode	3
CONNAÎTRE LA RÉPARTITION DE L'ESPÈCE EN FRANCHE-COMTÉ	3
Méthode	5
Sondage des voies d'eau.....	5
Recueil d'informations auprès du réseau d'observateurs.....	6
Connaître les contextes de développement et le comportement de l'espèce en Franche-Comté	6
Méthode	7
Relevés floristiques et consignation d'informations stationnelles.....	7
Renseignement de la forme de développement du myriophylle hétérophylle.....	7
Recherche de cas de concurrence avec le myriophylle verticillé	7
PARTIE 2.....	8
RÉSULTATS	8
IDENTIFICATION DE L'ESPÈCE	8
Forme florifère émergée.....	8
Forme végétative terrestre.....	8
Forme végétative submergée	9
Tiges et feuilles	9
Racines adventives et turions.....	12
RÉPARTITION DE L'ESPÈCE EN FRANCHE-COMTÉ.....	13
CONTEXTES DE DÉVELOPPEMENT et COMPORTEMENT de L'ESPÈCE EN FRANCHE-COMTÉ	15
Relevés floristiques et consignation d'informations stationnelles	15
Composition floristique des relevés.....	15
Conditions écologiques	18
Zoom sur trois taxons non-indigènes ou d'indigénat douteux.....	19
L'élodée à feuilles étroites (<i>Elodea nuttallii</i>).....	19
La vallisnérie en spirale (<i>Vallisneria spiralis</i>).....	20
Le cabomba de Caroline (<i>Cabomba caroliniana</i>).....	24
Forme de développement du myriophylle hétérophylle	25
Recherche de cas de concurrence avec le myriophylle verticillé.....	27

PARTIE 3	28
PERSPECTIVES D' ACTIONS	28
Connaissance	28
Surveillance de la dynamique de l'espèce	28
Surveillance de la capacité de reproduction de l'espèce	28
Surveillance d'autres hydrophytes	29
Suivi du comportement de l'espèce.....	29
GESTION	30
Facilitation de la navigation	30
Patrimonialité des herbiers aquatiques.....	31
BIBLIOGRAPHIE.....	32
ANNEXES	35
Annexe 1 : Localisation des 55 secteurs hydrographiques sondés.	
Annexe 2 : Résultats de recherche du myriophylle hétérophylle au sein des 55 secteurs hydrographiques sondés.	
Annexe 3 : Composition des 67 relevés de végétation	
Annexe 4 : Résultats de l'évaluation des impacts de la présence du myriophylle hétérophylle au sein des sections hydrographiques du canal du Rhône au Rhin de Franche-Comté (données 2022 et 2023 ; VNF - direction territoriale Rhône Saône).	



Herbier de *Myriophyllum heterophyllum*, port de Dole (39), juin 2022

INTRODUCTION

CONTEXTE

Le myriophylle hétérophylle est une hydrophyte exotique d'apparition récente en France et figurant sur la liste des espèces préoccupantes pour l'Union européenne depuis juillet 2017. À l'échelle nationale, sa dynamique inquiète en particulier le secteur de la navigation dans les voies d'eau du grand quart nord-est de la France, en raison de la contrainte forte occasionnée par ses proliférations. Début 2020, une publication de l'Université de Lorraine (Gross *et al.*, 2020) consacrée aux voies naviguées révèle que cette espèce serait désormais présente en Franche-Comté, dans le canal entre Champagne et Bourgogne.

Au cours des étés 2020 et 2021, des prospections ciblées du CBNFC-ORI ont permis de constater cette prolifération dans la traversée de la commune de Lœuilley (70) et de découvrir la présence de l'espèce dans la Saône également, à Broye-Aubigny-Montseugny (70). Ces observations ont déclenché la réalisation d'un bilan stationnel en 2022, afin d'éclaircir la situation de cette espèce exotique nouvelle pour le territoire franc-comtois et ainsi envisager une évaluation mieux fondée de cette espèce dans le cadre de la prochaine liste régionale hiérarchisée de la flore

exotique envahissante. Cette étude visait prioritairement à cerner sa répartition et à caractériser ses habitats et ses impacts.

Un premier rapport, intermédiaire, a été produit en 2022. En effet, compte tenu de l'ampleur constatée en 2022 de la distribution de cette espèce, les prospections se sont poursuivies en 2023. Le présent rapport restitue l'ensemble des résultats obtenus, en termes de détection physiologique de l'espèce, d'inventaires cartographiques et de caractérisation des habitats occupés. Des comparaisons sont établies avec les informations issues de la bibliographie et des échanges avec les agents de Voies navigables de France (VNF) intervenant dans le territoire concerné. Des pistes d'actions sont enfin proposées.



Individu de *Myriophyllum heterophyllum* à la surface de l'eau

PARTIE 1

OBJECTIFS ET MÉTHODES

Trois objectifs principaux guident ce bilan stationnel. Ceux-ci s'inscrivent dans une démarche de connaissance globale du myriophylle hétérophylle en Franche-Comté, taxon jusqu'il y a quelques années inconnu dans ce territoire. Mais il s'agit aussi d'une contribution la connaissance nationale de ce taxon pour lequel le besoin d'acquisition d'informations a été relayé en 2021 par

le Centre de ressources sur les Espèces exotiques envahissantes¹.

AMÉLIORER LA DESCRIPTION ET LA RECONNAISSANCE DE L'ESPÈCE

Si l'expansion en France de *Myriophyllum heterophyllum* semble une réalité depuis une vingtaine d'années, il se peut aussi que cette espèce ait parfois été confondue avec d'autres espèces de myriophylle, dont le myriophylle verticillé (*Myriophyllum verticillatum* L.) en particulier. En effet, les ouvrages de détermination consultés divergent sur plusieurs critères morphologiques permettant de distinguer ces espèces (notamment Lambinon & Verloove, 2012 et

¹ Enquête « Connaissez-vous *Myriophyllum heterophyllum* (myriophylle hétérophylle)? Si c'est le cas, apportez-nous votre aide! »

Tison & de Foucault, 2014). Par ailleurs, étonnamment, certains auteurs considèrent qu'il est quasiment impossible d'identifier le myriophylle hétérophylle à l'état végétatif sans observer des critères microscopiques (Verloove, 2011), voire qu'il est nécessaire de recourir à des études génétiques pour l'identifier avec certitude (Levy, 2019).

Récemment, Le Gloanec *et al.* (2019) ont mis en évidence certains des problèmes de détermination et des risques de confusion. De manière complémentaire, il nous paraît utile de restituer les résultats de nos observations descriptives des taxons en présence en Franche-Comté afin d'aider à la reconnaissance de ces hydrophytes.

Méthode

Les critères étudiés portent uniquement sur les feuilles submergées étant donné qu'aucun herbier florifère de *Myriophyllum heterophyllum* n'a été observé par le CBNFC-ORI, à ce jour, en Franche-Comté. Des mesures et des comptages ont été réalisés sur des individus de myriophylle hétérophylle, de myriophylle verticillé et de myriophylle à épis (*M. spicatum* L.)², à propos :

- de la disposition des feuilles sur la tige ;
- de leur nombre à chaque verticille ;
- de leur nombre de segments ;
- de leur longueur ;
- de la longueur des entrenœuds.

CONNAÎTRE LA RÉPARTITION DE L'ESPÈCE EN FRANCHE-COMTÉ

La carte présentée par Gross *et al.* (2020) montre une absence du myriophylle hétérophylle dans la Saône à l'aval d'Heuilley-sur-Saône (21), mais une présence continue dans le canal de Bourgogne, du lac Kir à l'ouest de Dijon (21) jusque dans le port de Saint-Jean-de-Losne (21). Comme les auteurs de cette publication le supposent, l'espèce est effectivement déjà plus largement répandue dans ce département. En 2015 et en 2019, l'espèce a été découverte dans la Petite Saône (données Aquascop et CBNBP) en plusieurs points, de la limite avec la Franche-Comté jusqu'à Saint-Jean-de-Losne.

En Franche-Comté, les premières prospections du CBNFC-ORI ont permis :

- de constater en 2020 l'abondance de l'espèce dans le canal à Lœuilley (70) ;
- de découvrir en 2021 que le myriophylle hétérophylle était en fait présent également dans la Petite Saône en Franche-Comté (Broye-Aubigney-Montseugny [70], commune en amont d'Heuilley-sur-Saône).

Puis les échanges avec VNF début 2022 ont permis d'apprendre :

- que le myriophylle hétérophylle était présent et contraignant pour la navigation bien en amont sur la Saône, dans les ports de Savoyeux (70) et de Port-sur-Saône (70) (figures 1 à 3) ;
- que l'espèce semblait présente aussi dans le canal du Rhône au Rhin, avec au moins deux sites potentiels à Routelle (25) et Dole (39).

Sur la base de ces informations, il s'avérait évident de s'intéresser prioritairement aux voies navigables de Franche-Comté. Bien que l'espèce ait déjà été observée en France dans d'autres habitats comme des étangs (Lebreton, 2013), les canaux constituent le vecteur de prédilection pour l'espèce dans toutes les régions françaises et européennes. Dans ce type de milieu, deux activités participent fortement à la dispersion de l'espèce : la navigation et le faucardage des herbiers, ce dernier étant réalisé précisément pour faciliter la navigation. Ces activités fragmentent les tiges de myriophylle, produisant des boutures, plus ou moins conséquentes (figure page 2), transportées involontairement par les bateaux ou flottant au gré des courants à travers des systèmes aquatiques interconnectés (Groffier, 2020). D'autres facteurs, humains (la pêche essentiellement) ou écologiques, peuvent aussi expliquer cette expansion remarquée dans les canaux (voir page 18).

² Hydrophyte commun en Franche-Comté.



FIGURE 1 – Embarcations de VNF dédiées au retrait régulier du myriophylle hétérophylle dans le port de Savoyeux (70) et dans les dérivations attenantes de la Petite Saône.



FIGURE 2 – Arrachage du myriophylle hétérophylle par VNF dans une dérivation de la Petite Saône, Savoyeux (70), 27-04-2023.



FIGURE 3 – Panneau informatif dans le port de Savoyeux (70).

Méthode

Sondage des voies d'eau

L'identification des voies d'eau navigables nous a été fournie par VNF grâce à la couche SIG du référentiel hydrographique³. Pour la Franche-Comté, cela représente presque 600 km de voies d'eau, composées :

Pour le bassin de la Saône :

- de la rivière de la Petite Saône (incluant de nombreuses dérivations, îles, boucles, canaux de décharge, etc.) ;
- de la rivière du Coney et du canal des Vosges en amont de Corre (70) ;
- du canal entre Champagne et Bourgogne à la limite de la Haute-Saône et de la Côte d'Or ;

Pour le bassin du Doubs :

- du canal du Rhône au Rhin (CRR) (branche sud) qui emprunte surtout les vallées du Doubs (dans la partie située entre l'aval immédiat de Montbéliard [25] et l'aval immédiat de Dole [39] et de l'Allan ;
- du canal de Montbéliard à la Haute-Saône (CMHS), intégrant les rigoles en amont et en aval du bassin de Champagny (70)⁴ ;
- de la rigole de Belfort, qui relie le CMHS au CRR⁵.

L'état des lieux de ce vaste linéaire a nécessité de définir un plan d'échantillonnage. Celui-ci localise de manière prédéterminée des points de sondage, nommés ici « secteurs hydrographiques ». Ces secteurs n'ont pas été disposés de manière strictement équidistante le long des voies d'eau, mais de manière plus ou moins régulière quand même (entre 5 et 10 km le plus souvent, parfois moins et jusqu'à 15 km maximum localement). Surtout, ces localisations ont été choisies parce qu'elles englobaient souvent plusieurs voies d'eau (en parallèle ou de manière confluyente), abritant préférentiellement des zones portuaires, des écluses, des barrages, des dérivations, etc. Le principe est de pouvoir sonder plusieurs voies d'eau différentes lors de chaque arrêt, afin d'optimiser les temps de déplacement.

Le plan d'échantillonnage se compose aussi de rivières non navigables mais présentes à proximité immédiate des canaux, comme la Savoureuse, l'Allaine, la

Madeleine et divers petits cours d'eau. Le but est de détecter la présence éventuelle du myriophylle hétérophylle dans ces cours d'eau, pour aider à comprendre sa dispersion et sa répartition potentielle, et d'observer la capacité de l'espèce à se développer dans d'autres contextes écologiques.

Lors des prospections de terrain, quelques secteurs prédéfinis n'ont pas pu être sondés pour des raisons d'inaccessibilité des berges la plupart du temps. Dans ces situations, d'autres secteurs proches ont été retenus et sondés.

La localisation des secteurs hydrographiques finalement sondés est fournie en annexe 1. Ils sont au nombre de 55 : 15 localisés dans le bassin de la Saône et 40 localisés dans le bassin du Doubs.

Ce plan d'échantillonnage n'a pas pu intégrer tous les secteurs de dispersion potentielle de l'espèce, comme la basse vallée du Doubs à l'aval de Dole, lorsque le canal du Rhône au Rhin bifurque vers la Côte d'Or et délaisse cette rivière. Le temps disponible ne permettait pas cette prospection supplémentaire, sachant que le parcours de la rivière dans cette partie non navigable est beaucoup plus long étant données les difficultés d'accès. Pour tenter d'obtenir malgré tout des signalements dans ce secteur, une fiche de reconnaissance du myriophylle hétérophylle a été transmise à la chargée de mission Natura 2000 de la basse vallée du Doubs ainsi qu'à l'association de kayakistes de Dole.

Concrètement, le sondage des secteurs hydrographiques consiste à réaliser des lancers de grappin dans l'eau (figure n°4). Cette technique permet de détecter la présence de végétation aquatique même lorsqu'elle n'est pas visible depuis la surface, et de récolter du matériel végétal nécessaire pour l'identification et l'inventaire des espèces présentes.

³ Nouvelle couche décrivant le réseau hydrographique confié à VNF et ses dépendance basé sur le référentiel BD topo de l'IGN. Révision 15/06/2022.

⁴ Le canal de Montbéliard à la Haute-Saône (CMHS) n'est navigable que de sa jonction avec le canal du Rhône au Rhin (CRR) (branche

sud), à Allenjoie (25), puis jusqu'à Andelnans (90). Ensuite il n'a qu'une fonction hydraulique « alimentaire ». La rigole du bassin de Champagny (70) a uniquement un usage hydraulique.

⁵ La rigole de Belfort a uniquement un usage hydraulique.



FIGURE 4 – Grappin utilisé pour les sondages et les prélèvements de plantes aquatiques.

Recueil d'informations auprès du réseau d'observateurs

Une enquête a été adressée en juin 2022 aux botanistes de la Société botanique de Franche-Comté, afin de les inciter à repérer le myriophylle hétérophylle et à transmettre tout signalement potentiel. Néanmoins, le recensement des plantes aquatiques est souvent délaissé par ce réseau, principalement en raison des difficultés d'accès à ces végétaux, ce qui ne permet pas d'envisager réellement de résultats.

Par ailleurs, des contacts ont été établis avec chaque direction territoriale de VNF concernée par le territoire Franche-Comté (Rhône Saône, Nord Est et Strasbourg). Une surveillance du réseau est en effet réalisée par les équipes locales, et les plantes aquatiques envahissantes (exotiques ou non) figurent désormais parmi les informations recensées afin d'identifier les besoins de gestion. Sur le canal du Rhône au Rhin en particulier, les résultats transmis par VNF dès l'été 2022 ont pu nous guider dans nos prospections, afin de les compléter, éventuellement de les vérifier ou parfois de constater l'évolution des situations décrites.

En 2023, des résultats plus étoffés nous ont de nouveau été transmis par VNF, concernant cette fois le canal du Rhône au Rhin ainsi que la Petite Saône. Ces données ont été intégrées à la base de données Taxa⁶ pour être valorisées dans le cadre de la présente étude. Toutefois, leur transmission en fin de saison estivale 2023 était trop tardive pour nous permettre de réaliser des vérifications sur le terrain.

CONNAÎTRE LES CONTEXTES DE DÉVELOPPEMENT ET LE COMPORTEMENT DE L'ESPÈCE EN FRANCHE-COMTÉ

Myriophyllum heterophyllum est connue comme une espèce se développant dans les eaux stagnantes et lentes, comme les lacs, les canaux, les étangs et les rivières à débit lent (Gross et al., 2020). Son habitat de prédilection en France et dans une grande partie de l'Europe correspond malgré tout assez strictement aux canaux fluviaux. L'interconnexion de ces voies d'eau, la navigation et le faucardage des herbiers expliquent en grande partie cette fréquence du myriophylle dans ces milieux.

D'autres facteurs écologiques pourraient expliquer ce lien avec les canaux. Groffier (2020) indique notamment que « la rapide expansion des macrophytes en général et du myriophylle en particulier dans les canaux de l'est de la France pourrait résulter d'une clarification de l'eau liée à une moindre densité en phytoplancton ».

En Franche-Comté, cette translucidité de l'eau a, en effet, été clairement constatée au cours des dernières années par les agents de VNF (Groffier, comm. pers.), dans le canal du Rhône au Rhin en particulier. Personnellement, nous l'avons observée à plusieurs périodes différentes dans le CRR entre Rochefort-sur-Nenon (39) et le port de Dole (39), jusqu'à détecter parfois le moindre détail au fond du canal.

Lors de nos observations, si certains de ces secteurs translucides étaient parfois très envahis par le myriophylle hétérophylle (figure en page de couverture et figure page 1), la plante n'était pas nécessairement toujours présente ou abondante.

L'analyse de l'origine de ce double constat (prolifération de macrophytes comme le myriophylle hétérophylle et translucidité de l'eau *a priori* jamais observée depuis plusieurs décennies) fait partie des travaux de recherche menés par l'Université de Lorraine et VNF.

⁶ Base de données flore et invertébrés commune à la SBFC, au CBNFC-ORI et à l'OPIE FC.

Les hypothèses avancées (Groffier, comm. pers.) pour la diminution du phytoplancton sont notamment :

- l'eutrophisation du milieu (plus favorable aux macrophytes) ;
- le réchauffement climatique ;
- la compétitivité du myriophylle pour les nutriments et/ou la lumière (suggérant les potentielles capacités phytoremédiatrices du myriophylle) ;
- les métabolites excrétés par le myriophylle ;
- la formation d'herbiers denses et conséquents de myriophylle offrant un refuge au zooplancton, favorisant ce dernier et augmentant ainsi la consommation de phytoplancton.

