

Etat des connaissances des populations de Mulette épaisse (*Unio crassus*) sur les sites « Rivières » Natura 2000 de Seine et Marne



Mars 2021

Sommaire

1	Contexte	1
2	Ecologie de l'espèce	3
3	Rivière du Petit Morin	4
3.1	Présentation du site	4
3.2	Suivi des populations.....	5
3.3	ADN environnemental.....	7
3.3.1	Matériel et Méthode	7
3.3.2	Résultats	7
4	Rivière du Vannetin	10
4.1	Présentation du site	10
4.2	Suivi des populations.....	11
4.3	ADNe.....	13
4.3.1	Matériel et Méthode	13
4.3.2	Résultats	13
5	Rivières du Loing et du Lunain.....	15
5.1	Présentation du site	15
5.2	Suivi des populations.....	16
6	Discussion.....	17
6.1	Les populations de Mulette épaisses sur le Petit Morin et le Vannetin.....	17
6.1.1	Le Petit Morin	17
6.1.2	Le Vannetin.....	18
6.1.3	Le Loing et le Lunain	19
6.1.4	Autres facteurs impactant les populations de Mulette épaisse.....	19
6.2	Avantages et limites des méthodes de suivi utilisées	20
6.3	Perspectives pour les prochains suivis	20
7	Conclusion	21
	Bibliographie.....	22
	Annexe I.....	I
	Annexe II.....	I

Rédaction : Marion GRIMAUD, chargée d'études Natura 2000

Relecture : Rémi Villalta, chargé de mission Milieu Aquatique

Liste des figures

Figure 1 : Localisation des sites Natura 2000 « rivière » de Seine et Marne animés par la Fédération de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique	2
Figure 2 : Individu de Mulette épaisse prélevé en 2014 sur le Vannetin.....	3
Figure 3 : Cycle de vie de la mulette épaisse (Unio crassus).....	4
Figure 4 : Périmètre du site Natura 2000 « Le Petit Morin de Verdelot à St Cyr sur Morin »	4
Figure 5 : Etat de conservation des habitats de la Mulette épaisse (Unio crassu) sur le site N2000 du Petit Morin.	5
Figure 6 : Localisation des stations de suivi où la présence de la Mulette épaisse est avérée.....	6
Figure 7 : Localisation des stations de prélèvements d’ADN environnemental sur le Petit Morin en 2020.....	7
Figure 8 : Stations sur lesquelles la Mulette épaisse est présente. Les ronds sont proportionnels au nombre de séquences d’ADNe identifiées sur chaque station.	8
Figure 9 : Stations sur lesquelles l’Anodonte chinoise est présente. Les ronds sont proportionnels au nombre de séquences d’ADNe identifiées sur chaque station.	9
Figure 10 : Périmètre du site Natura 2000 « Rivière du Vannetin »	10
Figure 11 : Etat de conservation des habitats de la Mulette épaisse sur la rivière du Vannetin.....	11
Figure 12 : Localisation des stations de suivis visuels sur le Vannetin.....	12
Figure 13 : Localisation des stations de prélèvements d’ADN environnemental sur le Petit Morin en 2020.....	13
Figure 14 : Stations sur lesquelles la Mulette épaisse est présente. Les ronds sont proportionnels au nombre de séquences d’ADNe identifiées sur chaque station.	14
Figure 15 : Périmètre du site Natura 2000 « Rivières du Loing et du Lunain ».....	15
Figure 16: Localisation des sites où des individus de Mulette épaisse ont été observés sur le bassin du Loing.	16
Figure 17 : Localisation de la Mulette épaisse et de l’Anodonte chinoise sur le Petit Morin. Les ronds sont proportionnels au nombre de séquences identifiées sur chaque station avec le même taux de proportionnalité pour les deux espèces.....	18

1 Contexte

Très présente dans les cours d'eau au XIXe siècle, la Mulette épaisse (*Unio crassus*) voit ses populations disparaître depuis la deuxième moitié du XXe siècle. Ce mollusque bivalve joue pourtant un rôle fondamental au sein des écosystèmes aquatiques et sa présence dans une rivière est un indicateur de la bonne qualité du milieu. En effet, les actions de ce bivalve rendent de nombreux services au milieu et participent au maintien de sa bonne qualité. En filtrant l'eau de la rivière pour se nourrir, la Mulette épaisse assimile une partie des polluants présents dans le cours d'eau et agit directement sur la clarté de l'eau des rivières. Elle participe ainsi à la diminution de l'eutrophisation des rivières et favorise le développement des macrophytes. De plus, les mouvements de bivalves participent au brassage et à l'oxygénation du sédiment. Les Mulettes constituent aussi une source de matière organique pour nourrir les poissons, les mammifères ou les invertébrés charognards. Ainsi, protéger les populations de Mulettes épaisses permet de protéger un grand nombre d'autres espèces, c'est ce qu'on appelle une espèce parapluie.

Malheureusement, l'espèce doit faire face à de nombreuses pressions anthropiques entraînant la régression des populations. Les transformations physiques des cours d'eau avec les curages, recalibrages et reprofilages des rivières détruisent les habitats piscicoles favorables aux Mulettes épaisses. Les barrages ont également un fort impact sur la répartition des populations en cloisonnant le cours d'eau et en entravant les continuités écologiques. La présence d'obstacles empêche notamment le transit sédimentaire ce qui modifie la nature du substrat et entraîne un colmatage du lit. De plus, ces ouvrages limitent les déplacements des espèces piscicoles et ainsi la dispersion des larves de Mulette épaisse et des autres bivalves d'eau douce.

Les moules d'eau douce sont également très sensibles aux pollutions de l'eau. L'eutrophisation des cours d'eau liée aux pratiques agricoles et l'augmentation de la concentration en polluants divers peut entraîner une diminution des capacités de reproduction de l'espèce et des densités des poissons-hôtes.

Les espèces exotiques envahissantes peuvent aussi impacter les populations de Mulettes épaisses. Les mammifères tels que le rat musqué ou le ragondin se nourrissent des bivalves. On retrouve parfois sur les berges, des monticules de coquilles vides, signe du passage des prédateurs. La moule zébrée, bivalve exotique se fixe directement sur les coquilles des Mulette épaisses (et autres Unionidae) à proximité de leurs siphons, rentrant alors en compétition pour la filtration. Les corbicules asiatique et l'anodonte chinoise quant à elles, rentrent en compétition avec les Unionidae natives pour l'accès aux poissons hôtes ce qui impacte le succès de reproduction des Mulettes épaisses et des autres espèces (Prié V., 2017).

A l'échelle mondiale, la Mulette épaisse est considérée comme étant en danger. En France, son état de conservation est jugé défavorable à mauvais d'après la Directive Habitats Faune Flore. Elle est également inscrite à l'article 2 de l'arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mollusques protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

Peu de données sont disponibles sur la répartition de la Mulette épaisse en Ile-de-France. Le bivalve fait partie des espèces d'intérêt communautaire présente sur les sites rivières Natura 2000 de Seine et Marne. Elle est inscrite au Formulaire Standard de Données des trois sites animés par la Fédération de Seine-et-Marne pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique (FDAAPPMA 77) : FR 1102005 « Rivières du Loing et du Lunain », FR 11000814 « La Petit Morin de Verdilot à St Cyr sur Morin » et FR 1102007 « Rivière du Vannetin » (Figure 1). Le suivi de l'espèce fait partie des objectifs décrits dans

le Document d'Objectifs de chacun des trois sites. Elle a fait l'objet d'études et de suivi sur deux d'entre eux : la rivière du Petit Morin et la rivière du Vannetin).

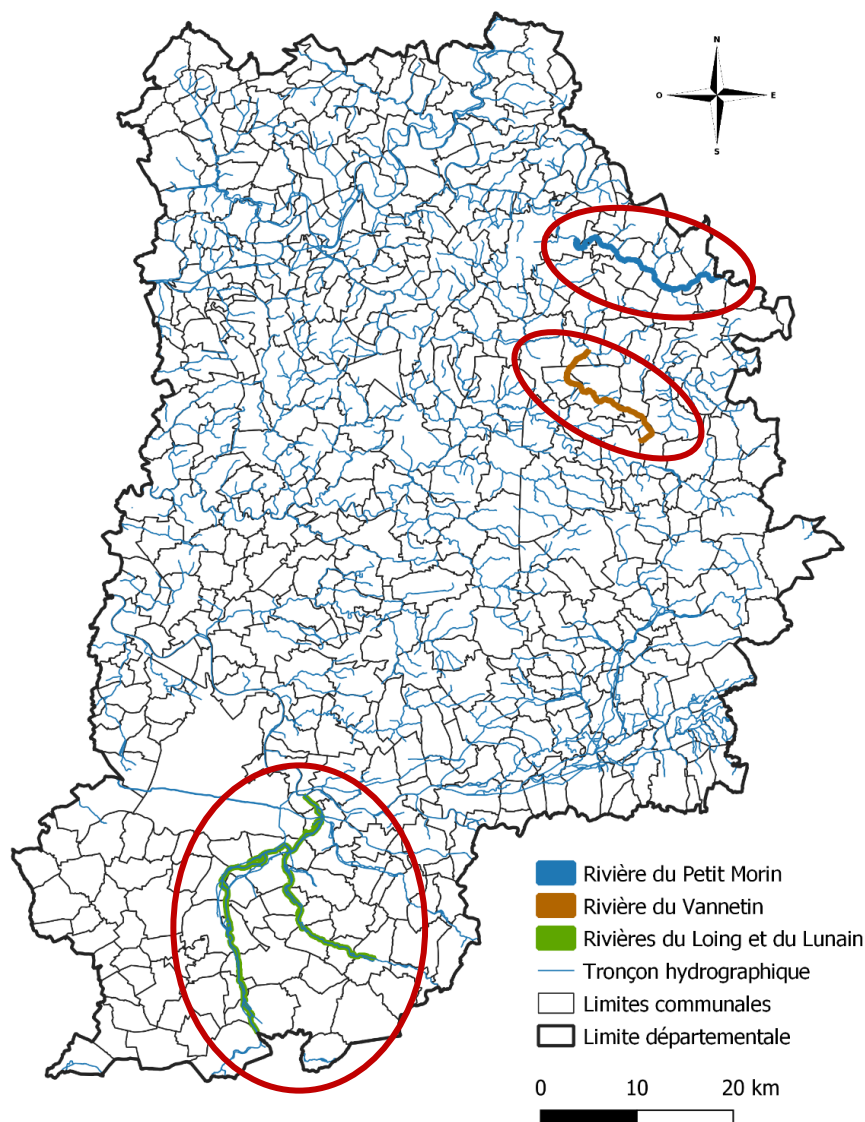


Figure 1 : Localisation des sites Natura 2000 « rivière » de Seine et Marne animés par la Fédération de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique

En 2014, la FDAAPPMA 77 a sollicité le bureau d'étude Biotope pour la réalisation d'une étude visant à confirmer la présence de la mulette épaisse sur les sections de cours d'eau permanent et apporter des données semi-quantitatives sur les populations du ru du Vannetin. L'année suivante, en 2015, une étude portée par l'ONEMA (Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques) a permis de caractériser les populations de Mulette épaisse sur les deux rivières. Depuis 2017, les populations de Mulette épaisse sont suivies par la FDAAPPMA 77 dans le cadre des suivis scientifiques de sites Natura 2000 qu'elle anime. Ce suivi se faisait d'abord par observation visuelles des individus à l'aide d'un bathyscope puis ils ont été remplacés par un suivi des habitats de l'espèce car jugé moins intrusif. Les rivières du Loing et du Lunain n'ont pas encore fait l'objet de suivi sur la Mulette épaisse. Des observations ponctuelles d'individus vivants ont été faites sur le Lunain au niveau de deux stations. (Source : Cettia-IDF).

Ces différents suivis ont permis d'avoir des connaissances sur des stations où la présence de la mulette épaisse a été avérée. En revanche, la répartition globale du bivalve sur les rivières était inconnue. Pour pallier ce manque de connaissance, des prélèvements d'ADN environnemental (ADNe) ont été réalisés en 2020 sur les rivières du Petit Morin et du Vannetin dans le but de compléter les données déjà acquises sur la répartition de l'espèce. L'avantage de cette méthode est qu'elle est peu chronophage et qu'elle nous donne la liste exhaustive des espèces présentes dans le cours d'eau, et dans le cas présent, la liste des Unionidae présentes. En revanche, l'analyse de l'ADNe ne fournit pas de données quantitatives sur la densité des populations, elle donne seulement une indication.

Le présent rapport fait l'état des connaissances des populations de Mulette épaisse sur les sites rivières Natura 2000 de Seine et Marne : « Le Petit Morin de Verdelot à St Cyr sur Morin », « La Rivière du Vannetin » et « Les Rivières du Loing et du Lunain ». Il reprend les résultats des études menées sur les différents sites et présente les résultats du suivi par ADN environnemental réalisé en 2020. En conclusion, ce rapport évoque les perspectives de suivi de l'espèce pour les années à venir.

2 Ecologie de l'espèce

La Mulette épaisse (*Unio crassus*) est un mollusque d'eau douce endémique européen qui s'alimente en filtrant les particules de matière organique présentes dans l'eau de la rivière. Les individus peuvent vivre en moyenne 30 ans et jusqu'à 90 ans, si les conditions du milieu le permettent. Elle est sédentaire mais elle peut effectuer des déplacements dans le cours d'eau grâce à un appendice musculaire appelé « le pied ». Des sillons sont alors observés sur le fond du lit du cours d'eau. Ces déplacements ont lieu lors de période d'étiage, afin de rejoindre des zones mieux alimentées en eaux. Les Mulettes épaisses sont également capables d'effectuer des déplacements verticaux. En effet, lorsque les conditions hydrologiques sont défavorables, comme lors de crues, les individus peuvent s'enfoncer profondément dans les sédiments pour s'absoudre des forces de cisaillements générées par le courant.

Les adultes sont composés de deux valves identiques, reliées par une charnière développée. Cette moule d'eau douce est assez petite car les individus qui ont atteint leur maturité, ont une taille comprise entre 50 et 70 mm. La particularité de cette espèce, est la présence d'une dent cardinale sur la valve droite, conique et crénelée. Il ne faut donc pas la confondre avec les Anodontes, qui sont d'autres moules d'eau douce mais qui ne possèdent pas de dents. Il n'y a pas de dimorphisme sexuel chez cette espèce. La seule possibilité de différencier les mâles des femelles, est d'observer les œufs des femelles lors de la reproduction lorsque celles-ci sont entrouvertes pour filtrer l'eau.

Pour se reproduire, les mâles libèrent leurs gamètes dans le courant. Celles-ci vont être ensuite filtrées par les femelles et vont pouvoir féconder les œufs. Après l'éclosion, les petites larves (les glochidies) vont aller se fixer sur les branchies de certains poissons-hôtes (Figure 3). Les plus courants sont le Chevaine (*Leuciscus cephalus*), le Vairon (*Phoxinus phoxinus*) et le Chabot fluviatile (*Cottus perifretum*).



Figure 2 : Individu de Mulette épaisse prélevé en 2014 sur le Vannetin.

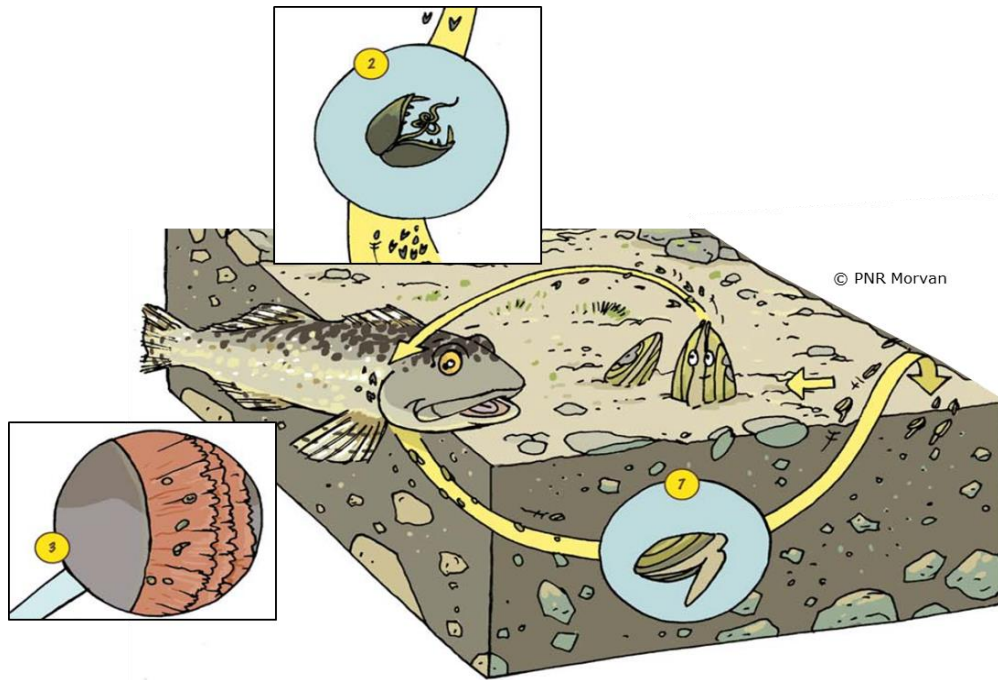


Figure 3 : Cycle de vie de la mulette épaisse (*Unio crassus*).