Il se pourrait donc que cette translucidité soit à la fois une cause et une conséquence de l'abondance du myriophylle. À noter que dans d'autres territoires, comme aux Pays-Bas (Matthews *et al.*, 2013) et dans la haute vallée de la Somme (Bertino, 2021), cet éclaircissement de l'eau est considéré comme consécutif à l'envahissement du myriophylle. Dans la vallée de la Somme, cette évolution des conditions stationnelles s'accompagnerait de la réapparition et de l'augmentation de l'abondance d'hydrophytes indigènes réputées comme oligotrophiles ou mésotrophiles n'ayant jamais été observées dans les canaux ou ayant régressé par le passé (Bertino, 2021).

Toujours est-il, comme relayé par le Centre de ressources sur les Espèces exotiques envahissantes durant l'été 2021 dans une enquête dédiée, que la « rapidité de la dispersion de l'espèce en métropole » et « ses grandes capacités de colonisation » font du myriophylle hétérophylle une espèce sur laquelle il semble nécessaire qu'un bilan le plus complet possible soit établi, à la fois sur sa répartition géographique et sur les types de biotopes qu'il peut coloniser ».

En effet, la plasticité écologique de cet hydrophyte pourrait tout à fait lui permettre de trouver dans certains milieux naturels des habitats appropriés. En Franche-Comté, il convient ainsi de surveiller particulièrement les étendues d'eau stagnante ou faiblement courante comme les anses et les bras morts des rivières.

Méthode

Relevés floristiques et consignation d'informations stationnelles

Lors de chaque point de sondage réalisé, une liste floristique des macrophytes aquatiques présentes est établie. Celle-ci permet de caractériser les contextes

phytosociologiques et donc écologiques favorables à l'espèce. Ces inventaires peuvent aussi contribuer à l'évaluation de l'impact de l'espèce sur la biodiversité, en analysant dans la durée l'évolution de la composition floristique de ces herbiers.

Renseignement de la forme de développement du myriophylle hétérophylle

La forme observée du myriophylle hétérophylle est importante à relever, car celle-ci peut correspondre aux trois situations suivantes :

- simples fragments flottants, plus ou moins abondants, produits par les hélices des bateaux lorsqu'elles traversent des herbiers de myriophylle et par la gestion des herbiers aquatiques par faucardage ;
- herbiers enracinés et développés jusqu'à la surface de l'eau, plus ou moins abondants ;
- herbiers enracinés mais tapissant uniquement le fond de l'eau (indétectables à l'œil nu lorsque le canal n'est pas translucide).

L'impact de ces trois formes n'est pas le même, que ce soit sur la biodiversité et sur la gêne à la navigation par exemple. À noter qu'en terme de recensement, la simple présence de fragments flottants peut être discutable pour considérer ensuite l'espèce comme établie sur ce site et intégrer cette observation pour la réalisation d'une carte de répartition de l'espèce. Malgré tout, ce comportement est fréquent chez les macrophytes aquatiques, qui se composent d'ailleurs d'espèces uniquement flottantes pour certaines, comme les lentilles d'eau.

Recherche de cas de concurrence avec le myriophylle verticillé

Le myriophylle hétérophylle est couramment considéré comme à la fois étroitement concurrentiel et pouvant être confondu avec le myriophylle verticillé (*Myriophyllum verticillatum*), une hydrophyte assez rare et quasi-menacée en Franche-Comté (Ferrez *et al.*, 2013), en régression en France (Tison & de Foucault, 2014). La consultation de la base Taxa a permis d'identifier quelques stations de cette espèce susceptibles d'être visitées à l'occasion des sondages des secteurs hydrographiques.

L'idée est déjà de vérifier que l'identification initiale du myriophylle verticillé ne relève pas d'une confusion avec le myriophylle hétérophylle. Ensuite, il s'agit de rechercher des situations où les deux espèces entreraient en concurrence afin d'étudier leur comportement respectif.

PARTIE 2

RÉSULTATS

Cette partie traite d'abord des critères d'identification du myriophylle hétérophylle. Puis elle présente les résultats complémentaires des observations du CBNFC-ORI d'une part de VNF d'autre part, concernant la répartition avérée et potentielle de l'espèce en Franche-Comté, ainsi que concernant ses contextes de développement et le comportement.

IDENTIFICATION DE L'ESPÈCE

Forme florifère émergée

Nous n'avons encore jamais observé d'herbier formant des tiges aériennes florifères (figure n°5) en Franche-Comté.

Pourtant, dans des territoires proches, cette capacité de floraison a été observée, de manière plus ou moins rare : en Bourgogne (Bardet, comm. pers.), en Champagne-Ardenne (Saint-Val, comm. pers.), en Lorraine (Duval, comm. pers.) et dans les Hauts de France (Dumont, comm. pers.). Dans la Sarthe, il a été observé (Dortel, comm. pers.) que le myriophylle hétérophylle pouvait fleurir abondamment dans un étang alors qu'au même moment, dans un plan d'eau voisin, celui-ci ne fleurissait pas.

Selon Schou *et al.* (2023), le développement de tiges aériennes florifères serait conditionné à une élévation suffisante de la température. Cette seule condition ne nous paraît pas évidente pour expliquer cette absence de floraison en Franche-Comté.



FIGURE 5 – Tiges florifères de *Myriophyllum heterophyllum* observées dans le canal de la Somme (région Hauts-de-France)(B. Delangue, CBNBL).

Forme végétative terrestre

En revanche, un accommodat terrestre a été observé sur des plages vaseuses exondées de rivière, comme dans la Petite Saône à Apremont (70) et dans le Doubs à Audelange (39) (figure n°6). D'après nos quelques observations, il semblerait que cette forme amphibie de l'espèce puisse se différencier de celle de *Myriophyllum verticillatum* (figure n°7) par le nombre de segments composant chaque feuille :

- 7 à 11 segments (3 à 5 paires de chaque côté plus le segment terminal) chez *Myriophyllum heterophyllum* ;
- 15 à 23 segments (7 à 11 paires de chaque côté plus le segment terminal) chez *Myriophyllum verticillatum*.

Plusieurs espèces de myriophylles sont capables de développer de telles tiges terrestres pour résister à des périodes courtes d'abaissement du niveau d'eau. Schou *et al.* (2023) ne mentionnent pas cette capacité chez *M. heterophyllum*, alors qu'ils l'indiquent notamment chez *M. alterniflorum*, *M. spicatum* et *M. verticillatum*. Dans le nord-est de la France, Groffier (2000) rapporte aussi l'observation de cette forme terrestre de *M. heterophyllum*.



FIGURE 6 – Accomodat terrestre de *Myriophyllum heterophyllum*, Apremont (70).



FIGURE 7 – Accomodat terrestre de *Myriophyllum verticillatum*, Molay (39).

Forme végétative submergée

Tiges et feuilles

Le port des parties végétatives des trois espèces de myriophylle observables dans les voies navigables de Franche-Comté varie. À leur sortie de l'eau en particulier :

- *Myriophyllum heterophyllum* : les feuilles ont tendance à rester étalées voire à clairement s'appliquer toujours en direction de la partie apicale des tiges, donnant à l'ensemble un aspect de « queue de renard » (figure n°8). Les entrenœuds sont très courts : $\frac{1}{4}$ de la longueur des feuilles dans la partie supérieure des tiges, et plutôt $\frac{1}{2}$ de la longueur des feuilles dans les parties moyennes et inférieures des tiges. Ce rapprochement important des verticilles donne à la plante un aspect très dense ;



FIGURE 8 – *Myriophyllum heterophyllum*.

- *Myriophyllum verticillatum* : les feuilles sont plus ou moins étalées horizontalement, mais leur mollesse facilite leur ébouriffement dans tous les sens (figure n°11). Les entrenœuds peuvent être très courts seulement dans l'extrémité supérieure des tiges (1/5 de la longueur des feuilles), mais globalement ils représentent la 1/2 de la longueur des feuilles sur tout le reste de la tige ;
- *Myriophyllum spicatum* : les feuilles sont toujours appliquées en direction de la partie apicale des tige. À l'exception de l'extrémité supérieure des tiges, les entrenœuds sont toujours beaucoup plus longs que les feuilles (figure n°9).



FIGURE 9 – *Myriophyllum heterophyllum* (gauche) et *M. spicatum* (droite).

Les résultats des mesures biométriques effectuées sur les parties végétatives des trois espèces de myriophylle précédemment citées sont données dans

le tableau I. La figure n°10 montre une sélection de feuilles de chaque taxon.

TABLEAU I – Critères biométriques (nombre de segments par feuille, longueur des feuilles et nombre de feuilles par verticille) mesurés pour plusieurs dizaines d'individus de chaque taxon de *Myriophyllum* au sein d'herbiers distincts en Franche-Comté.

paramètres	taxons	nb segments	L (mm)	nb files / verticille
moy	<i>M. spicatum</i>	39,4	21,4	4,0
	<i>M. verticillatum</i>	26,4	30,0	5,1
	<i>M. heterophyllum</i>	15,1	22,1	4,3
med	<i>M. spicatum</i>	40,0	21,0	4,0
	<i>M. verticillatum</i>	27,0	24,5	5,0
	<i>M. heterophyllum</i>	14,0	23,0	4,0
min	<i>M. spicatum</i>	15	18	5
	<i>M. verticillatum</i>	15	18	5
	<i>M. heterophyllum</i>	9	14	4
max	<i>M. spicatum</i>	43	24	4
	<i>M. verticillatum</i>	34	45	6
	<i>M. heterophyllum</i>	22	24	5

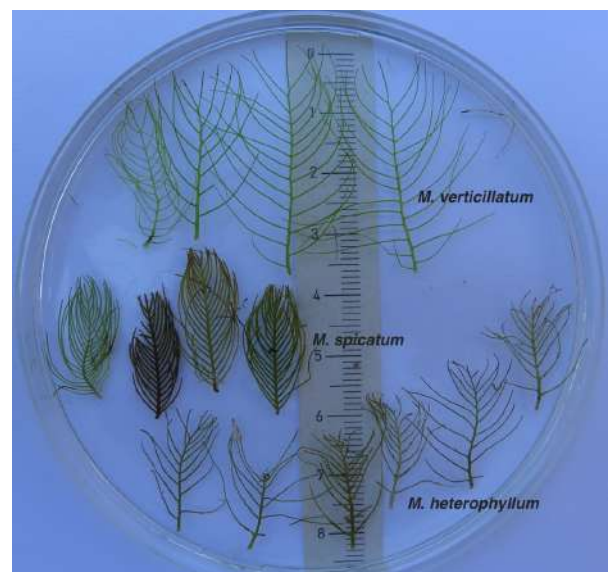


FIGURE 10 – Feuilles de *Myriophyllum verticillatum*, *M. spicatum* et *M. heterophyllum*.

D'emblée *Myriophyllum spicatum* se distingue facilement avec des feuilles toujours verticillées par 4 et comportant beaucoup plus de segments que les deux autres taxons (15 à 43 ; moyenne de 40)⁷. Pour comparaison, Tison & de Foucault (2014) et Lambinon & Verloove (2012) donnent un créneau de 13-35 segments, ce qui sous-estime un peu l'amplitude possible.

Myriophyllum verticillatum a des feuilles verticillées par 5(-6), composées de 15-34 segments (moyenne de 26-27). Pour comparaison :

- pour le nombre de verticilles : les informations de Tison & de Foucault (2014) sont justes (feuilles majoritairement verticillées par 5-6⁸) ;
- pour le nombre de segments : les informations de Tison & de Foucault (2014) sont justes (normalement plus de 15 segments), tandis que celles de Lambinon & Verloove (2012) ne coïncident pas avec nos relevés (25-35 segments). L'indication la plus juste, pour distinguer ce taxon de *M. heterophyllum*, serait que certaines feuilles peuvent présenter plus de 25 segments.

Myriophyllum heterophyllum a des feuilles verticillées par 4(-5), composées de 9-22 segments (moyenne de 14-15)⁹. Pour comparaison :

- pour le nombre de verticilles : les informations de Tison & de Foucault (2014) ne sont pas tout à fait adaptées à nos relevés (feuilles majoritairement verticillées par 5-6). L'indication la plus juste serait que ce taxon peut avoir plus de 4 feuilles par verticille.
- pour le nombre de segments : Lambinon & Verloove (2012) indiquent 10-20 segments, ce qui est presque conforme à nos relevés. En revanche, l'information de Tison & de Foucault (2014) est fautive (normalement moins de 15 segments). L'indication la plus juste serait que le nombre de segments par feuille est toujours inférieur à 25 segments.

Concernant la longueur des feuilles, *Myriophyllum verticillatum* est souvent plus robuste que les deux autres taxons, avec une longueur moyenne de feuilles

de 30 mm (maximum de 45)¹⁰. Les deux autres *Myriophyllum* ont des dimensions équivalentes : longueur moyenne de feuilles de 21-22 mm et longueur maximale de 24 mm¹¹.

En complément, Gross *et al.* (2020) relèvent un caractère diagnostique végétatif *a priori* inédit et très efficace entre *Myriophyllum heterophyllum* et *M. verticillatum*. Il s'agit de la disposition des feuilles. À chaque verticille, celles de *verticillatum* sont toujours strictement insérées au même niveau (figure n°11), alors que celles de *heterophyllum* sont, au moins dans la partie basse de la tige, légèrement décalées (figure en page de couverture et figure n°12). Schou *et al.* (2023) parlent de feuilles alternes solitaires souvent présentes chez *M. heterophyllum* et considèrent ce critère comme l'un des plus discriminants pour ce taxon.



FIGURE 11 – Verticilles de feuilles de *Myriophyllum verticillatum*.

⁷ Schou *et al.* (2023) mentionnent l'existence occasionnelle de verticilles à 5 feuilles et donnent jusqu'à 48 segments.

⁸ Le terme « majoritairement » indique certainement qu'il peut exister d'autres situations (que nous n'avons pas rencontrées). Schou *et al.* (2023) indiquent en effet des verticilles de 4-6 feuilles.

⁹ Schou *et al.* (2023) indiquent 4-5 feuilles par verticille et des feuilles composées de 20-40 segments (10-20 paires). Ce nombre important de segments nous interpelle, car nous n'avons jamais rencontré autant de segments. Tous les articles consultés

mentionnent une vingtaine de segments maximum (Dumont *et al.*, 2020 ; Lebreton, 2013 ; Le Gloanec *et al.*, 2019 ; Wimmer, 1997). Il pourrait s'agir d'une erreur : 10-20 segments et non 10-20 paires de segments.

¹⁰ Schou *et al.* (2023) indiquent également une longueur maximale de feuille régulièrement de 45 mm, mais celle-ci peut exceptionnellement atteindre 60 mm. Ils qualifient aussi la tige de *M. verticillatum* de robuste, pouvant atteindre 4 mm de large.

¹¹ Pour les feuilles de *M. heterophyllum*, Schou *et al.* (2023) indiquent une longueur de 20-50 mm.



FIGURE 12 – Verticilles de feuilles de *Myriophyllum heterophyllum*.

Racines adventives et turions

Certaines espèces de myriophylle semblent plus enclines à développer des racines adventives sur les tiges que d'autres, dont *Myriophyllum heterophyllum* (Schou *et al.*, 2003). Nos observations le confirment, mais à la différence des auteurs précédents, nous en avons observées aussi chez *M. verticillatum* (figure n°13).

Par ailleurs, Gross *et al.* (2020) considèrent comme une bonne caractéristique la présence de turions¹² :

- chez *Myriophyllum heterophyllum*, ils seraient moins fréquents et s'ils sont présents¹³, ils ne se localiseraient qu'à la base des tiges et seraient plus gros et moins compacts que ceux de *M. verticillatum* ;
- chez *M. verticillatum*, les turions seraient souvent abondants, se localiseraient dans les sections apicales des tiges et seraient compacts.

Nos observations nous permettent juste de confirmer que les turions sont fréquents chez *M. verticillatum* et sont effectivement localisés dans les parties apicales des tiges. Nous n'en avons pas observés chez *M. heterophyllum* (ni chez *M. spicatum*¹⁴), mais nous ne pouvons pas en tirer de conclusion.



FIGURE 13 – Racines adventives et turions sur *Myriophyllum verticillatum*.

En définitive, l'identification du myriophylle hétérophylle ne nous semble en fait pas poser de problème particulier, sous réserve que les différents ouvrages de détermination et fiches de sensibilisation produites sur l'espèce s'harmonisent sur les critères descriptifs.

¹² Bourgeons d'hiver.

¹³ Schou *et al.* (2023) indiquent une absence totale de turions chez *M. heterophyllum*.

¹⁴ Schou *et al.* (2023) indiquent une absence totale de turions chez *M. spicatum*.

RÉPARTITION DE L'ESPÈCE EN FRANCHE-COMTÉ

Les résultats de recherche de la présence du myriophylle hétérophylle au sein des 55 secteurs hydrographiques sondés sont présentés en annexe 2. L'espèce y a été trouvée dans 21 sondages, soit 38 % des cas. De manière plus précise :

- **dans la vallée de la Saône** (cours de la Petite Saône et dérivations), l'espèce a été trouvée dans 6 sondages sur les 15 réalisés, soit dans 40 % des recherches ;
- **dans la vallée du Doubs** (cours du Doubs et/ou canal du Rhône au Rhin), l'espèce a été trouvée dans 15 sondages sur les 40 réalisés, soit dans 38 % des recherches. En revanche, en supprimant les sondages réalisés dans les canaux finalement non navigués de la partie du nord-ouest du réseau¹⁵, il ressort que le myriophylle hétérophylle a été trouvé dans 15 sondages sur les 29 réalisés ; soit dans 52 % des recherches.

À l'issue de la présente étude et de l'intégration des données 2022-2023 transmises par VNF, *Myriophyllum heterophyllum* apparaît désormais comme rare¹⁶ en Franche-Comté, alors qu'il y était inconnu quelques années auparavant. Sa présence est relevée, de manière complémentaire par les deux structures, dans 36 communes (tableau II et figure n°14).