3 Rivière du Petit Morin

3.1 Présentation du site

Le site Natura 2000 « Le Petit Morin de Verdelot à St-Cyr-sur-Morin » s’étend sur 9 communes situées au Nord-Est de la Seine-et-Marne. Il comprend 23 km de cours d’eau et s’étend sur une surface de 3500 ha dans la vallée du Petit Morin (Figure 4)

Le site a été désigné Zone Spéciale de Conservation (ZSC) pour la présence de 11 habitats et 4 espèces d’intérêt communautaire dont fait partie la Mulette épaisse.

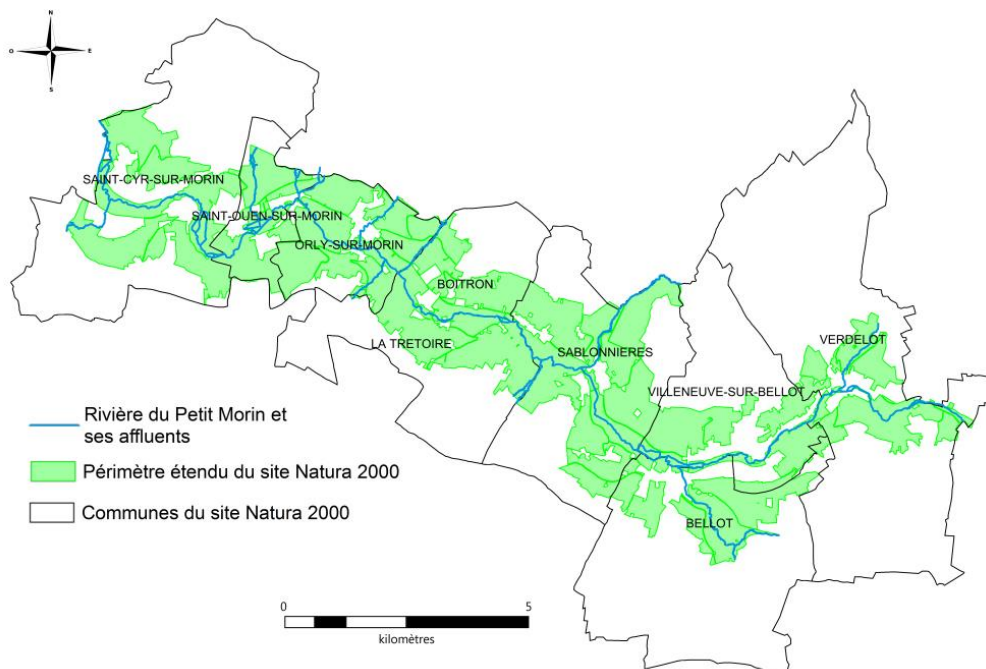


Figure 4 : Périmètre du site Natura 2000 « Le Petit Morin de Verdelot à St Cyr sur Morin »

Lors de l'élaboration du Document d'Objectif (DOCOB) du site, l'état de conservation des habitats de la Mulette épaisse ont été classés par catégories allant d'habitats en bon état de conservation à habitat non favorable pour l'espèce.

Les habitats du bivalve sont majoritairement en mauvais état de conservation sur le site. Seuls quelques tronçons situés à Orly sur Morin (à l'aval) et à Villeneuve-sur-Bellot sont jugés en bon état de conservation sur le linéaire (Figure 5).

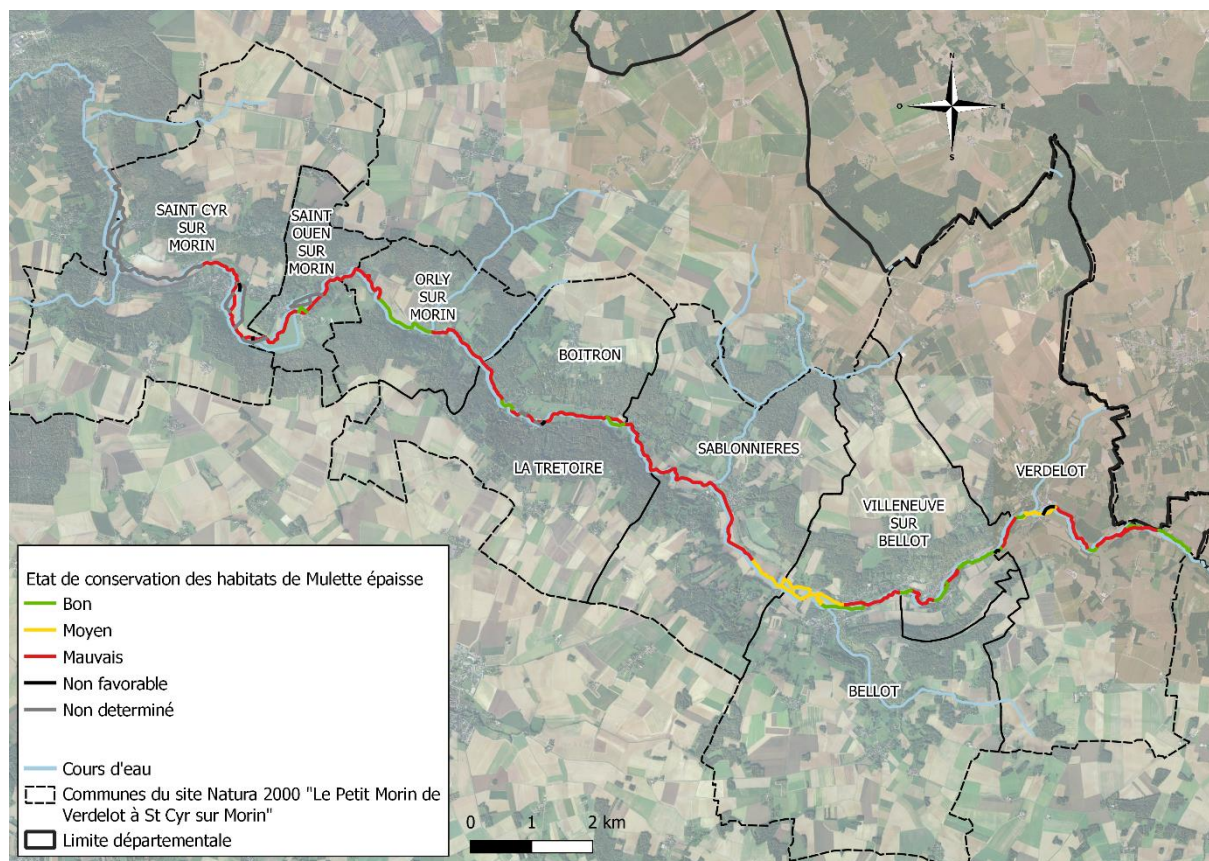


Figure 5 : Etat de conservation des habitats de la Mulette épaisse (*Unio crassus*) sur le site N2000 du Petit Morin.

3.2 Suivi des populations

La présence de la mulette épaisse *Unio crassus* a été avérée pour la première fois en 2013 sur la rivière du Petit Morin, lors d'une pêche réalisée par l'ONEMA. De nouvelles observations d'individus vivants ont été réalisées en 2014 et rapportées dans la base de données Cettia-IDF.

En 2015, une étude encadrée par l'ONEMA a été réalisée sur la rivière dans le but d'identifier les tronçons sur lesquels la Mulette épaisse est présente et de caractériser les populations (Gornet, 2015). Pour cela, des prospections à pieds ont été menées pour observer les individus de Mulette épaisse à l'aide d'un bathyscope. Cette étude a permis d'identifier trois stations abritant des populations de Mulette épaisse (Figure 6) :

- ✓ Station 1 : à Orly-sur-Morin, Pont de la route d'Orly
- ✓ Station 2 : à Boitron, à Becherelle
- ✓ Station 3 : à la Trétoire, à la Forge

Une quarantaine d'individus vivants ont été découverts lors des prospections. Cet effectif, trop faible, n'a pas permis d'estimer l'état de santé des populations. Par ailleurs, ce résultat est très probablement sous-estimé du fait que les individus adultes vivent enfouis profondément dans le sédiment.

Cependant, il semble y avoir un renouvellement de populations qui est relativement récent dans la rivière (entre 2 et 3 ans) car des individus entre 16mm et 18mm de longueur ont pu être observés. Or, les Mulettes épaisses sont considérées comme juvéniles jusqu'à une taille de 30mm.

Ce travail a également permis de mettre en évidence les paramètres qui définissent les habitats favorables à la Mulette épaisse. Les individus semblent favoriser les zones de courants, alternant radiers et plats courants, avec des fonds sableux. Par ailleurs, la rivière doit avoir une profondeur d'eau suffisante en période estivale pour la survie des populations. L'occupation des berges a aussi une influence sur la présence des Mulettes. Les individus vont préférer des zones ombragées avec des prairies ou des forêts en occupation berge. En revanche, la proximité de terres arables est défavorable dû à la forte conductivité qu'elles entraînent.

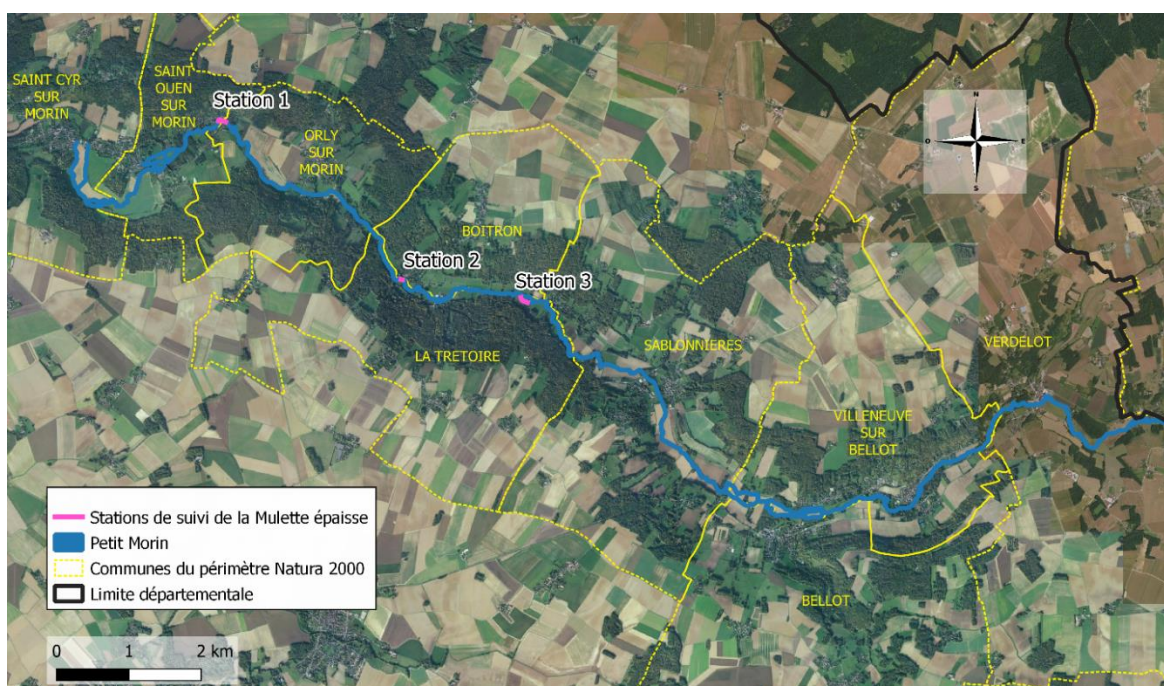


Figure 6 : Localisation des stations de suivi où la présence de la Mulette épaisse est avérée

En 2017, un nouveau suivi de la mulette épaisse a été réalisé sur le site Natura 2000 par la Fédération de Seine-et-Marne pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique (FDAAPPMA 77). Ce suivi consistait à rechercher des individus à l'aide d'un bathyscope sur les trois stations connues. Aucun individu vivant n'a pu être observé en 2017 sur le site Natura 2000. Seules des vieilles coquilles vides ont été trouvées. Malgré un inventaire à l'étiage, les recherches au bathyscope étaient difficiles du fait du courant.

Depuis 2018, le suivi par bathyscope a été remplacé par un suivi visuel des habitats avérés de la Mulette épaisse. En 2019, un barrage d'une quarantaine de centimètres a été construit sur la station de Busserolles à Orly-sur-Morin. Un autre barrage a également été construit sur la station de Becherelle à Boitron. L'ouvrage présent à Busserolles a été démonté aussitôt après sa découverte si bien qu'il n'a pas impacté l'habitat de la mulette épaisse. En revanche, au niveau de celui de Becherelle, un colmatage a été observé en amont. En 2020, de nouveaux barrages ont été observés sur les trois stations connues de mulette épaisse ce qui peut entraîner la dégradation des habitats de l'espèce.

3.3 ADN environnemental

3.3.1 Matériel et Méthode

Les prélèvements d'ADN environnemental ont été réalisés en suivant le protocole du laboratoire SPYGEN en août 2020.

La méthode de prélèvement consiste à filtrer l'eau de la rivière pendant 30 min maximum à l'aide d'une pompe électrique. Les particules contenues dans l'eau sont piégées dans le filtre et conservées dans une solution tampon avant d'être analysées. Deux réplicats sont faits pour chaque stations.

L'ADN est ensuite extrait, amplifié puis séquencé par le laboratoire. L'identification taxonomique est après réalisée en comparant les séquences avec une base de références génétiques.

Huit stations ont été échantillonnées lors de la campagne de prélèvement. Chaque station était espacée de 3 à 4 km pour couvrir l'ensemble du périmètre Natura 2000 de la rivière (Figure 7).

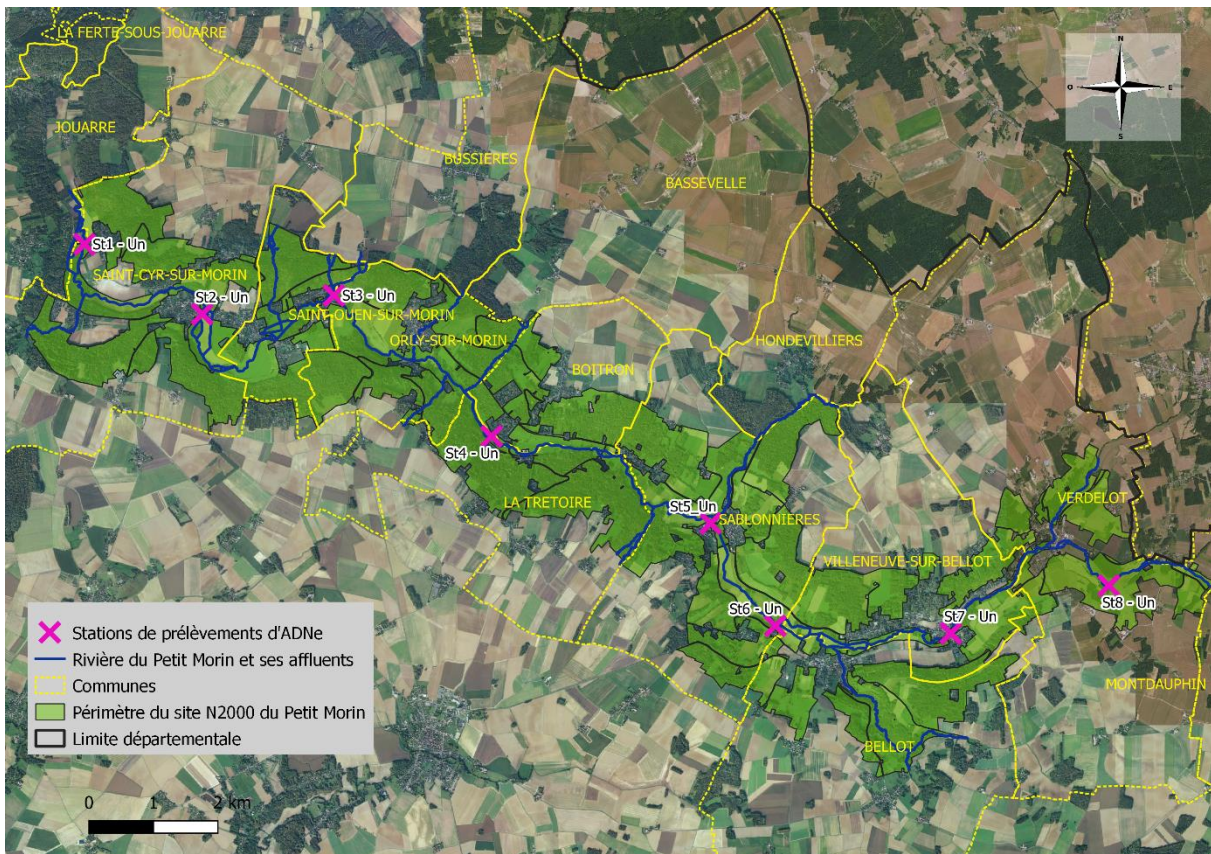


Figure 7 : Localisation des stations de prélèvements d'ADN environnemental sur le Petit Morin en 2020

3.3.2 Résultats

Les prélèvements d'ADNe effectués ont mis en évidence la présence six espèces d'Unionidae sur la rivière du Petit Morin : la Mulette épaisse (*Unio crassus*), l'anodonte chinoise (*Sinanodonta woodiana*), l'anodonte des rivières (*Anodonta anatina*), l'anodonte des cygnes (*Anodonta cygnea*), la mulette méridionale (*Unio mancus*) et la mulette des peintres (*Unio picturum*).