TABLEAU II – Liste des communes de Franche-Comté au sein desquelles *Myriophyllum heterophyllum* a été recensé.

code_dep	code_insee	nom_com	obs CBNFC-ORI & VNF	obs uniquement CBNFC-ORI	obs uniquement VNF
25	25067	Blussans			x
25	25087	Branne			x
25	25159	Colombier-Fontaine	x		

code_dep	code_insee	nom_com	obs CBNFC-ORI & VNF	obs uniquement CBNFC-ORI	obs uniquement VNF
25	25191	Dampierre-sur-le-Doubs	x		
25	25197	Deluz		x	
25	25221	Esnans		x	
25	25315	L'Isle-sur-le-Doubs			x
25	25438	Osselle-Routelle	x		
25	25156	Pays-de-Clerval	x		
25	25461	Pompierre-sur-Doubs			x
25	25479	Rang		x	
25	25524	Saint-Maurice-Colombier			x
25	25527	Saint-Vit			x
25	25632	Voujaucourt			x
39	39001	Abergement-la-Ronce	x		
39	39024	Audelange	x		
39	39042	Baverans	x		
39	39078	Brevans			x
39	39150	Choisey	x		
39	39189	Damparis	x		
39	39190	Dampierre			x
39	39198	Dole	x		
39	39285	Lavans-lès-Dole	x		
39	39396	Orchamps	x		
39	39451	Ranchot	x		
39	39462	Rochefort-sur-Nenon	x		
70	70024	Apremont		x	
70	70058	Beaujeu-Saint-Vallier-Pierrejux-et-Quitteur	x		
70	70101	Broye-Aubigney-Montseugny		x	
70	70146	Chaux-lès-Port		x	
70	70279	Gray		x	
70	70305	Loeuilley		x	
70	70331	Mantoche			x

¹⁵ Canal de Montbéliard à la Haute-Saône (hors section Andelnans [90] – Allenjoie [25]), rigole du bassin de Champagny et rigole de Belfort.

¹⁶ La rareté régionale des espèces, déterminée par la fréquence d'apparition des taxons dans le territoire [(nombre de mailles de 5x5 kilomètres où l'espèce est présente) / (nombre de mailles de

la grille régionale comprenant plus de 250 taxons observés) x 100] est définie dans le référentiel de Ferrez et al. (2013). Un taxon rare a une fréquence ≥ 2 % et < 5 %.

code_dep	code_insee	nom_com	obs CBNFC-ORI & VNF	obs uniquement CBNFC-ORI	obs uniquement VNF
70	70421	Port-sur-Saône	x		
70	70481	Savoieux	x		
70	70492	Soing-Cubry- Charentenay			x

De manière isolée, à l'ouest de la Haute-Saône, le myriophylle hétérophylle est présent dans le canal entre Champagne et Bourgogne à Lœuille (70).

Dans la vallée de la Saône (cours de la Petite Saône et dérivations), l'espèce :

- apparaît en amont à Chaux-lès-Port puis Port-sur-Saône (70) ;
- semble ne réapparaître de manière isolée qu'à Soing-Cubry-Charentenay (70), puis à Savoieux (70) et Beaujeu-Saint-Vallier-Pierrejux-et-Quitteur (70) avant d'être assez régulière jusqu'à Broye-Aubigny-Montseugny (70) aux portes de la Côte d'Or.

Dans la vallée du Doubs (cours du Doubs et/ou canal du Rhône au Rhin), l'espèce :

- est régulière entre l'aval de Montbéliard¹⁷ (25) et Branne (25) ;
- est sporadique jusqu'aux portes du Jura (Esnans et Deluz, 25)¹⁸ ;
- semble ne réapparaître qu'à Osselle-Routelle (25) avant d'être régulière entre Ranchot (39) et Abergement-la-Ronce (39), aux portes de la Côte d'Or.

À l'aval immédiat de Dole (39), la présence du myriophylle hétérophylle a été constatée dans le cours du Doubs en aval du barrage du Crissey (39). Cette localité interpelle, puisqu'il s'agit du début du cours naturel du Doubs s'étirant sur une soixantaine de kilomètres en tresses jusqu'à la Saône. À un peu plus d'un kilomètre en amont de ce secteur de Crissey, la

voie navigable bifurque vers l'ouest en direction de la Saône en Côte d'Or, qu'elle rejoint plus directement, en une dizaine de kilomètres, via le canal du Rhône au Rhin.

Dès lors, il est possible que le myriophylle hétérophylle soit présent dans le cours du Doubs dans cette basse vallée. Comme indiqué dans la partie 1, il n'a pas été faisable d'intégrer dans cette étude des prospections supplémentaires dans cette partie aval. À la suite de la transmission en juillet 2022 d'une fiche de reconnaissance du myriophylle hétérophylle à la chargée de mission Natura 2000 de la basse vallée du Doubs ainsi qu'à l'association de kayakistes de Dole, aucun retour ne nous est parvenu.

Enfin, pour le bassin du Doubs, le myriophylle hétérophylle a été recherché, de manière complémentaire par le CBNFC-ORI et par VNF (direction territoriale de Strasbourg), dans le canal de Montbéliard à la Haute-Saône (CMHS) et dans la rigole de Belfort qui relie ce dernier au canal du Rhône au Rhin.

¹⁷ D'après nos sondages, l'espèce apparaît à Dampierre-sur-le-Doubs (25), mais VNF, en 2023, l'a notée également à Vougeaucourt (25), ce qui est tout à fait possible puisque cette commune est située, plus en amont, à 1,5 km seulement. En 2022 et 2023, VNF a noté l'espèce dans le bief n°23 du canal du Rhône au Rhin entre Saint-Maurice-Colombier (25) et l'Isle-sur-le-Doubs (25) ; en 2023 nous avons recherché l'espèce par sondage à l'amont de ce bief, à Saint-Maurice-Colombier, sans résultat. Enfin, concernant les observations de VNF de 2022 qui indiquent l'espèce dans le canal du Rhône au Rhin entre Bourogne (90) et Allenjoie (25), nous y avons recherché le myriophylle hétérophylle

en 2022 et en 2023 sans résultat. Nous suspectons une confusion avec *Myriophyllum spicatum*.

¹⁸ Entre Branne (25) et Osselle-Routelle (25), les observations de VNF ne mentionnent pas de myriophylle hétérophylle. En revanche, à Deluz notamment (bief 46-47), VNF rapporte l'envahissement du chenal de navigation à hauteur de 40 % par des élodées. Étant donnée l'abondance du myriophylle hétérophylle dans cette section, nous nous demandons s'il ne pourrait pas s'agir d'une confusion.

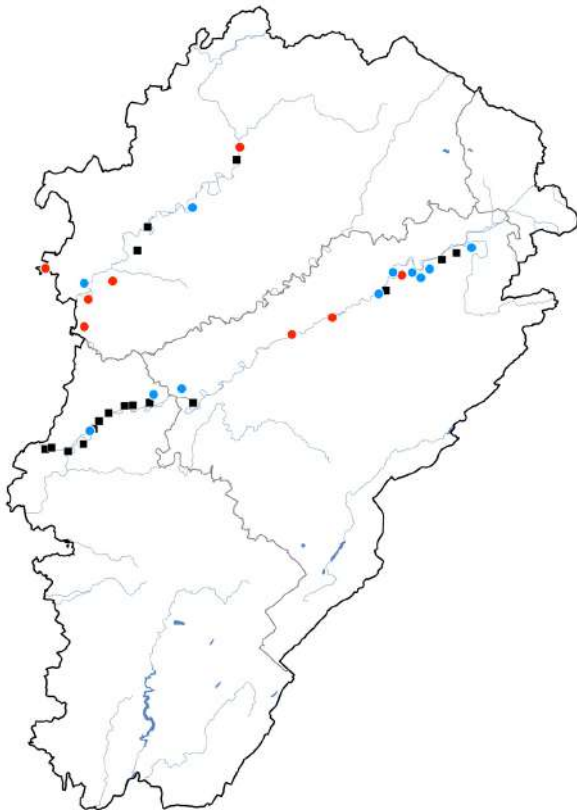


FIGURE 14 – Localisation des communes de Franche-Comté au sein desquelles *Myriophyllum heterophyllum* a été recensé.

Légende :

- observations par le CBNFC-ORI et par VNF
- observations par le CBNFC-ORI uniquement
- observations par VNF uniquement

Sources : © SBFC/CBNFC-ORI - TAXA2024 © IGN - BDTOP02014.

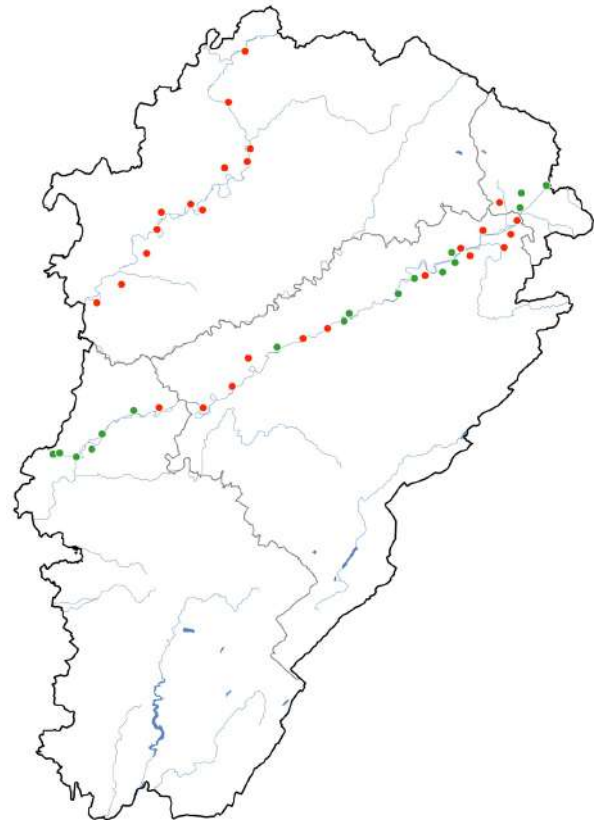


FIGURE 15 – Localisations communales des relevés floristiques réalisés.

Légende :

- 2022 / ● 2023

Sources : © SBFC/CBNFC-ORI - TAXA2024 © IGN - BDTOP02014.

Ces relevés se composent de 30 taxons (dont *Myriophyllum heterophyllum*), de fréquence très variable (tableau III).

CONTEXTES DE DÉVELOPPEMENT ET COMPORTEMENT DE L'ESPÈCE EN FRANCHE-COMTÉ

Relevés floristiques et consignation d'informations stationnelles

Composition floristique des relevés

L'échantillonnage programmé dans le cadre de cette étude a conduit à réaliser 67 relevés de végétations d'hydrophytes et d'hélophytes (annexe 3), généralement situés au sein des 55 secteurs hydrographiques. Ils sont localisés dans 43 communes (figure n°15).

TABLEAU III – Comparaison de la fréquence des taxons inventoriés dans tous les relevés de végétations (n = 67) et de la fréquence des taxons inventoriés seulement dans les relevés hébergeant *Myriophyllum heterophyllum*.

taxons	fréquence parmi tous les relevés	fréquence parmi les relevés avec <i>Myriophyllum heterophyllum</i>
<i>Myriophyllum heterophyllum</i>	34%	
<i>Myriophyllum spicatum</i>	84%	87%
<i>Ceratophyllum demersum</i>	49%	30%
<i>Nuphar lutea</i>	45%	52%
<i>Spirodela polyrhiza</i>	31%	22%
<i>Potamogeton nodosus</i>	28%	22%

taxons	fréquence parmi tous les relevés	fréquence parmi les relevés avec <i>Myriophyllum heterophyllum</i>
<i>Vallisneria spiralis</i>	28%	43%
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	24%	17%
<i>Stuckenia pectinata</i>	22%	13%
<i>Elodea nuttallii</i>	21%	9%
<i>Najas marina</i>	16%	17%
<i>Lemna minor</i>	9%	0%
<i>Potamogeton lucens</i>	9%	9%
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	7%	0%
<i>Cabomba caroliniana</i>	6%	17%
<i>Schoenoplectus lacustris</i> fo. <i>fluitans</i>	6%	0%
<i>Sparganium emersum</i>	4%	0%
<i>Butomus umbellatus</i>	3%	0%
<i>Ranunculus circinatus</i>	3%	0%
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	3%	0%
<i>Azolla filiculoides</i>	1%	0%
<i>Chara globularis</i>	1%	4%
<i>Elodea canadensis</i>	1%	0%
<i>Ludwigia palustris</i>	1%	0%
<i>Mentha aquatica</i>	1%	0%
<i>Nitella mucronata</i>	1%	4%
<i>Ranunculus penicillatus</i> subsp. <i>penicillatus</i>	1%	0%
<i>Scutellaria galericulata</i>	1%	0%
<i>Sparganium erectum</i>	1%	0%
<i>Utricularia neglecta</i>	1%	0%

Le myriophylle hétérophylle est présent dans 23 relevés (un peu plus d'1/3). Dans ces derniers, seulement 14 taxons côtoient le myriophylle (tableau III). Les taxons dont la fréquence varie le plus (> ou < 10% d'écart) entre les relevés où est présent *Myriophyllum heterophyllum* et l'ensemble des relevés sont :

- le cératophylle immergé (*Ceratophyllum demersum* L.) et l'élodée à feuilles étroites (*Elodea nuttallii* (Planch.) H.St.John), moins fréquents dans les sondages hébergeant du myriophylle hétérophylle ;
- la vallisnérie en spirale (*Vallisneria spiralis* L.) et le cabomba de Caroline (*Cabomba caroliniana* A.Gray), plus fréquents dans les sondages hébergeant du myriophylle hétérophylle.

L'amplitude écologique très large des deux premiers taxons ne permet pas d'interpréter cette moindre

fréquence. Ils se rencontrent dans de nombreuses conditions dans les cours d'eau prospectés, hormis les secteurs à fort courant (situations très rares dans le contexte globalement navigable de ces cours d'eau).

En revanche, *Vallisneria spiralis* et *Cabomba caroliniana* sont deux hydrophytes qui se rencontrent, pour l'instant, en Franche-Comté, presque exclusivement dans des chenaux navigables, comme le myriophylle hétérophylle (figure n°16).

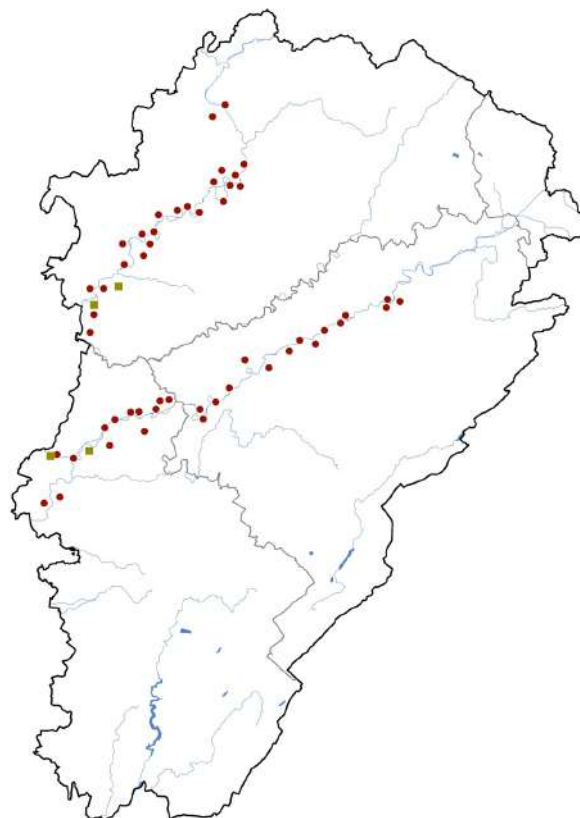


FIGURE 16 – Localisations des communes de Franche-Comté où *Vallisneria spiralis* et *Cabomba caroliniana* ont été recensées.

Légende :

- *Vallisneria spiralis* / ■ *Cabomba caroliniana*

Sources : © SBFC/CBNFC-ORI - TAXA2024 © IGN - BDTOP02014.

En effet, la vallisnérie en spirale n'est connue que dans le cours de la Saône (à partir de de Montureux-lès-Baulay, 70) et dans le cours du Doubs (à partir de Chaux-lès-Clerval, 25). Sachant que dans la vallée du Doubs, la vallisnérie n'est fréquente que dans la partie navigable, qui bifurque à l'aval de Dole (39) en direction de la vallée de la Saône via le canal du Rhône au Rhin. Dans la basse vallée du Doubs, non navigable, l'espèce n'avait été rencontrée que très rarement lors de la dernière étude approfondie des hydrophytes dans ce secteur (Vuilleminot & Hans, 2006). Ces éléments sont certainement en lien avec l'attachement de la

vallisnérie, taxon probablement exotique, aux chenaux navigués (voir plus loin le zoom).

Pour sa part, le cabomba de Caroline est un taxon exotique en Europe, découvert en Franche-Comté à l'occasion de ce bilan stationnel du myriophylle hétérophylle. Dans la Petite Saône, seuls des fragments flottants ont été observés à Apremont (70) et à Gray (70) (figure n°17). Par contre, en dépit de l'invisibilité de la plante depuis la surface, des tiges enracinées ont été abondamment prélevées lors des sondages au grappin réalisés durant cette étude dans le canal du Rhône au Rhin à Abergement-la-Ronce (39) et surtout dans le canal du Rhône au Rhin à Abergement-la-Ronce (39) (figures n°18 et 19).



FIGURE 17 – Fragments flottants de feuilles submergées de *Cabomba caroliniana*.



FIGURE 18 – Fragments de tiges submergées de *Cabomba caroliniana*.



FIGURE 19 – Tige radicante de *Cabomba caroliniana*.

L'attachement observé en Franche-Comté de *Vallisneria spiralis* et de *Cabomba caroliniana* avec les eaux douces faiblement courantes à stagnantes, à réchauffement estival important et à fond vaseux plutôt eutrophe, correspond plus globalement aux observations nationales (Dutartre, 2024a ; Jauzein & Nawrot, 2011 ; Tison & de Foucault, 2014).

Elodea nuttalli, *Vallisneria spiralis* et *Cabomba caroliniana* font l'objet d'un zoom ci-après en raison de leur caractère non-indigène avéré ou présumé.

Conditions écologiques

En ce qui concerne les conditions stationnelles de développement de *Myriophyllum heterophyllum*, il ressort des 23 relevés d'hydrophytes réalisés que :

- dans 61 % des cas (14 relevés), ce taxon est accompagné du nénuphar jaune (*Nuphar lutea* (L.) Sm.) ou de la lenticule à nombreuses racines (*Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid.), deux espèces liées aux eaux douces surtout calmes et stagnantes, éventuellement faiblement courantes, mésotrophes à eutrophes (alliances du *Nymphaeion albae* et du *Lemnion minoris*) ;
- dans les autres cas :
 - la vallisnérie en spirale est présente dans 67 % des relevés (n = 6), témoignant elle-aussi d'eaux calmes, stagnantes à faiblement courantes, mésotrophes à eutrophes mais relevant plutôt des communautés pionnières du *Potamion pectinatus* (Vuilleminot & Hans, 2006) ;
 - le myriophylle à épis, à très large amplitude écologique, est la seule espèce compagne dans 13 % des relevés (n = 3).

Parmi les 23 secteurs sondés abritant du myriophylle hétérophylle, le tableau IV révèle que 22 d'entre eux sont navigués. Le seul secteur non navigué correspond au cours du Doubs en aval du barrage du Crissey (39).