La Mulette épaisse

La mulette épaisse est présente sur les huit stations échantillonnées sur la rivière.

D'après le nombre de séquence d'ADN relevé, la densité de mulette épaisse semble augmenter graduellement lorsque l'on se dirige vers l'aval de la rivière. Elle semble particulièrement abondante sur la station 4 à la Trétoire, station connue pour la présence de l'espèce lors de l'étude de 2015.

Au contraire, elle paraît peu présente sur les stations situées à La Sablonnière avec un nombre de séquences détectées très faible. Il en est de même pour les stations 7 et 8 où le nombre de séquences est si faible que leur présence n'apparaît pas cartographiquement (Figure 8, Annexe I). Il faut noter que les détections d'ADNe sur une station peuvent provenir de plus de 1km en amont, elles ne donnent pas la localisation exacte des populations mais seulement une indication.

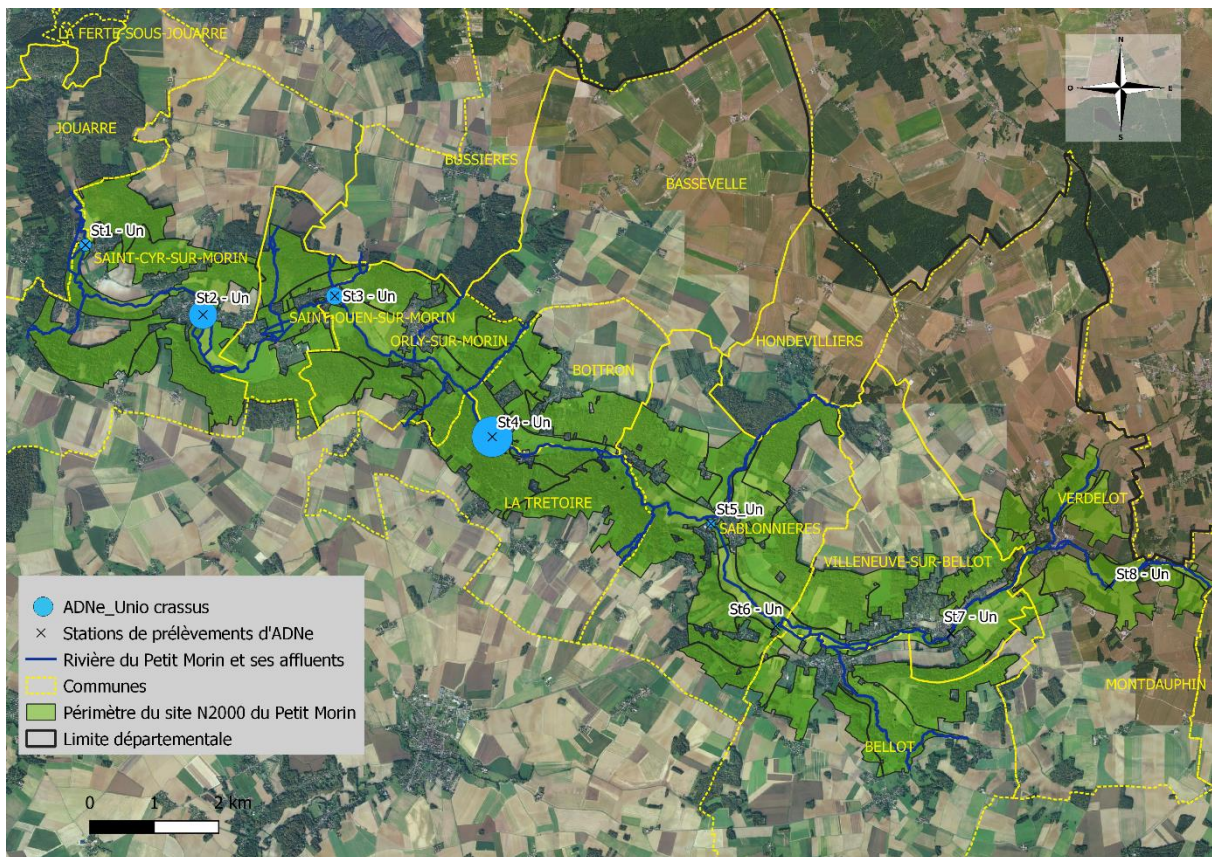


Figure 8 : Stations sur lesquelles la Mulette épaisse est présente. Les ronds sont proportionnels au nombre de séquences d'ADNe identifiées sur chaque station.

L'Anodonte chinoise

L'Anodonte chinoise (*Sinanodonta woodiana*) est une espèce exotique envahissante originaire d'Asie. Son introduction en Europe est dû principalement aux déversements de carpes dans les rivières et plans d'eau. Sa présence en France est connue dans certains cours d'eau du Sud de la France mais aucune observation n'avait été faite en Ile-de-France.

L'ADNe a révélé sa présence sur plusieurs stations de la rivière du Petit Morin. On retrouve l'espèce sur les 6 stations avals du site. L'anodonte chinoise semble être majoritairement présente sur les deux stations de la Sablonnière avec une plus grand nombre de séquences d'ADN identifiées (Figure 9, Annexe I).

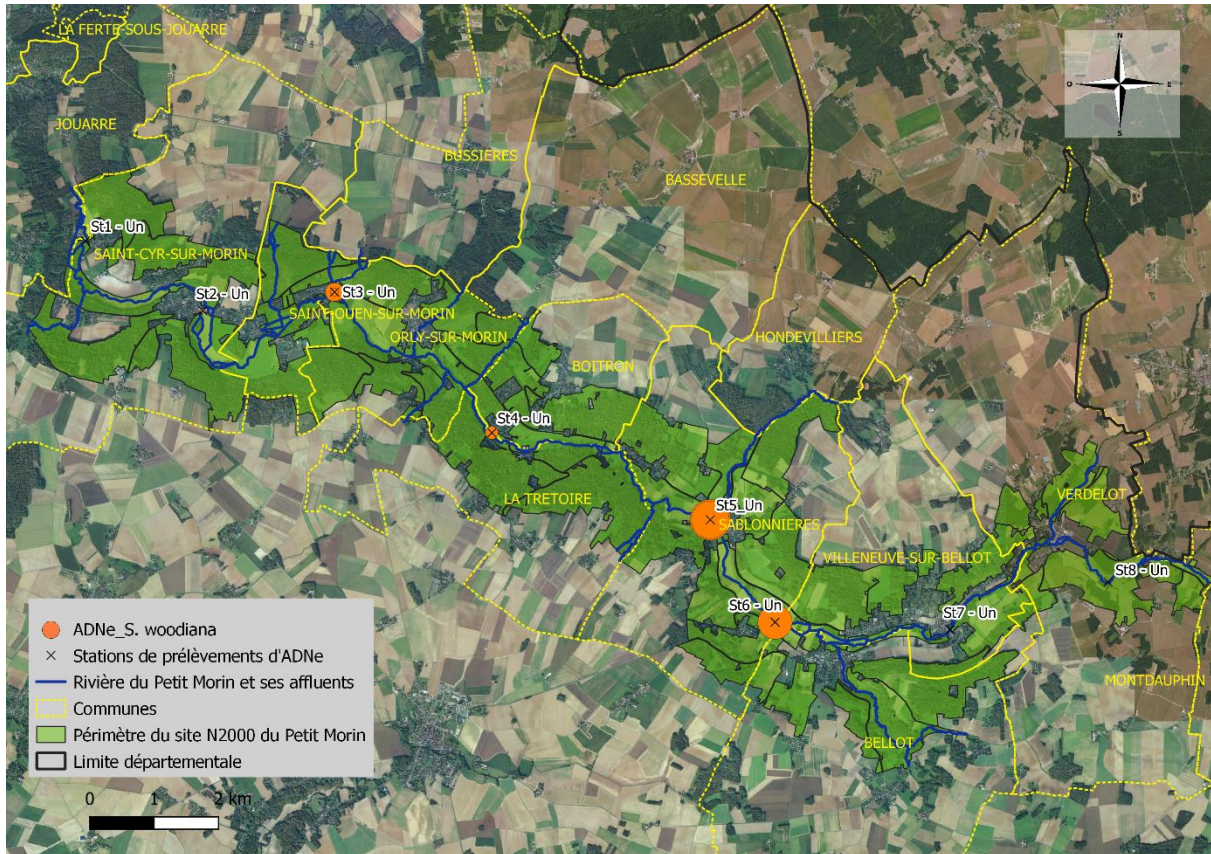


Figure 9 : Stations sur lesquelles l’Anodonte chinoise est présente. Les ronds sont proportionnels au nombre de séquences d’ADNe identifiées sur chaque station.