De nombreux autres secteurs du cours du Doubs non navigués ont été sondés dans la partie amont, depuis Montbéliard (25). Mais le myriophylle y était absent alors qu'il était souvent présent dans le canal du Rhône au Rhin longeant parallèlement le cours du Doubs. Ces résultats illustrent le lien étroit entre la présence et l'abondance du myriophylle hétérophylle et les chenaux navigués, caractérisés notamment par :

- des eaux plus lentes à plus stagnantes que dans le cours des rivières ;
- des eaux davantage sujettes au réchauffement estival *a priori* ;
- le déplacement des bateaux et la réalisation d'actions de faucardage par VNF, qui favorisent

toutes deux la fragmentation et la dispersion de boutures de tiges de cet hydrophyte.

Ainsi, si la présence du myriophylle hétérophylle est possible en basse vallée du Doubs (non prospectée récemment), il n'est pas certain que l'espèce y trouve réellement des conditions optimales pour s'y disperser et y proliférer.

TABLEAU IV – Navigabilité des secteurs sondés abritant *Myriophyllum heterophyllum* (n = 23).

code_sondage	type de voie d'eau	navigabilité
16	CRR branche sud (canal)	oui
18	CRR branche sud (canal)	oui
21	le Doubs (embouchure CRR)	oui
23	CRR branche sud (canal)	oui
23	le Doubs (embouchure CRR)	oui
25	CRR branche sud (canal)	oui
25	CRR branche sud (halte fluviale)	oui
29	CRR branche sud (port)	oui
30	le Doubs (embouchure CRR)	oui
31	CRR branche sud (canal)	oui
38	Petite Saône	oui
381	Dérivation de Port-sur-Saône (port)	oui
41	Petite Saône (dérivation avec tunnel de Savoyeux)	oui
42	Petite Saône (dérivation de Vereux)	oui
43	Petite Saône	oui
44	Petite Saône	oui
44	Petite Saône (dérivation d'Apremont)	oui
45	le Doubs (embouchure CRR)	oui
46	Canal Charles Quint	oui
471	le Doubs (aval du bras du barrage de Crissey)	non
472	CRR branche sud (canal)	oui
473	CRR branche sud (canal)	oui
474	CRR branche sud (canal)	oui

Zoom sur trois taxons non-indigènes ou d'indigénat douteux

L'élodée à feuilles étroites (*Elodea nuttallii*)

L'élodée à feuilles étroites est, comme le myriophylle hétérophylle, une espèce ayant été utilisée par l'aquariophilie, qui s'est échappée et qui constitue une espèce exotique envahissante figurant sur la liste réglementée des espèces exotiques envahissantes préoccupantes pour l'Union européenne¹⁹.

Cependant, il s'agit d'une espèce assez commune en Franche-Comté, largement présente dans les vallées de la Saône, du Doubs et de l'Ognon mais aussi dans les lacs d'altitude (Vuilleminot, 2019). Si la première donnée en Franche-Comté date de 1997 à la confluence du Doubs et de la Loue²⁰, sa présence est certainement un peu plus ancienne. En effet, la distinction de la répartition ancienne de cette espèce avec l'élodée du Canada (*Elodea canadensis* Michx.), une autre élodée originaire d'Amérique du Nord, est difficile à établir. Jusqu'au début des années 2000, la distinction entre ces deux taxons n'était pas réalisée par les naturalistes (Vuilleminot, 2019; Vuilleminot et al., 2018). Or, l'élodée du Canada s'est naturalisée en France autour des années 1870 (Leblay & Marco, 2010a) et les premières mentions en Franche-Comté datent de 1895²¹, avec simultanément plusieurs localisations aussi bien dans des canaux du Territoire de Belfort que dans le cours de la Saône, ce qui laisse supposer une présence déjà antérieure. Concernant l'élodée à feuilles étroites, d'autres territoires évoquent une apparition dans les années 1980 (Info Flora, 2023) ou au début des années 1990 (Dumont et al., 2020; Jauzein & Nawrot, 2011).

La capacité de prolifération des élodées conduit à la formation de vastes peuplements monospécifiques (figure n°20) qui concurrencent fortement les autres hydrophytes en monopolisant les ressources lumineuses et trophiques, en entraînant des anoxies périodiques dans les pièces d'eau calme, ou encore en accélérant l'envasement et l'eutrophisation suite au dépérissement des tiges en fin de vie (Vuilleminot, 2019; Vuilleminot et al., 2018). Ce comportement et la fréquence de l'espèce en Franche-Comté ont conduit à évaluer *Elodea nuttallii* comme une espèce exotique envahissante majeure en Franche-Comté (Vuilleminot et al., 2016).



FIGURE 20 – Herbier d'*Elodea nuttallii* tapissant le fond du cours du Doubs, Dampierre-sur-le-Doubs (25), septembre 2022.

Toujours est-il que la fréquence actuelle de l'élodée à feuilles étroites sur le territoire rend sa gestion peu pertinente, sachant que, comme pour la plupart des hydrophytes, la manipulation des herbiers présente toujours un risque élevé de fragmentation et de bouturage, conduisant à multiplier ces plantes dans la pièce d'eau visée, mais également à favoriser sa dissémination au-delà (Vuilleminot, 2019; Vuilleminot et al., 2018). Des opérations minutieuses d'arrachage sélectif ne seraient à envisager qu'en cas d'implantation naissante de cette espèce dans des pièces d'eau de qualité ou dans de petits affluents, lorsqu'il s'agirait de stopper un début de colonisation. Des expériences de faucardage existent dans certaines régions françaises visant à réduire le niveau de présence de ces espèces pour répondre à des problématiques d'usage de plans d'eau (baignade, navigation, pêche). Mais si ces opérations ne s'accompagnent pas d'un moissonnage rigoureux des fragments produits, ces opérations sont à éviter.

¹⁹ Elle figure sur la première liste d'espèces exotiques envahissantes préoccupantes pour l'Union Européenne établie en 2016 à la suite de la mise en œuvre du règlement UE

n°1143/2014 relatif à la prévention et à la gestion de l'introduction et de la propagation des espèces exotiques envahissantes

²⁰ Source TAXA 2024 SBFC/CBNFC-ORI

²¹ Source TAXA 2024 SBFC/CBNFC-ORI

La vallisnérie en spirale (*Vallisneria spiralis*)

En France

La vallisnérie en spirale (figure n°21) est une plante aquatique dont l'origine de la présence en métropole demeure peu claire. Par ailleurs, son indigénat varie selon les territoires et évolue au cours du temps, selon les informations disponibles.



FIGURE 21 – *Vallisneria spiralis* (J. Guyonneau).

Plusieurs publications anciennes (Berrier, 1976 ; Corillion, 1955 ; Dupontreué, 1976 ; Walter, 1935) retracent, de manière complémentaire et avec une grande précision l'évolution de la répartition de cette espèce en France.

Toutes évoquent :

- l'origine tropicale à subtropicale de la vallisnérie en spirale, se rencontrant en Asie occidentale (Mésopotamie), au Mexique et dans le sud de l'Europe²² ;
- son besoin d'eau tiède à chaude (au moins en été), avec une anecdote (Dupontreué, 1976) sur la raréfaction soudaine de l'espèce dans un cours d'eau du nord de la France, rapportée à l'arrêt d'une centrale électrique qui rejetait auparavant de l'eau chaude.

Walter (1935) mentionne la présence, « de longue date », de la vallisnérie en Europe, dans la région méditerranéenne et celle de la Mer Noire²³. En France, il précise que les ouvrages de botanique la signalent à partir de 1763, près de l'embouchure du Rhône, à

Avignon et à Orange, c'est-à-dire en pleine région méditerranéenne.

Sans pouvoir déterminer si ce secteur correspond à l'aire d'origine naturelle de l'espèce en France, ou s'il s'agit de « sa porte d'entrée » dans le pays, ce même auteur considère que c'est bien de ce secteur du Bas-Rhône que l'espèce a entrepris une migration via les voies navigables intérieures :

- en direction de Toulouse via le canal du Midi avant la fin du 18^e siècle ;
- vers le nord via la vallée du Rhône, puis la vallée de la Saône, avant de se diffuser dans différents canaux comme le canal du Centre, le canal de Bourgogne, le canal entre Champagne et Bourgogne etc., lui permettant de se diffuser et d'atteindre, avant la fin du 19^e siècle, les grandes vallées du nord de la France comme le bassin de la Loire, de la Seine, de la Mayenne ou encore le bassin de la Moselle (figure n°22).

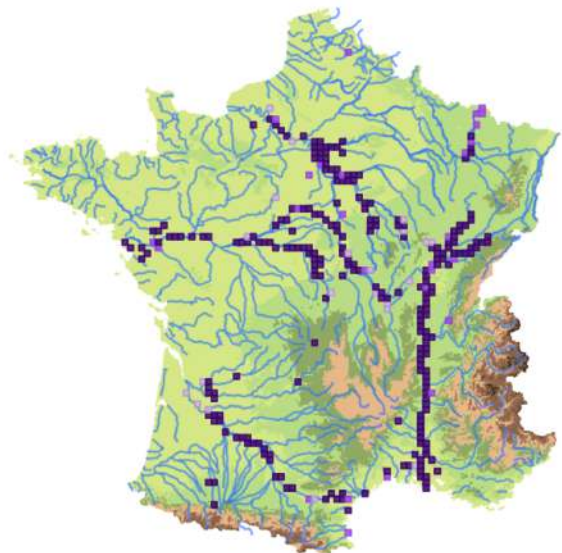


FIGURE 22 – Répartition à la maille 10x10 km de *Vallisneria spiralis* en France métropolitaine.

Sources : © FCBN 2016, Système d'information national flore, faune, végétation et habitats, données du réseau des CBN © IGN 2013, BD CARTO - © SANDRE 2013, SIE - © Muséum national d'histoire naturelle 2013, Espaces protégés, TAXREF v7.0

La plante semble s'être d'abord répandue grâce à ses rosettes radicales, qui constitue un vaste réseau de proche en proche. Selon Walter (1935), « la propagation est extrêmement rapide, car d'une

²² Verloove & Van Rossum (2024) décrivent une aire d'origine correspondant à l'Europe méridionale, le sud-ouest de l'Asie, l'Afrique du nord et le bassin du Nil. En Belgique, l'espèce est considérée comme occasionnelle (Verloove, 2006), bien que des cas de naturalisation soient rapportés localement

(Verloove, 2024). Ainsi, il est étonnant de constater que Schou et al. (2023) qualifient *Vallisneria spiralis* d'indigène en Europe du nord et centrale.

rosette-mère peuvent naître par an jusqu'à 30 ou 40 autres rosettes, par une série de générations de stolons sympodiques ». Il ajoute : « rien d'étonnant après cela que le *Vallisneria* arrive littéralement à empester certaines parties des voies navigables. Par le mouvement des bateaux, des pieds sont facilement arrachés ; s'ils restent ensuite accrochés au bateau, ou bien s'ils sont entraînés par le courant, ils peuvent être transportés à grande distance et donner lieu à de nouvelles colonies. Le réseau merveilleux de nos canaux, qui sillonnent la France dans tous les sens, constitue un excellent moyen de propagation pour notre sujet(...) ». « Notre plante méridionale paraît donc être douée d'une plus grande rusticité que son origine des régions chaudes pouvait le faire supposer, elle fait preuve, en outre, d'une plasticité remarquable (...). Il est possible que cette plante flexible ait développé une race plus résistante qui, avec le temps, s'adaptera de mieux en mieux à des climats plus durs ».

D'autres récits de Walter (1935) décrivent la dynamique importante de la vallisnérie en spirale :

- en 1856, l'espèce est considérée comme encore très rare dans le canal de Bourgogne, « mais qu'elle y est devenue, par la suite, si abondante qu'en beaucoup de localités on a été obligé de la faucher à cause des entraves qu'elle apportait à la navigation » ;
- « on se rappelle que la navigation avait été interrompue dans toute la région nancéenne pendant la Grande Guerre, le *Vallisneria* a dû mettre à profit cette période de tranquillité des eaux pour former de vastes colonies, qui encombraient ensuite la proue des péniches, lorsque la circulation recommença. Malheureusement, toutes ces plantes ont disparu à la reprise du mouvement sur les voies fluviales. D'autre part, les Ponts et Chaussées, en renforçant les berges des canaux par des bords en ciment armé ou des plaques métalliques, ont mis en mauvaise posture toutes les plantes aquatiques qui peuplaient les bords ; la navigation par moteurs a, elle-même, été un élément destructeur » ;
- des situations de présence en « vastes peuplements sur des parcours de plusieurs kilomètres ».

Ainsi, la remontée de la vallisnérie par les voies navigables s'est faite de proche en proche spontanément, même si les bateaux ont pu parfois

aider en dispersant des rosettes. La « migration » de cette « plante méridionale » a été si spectaculaire qu'il est dit que « l'invasion du *Vallisneria*, par la voie des canaux, rappelle celle, bien plus rapide et plus générale, de sa plus proche voisine de la famille des Hydrocharidées, *Elodea canadensis* ».

Cependant, chacun des auteurs des publications anciennes précitées citent des cas de développement et de naturalisation de la vallisnérie en spirale dans des plans d'eau (mais dans quelques rivières aussi²⁴) suite, souvent, à des cas introductions par l'homme :

- par des botanistes, qui n'hésitaient pas, fut une certaine période, à introduire de nouvelles espèces dans les milieux naturels pour enrichir la flore locale d'éléments absents jusque-là ;
- par des aquariophiles : « le *Vallisneria* est une plante idéale pour l'aquarium, où il se multiplie rapidement par voie de stolons. Il peut arriver que des amateurs, en nettoyant leur aquarium, jettent les plantes inutiles, parfois même sans intention, dans des cours d'eau ou des étangs, où elles ont vite fait de se fixer » (Walter, 1935).

En définitive, hormis des populations introduites délibérément et subsistant éventuellement encore dans des plans d'eau, les populations de vallisnérie en spirale présentes dans les rivières de France auraient, semble-t-il, toutes la même origine méditerranéenne.

Dès lors, selon nous, soit l'espèce est indigène partout en métropole si la population source de l'embouchure du Rhône est considérée comme indigène, soit l'espèce est exogène partout si la population méridionale relèverait d'une introduction initiale par l'homme au 18^e siècle. Le fait que le premier signalement de l'espèce daterait de 1763 nous interpelle, sachant que dans Dupontreué (1967), il est dit que Debeaux(1898) « fait observer que cette espèce est fréquente dans les canaux du Midi et dans les grands fossés aquatiques du Littoral de la Méditerranée ». Ce lien avec les habitats aquatiques anthropisés évoque le comportement des plantes rudérales d'origine exogène. Ces dernières s'installent d'abord dans les habitats perturbés liés aux activités humaines, avant de parvenir, pour certaines, à gagner des habitats plus naturels.

Par ailleurs, si l'espèce était vraiment indigène, cela peut surprendre que, quelques décennies seulement après son premier signalement à l'embouchure du Rhône, elle ait entrepris une progression rapide au sein

²⁴ En Haute-Saône, Walter (1935) rapporte l'indication de Malcuit, comme quoi « des pieds vivants furent rapportés de l'étang du Bois de Boulogne et naturalisés sur les bords de la Lanterne à l'extrémité sud-occidentale des Vosges ». André (2005) explique que « Bonati père et fils introduisirent, autour de 1890, diverses

espèces dans le secteur de Conflans, dont la vallisnérie, sur les bords de la Lanterne ». La vallisnérie n'a cependant jamais fait l'objet de mention dans ce secteur de manière contemporaine selon les données disponibles dans la base Taxa.

des vallées navigables en direction de l'ouest, du nord et du nord-ouest de la France. Peut-être existe-t-il un lien étroit avec le développement important, entre les 16^e et 18^e siècles, des canaux modernes...

En cas d'exogénat de la population méditerranéenne, le comportement de la vallisnérie entre la fin du 18^e siècle et le début du 20^e siècle permettrait de la qualifier d'espèce exotique envahissante, au moins durant cette période. Depuis, certaines flores de la fin du 20^e siècle et du début du 21^e siècle évoquent des cas de régression localement, imputés à l'altération du lit des cours d'eau et à la pollution (Verloove & Van Rossum, 2024). C'est probablement ce qui a conduit certains territoires en France, comme la Lorraine, à protéger cette espèce²⁵.

Toujours est-il que la situation demeurant confuse, le statut d'indigénat le plus approprié pour la vallisnérie pourrait être celui de cryptogène²⁶ (Fried G., *comm. pers.*).

En Franche-Comté

Walter (1935) mentionne une publication de Maire²⁷ (1895), écrivant : « Cette plante méridionale, signalée par Paillot dans le Doubs à Besançon, avait été indiquée à Gray, par Déséglise (in litteris ad Vendrely 1868), mais n'avait pu être retrouvée depuis. Je viens de la voir dans la Saône, le long du quai Villeneuve à Gray ». Au sujet du cours du Doubs, Walter (1935) indique aussi que la vallisnérie en spirale, lors de sa remontée de la Saône, avait dépassé l'embouchure du Doubs avant 1860.

Ainsi, la vallisnérie était déjà présente, avant la fin du 19^e siècle, dans le cours de la Saône en Haute-Saône et dans le cours du Doubs dans le département du Doubs. Pour autant, dans cette dernière rivière, il est à peu près certain que l'espèce n'est pas remontée de proche en proche depuis la confluence avec la Saône en passant par la basse vallée du Doubs. En effet, comme discuté à propos de la figure n°16 (page 16), la vallisnérie est très rare dans cette partie basse de la vallée. Son attachement fort aux voies navigables a dû plutôt favorisé sa pénétration et sa remontée du cours du Doubs via le canal du Rhône au Rhin qui lie la Saône au Doubs à partir de Dole (39).

En 2000, dans son catalogue des plantes vasculaires de la chaîne jurassienne, Prost qualifie la vallisnérie de

« très rare et sporadique dans les eaux dormantes des vallées de la Saône et du Doubs en Franche-Comté ».

En 2005, André, dans un article traitant des hydrophytes en Haute-Saône, valorise ses observations réalisées lors de prospections effectuées de 2002 à 2005 dans les zones humides de plusieurs unités paysagères de Haute-Saône, dont la vallée de l'Ognon et la basse vallée de la Saône.

Dans la vallée de l'Ognon, il trouve pas la vallisnérie en spirale. D'ailleurs, selon les données de la base Taxa et selon la réalisation d'une étude récente dans la moyenne vallée de l'Ognon (Reymann *et al.*, 2023), la vallisnérie en spirale est toujours absente de ce cours d'eau, malgré sa confluence avec la Saône. Nous pensons que cette absence serait en lien avec le caractère non navigable de cette rivière.