Les autres espèces

L’Anodonte des cygnes (*Anodonta cygnea*) est une espèce présente principalement en eaux calmes et plans d’eau. On ne la retrouve que sur la station de St Siméon à l’aval de la zone Natura 2000.

L’Anodonte des rivières (*Anodonta anatina*) est présente sur toutes les stations échantillonnées. Elle semble cependant être plus abondante au niveau de la station de Boitron.

La Mulette méridionale (*Unio mancus*) et la Mulette des peintre (*Unio pictorum*) sont présentes sur les huit stations prélevées. D’après le nombre de séquences identifiées, elles semblent être plus nombreuses au niveau de la station 2 à St Cyr sur Morin ainsi qu’au niveau de la station 4 à Boitron. En revanche, tout comme la mulette épaisse, les deux espèces sont très peu présentes sur les deux stations de la Sablonnière, là où l’anodonte chinoise est la plus abondante.

4 Rivière du Vannetin

4.1 Présentation du site

La rivière du Vannetin se situe à l'est de la Seine et Marne. Elle prend sa source dans la commune de Leudon-en-Brie et s'étend sur 20 km de linéaire avant de se jeter dans la rivière du Grand Morin à St-Siméon. Le lit du Vannetin a été désigné Zone Spéciale de Conservation (ZSC) en 2014 pour la présence de trois espèces d'intérêt communautaire : le chabot fluviatile (*Cottus perifretum*), la lamproie de Planer (*Lampetra planeri*) et la Mulette épaisse (*Unio crassus*).

La rivière du Vannetin est un espace à fort enjeux qui subit de nombreuses pressions telles que l'artificialisation des berges, le curage et recalibrage du lit de la rivière ou encore l'eutrophisation de l'eau découlant des nombreuses exploitations agricoles alentours.

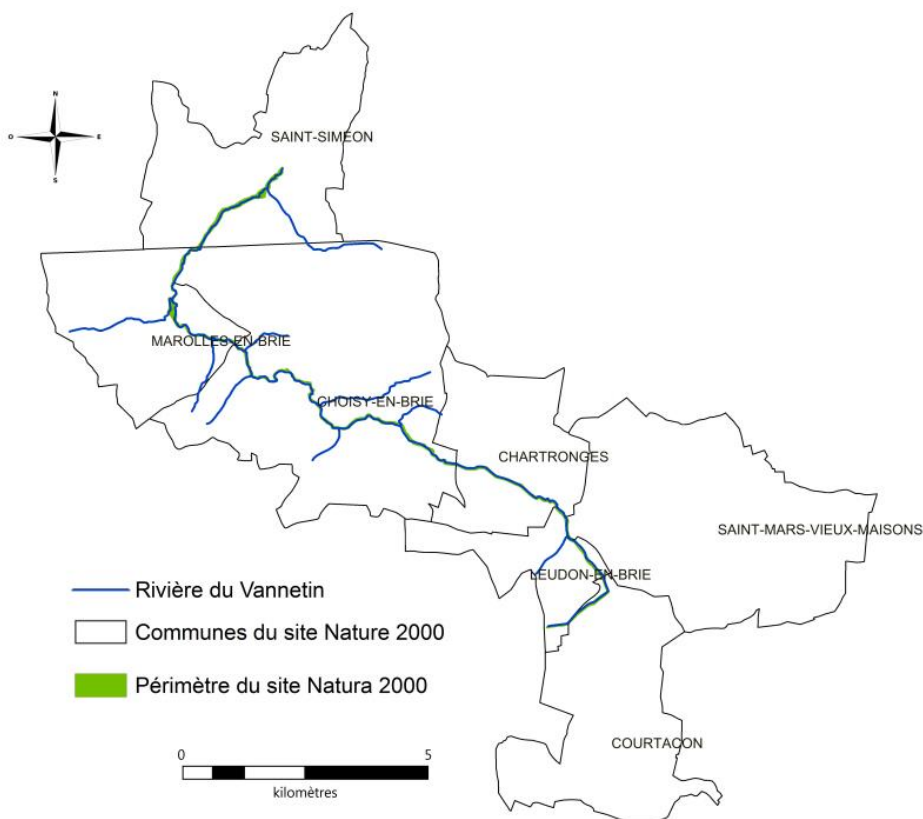


Figure 10 : Périmètre du site Natura 2000 « Rivière du Vannetin »

Lors de la l'élaboration du Document d'Objectif du site (DOCOB), l'état de conservation des habitats des espèces communautaires a été classé en catégorie allant de « bon état de conservation » à « habitat non-colonisable ».

L'état de conservation des habitats pour la Mulette épaisse sur le Vannetin est globalement moyen (Figure 11). Les tronçons en bon état de conservation pour l'espèce se trouvent principalement à l'aval de la zone entre les communes de Choisy-en-Brie et St-Siméon. L'amont de la rivière semble peu propice à la présence de l'espèce avec des tronçon en mauvais état de conservation et la partie proche de la source qui est non-colonisable par l'espèce.

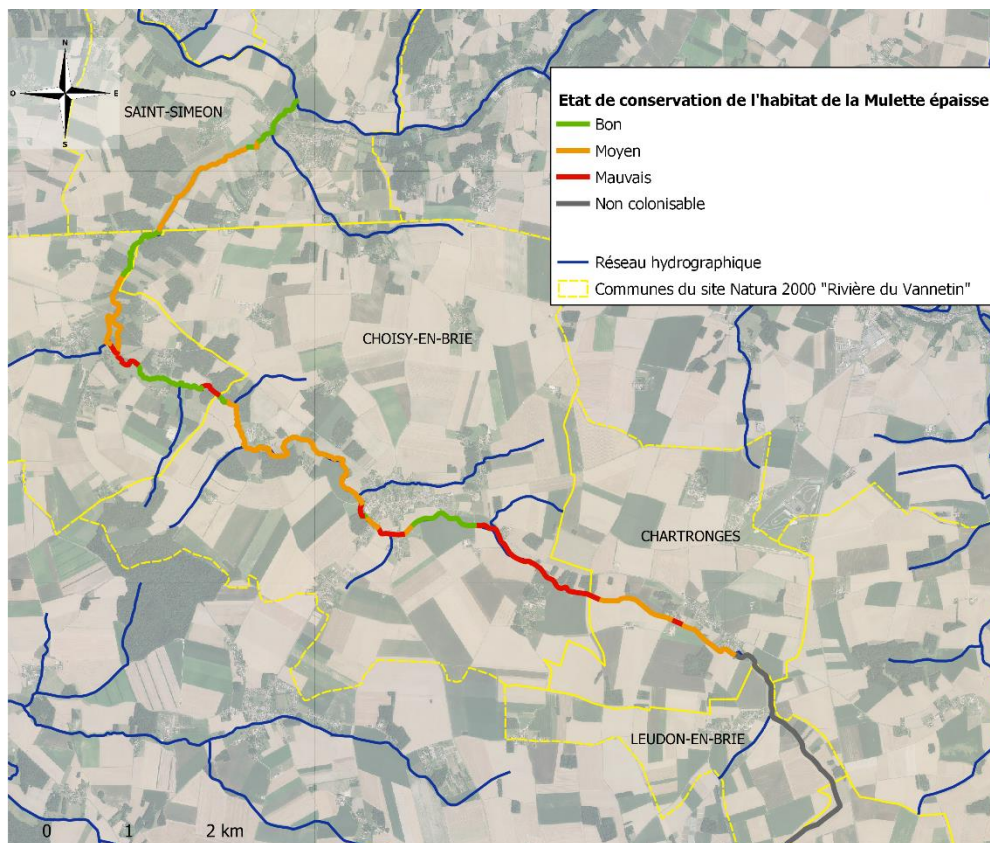


Figure 11 : Etat de conservation des habitats de la Mulette épaisse sur la rivière du Vannetin.