Dans la vallée de la Saône, André (2005) juge la situation mentionnée par Prost (2000) comme n'étant plus d'actualité, l'espèce s'étant répandue dans de nombreux secteurs : « elle remonte rapidement les vallées du Doubs et de la Saône ». Il met en perspective l'observation très ancienne de *Vallisneria spiralis* par R. Maire à Gray en 1895 avec sa propre observation de l'espèce jusqu'à Montureux-lès-Baulay, station connue alors la plus en amont, correspondant à une remontée de l'espèce d'une centaine de kilomètres en un peu plus d'un siècle.

À propos de la vallée du Doubs, suite à une vaste étude de terrain concernant les plantes aquatiques des vallées du Doubs et de la Loue durant les années 2005-2006, Vuilleminot (2007) confirme l'appréciation d'André (2005) sur la vallisnérie pour ces rivières. Nous précisons que « les prairies aquatiques sombres formées par cette espèce se rencontrent en effet de manière abondante dans la moyenne vallée du Doubs, à partir de Baume-les-Dames²⁸, avec une fréquence maximale entre Thoraise et Dole. Elle se développe surtout dans le lit mineur, sur les berges ou au centre du cours d'eau, dans les sections de mouille et sous une lame d'eau d'1,2 mètres environ. Ces éléments, ajoutés au fait que l'espèce soit totalement absente de la basse Loue (non navigable) concourent à faire valoir le rôle important du tourisme fluvial dans la dissémination végétative de la vallisnérie ».

²⁵ Muller (2006) propose finalement de retirer *Vallisneria spiralis* de la liste des espèces protégées de Lorraine, étant donné l'amélioration de la connaissance depuis l'établissement de cette liste qui a permis de constater que l'espèce est en fait « largement distribué dans la Moselle et ses annexes hydrauliques de Nancy à la frontière luxembourgeoise ».

²⁶ Se dit d'un taxon dont les modalités d'arrivée des individus ou de populations sur le territoire étudié ne sont pas explicites et

pour lequel il n'est donc pas possible d'attribuer un statut d'indigénat sur le territoire étudié (Fried *et al.*, 2024).

²⁷ René Maire (1878-1949) est un grand naturaliste (mycologue et botaniste) qui a vécu dans sa jeunesse à Gray (70) et a publié des notes sur la flore des environs de Gray.

²⁸ Cette mention de Baume-les-Dames était ici indicative, en fait la commune la plus en amont était Ougney-Douvot (25), située un peu plus en aval de Baume-les-Dames.

Suite à ces évaluations datant de 2005 pour la Saône et de 2005-2006 pour le Doubs, nous observons, grâce à la figure n°23, l'évolution de la répartition communale de la vallisnérie en spirale depuis ces années :

- **dans la vallée de la Saône**, les données collectées récemment montrent que l'espèce a été trouvée dans la plupart des communes non mentionnées jusque-là, entre la limite avec la Côte d'Or et l'aval immédiat de Port-sur-Saône, indiquant une présence presque continue entre ces deux points. En revanche, l'espèce n'a pas été revue à Port-sur-Saône ni plus amont, jusqu'à Montureux-lès-Baulay, alors que des sondages ont été positionnés dans cette partie amont durant la présente étude et que des prospections aquatiques ont été effectuées jusqu'à Jonvelle en 2015 lors de la typologie et de la cartographie des habitats naturels du site Natura 2000 de la vallée de la Saône (Écologie & Botanique, 2016). Il ressort donc que si l'espèce est très bien implantée dans cette rivière, il semblerait qu'elle ait régressé dans la partie amont (Port-sur-Saône et au-delà en amont) ;
- **dans la vallée du Doubs**, les données collectées récemment montrent que l'espèce a moins été contactée en particulier dans la partie jurassienne en amont de Dole, mais ce résultat est à nuancer étant donné que peu de points de sondage étaient positionnés dans ce secteur lors de la présente étude. Par contre, dans cette vallée du Doubs jurassienne, la vallisnérie en spirale a été observée dans des communes non signalées jusqu'à présent, comme Dole et Choisey. Dans ce secteur, ces découvertes ne correspondent pas nécessairement à une expansion de l'implantation de l'espèce, sachant que la vallisnérie y a été trouvée dans les deux cas dans le canal du Rhône au Rhin, alors qu'en 2005 seul le cours du Doubs²⁹ avait été étudié. En revanche, l'espèce semble bien avoir gagné du terrain vers l'amont, puisqu'elle a été découverte dans le Doubs et dans le canal dans plusieurs communes autour et en amont de Baume-les-Dames, c'est-à-dire d'Esnans jusqu'à Chaux-lès-Clerval, soit une remontée de la vallisnérie d'une vingtaine de kilomètres en un peu moins de 20 ans.

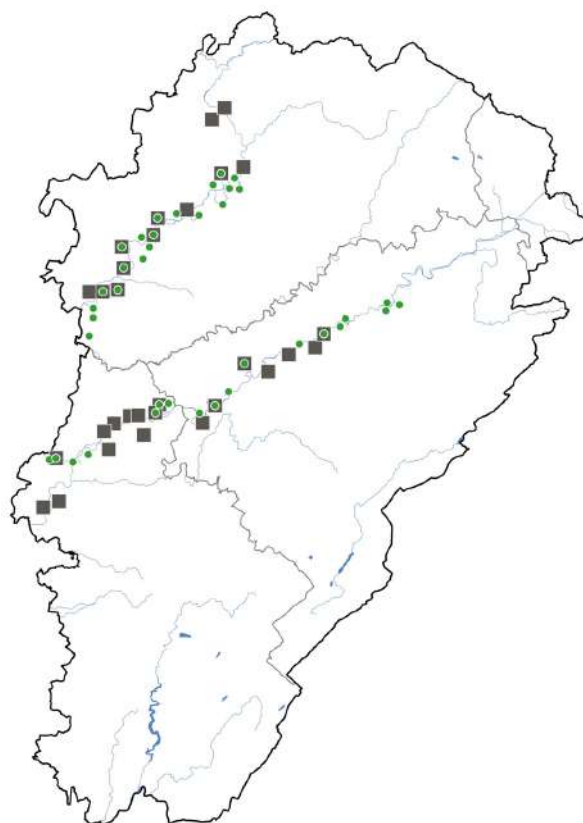


FIGURE 23 – Évolution de la connaissance de la répartition communale en Franche-Comté de *Vallisneria spiralis*.

Légende :

■ < 2007

● ≥ 2007

Sources : © SBFC/CBNFC-ORI - TAXA2024 © IGN - BDTOP02014.

En définitive, *Vallisneria spiralis* est une espèce d'origine incertaine en France et dont l'arrivée en Franche-Comté a été facilitée, comme pour la plupart des autres territoires de métropole, par les canaux. Ces derniers ont connecté les rivières et créé de nouveaux chenaux, offrant à l'espèce de nouveaux territoires à conquérir, le long desquels les embarcations ont certainement participé à la dispersion de fragments.

À l'heure actuelle, en Franche-Comté, sa dynamique semble contrastée. Si elle continue de se cantonner exclusivement aux sections globalement naviguées des rivières de la Saône et du Doubs comme cela a toujours été, il se pourrait qu'elle ait régressé dans la partie amont du cours de la Saône, tandis qu'elle continue de progresser dans la partie amont de la vallée du Doubs. Cette expansion devrait certainement

²⁹ Cours du Doubs navigué et non navigué.

se poursuivre de proche en proche dans tout le canal du Rhône au Rhin jusqu'en Alsace.

Toutefois, bien que la vallisnérie en spirale puisse former quelques fois des « prairies » sur quelques mètres carrés et remontant plus ou moins en surface de l'eau, il n'existe pas, à notre connaissance, de situations où l'espèce formerait des peuplements capables de gêner la navigation et nécessitant du faucardage, telles que rapportées par Walter (1935) dans d'autres territoires en France au début du 20^e siècle.

Le cabomba de Caroline (*Cabomba caroliniana*)

Découverte en Côte d'Or dans le canal de Bourgogne en 2005 (Dutartre *et al.*, 2006), *Cabomba caroliniana* y gênait déjà la navigation (figure n°24). Depuis, en métropole, elle a été repérée dans le canal du Midi à Toulouse et à proximité, où elle semble également y présenter une dynamique d'expansion notable (Dutartre, 2024a). Ailleurs, elle a été trouvée dans plusieurs départements d'Ile-de-France et de Bourgogne, en Charente-Maritime, dans l'Aisne³⁰. En Franche-Comté, elle a donc été observée en 2022 par le CBNFC-ORI en Haute-Saône (dans la Saône) et en 2023 dans le Jura (dans le canal Charles Quint à Dole et dans le canal du Rhône au Rhin à Abergement-la-Ronce).

En complément, les données des prospections menées par VNF montrent que des fragments avaient déjà été observés, au moins dès 2022 déjà, dans le canal du Rhône au Rhin, de l'Abergement-la-Ronce jusqu'à la confluence avec la Saône en Côte d'Or. Par ailleurs, en mai 2022, des fragments ont également été observés dans le département du Doubs, dans le canal du Rhône au Rhin à Osselle-Routelle. Lors d'une prospection en fin d'été par le CBNFC-ORI dans le même secteur, aucun fragment n'a été retrouvé.

Depuis sa découverte dans le canal de Bourgogne en 2005, il semblerait que l'espèce remonte vers l'amont en direction de la vallée de la Saône et de la vallée du Doubs, probablement aidée par la navigation (bouturage par fragmentation par les hélices puis dispersion des tiges par flottaison et ou par relargage des fragments accrochés aux hélices et aux embarcations). L'hypothèse de déversements d'aquarium à différents endroits n'est pas non plus à écarter, étant donné que l'aquariophilie est à l'origine de l'introduction de l'espèce en Europe.



FIGURE 24 – Herbiers enracinés de *Cabomba caroliniana* dans le canal de Bourgogne, Plombières-lès-Dijon (21) (O. Bardet).

Évalué comme exotique envahissant émergent dans ses régions d'apparition partout en métropole, le cabomba de Caroline figure sur la liste des espèces préoccupantes pour l'Union européenne depuis février 2018³¹.

Comme d'autres hydrophytes, *Cabomba caroliniana* peut être géré par arrachage manuel ou mécanique, voire par assèchement lorsqu'il s'agit de plan d'eau. Néanmoins, ces techniques peuvent être particulièrement fastidieuses, coûteuses et contre-productives lorsque l'invasion est déjà trop avancée et/ou que la gestion conduit à disperser davantage l'espèce via des fragments susceptibles de bouturer (Dutartre, 2024a ; Leblay & Marco, 2010b).

Enfin, comme il l'a été constaté lors des sondages de plantes aquatiques réalisés durant la présente étude, lorsque des herbiers enracinés de *Cabomba caroliniana* ont été trouvés, à chaque fois la plante tapissait

³⁰ Sources : <https://lobelia-cbn.fr> ; <https://openobs.mnhn.fr/>

³¹ Elle figure sur la première liste d'espèces exotiques envahissantes préoccupantes pour l'Union Européenne établie

en 2016 à la suite de la mise en œuvre du règlement UE n°1143/2014 relatif à la prévention et à la gestion de l'introduction et de la propagation des espèces exotiques envahissantes

uniquement le fond et sa présence était indétectable en surface. Dès lors, l'ampleur de sa répartition dans les cours d'eau considérés est impossible à connaître.

Forme de développement du myriophylle hétérophylle

Comme indiqué dans le tableau V, la présence du myriophylle correspond dans 26 % des situations uniquement à des fragments flottants arrachés par les hélices des bateaux ou par des pêcheurs. Dans ces cas, il n'y a donc pas d'herbiers enracinés éventuellement problématiques pour les écosystèmes ou pour la navigation.

TABLEAU V – Formes de développement de *Myriophyllum heterophyllum* pour n = 23 sondages où l'espèce a été contactée.

uniquement des tiges enracinées	des tiges enracinées et des tiges flottantes libres	uniquement des tiges flottantes libres
9	8	6
39 %	35 %	26 %

Dans les situations de présence d'herbiers enracinés (74 % des observations), il apparaît (tableau VI) que ces derniers n'occupent jamais toute la lame d'eau, c'est-à-dire jusqu'à développer des tiges étalées à la surface de l'eau.

En outre, pour la majorité (65 %) de ces herbiers enracinés, la présence du myriophylle est indétectable depuis la berge (sans lancé de grappin). Les herbiers tapissent alors le centre du fond du chenal uniquement.

TABLEAU VI – Visibilité des herbiers enracinés de *Myriophyllum heterophyllum* (n = 17).

développement des tiges jusqu'à l'étalement à la surface de l'eau	développement des tiges sous la surface de l'eau, visibles en pied de berge seulement ou exceptionnellement au fond du chenal en cas de translucidité de l'eau	développement des tiges sous la surface de l'eau, invisibles depuis la berge
0	6	11
0 %	35 %	65 %



FIGURE 25 – Herbier de *Myriophyllum heterophyllum* tapissant et restreint au pied de berge (Colombier-Fontaine, 25).

Ainsi, il ressort :

- qu'en termes de surveillance de la répartition de l'espèce, la seule présence de fragments flottants n'assure pas totalement la présence d'herbiers enracinés (1/4 des situations où les fragments flottants proviennent d'ailleurs) ;
- qu'en termes d'impact, les herbiers semblent peu gênants pour la navigation puisque qu'ils sont ras et majoritairement présents au centre du chenal, là où il y a le plus de fond.

Toutefois, le deuxième point mérite d'être nuancé, en considérant les périodes auxquelles ont été réalisées les campagnes de sondage en 2022 et en 2023. Les relevés ont été réalisés en août-septembre, pour des raisons de disponibilité et parce que l'été correspond à l'optimum de développement des hydrophytes, au comportement généralement saisonnier.

Or, dans le cas du myriophylle hétérophylle, les observations que nous avons pu réaliser à d'autres occasions que lors des campagnes de sondage nous ont finalement montré, au fil des années, que les

herbiers pouvaient être particulièrement volumineux³², mais surtout ou seulement à la fin du printemps et au début de l'été (figure n°26). Il est donc possible que, localement, des opérations de faucardage, réalisées plus tôt en saison que les campagnes de sondage, aient réduit le volume des herbiers. Mais d'après les échanges d'informations avec les agents de VNF, ce n'est pas souvent le cas.



FIGURE 26 – Herbier de *Myriophyllum heterophyllum* occupant toute la lame d'eau (Orchamps, 39).

Ainsi, il semblerait bien que le myriophylle hétérophylle atteigne un niveau maximal de biomasse à cette période, avant de régresser durant l'été.

Pour vérifier cette observation, nous avons analysé des données de VNF (Direction territoriale Rhône Saône) collectées en Franche-Comté sur le canal du Rhône au Rhin (en 2022 et en 2023) et sur la Petite Saône

navigable (2023 seulement). De manière précise, celles-ci ont été collectées :

- pour le canal du Rhône au Rhin : les 31 mai, 2 juin et 16 juin 2022 puis les 29 avril et 8 juin 2023 ;
- pour la Petite Saône : entre le 5 et le 20 juin 2023.

Il s'agit donc d'observations de fin de printemps.

Seules les sections du réseau hydrographique navigable abritant, selon les agents de VNF, *Myriophyllum heterophyllum* ont été retenues. Cette sélection est présentée en annexe 4. Pour chaque section, de longueur très variable³³, a été évaluée l'impact sur les usages.

Le tableau VII synthétise ces résultats. Deux remarques peuvent être faites :

- au printemps, le développement du myriophylle hétérophylle peut effectivement être conséquent, puisqu'en 2022 la navigation est jugée contrainte à très contrainte dans 40 % des cas ;
- ce développement semble toutefois osciller grandement selon les années, puisqu'en 2023, la navigation n'est jugée contrainte à très contrainte plus que dans 13 % des cas³⁴.

TABLEAU VII – Type et proportion d'impact relevés sur la navigation par VNF au sein des sections du réseau hydrographique de Franche-Comté abritant *Myriophyllum heterophyllum*.

	2022		2023	
Nb de sections navigables	48	100%	67	100%
Impacts sur les usages				
Situation non préoccupante	29	60%	58	87%
Navigation contrainte	7	15%	7	10%
Navigation très contrainte	12	25%	2	3%

³² En particulier dans le canal du Rhône au Rhin entre Rochefort-sur-Nenon (39) et Dole (39).

³³ De quelques centaines de mètres à quelques kilomètres.

³⁴ Même si en 2023 le nombre de sections recensées est plus important, notamment grâce à la mise à disposition des données

sur la Petite Saône. Si l'on compare rigoureusement les mêmes sections navigables entre 2022 et 2023 (annexe 4), la proportion de sections dont la navigation est jugée contrainte à très contrainte est de 40 % en 2022 et de 15 % en 2023.

Pour aller plus loin dans l'analyse, il est possible d'observer également, d'après les données présentées en annexe 4, que les parmi les 48 sections du canal du Rhône au Rhin où la présence du myriophylle hétérophylle a été relevée en 2022 :

- dans 29 cas (60 %) où la situation de la navigation était qualifiée de non préoccupante en 2022 :
 - o la situation est équivalente en 2023 dans 23 cas (80 %)
 - o l'espèce a disparu en 2023 dans 6 cas (20 %)
- dans sept cas (15 %) où la navigation était qualifiée de contrainte :
 - o la situation est équivalente en 2023 dans deux cas (30 %)
 - o la situation est devenue non préoccupante dans quatre cas (60 %)
 - o la plante a disparu dans un cas (10 %)
- dans 12 cas (25 %) où la navigation était qualifiée de très contrainte :
 - o la situation est équivalente en 2023 dans deux cas (20 %)
 - o la navigation n'est plus que contrainte en 2023 dans 3 cas (30 %)
 - o la situation est devenue non préoccupante dans cinq cas (40 %)
 - o la plante a disparu dans deux cas (20 %).

Sur le canal du Rhône au Rhin, la situation peut aussi être décrite de la manière suivante. Au sein des 48 sections où la présence du myriophylle hétérophylle a été relevée en 2022, dans 9 cas (19 %) l'espèce n'y a pas été relevée en 2023 ; dont 3 cas où le taux de présence de l'espèce était tel que la navigation était qualifiée de contrainte (1 cas) à très contrainte (2 cas).

Concernant l'atteinte d'un niveau de développement maximal au printemps, il peut être remarqué que cela ne coïncide pas exactement avec les indications de Groffier (2020). Parmi les facteurs de compétitivité du myriophylle hétérophylle, cet article relève son caractère persistant qui lui donne un avantage compétitif en période printanière sur les espèces immergées à développement plutôt saisonnier (estival), puisqu'il peut occuper plus rapidement les biotopes disponibles. Néanmoins, cet article précise aussi que l'espèce croît toute l'année contrairement aux espèces saisonnières. Or, selon nos observations, la biomasse du myriophylle hétérophylle décline significativement en cours d'été.

Recherche de cas de concurrence avec le myriophylle verticillé

D'abord, comme en témoigne le tableau III, ce taxon n'a jamais été observé lors des campagnes de sondage en 2022 et en 2023.

Ensuite, trois localités très proches de secteurs sondés lors des campagnes de relevés ont été visitées en raison de la présence ancienne ou récente de myriophylle verticillé :

- Novillard (90), vu dans le cours de la Madeleine en 2006 ;
- Bavans (25), vu dans une mare bordant le Doubs en 2009 ;
- Chaux-lès-Port (70), vu dans une annexe fluviale de la Petite Saône en 1929.

D'une part le myriophylle verticillé n'a été retrouvé dans aucune localité et d'autre part le myriophylle hétérophylle n'y a pas été vu non plus, éliminant l'hypothèse d'une éventuelle confusion passée avec le myriophylle exogène.

En Franche-Comté, cette espèce est connue pour fréquenter surtout des pièces d'eau translucide, mésotrophe à eutrophe. En contexte alluvial comme la vallée du Doubs, il s'agit uniquement d'anses calmes ou de bras morts (Vuilleminot, 2007), donc des biotopes où le myriophylle hétérophylle n'a encore jamais été repéré.



PARTIE 3

PERSPECTIVES D'ACTIONS

CONNAISSANCE

Surveillance de la dynamique de l'espèce

La surveillance de la dynamique rapide d'expansion géographique du myriophylle hétérophylle implique pour le CBNFC-ORI d'inciter le réseau d'observateurs bénévoles et professionnels à transmettre tout signalement potentiel de l'espèce dans les cours d'eau de Franche-Comté, en particulier dans les secteurs où l'espèce a été peu ou pas recensée jusque-là :

- **dans la vallée de la Saône**, entre Savoyeux et Port-sur-Saône, ainsi que dans toute la partie amont de Chaux-lès-Port ;
- **dans la vallée du Doubs**, entre Osselle-Routelle et Branne, ainsi que dans le canal du Rhône au Rhin de Vougeaucourt jusqu'en Alsace. Dans la basse vallée du Doubs, non naviguée, sa présence est tout à fait possible. Mais la rivière, plus courante ici qu'en moyenne vallée, est moins propice au développement de l'espèce, sans compter que le développement du myriophylle hétérophylle est largement favorisé par la navigation et les actions de faucardage qui n'ont lieu qu'en voie navigable.

Comme il l'a été vu, une recherche fiable de cette espèce nécessite néanmoins d'être équipé d'un grappin, puisque le myriophylle hétérophylle peut passer totalement inaperçu au fond de l'eau. En outre, l'observation attentive des critères de distinction de cette espèce mérite d'être maintenue, car d'autres espèces de myriophylles exotiques, issus de l'aquariophilie et ressemblant à *M. heterophyllum* sont signalés, comme *Myriophyllum simulans* (Verloove, 2011) et *Myriophyllum hippuroides* (Schou et al., 2023). Pour les différencier, ces derniers auteurs ne mentionnent que des critères portant sur les tiges florifères...

Surveillance de la capacité de reproduction de l'espèce

Partout, l'observation de tiges aériennes de myriophylle hétérophylle serait intéressante à rapporter. D'une part parce que cela n'a jamais été observé jusqu'à maintenant en Franche-Comté, à la différence d'autres territoires en métropole, ne serait-ce que dans le canal de Bourgogne. Et d'autre part parce que même si l'espèce ne semble pas produire de semences viables en Europe pour l'instant (Groffier, 2020), un début de fructification a été

rapporté dans la Marne (Le Gloanec et al., 2019)³⁵. Le suivi de la capacité de reproduction sexuée de l'espèce est nécessaire pour mieux comprendre ses facultés de dispersion et pour adapter la gestion éventuelle de l'espèce.

À terme, lorsque le CBNFC-ORI sera doté d'une infrastructure de conservation *ex situ* lui permettant de cultiver des plantes, des tests de culture pourront être menés sur des espèces végétales exotiques comme le myriophylle hétérophylle³⁶, dans l'optique d'améliorer la connaissance de leur biologie (reproduction, phénologie etc.) et pour observer éventuellement plus en détail certains critères morphologiques.

Surveillance d'autres hydrophytes

En matière d'inventaire, il a été vu que d'autres hydrophytes, présentes dans ou à proximité de ces grands cours d'eau navigables, méritent une attention particulière :

- *Cabomba caroliniana*, en tant qu'espèce exotique émergente en Franche-Comté ;
- *Vallisneria spiralis*, en tant qu'espèce aquatique dont la répartition évolue encore depuis son arrivée dans les canaux au 19^e siècle, en lien avec la navigation et vraisemblablement le réchauffement de l'eau ;
- *Myriophyllum verticillatum*, en tant qu'espèce quasi-menacée en Franche-Comté et présentant des exigences qualitatives quant aux pièces d'eau d'accueil. Sa recherche, durant cette étude, de quelques stations connues par le passé, a conclu à la disparition de cette espèce de ces endroits, ce qui constitue une situation préoccupante.

Suivi du comportement de l'espèce

Selon l'élaboration en cours de la liste hiérarchisée des espèces végétales exotiques envahissantes de Bourgogne Franche-Comté (Nicod & Planquais, *in prep*), le myriophylle hétérophylle pourrait être classé

comme une plante « exotique envahissante transformatrice émergente ».

Cette évaluation se justifierait par :

- le statut naturalisé de l'espèce dans ce territoire ;
- sa rareté³⁷ ;
- son risque fort d'invasion selon le test de Weber et Gut (2004) ;
- son caractère transformateur, c'est-à-dire sa forte capacité à modifier les écosystèmes envahis.

En effet, la dispersion rapide et importante de l'espèce en quelques années, en Bourgogne et en Franche-Comté, permet de qualifier incontestablement cette espèce exotique d'« envahissante ».

Par ailleurs, le caractère transformateur³⁸ de l'espèce est apprécié d'après des nuisances issues de la bibliographie. Blottière (2018) cite une modification des paramètres chimiques de l'eau³⁹, une limitation du succès reproducteur des poissons en limitant l'accès aux frayères ou encore une concurrence forte pour les plantes aquatiques indigènes⁴⁰.

En effet, l'impact du myriophylle hétérophylle n'est certainement pas sans conséquence sur les communautés végétales et la faune lorsqu'il est très abondant. Néanmoins, dans une étude consacrée précisément à l'impact de cette espèce sur les végétations aquatiques de la haute vallée de la Somme, Bertino (2021) met en évidence que *Myriophyllum heterophyllum* ne semble pas significativement influent sur la richesse spécifique. Par contre, la diversité floristique varierait selon le taux de recouvrement du myriophylle : au-delà de 50 % de recouvrement de l'espèce, la diversité baisserait ; en revanche, en-deçà de 50 %, la diversité augmenterait. Par ailleurs, cette même étude révèle le constat, depuis l'apparition de *Myriophyllum heterophyllum* dans la Somme canalisée, que des hydrophytes indigènes qui s'étaient précédemment raréfiés seraient désormais plus abondants. Les impacts positifs et négatifs du myriophylle hétérophylle sur la biodiversité méritent donc des études complémentaires.

³⁵ À propos de la reproduction de *M. heterophyllum*, si Schou et al. (2023) conviennent qu'elle se fait essentiellement par dispersion de morceaux de tiges et de fragments de rhizomes, ils mentionnent aussi le rôle « moins fréquent » des graines.

³⁶ Dans des conditions de culture sécurisées empêchant la dissémination de ces espèces.

³⁷ Présence dans moins de 5 % des mailles régionales de 5 x 5 km ; statut de « très rare ».

³⁸ Une plante transformatrice se dit d'une plante invasive « capable de modifier le caractère, l'état, la forme ou la nature des écosystèmes où elle est présente, sur une superficie importante par rapport à l'étendue de cet écosystème » (Fried et al., 2024).

³⁹ Augmentation du pH et diminution du taux d'oxygène dissous.

⁴⁰ Réduction notamment de la disponibilité de la lumière pour les espèces aquatiques de strate inférieure.

Concernant ce caractère transformateur encore, du point de la biodiversité végétale, celui-ci peut être interprété comme la capacité d'une espèce exotique naturalisée « à former fréquemment des populations denses et persistantes » (Nicod & Planquais, *in prep*). Or, de ce point de vue, cette capacité ne nous paraît pas si évidente en Franche-Comté. Comme il l'a été expliqué dans cette étude :

- le myriophylle ne forme pas « fréquemment » des herbiers étendus et denses ;
- l'espèce est régulièrement intriquée avec d'autres plantes aquatiques, sans dominance ;
- l'ampleur des herbiers constitués par le myriophylle hétérophylle peut varier considérablement d'une année à l'autre et au cours de la même année.

Nos observations franc-comtoises diffèrent donc (pour l'instant ?) des situations rencontrées localement dans d'autres territoires métropolitains, où l'espèce présente régulièrement des peuplements extrêmement recouvrant dans toute la voie d'eau et donc très impactant au moins pour la navigation et la pêche.

À cela s'ajoute le fait que, d'une manière générale, la biologie des plantes aquatiques fait que la plupart de ces espèces ont naturellement un caractère colonisateur (CBNMPM, 2019). Cela peut donner lieu localement à des proliférations lorsque certaines conditions sont devenues favorables à l'espèce. Pour autant, ce type d'envahissement revêt, souvent, un caractère saisonnier.

Ainsi, précisément, il convient de continuer de suivre le comportement de cette espèce en Bourgogne Franche-Comté. Il s'agit de recenser les situations régulièrement préoccupantes pour mieux en comprendre les raisons et les effets, sur le reste de la biodiversité notamment.

Il convient aussi de bien distinguer les contextes, puisqu'une prolifération de myriophylle hétérophylle dans une halte fluviale de canal n'aura pas les mêmes origines et les mêmes conséquences que dans une anse calme de rivière par exemple. Dans le premier cas, l'artificialisation du milieu et les activités de navigation susceptibles d'engendrer de la pollution éventuelle instaurent des conditions de déséquilibre de l'écosystème aquatique, le rendant par nature propice au développement d'espèces tolérantes et particulièrement colonisatrices comme le myriophylle hétérophylle. En complément, la fragmentation des tiges de plantes aquatiques par les hélices des bateaux et par le faucardage des herbiers contribue, involontairement, à favoriser ce type d'espèce.

Enfin, à l'issue de ce bilan stationnel, nous émettons une réserve sur la rareté du myriophylle hétérophylle en

Bourgogne Franche-Comté. L'espèce nécessite d'être recherchée spécifiquement pour être inventoriée car, comme il l'a été vu, le myriophylle hétérophylle peut, dans la majorité des cas, passer inaperçu. En l'absence de programmes prévus à cet effet, la connaissance de la répartition de l'espèce est probablement très incomplète, en Bourgogne en particulier. En outre, l'espèce, lorsqu'elle est présente dans une maille, forme des peuplements plus ou moins continus ; il s'agit alors d'une présence diffuse et non plus localisée. Ainsi, peut-être qu'à court terme, l'amélioration de la connaissance de la répartition du myriophylle hétérophylle, conjuguée à la poursuite de l'expansion de cette espèce, vont faire évoluer son statut régional vers « exotique envahissante transformatrice majeure ».

GESTION

Facilitation de la navigation

Depuis dix ans, la direction territoriale nord-est de VNF est confrontée à des colonisations partielles ou totales de biefs de canaux de navigation provoquées par le myriophylle hétérophylle (Dutartre, 2024b). En Franche-Comté, une gestion par faucardage ou par arrachage est pratiquée depuis plusieurs années, d'abord surtout dans le canal entre Champagne et Bourgogne, puis dans les dérivations de la Petite Saône, en particulier dans les ports de Savoyeux et de Port-sur-Saône, et enfin dans quelques biefs du canal du Rhône au Rhin.

Récemment, VNF a particulièrement expérimenté l'arrachage autour de Savoyeux considérant cette technique comme moins coûteuse et plus efficace dans la durée. Cela consiste, à l'aide d'un godet ajouré de pelle mécanique, à « peigner exhaustivement la vase du chenal pour n'en ressortir que les racines et le corps de la plante ».

Ce type d'intervention, évidemment non sélectif pour les végétaux et particulièrement perturbant pour l'écosystème, ne doit être destiné qu'à des sections de canaux trop impactées pour la circulation des bateaux. En nettoyant de la sorte le chenal, le risque de développement d'espèces très compétitives peut être accentué.

Dans le lit mineur des cours d'eau navigués, cet arrachage est à éviter. Le faucardage, si besoin, est à privilégier, en veillant à récupérer les fragments flottants pour éviter d'accroître la dissémination de l'espèce, même si cette dernière est déjà largement répartie.

Patrimonialité des herbiers aquatiques

Au-delà des coûts qu'elle représente, la gestion des herbiers de plantes aquatiques nécessite de soumettre chaque projet à l'application de la loi sur l'eau. D'une manière globale, les herbiers ont un rôle essentiel dans l'équilibre de l'écosystème aquatique (filtration, dépollution, habitats pour les poissons et les invertébrés)(CBNPMP, 2019).

Pour l'heure, en Franche-Comté, il est fréquent que le myriophylle hétérophylle se développe en mélange avec d'autres hydrophytes ou héliophytes indigènes. Certains d'entre eux sont rares⁴¹ voire protégés⁴². La majorité des herbiers de plantes aquatiques sont par ailleurs concernés par la directive Habitats faune flore et il convient, à ce titre, de les préserver dans le cadre de Natura 2000 (CBNPMP, 2019). Les vallées de la Saône et du Doubs sont en partie concernées par ce programme européen.

⁴¹ Morène (*Hydrocharis morsus-ranae* L.), potamot brillant (*Potamogeton lucens* L.), potamot à feuilles perfoliées (*Potamogeton perfoliatus* L.).

⁴² Butome en ombelle (*Butomus umbellatus* L.), ludwigie des marais (*Ludwigia palustris* (L.) Elliott), grande naïade (*Najas marina* L.).

BIBLIOGRAPHIE

- André M., 2005. Contributions à la connaissance de la flore de la Haute-Saône et plus particulièrement des hydrophytes. Les nouvelles archives de la flore jurassienne 3 : 126-141.
- Berrier L., 1976. À propos de *Vallisneria spiralis* L. Bulletin de la Société d'Étude des Sciences Naturelles et du Musée d'Elbeuf, Année 1976 : 26-27.
- Bertino M., 2021. Étude de l'écologie du myriophylle hétérophylle (*Myriophyllum heterophyllum* Michx., 1803) et son impact sur les végétations aquatiques de la Haute vallée de la Somme. Conservatoire botanique national de Bailleul, 30 p. + annexes.
- Blottière D., 2018. Gestion du myriophylle hétérophylle sur la Somme et ses canaux ; retour d'expérience de gestion réalisé dans le cadre des travaux du groupe de travail Invasions biologiques en milieux aquatiques. Agence française pour la biodiversité & UICN France, 6 p.
- Conservatoire botanique national de Pyrénées et de Midi-Pyrénées, 2019. Les fiches techniques du CBN PMP n°14 : Aide à la décision - Les herbiers aquatiques autochtones de Midi-Pyrénées. Conservatoire botanique national de Pyrénées et de Midi-Pyrénées, 12 p.
- Dumont Q. (coord.), Watterlot A., Buchet J., Toussaint B. & Hauguel J.-C., 2020. Plantes exotiques envahissantes des Hauts-de-France : 34 fiches de reconnaissance et d'aide à la gestion. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, 156 p.
- Dupontreux G., 1976. Deux hydrocharidacées rares dans le Nord de la France : *Stratiotes aloides* L. et *Vallisneria spiralis* L. Revue de la Fédération française des sociétés de sciences naturelles, 3^e Série, 6(26) : 81-84.
- Dutartre A., 2024a. Un cas d'éradication de *Cabomba caroliniana* en Suède ? Centre de ressources Espèces exotiques envahissantes, 12/03/2024. URL: <https://especes-exotiques-envahissantes.fr/un-cas-deradication-de-cabomba-caroliniana-en-suede/>
- Dutartre A., 2024b. *Myriophyllum heterophyllum*, une plante aquatique exotique colonisatrice particulièrement efficace ! Centre de ressources Espèces exotiques envahissantes, 31/05/2024. URL: <https://especes-exotiques-envahissantes.fr/myriophyllum-heterophyllum-une-plante-aquatique-exotique-colonisatrice-particulierement-efficace/>
- Dutartre A., Chauvin C., Grange J. & Laplace-Treytore C., 2006. Colonisation végétale du canal de Bourgogne ; bilan 2006, propositions de gestion. VNF, CEMAGREF , 76 p. + annexes
- Écologie & Botanique, 2016. Étude et cartographie des milieux forestiers, aquatiques et annexes du site Natura 2000 « Vallée de la Saône » ; étude complète - années 2015 et 2016. Écologie & Botanique, 255 p. + annexes.
- Info Flora, 2023. *Elodea canadensis* Michx. & *Elodea nuttallii* (Planch.) H. St. John (*Hydrocharitaceae*). Factsheet. URL: https://www.infoflora.ch/assets/content/documents/neophytes/inva_elod_can_f.pdf
- Ferrez Y. (coord.), André M., Gillet F., Juillerat P., Philippe M., Mouly A., Piquet A., Tison J.-M., Vergon-Trivaudey M.-J. & Weidmann J.-C., 2013. Inventaire de la flore vasculaire (Ptéridophytes et Spermaphytes) de Franche-Comté ; indigénats, raretés, menaces, protections. Les Nouvelles Archives de la Flore jurassienne et du nord-est de la France 11 : 5-49.
- Fried G., Affre L., Albert A., Antonetti P., Bretagnolle F., Cailion A., Chabrol L., Cottaz C., Dao J., Delangue B., Dortel F., Decocq G., Dommanget F., Geslin J., Girod C., Gourvil J., Kessler F., Molina J., Petit Y., Perriat F., Tison J.-M., Tous-saint B., Van Es J., Vuilleminot M., Zech-Matterne V. & Brun C. 2024. — Analyse de la terminologie relative aux plantes vasculaires exogènes: application à l'inventaire des archéophytes et néophytes de France hexagonale. *Naturae* 2024 (4): 69-97. <https://doi.org/10.5852/naturae2024a4>
- Groffier H., 2020. Le myriophylle hétérophylle, mémento d'une espèce exotique envahissante. VNF, direction territoriale Nord-Est, 13 p.
- Gross E. M., Groffier H., Pestelard C. & Hussner A., 2020. Ecology and Environmental Impact of *Myriophyllum heterophyllum*, an Aggressive Invader in European Waterways. *Diversity* 12 (127): 1-23.