4.2 Suivi des populations

En 2014, le bureau d'étude biotope a été sollicité par la FDAAPPMA 77 pour étudier et cartographier les populations de Mulette épaisse sur la rivière du Vannetin. Dans le cadre de cette étude, la rivière a été prospecté à pieds à l'aide d'un bathyscope pour pouvoir observer des individus de l'espèce. L'ensemble des observations d'individus vivants ont été faites entre le seuil du Château de Marolles en Brie et le seuil du Bois du Fournaux (Figure 12) sur deux stations situées entre les communes de Marolles en Brie et Choisy en Brie. Les quelques spécimens découverts à l'aval correspondaient à des coquilles vides emportées par le courant. Au cours de cette étude, la majorité des individus rencontrés avait une taille comprise entre 46 et 50mm. Aucun individu d'une taille inférieure à 25mm n'a été découvert cette année-là, suggérant une absence de recrutement récent. Ces résultats ont été complétés en 2015 par une étude menée par l'ONEMA qui a mis en évidence la présence de juvéniles de Mulette épaisse sur la rivière de taille comprise entre 16mm et 18mm. Cela montre qu'il y a bien un renouvellement de la population qui est relativement récent (entre 2 et 3 ans). Par ailleurs, tout comme la rivière du Petit Morin, cette étude a montré que les Mulettes épaisses colonisaient principalement les milieux courants avec des fonds sableux.

En 2017, un nouveau suivi de la Mulette épaisse a été réalisé sur le site Natura 2000 par la Fédération de Seine-et-Marne pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique (FDAAPPMA 77). Ce suivi consistait à rechercher des individus à l'aide d'un bathyscope sur les deux stations connues (Figure 12). Au total, six individus vivants ont pu être observés avec des tailles comprises entre 32mm et 65mm. En revanche, aucun juvénile n'a été découvert.

Depuis 2018, le suivi par bathyscope a été remplacé par un suivi visuel des habitats avérés de la Mulette épaisse. Des constructions de barrages artisanaux sont régulièrement observés sur les stations suivies, et encore en 2020, dégradant de plus en plus les habitats de l'espèce.

La présence de barrages sur la rivière peut entraîner un colmatage du fond du lit ainsi qu'une diminution de l'oxygène dissout dans l'eau, nuisant aux individus enfouis dans les sédiments.

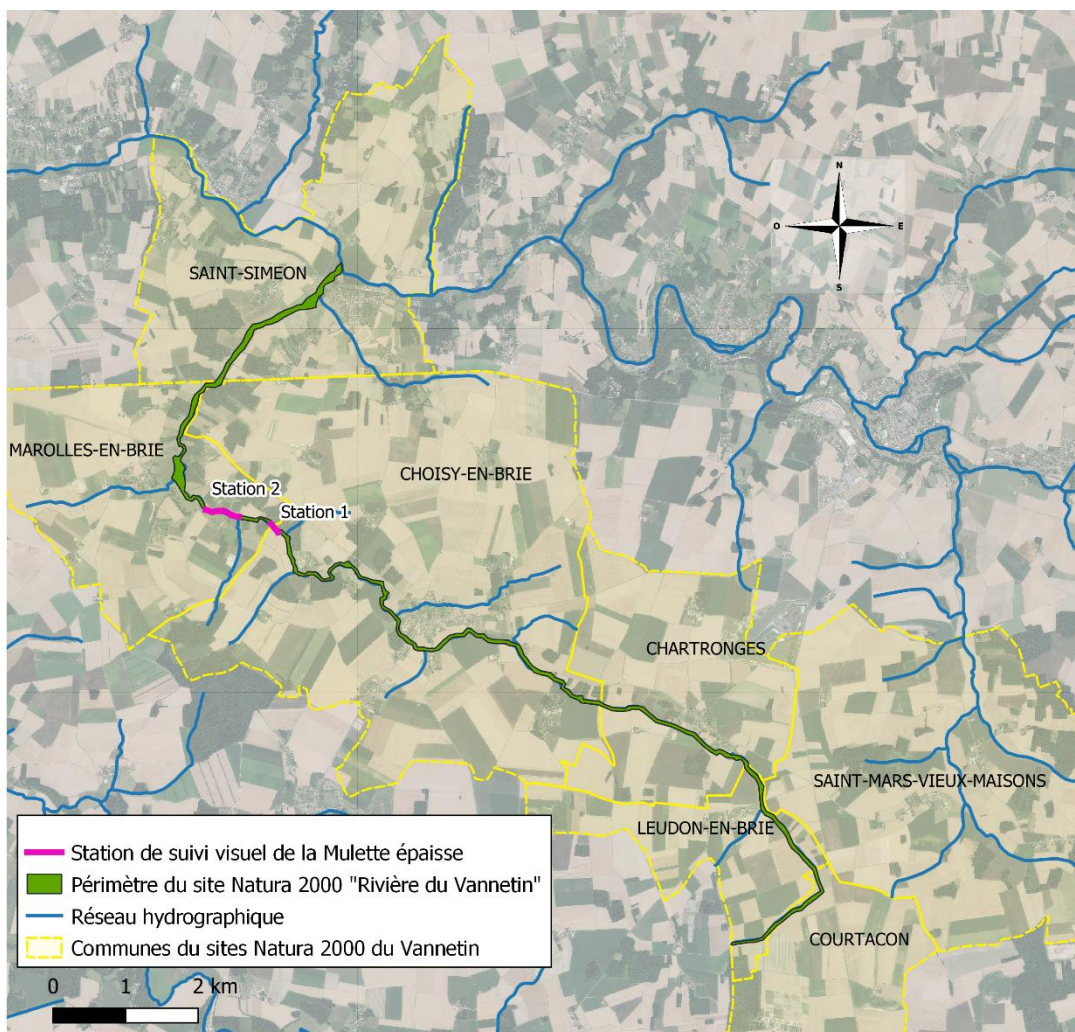


Figure 12 : Localisation des stations de suivis visuels sur le Vannetin

4.3 ADNe

4.3.1 Matériel et Méthode

Les prélèvements d'ADN environnemental ont été réalisés avec le matériel du laboratoire SPYGEN en août 2020.

La méthode de prélèvement consiste à filtrer l'eau de la rivière pendant 30 min maximum à l'aide d'une pompe électrique. Les particules contenues dans l'eau sont piégées dans le filtre et conservées dans une solution tampon avant d'être analysées. 2 répliques sont faits pour chaque stations.

L'ADN est ensuite extrait, amplifié puis séquencé par le laboratoire. L'identification taxonomique est après réalisée en comparant les séquences avec une base de références génétiques.

Six stations ont été échantillonné lors de la campagne de prélèvement. Chaque station était espacée de 3 à 4 km pour couvrir l'ensemble du périmètre Natura 2000 de la rivière (Figure 13).



Figure 13 : Localisation des stations de prélèvements d'ADN environnemental sur le Petit Morin en 2020

4.3.2 Résultats

Les prélèvements d'ADNe effectués ont mis en évidence la présence de quatre espèces d'Unionidae sur la rivière du Petit Morin : la Mulette épaisse (*Unio crassus*), l'anodonte des rivières (*Anodonta anatina*), la Mulette méridionale (*Unio mancus*) et la Mulette des peintres (*Unio pictorum*).

La Mulette épaisse

L'analyse de l'ADN environnemental a confirmé la présence de la Mulette épaisse sur le Vannetin. On retrouve l'espèce sur les quatre stations aval du site Natura 2000. Le nombre de séquences identifiées donne une indication sur la densité des populations. Celle-ci semble être plus importante sur la station 3 à Marolles-en-Brie et la station 4 à Choisy en Brie, les deux stations où le suivi visuel de l'espèce se fait habituellement (Figure 14 et Annexe II).