- Jauzein P. & Nawrot O., 2011. Flore d'Île de France. Éditions Quae, 969 p.
- Lambinon J. & Verloove P., 2012. Nouvelle flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines (Ptéridophytes et Spermatophytes). Édition du Jardin botanique national de Belgique, 6e éd., Meise, 1195 p.
- Leblay E. et Marco A., 2010a. Fiche informative sur *Elodea canadensis* Michaux sur le territoire national français. FCBN, 6 p.
- Leblay & Marco, 2010b. Fiche informative sur *Cabomba caroliniana* Gray sur le territoire national français. FCBN, 4 p.
- Lebreton A., 2013. *Myriophyllum heterophyllum* Michaux [*Haloragaceae*] en Haute-Vienne (Limousin, France), et situation de cette plante invasive en France et en Europe. EPPO Bulletin 43(1): 180-192.
- Le Gloanec V., Fernez T., Ferreira L., Saint-Val M. et Didier B., 2019. Observations récentes d'espèces aquatiques nouvelles ou remarquables pour la Champagne-Ardenne. Les nouvelles archives de la flore jurassienne et du nord-est de la France 17 : 169-190.
- Levy V., 2019. Le barcoding moléculaire, un outil mis au service de la caractérisation des populations de myriophylles du canal de la Somme. Documents phytosociologiques, actes du colloque international de Bailleul 2017 « Valeurs et usages des zones humides » vol.12 : 148-155.
- Matthews, J., Beringen, R., Lamers, LPM, Odé, B., Pot, R., dervan Velde G et al., 2013. Knowledge document for risk analysis of the non-native Fanwort (*Cabomba caroliniana*) in the Netherlands. Radboud University Nijmegen.
- Muller S., 2006. Les plantes protégées de Lorraine ; distribution, écologie, conservation. Parthénope Collection, Biotope, 376 p.
- Nicod C. & Planquais E., in prep. Liste hiérarchisée des espèces végétales exotiques de Bourgogne - Franche-Comté. Conservatoire botanique national de Franche-Comté - Observatoire régional des invertébrés, Conservatoire botanique national du Bassin parisien.
- Prost J.-F., 2000. Catalogue des plantes vasculaires de la chaîne jurassienne. Société linnéenne de Lyon, 428 p.
- Reymann J., Moretti M. & Greffier B., 2023. Inventaire des hydrophytes et de la flore exotique envahissante sur l'Ognon - section de Lure à Moncey. Conservatoire botanique national de Franche-Comté - Observatoire régional des Invertébrés, 23 p. + annexes
- Schou J.C. et al., 2023. Aquatic Plants of Northern and Central Europe Including Britain and Ireland. New Jersey / Oxford : Princeton University Press, 746 p.
- Tison J.-M. & de Foucault B. (coords), 2014. *Flora Gallica. Flore de France*. Biotope, Mèze, XX + 1196 p.
- Verloove F., 2006. Catalogue of neophytes in Belgium (1800-2005). Meise, National Botanic Garden of Belgium, Scripta Botanica Belgica, vol. 39 : 89 p.
- Verloove F., 2011. [*Myriophyllum*]. On: Manual of the Alien Plants of Belgium. Botanic Garden Meise, Belgium. At: alienplantsbelgium.be, accessed 15/11/2022.
- Verloove F., 2024. [*Vallisneria spiralis*]. On: Manual of the Alien Plants of Belgium. Botanic Garden Meise, Belgium. At: alienplantsbelgium.be, accessed 14/06/2024
- Verloove F. & Van Rossum F. (coll. Devriese H., Marysiak J.-P., Ronse A., Van de Beek A. & Zwaenepoel A.), 2024. Nouvelle Flore de Belgique, du Grand-Duché du Luxembourg, du Nord de la France et des Régions voisines (Ptéridophytes et Spermatophytes), septième édition. Jardin botanique de Meise, 1000 p.
- Vuilleminot M., 2007. Principaux résultats floristiques des prospections des cours d'eau et des zones humides des vallées du Doubs et de la Loue. Les nouvelles archives de la flore jurassienne 5 : 35-57.
- Vuilleminot M., 2019. Espèces végétales exotiques envahissantes et potentiellement envahissantes en Franche-Comté : impacts, répartition et recommandations pour les espèces prioritaires pour les milieux naturels et semi-naturels. Conservatoire botanique national de Franche-Comté - Observatoire régional des Invertébrés, 57 p. + annexes.
- Vuilleminot M. & Hans E., 2006. La flore et les groupements végétaux liés aux cours d'eau et aux zones humides dans les vallées du Doubs et de quelques-uns de ses affluents. Conservatoire Botanique de Franche-Comté, 245 p. + annexes.

- Vuillemenot M. (coord.), Ferrez Y., André M., Gillet F., Hendoux F., Mouly A., Thiery F., Tison J.-M. & Vadam J.-C, 2016. Liste hiérarchisée des espèces végétales exotiques envahissantes et potentiellement envahissantes en Franche-Comté et préconisations d'actions, 2016. Conservatoire botanique national de Franche-Comté - Observatoire régional des Invertébrés, 32 p. + annexes.
- Vuillemenot M., Mottet M., Nicod C. & Wiedenkeller E., 2018. Les espèces végétales exotiques envahissantes dans le périmètre franc-comtois du Contrat de rivière « Vallée du Doubs et territoires associés » ; synthèse des connaissances et mise en place d'une stratégie de gestion. Version finale. Conservatoire botanique national de Franche-Comté - Observatoire régional des Invertébrés, 105 p. + annexes.
- Walter E., 1935. Le *Vallisneria Spiralis* L. et sa marche progressive à travers la France jusqu'aux pays mosellans. Extrait du Bulletin du Centenaire (34^e Bulletin - 10^e de la 3^e série) de la Société d'Histoire naturelle de la Moselle, Metz : 1-10.
- Weber E. & Gut D., 2004. Assessing the risk of potentially invasive plant species in central Europe. *Journal for Nature Conservation* 12 : 171-179.
- Wimmer W., 1997. *Myriophyllum heterophyllum* Michaux in Niedersachsen und Bremen sowie seine Bestimmung im vegetativen Zustand. *Flor. Rundbr.* 31 : 23-31.

ANNEXES

- Annexe 1 : Localisation des 55 secteurs hydrographiques sondés.
- Annexe 2 : Résultats de recherche du myriophylle hétérophylle au sein des 55 secteurs hydrographiques sondés.
- Annexe 3 : Composition des 67 relevés de végétation.
- Annexe 4 : Résultats de l'évaluation des impacts de la présence du myriophylle hétérophylle au sein des sections hydrographiques du canal du Rhône au Rhin de Franche-Comté (données 2022 et 2023 ; VNF - direction territoriale Rhône Saône).

Annexe 1 : Localisation des 55 secteurs hydrographiques sondés.



Localisation des 55 secteurs hydrographiques sondés

Bilan stationnel du myriophylle hétérophylle (*Myriophyllum heterophyllum* Michx.) en Franche-Comté ; rapport final

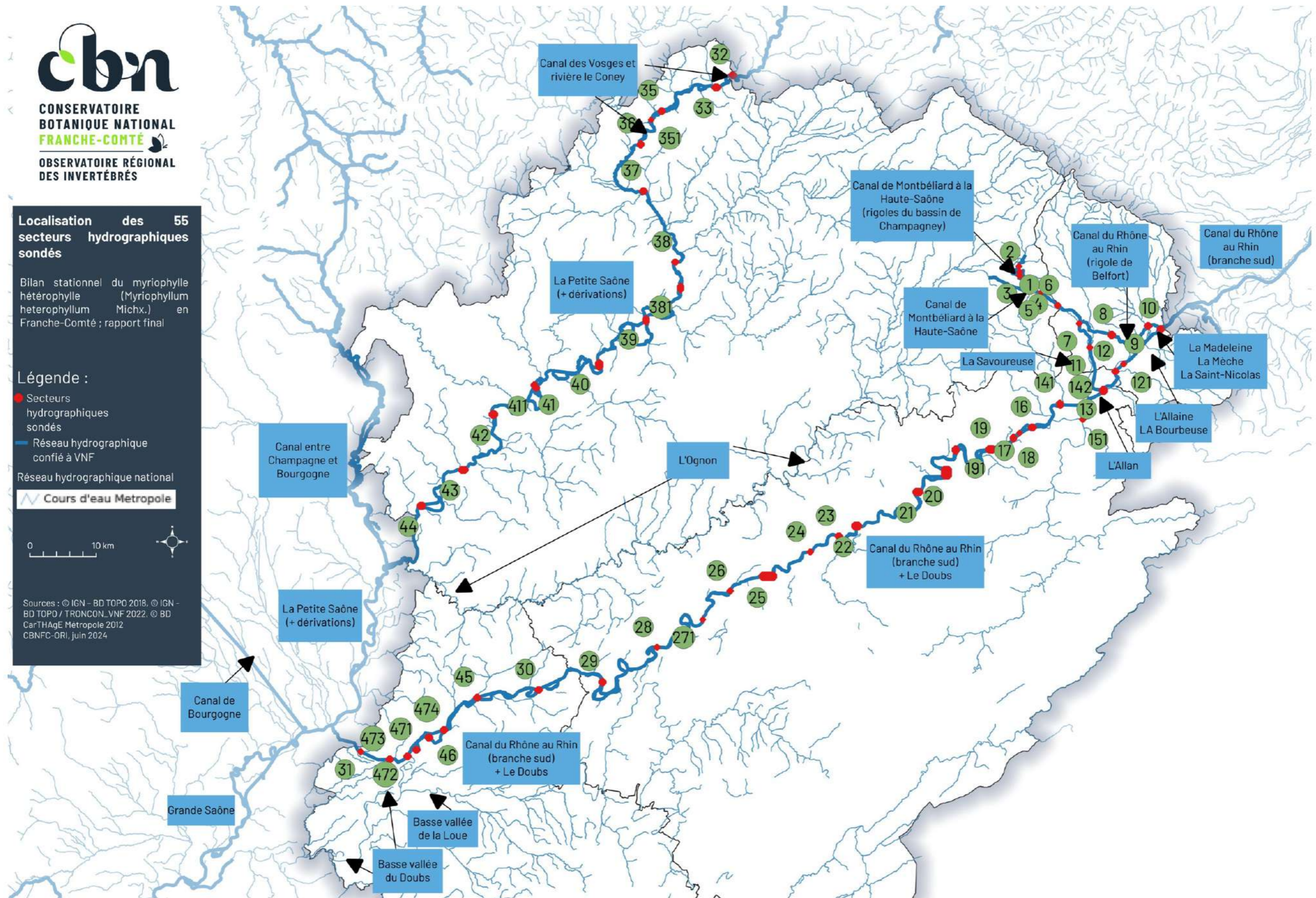
Légende :

- Secteurs hydrographiques sondés
- Réseau hydrographique confié à VNF
- Réseau hydrographique national
- ▬ Cours d'eau Métropole

0 10 km



Sources : © IGN - BD TOPO 2018, © IGN - BD TOPO / TRONCON_VNF 2022, © BD CarTHAgE Métropole 2012, CBNFC-ORI, juin 2024



Annexe 2 : Résultats de recherche du myriophylle hétérophylle au sein des 55 secteurs hydrographiques sondés.

code_sondage	Secteur_hydrographique	Remarque préparatoire	Observation_Myr het	Remarque réalisation
Bassin de la Saône (de l'amont vers l'aval)				
32	Canal des Vosges // le Coney		non	Canal des Vosges (aucune végétation aquatique) // le Coney (aucune végétation aquatique)
33	Canal des Vosges // le Coney		non	Canal des Vosges (aucune végétation aquatique) // le Coney (aucune végétation aquatique)
35	Canal des Vosges // le Coney		non	Canal des Vosges (aucune végétation aquatique) // le Coney (relevé floristique)
351	Canal des Vosges		non	Canal des Vosges (aucune végétation aquatique)
36	Petite Saône // canal de la Saône		non	Petite Saône (aucune végétation aquatique) // canal de la Saône (aucune végétation aquatique)
37	Petite Saône (amont Boucle de la Hang)		non	Petite Saône (relevé floristique)
38	Petite Saône // annexe fluviale	Myriophyllum verticillatum dans annexe fluviale (Taxa)	oui pp	Petite Saône (relevé floristique ; Myr het présent flottant) // annexe fluviale (relevé floristique)
381	Petite Saône // Canal de décharge de Port-sur-Saône // Dérivation de Port-sur-Saône	Myriophyllum heterophyllum dans Petite Saône (dérivation de Port-sur-Saône)(obs VNF 2022 & 2023)	oui pp	Petite Saône (relevé floristique) // Canal de décharge de Port-sur-Saône (relevé floristique) // Dérivation de Port-sur-Saône (relevé floristique ; Myr het présent flottant)
39	Petite Saône // Dérivation de Rupt		non	Petite Saône (relevé floristique) // Dérivation de Rupt (relevé floristique)
40	Petite Saône (canal) // Petite Saône (Saône) // Bras de décharge de l'ancien moulin		non	Petite Saône (canal)(relevé floristique) // Petite Saône (Saône)(relevé floristique) // Bras de décharge de l'ancien moulin (relevé floristique)
41	Petite Saône (dérivation avec tunnel de Savoyeux)	Myriophyllum heterophyllum dans Petite Saône (dérivation avec tunnel de Savoyeux)(obs VNF 2022 & 2023)	oui	Petite Saône (dérivation avec tunnel de Savoyeux) (relevé floristique ; Myr het présent)
411	Petite Saône (Saône)		non	Petite Saône (Saône)(relevé floristique)
42	Petite Saône (Saône) // Dérivation de Vereux		oui pp	Petite Saône (Saône)(relevé floristique) // Dérivation de Vereux (relevé floristique ; Myr het présent fond de l'eau)
43	Petite Saône (Saône)		oui	Petite Saône (Saône)(relevé floristique ; Myr het présent flottant ; Cab car présent flottant)
44	Petite Saône (Saône) // Dérivation d'Apremont	Myriophyllum heterophyllum dans Dérivation d'Apremont (obs VNF 2023)	oui	Petite Saône (Saône)(relevé floristique ; Myr het présent) // Dérivation d'Apremont (relevé floristique ; Myr het présent flottant)
Bassin du Doubs (de l'amont vers l'aval)				
1	CMHS, rigole amont du bassin de Champagney		non	Prospections VNF DT Strasbourg : RAS
2	Bassin de Champagney		non	Prospections VNF DT Strasbourg : RAS
3	Bassin de Champagney		non	Prospections VNF DT Strasbourg : RAS
4	CMHS, rigole aval du bassin de Champagney		non	Prospections VNF DT Strasbourg : RAS
5	CMHS		non	Prospections VNF DT Strasbourg : RAS
6	CMHS		non	Prospections VNF DT Strasbourg : RAS
7	CMHS		non	aucune végétation
8	CRR rigole de Belfort		non	petit chenal bétonné ; algues filamenteuses + Stuckenia pectinata

code_sondage	Secteur_hydrographique	Remarque préparatoire	Observation_Myr het	Remarque réalisation
9	CRR rigole de Belfort // la Madeleine // la Mèche	Myriophyllum verticillatum dans la Madeleine (Taxa)	non	CRR rigole de Belfort enterré ; la Madeleine (Myr ver absent)
10	CRR branche sud (canal) // CRR rigole de Belfort // la Saint-Nicolas		non	CRR rigole de Belfort enterré ; CRR branche sud (canal) (relevé floristique) // la Saint-Nicolas (relevé floristique)
11	CMHS // la Savoureuse		non	CMHS (relevé floristique) // la Savoureuse (aucune végétation aquatique, algues filamenteuses)
121	CRR branche sud (canal)		non	CRR branche sud (canal) (relevé floristique)
12	CRR branche sud (canal) // l'Allaine // la Bourbeuse	Myriophyllum heterophyllum dans CRR (obs VNF 2022)	non	CRR branche sud (canal) (relevé floristique) // l'Allaine (relevé floristique) // la Bourbeuse (relevé floristique)
13	CRR branche sud (canal) // CMHS // l'Allan	Myriophyllum heterophyllum dans CRR (obs VNF 2022)	non	CRR branche sud (canal) (relevé floristique) // CMHS (relevé floristique) // l'Allan (relevé floristique)
141	l'Allan		non	l'Allan (relevé floristique)
142	CRR branche sud (canal)		non	CRR branche sud (canal) (relevé floristique)
151	le Doubs		non	le Doubs (relevé floristique)
16	CRR branche sud (canal) // le Doubs	Myriophyllum heterophyllum dans CRR (obs VNF 2022 et 2023)	oui pp	CRR branche sud (canal) (relevé floristique ; Myr het présent) // le Doubs (relevé floristique)
17	le Doubs // mare	Myriophyllum verticillatum dans mare (Taxa)	non	le Doubs (relevé floristique) // mare (relevé floristique ; Myr ver absent)
18	CRR branche sud (canal) // le Doubs	Myriophyllum heterophyllum dans CRR (obs VNF 2022 et 2023)	oui pp	CRR branche sud (canal) (relevé floristique ; Myr het présent ; pentes en partie bétonnées) // le Doubs (relevé floristique ; végétation aquatique abondante)
19	CRR branche sud (canal) // le Doubs	Myriophyllum heterophyllum dans CRR (obs VNF 2022 et 2023)	non	CRR branche sud (canal) (relevé floristique) // le Doubs (relevé floristique)
191	le Doubs // chenal du Doubs		non	le Doubs (relevé floristique) // chenal du Doubs (relevé floristique)
20	CRR branche sud (canal) // le Doubs // ruisseau du Moulin	Myriophyllum heterophyllum dans CRR (obs VNF 2022)	oui pp	CRR branche sud (canal) (relevé floristique ; Myr het présent) // le Doubs (berges peu accessibles, impossible de lancer grappin) // ruisseau du Moulin
21	CRR branche sud (canal) // le Doubs	Myriophyllum heterophyllum dans CRR (obs VNF 2022 et 2023)	oui	confluence CRR branche sud (canal) // le Doubs (relevé floristique ; Myr het présent)
22	CRR branche sud (canal) // le Doubs		non	CRR branche sud (canal) (inaccessible) // le Doubs (relevé floristique ; courant fort avant barrage)
23	CRR branche sud (canal) // le Doubs	Elodea sp dans canal (obs VNF 2022)	oui	CRR branche sud (canal) (relevé floristique ; végétation aqua abondante et diversifiée ; Myr het présent) // le Doubs (relevé floristique ; végétation aqua abondante ; Myr het présent)
24	CRR branche sud (canal) // le Doubs		non	CRR branche sud (canal) (relevé floristique) // le Doubs (relevé floristique)
25	CRR branche sud (canal) // CRR branche sud (halte fluviale) // le Doubs	Elodea sp dans canal (obs VNF 2022)	oui pp	CRR branche sud (canal) (relevé floristique ; Myr het présent) / CRR (halte fluviale) (relevé floristique ; Myr het présent) // le Doubs (relevé floristique)
26	CRR branche sud (canal) // le Doubs		non	amont écluse CRR branche sud (canal) en lien avec le Doubs (relevé floristique)
271	le Doubs		non	le Doubs (relevé floristique)
28	CRR branche sud (canal) // le Doubs		non	CRR branche sud (canal) (relevé floristique // le Doubs (relevé floristique)
29	CRR branche sud (canal) // le Doubs	Cabomba caroliniana (obs VNF 2022) et Myriophyllum heterophyllum dans	oui pp	CRR branche sud (canal) (relevé floristique ; Myr het présent) // le Doubs (relevé floristique)

code_sondage	Secteur_hydrographique	Remarque préparatoire	Observation_ Myr het	Remarque réalisation
		canal (obs VNF 2022 et 2023)		
30	CRR branche sud (canal) // le Doubs // Canal usine de Rans	Myriophyllum heterophyllum dans CRR (obs VNF 2023)	oui pp	CRR branche sud (canal)(relevé floristique ; Myr het présent fond de l'eau) // le Doubs (relevé floristique) // Canal usine de Rans (non réalisé)
45	CRR branche sud (canal) // le Doubs	Myriophyllum heterophyllum dans CRR (obs VNF 2022 et 2023)	oui	confluence CRR branche sud (canal) // le Doubs (relevé floristique ; Myr het présent flottant)
474	CRR branche sud (canal)	Myriophyllum heterophyllum dans CRR (obs VNF 2023)	oui	confluence CRR branche sud (canal) // le Doubs (relevé floristique ; Myr het présent flottant)
46	Canal Charles Quint // le Doubs		oui pp	Canal Charles Quint (relevé floristique ; Myr het présent ; Cab car présent) // le Doubs (relevé floristique)
471	le Doubs		oui	le Doubs (relevé floristique ; Myr het présent)
472	CRR branche sud (canal)	Myriophyllum heterophyllum dans CRR (obs VNF 2022 et 2023)	oui	CRR branche sud (canal)(relevé floristique ; Myr het présent)
473	CRR branche sud (canal)	Myriophyllum heterophyllum dans CRR (obs VNF 2023)	oui	CRR branche sud (canal)(relevé floristique ; Myr het présent)
31	CRR branche sud (canal)	Cabomba caroliniana dans canal (obs VNF 2022) ; Myriophyllum heterophyllum dans CRR (obs VNF 2023)	oui	CRR branche sud (canal)(relevé floristique ; Myr het présent ; Cab car présent)

code_relevés	code_dep	code_insee	nom_com	altitude_m	X_RGF93	Y_RGF93	date	informateur
379480	90	90011	Bermont	345	6.857773	47.581417	22/09/2022	Marc Vuilleminot
379481	90	90017	Bourogne	328	6.906644	47.546888	22/09/2022	Marc Vuilleminot
379482	90	90017	Bourogne	328	6.906761	47.547465	22/09/2022	Marc Vuilleminot
379483	90	90017	Bourogne	328	6.906084	47.547033	22/09/2022	Marc Vuilleminot
379484	25	25228	Étupes	325	6.881924	47.522077	22/09/2022	Marc Vuilleminot
379485	25	25011	Allenjoie	325	6.880084	47.523683	22/09/2022	Marc Vuilleminot
379486	25	25011	Allenjoie	325	6.881128	47.523391	22/09/2022	Marc Vuilleminot
379487	25	25388	Montbéliard	318	6.792738	47.507688	22/09/2022	Marc Vuilleminot
379488	25	25388	Montbéliard	318	6.794205	47.504673	22/09/2022	Marc Vuilleminot
379489	25	25031	Audincourt	318	6.836701	47.48403	22/09/2022	Marc Vuilleminot
379490	25	25191	Dampierre-sur-le-Doubs	309	6.736263	47.47583	22/09/2022	Marc Vuilleminot
379491	25	25191	Dampierre-sur-le-Doubs	309	6.735425	47.475993	22/09/2022	Marc Vuilleminot
379492	25	25048	Bavans	304	6.708711	47.469398	22/09/2022	Marc Vuilleminot
379493	25	25048	Bavans	304	6.708407	47.470126	22/09/2022	Marc Vuilleminot
379494	25	25315	L'Isle-sur-le-Doubs	291	6.579682	47.451218	22/09/2022	Marc Vuilleminot
379495	25	25315	L'Isle-sur-le-Doubs	291	6.578481	47.451415	22/09/2022	Marc Vuilleminot
379496	25	25439	Ougney-Douvot	284	6.278754	47.321156	22/09/2022	Marc Vuilleminot
379497	25	25197	Deluz	258	6.182143	47.289964	26/09/2022	Marc Vuilleminot
379498	25	25197	Deluz	258	6.179836	47.290869	26/09/2022	Marc Vuilleminot
379499	25	25197	Deluz	258	6.202716	47.291881	26/09/2022	Marc Vuilleminot
379500	25	25056	Besançon	244	6.05977	47.234799	26/09/2022	Marc Vuilleminot
379501	25	25036	Avanne-Aveney	233	5.966466	47.199425	26/09/2022	Marc Vuilleminot
379502	25	25036	Avanne-Aveney	233	5.966692	47.19922	26/09/2022	Marc Vuilleminot
379503	25	25438	Osselle-Routelle	224	5.856248	47.15556	26/09/2022	Marc Vuilleminot
379504	25	25438	Osselle-Routelle	224	5.855514	47.156284	26/09/2022	Marc Vuilleminot
379505	39	39451	Ranchot	216	5.728472	47.148217	26/09/2022	Marc Vuilleminot
379506	70	70202	Demangevelle	225	6.020495	47.927297	04/08/2022	Marc Vuilleminot
379507	70	70372	Montureux-lès-Baulay	219	5.972295	47.82041	04/08/2022	Marc Vuilleminot
379507	70	70372	Montureux-lès-Baulay	219	5.972295	47.82041	04/08/2022	Marc Vuilleminot
379508	70	70146	Chaux-lès-Port	211	6.030992	47.722083	04/08/2022	Marc Vuilleminot
379509	70	70421	Port-sur-Saône	210	6.042175	47.688305	04/08/2022	Marc Vuilleminot
379510	70	70421	Port-sur-Saône	210	6.0413	47.686984	04/08/2022	Marc Vuilleminot
379511	70	70492	Soing-Cubry-Charentenay	201	5.874006	47.584057	04/08/2022	Marc Vuilleminot
379512	70	70520	Vanne	201	5.869775	47.583567	04/08/2022	Marc Vuilleminot
379512	70	70520	Vanne	201	5.869775	47.583567	04/08/2022	Marc Vuilleminot
379513	70	70492	Soing-Cubry-Charentenay	201	5.871605	47.583532	04/08/2022	Marc Vuilleminot
379514	70	70146	Chaux-lès-Port	211	6.030957	47.721681	04/08/2022	Marc Vuilleminot
379515	70	70482	Scey-sur-Saône-et-Saint-Albin	205	5.96873	47.642635	04/08/2022	Marc Vuilleminot
379516	70	70481	Savoieux	201	5.740268	47.561199	04/08/2022	Marc Vuilleminot
379516	70	70481	Savoieux	201	5.740268	47.561199	04/08/2022	Marc Vuilleminot
379517	70	70340	Membrey	196	5.74411	47.558712	04/08/2022	Marc Vuilleminot
379517	70	70340	Membrey	196	5.74411	47.558712	04/08/2022	Marc Vuilleminot
379518	70	70058	Beaujeu-Saint-Vallier-Pierrejux-et-Quitteur	197	5.655449	47.522367	04/08/2022	Marc Vuilleminot
379519	70	70058	Beaujeu-Saint-Vallier-Pierrejux-et-Quitteur	197	5.658501	47.52391	04/08/2022	Marc Vuilleminot
379520	70	70279	Gray	187	5.592003	47.450389	04/08/2022	Marc Vuilleminot
379521	70	70024	Apremont	186	5.50818	47.40388	04/08/2022	Marc Vuilleminot
379522	70	70024	Apremont	186	5.50538	47.403452	04/08/2022	Marc Vuilleminot
405826	90	90071	Montreux-Château	341	7.003241	47.601157	13/09/2023	Marc Vuilleminot
405827	90	90071	Montreux-Château	341	7.002318	47.603196	13/09/2023	Marc Vuilleminot
405829	90	90068	Meroux	354	6.905119	47.595606	13/09/2023	Marc Vuilleminot
405830	90	90017	Bourogne	336	6.924612	47.556694	13/09/2023	Marc Vuilleminot
405831	25	25350	Lougres	306	6.697835	47.465524	13/09/2023	Marc Vuilleminot
405832	25	25159	Colombier-Fontaine	307	6.697604	47.462985	13/09/2023	Marc Vuilleminot
405833	25	25524	Saint-Maurice-Colombier	302	6.650005	47.450254	13/09/2023	Marc Vuilleminot
405834	25	25524	Saint-Maurice-Colombier	302	6.648981	47.447848	13/09/2023	Marc Vuilleminot
405835	25	25479	Rang	285	6.561002	47.425028	13/09/2023	Marc Vuilleminot
405836	25	25479	Rang	282	6.555055	47.418123	13/09/2023	Marc Vuilleminot
405837	25	25479	Rang	282	6.557877	47.415433	13/09/2023	Marc Vuilleminot
405838	39	39001	Abergement-la-Ronce	190	5.37116	47.070834	14/09/2023	Marc Vuilleminot
405839	39	39189	Damparis	198	5.42753	47.059668	14/09/2023	Marc Vuilleminot
405840	39	39150	Choisey	198	5.461852	47.061676	14/09/2023	Marc Vuilleminot
405841	39	39198	Dole	198	5.480354	47.071377	14/09/2023	Marc Vuilleminot
405842	39	39198	Dole	205	5.505884	47.087887	14/09/2023	Marc Vuilleminot
405843	39	39198	Dole	205	5.504648	47.08903	14/09/2023	Marc Vuilleminot
405844	39	39042	Baverans	210	5.53676	47.097282	14/09/2023	Marc Vuilleminot
405845	39	39285	Lavans-lès-Dole	207	5.605456	47.140089	14/09/2023	Marc Vuilleminot
405846	25	25156	Pays de Clerval	276	6.494248	47.393795	14/09/2023	Marc Vuilleminot
405847	25	25047	Baume-les-Dames	269	6.377794	47.353931	14/09/2023	Marc Vuilleminot
405848	25	25221	Esnans	266	6.338229	47.340017	14/09/2023	Marc Vuilleminot
405849	25	25221	Esnans	266	6.337493	47.340717	14/09/2023	Marc Vuilleminot
405850	25	25495	Roche-lez-Beaupré	253	6.116462	47.272921	14/09/2023	Marc Vuilleminot

Annexe 4 : Résultats de l'évaluation des impacts de la présence du myriophylle hétérophylle au sein des sections hydrographiques du canal du Rhône au Rhin de Franche-Comté (données 2022 et 2023 ; VNF - direction territoriale Rhône Saône).

TRH_CODE_B	TRH_NOM_2	TRH_ID_VNF	TRH_NOM_OU	Impact sur les usages 2022	Impact sur les usages 2023
BI0000265	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud, CRR, branche sud (Allan)	TRH000175431	Bief n°8 des Fontenelles	Situation non préoccupante	RAS
BI0000265	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud, CRR, branche sud (Allan)	TRH000175432	Bief n°8 des Fontenelles	Situation non préoccupante	RAS
BI0000266	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000178359	Bief n°9 d'Allenjoie	Situation non préoccupante	RAS
BI0000273	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000175779	Bief n°16 de Courcelles-Montbéliard	Situation non préoccupante	RAS
BI0000274	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000175781	Bief n°17 de Voujeaucourt	Situation non préoccupante	RAS
BI0000275	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000175783	Bief de l'écluse de garde de Voujeaucourt	Situation non préoccupante	Situation non préoccupante
BI0000276	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000175668	Bief n°18 de Dampierre	Situation non préoccupante	RAS
BI0000277	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000175785	Bief n°19 de la plaine de Dampierre	Situation non préoccupante	Situation non préoccupante
BI0000278	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000175787	Bief n°20 de la Raydans	Situation non préoccupante	Situation non préoccupante
BI0000279	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000175789	Bief n°21 de Colombier-Fontaine	Situation non préoccupante	Situation non préoccupante
BI0000280	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000176127	Bief n°22 de Saint Maurice	Navigation contrainte	RAS
BI0000281	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000175553	Bief n°23 de Colombier-Châtelot	Navigation contrainte	Situation non préoccupante
BI0000282	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000175817	Bief n°24 de Blussans	Navigation contrainte	Situation non préoccupante
BI0000283	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000175819	Bief n°25 de Château-Lunans	Navigation très contrainte	Situation non préoccupante
BI0000284	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000175821	Bief n°26 de l'Isle-sur-le-Doubs	Navigation très contrainte	Situation non préoccupante
BI0000285	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000175555	Bief n°27 des papeteries de l'Isle-sur-le-Doubs	Navigation très contrainte	Situation non préoccupante
BI0000288	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud, CRR, branche sud (Doubs)	TRH000176103	Bief n°30 de la plaine de Pompierre	Navigation très contrainte	RAS
BI0000290	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000178363	Bief n°32 de Clerval	Navigation très contrainte	Navigation contrainte
BI0000290	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000175435	Bief n°32 de Clerval	Navigation très contrainte	Navigation contrainte
BI0000291	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud, CRR, branche sud (Doubs)	TRH000176199	Bief n°33 bis de la Prise d'Eau de Branne	Navigation contrainte	Navigation contrainte
BI0000292	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000176110	Bief n°33 N de Chaux-les-Clerval	Navigation très contrainte	Situation non préoccupante
BI0000293	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000175523	Bief n°34 de Branne	Navigation très contrainte	RAS
BI0000318	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000176046	Ecluse n°57 d'Osselle	Situation non préoccupante	Situation non préoccupante
BI0000318	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000176045	Bief n°57 d'Osselle	Situation non préoccupante	Situation non préoccupante
BI0000319	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000176047	Bief n°58 N de Routelle	Navigation contrainte	Navigation contrainte
BI0000320	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000175535	Bief n°58 A de Roset-Fluans	RAS	Navigation contrainte
BI0000320	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000175533	Ecluse n°58 N de Routelle	RAS	Navigation contrainte
BI0000322	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000176059	Bief n°60 de Dampierre	Situation non préoccupante	Situation non préoccupante

TRH_CODE_B	TRH_NOM_2	TRH_ID_VNF	TRH_NOM_OU	Impact sur les usages 2022	Impact sur les usages 2023
BI0000323	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000175575	Ecluse n°60 de Dampierre	Situation non préoccupante	Situation non préoccupante
BI0000323	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000175576	Bief n°61 de Ranchot	Situation non préoccupante	Situation non préoccupante
BI0000323	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000176061	Bief n°61 de Ranchot	Situation non préoccupante	Situation non préoccupante
BI0000323	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000176062	Ecluse n°61 de Ranchot	Situation non préoccupante	Situation non préoccupante
BI0000323	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000176211	Bief n°61 de Ranchot	Situation non préoccupante	Situation non préoccupante
BI0000324	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000176144	Bief n°62 du Moulin des Malades	Situation non préoccupante	Situation non préoccupante
BI0000325	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000175604	Bief n°63 de Moulin - Rouge	Navigation très contrainte	Navigation très contrainte
BI0000326	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000176066	Bief n°63 N d'Orchamps	Situation non préoccupante	Situation non préoccupante
BI0000327	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000175567	Bief n°64 d'Audelange	RAS	Situation non préoccupante
BI0000327	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000175584	Bief n°64 d'Audelange	RAS	Situation non préoccupante
BI0000327	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000175437	Bief n°64 d'Audelange	RAS	Situation non préoccupante
BI0000327	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000176070	Bief n°64 d'Audelange	RAS	Situation non préoccupante
BI0000327	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000176071	Ecluse n°64 d'Audelange	RAS	Situation non préoccupante
BI0000328	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000176236	Bief n°65 de Baverans	Navigation très contrainte	Navigation très contrainte
BI0000330	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000176079	Ecluse n°67 du Jardin Philippe	Navigation contrainte	Situation non préoccupante
BI0000330	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000178369	Bief n°67 du Jardin Philippe	Navigation contrainte	Situation non préoccupante
BI0000331	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000176077	Bief n°66 de Charles-Quint	Navigation très contrainte	Navigation contrainte
BI0000331	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000176078	Ecluse n°66 de Charles-Quint	Navigation très contrainte	Situation non préoccupante
BI0000333	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000176082	Bief n°69 de Bon-Repos	Situation non préoccupante	Situation non préoccupante
BI0000334	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000176084	Bief n°70 de Belvoie	Situation non préoccupante	Situation non préoccupante
BI0000335	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000176086	Bief n°71 de la Ronce	Situation non préoccupante	Situation non préoccupante
BI0000335	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000176237	Ecluse n°71 La grange du pont	Situation non préoccupante	Situation non préoccupante
BI0000336	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000176087	Bief n°72 de l'Abergement-la-Ronce	Situation non préoccupante	Situation non préoccupante
BI0000336	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000176088	Ecluse n°72 de l'Abergement-la-Ronce	Situation non préoccupante	Situation non préoccupante
BI0000337	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000175773	Boucle du Pk1.100 au Pk 1.400, Bief n°73 de la Tuilerie	Situation non préoccupante	Situation non préoccupante
BI0000337	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000176089	Bief n°73 de la Tuilerie	Situation non préoccupante	Situation non préoccupante
BI0000337	Canal du Rhône au Rhin, CRR, branche sud	TRH000176090	Ecluse n°73 de la Tuilerie	Situation non préoccupante	Situation non préoccupante



CONTACTS

Conservatoire
botanique national
de Franche-Comté –
Observatoire régional
des Invertébrés

9 rue Jacquard
BP 61738
25043 Besançon Cedex
03.81.83.03.58
cbnfc@cbnfc.org

WWW.CBNFC-ORI.ORG