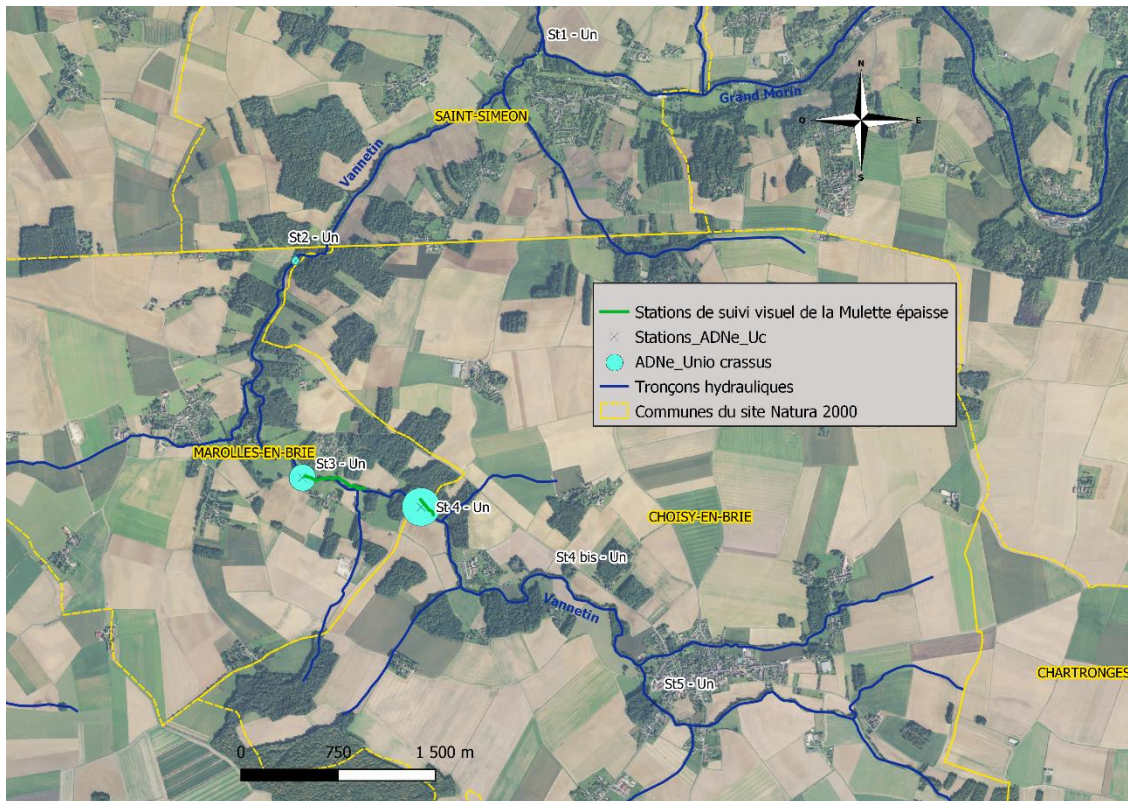


Figure 14 : Stations sur lesquelles la Mulette épaisse est présente. Les ronds sont proportionnels au nombre de séquences d'ADNe identifiées sur chaque station.

Les autres espèces (cf. Annexe II)

L'Anodonte des rivières est présente au niveau de toutes les stations échantillonnées excepté la station 1 située à la confluence du Vannetin avec le Grand Morin. L'espèce semble être majoritairement présente au niveau de la station 5 à Choisy-en-Brie d'après le nombre de séquences identifiées.

Tout comme l'anodonte des rivières, la Mulette des peintres est présente sur toutes les stations sauf celle située à la confluence. Elle semble en revanche plus abondante au niveau de la station 3 à Marolles-en-Brie.

Enfin, on retrouve la Mulette méridionale sur toutes les stations échantillonnées. L'espèce paraît plus nombreuse au niveau de la station 3 à Marolles-en-Brie.

5 Rivières du Loing et du Lunain

5.1 Présentation du site

Le site Natura 2000 « Rivières du Loing et du Lunain » se situe dans le sud du département de Seine-et-Marne. Il traverse 23 communes et s'étend sur 58 km de cours d'eau.

Le site a été désigné Zone Spéciale de Conservation (ZSC) pour la présence de 4 habitats d'intérêt communautaire : mégaphorbiaie, pelouse maigre de fauche, forêt alluviales et herbiers à renoncules et de 7 espèces d'intérêt communautaires : la bouvière, la lamproie de Planer, la loche de rivière, le chabot fluviatile, la mulette épaisse, l'agrion de mercure et la cordulie à corps fin.

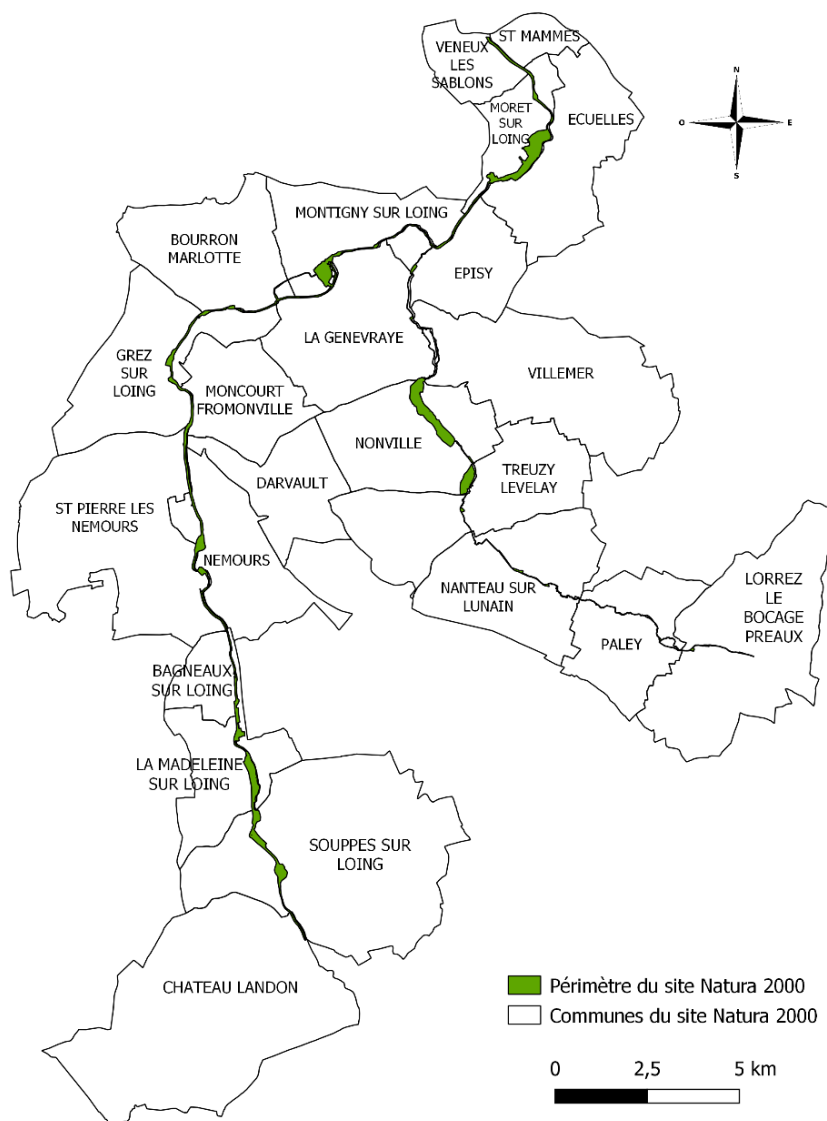


Figure 15 : Périmètre du site Natura 2000 « Rivières du Loing et du Lunain »

5.2 Suivi des populations

La Mulette épaisse a été observée pour la première fois en 2010 sur la rivière du Lunain entre Nonville et La Genevraye (Figure 16). Un individu vivant y a été découvert par la Fédération de Pêche de Seine-et-Marne.

D'après la base de données Cettia-IDF, trois autres observations de mulettes épaisses ont été réalisées sur le Lunain entre 2014 et 2016 sur une autre station située sur la commune de Treuzy-Levelay. Il s'agit dans tous les cas d'observations d'individus vivants. Toutefois, en 2014, des valves fraîches ont également été collectées dans les restes de repas de rats musqués.

Aucune autre observation de Mulette épaisse n'a été reporté depuis 2016 sur ce bassin versant et l'espèce ne fait l'objet d'aucun suivi sur le secteur. *Unio crassus* fait partie des espèces d'intérêt communautaire identifiées sur le site Natura 2000 et est inscrite au Formulaire Standard des Données (FSD) du site. La réalisation d'étude complémentaire sur les espèces communautaires du site fait partie des actions prioritaires décrites dans le Document d'Objectif (DOCOB). Un suivi de l'espèce serait donc pertinent dans les années à venir. Dans un premier temps, il serait intéressant de réaliser des prélèvements d'ADN environnemental pour améliorer nos connaissances sur la répartition de l'espèce sur les deux rivières du site Natura 2000. Une étude complémentaire pourra ensuite être mise en place pour caractériser les populations de Mulettes sur les stations identifiées par l'ADNe.

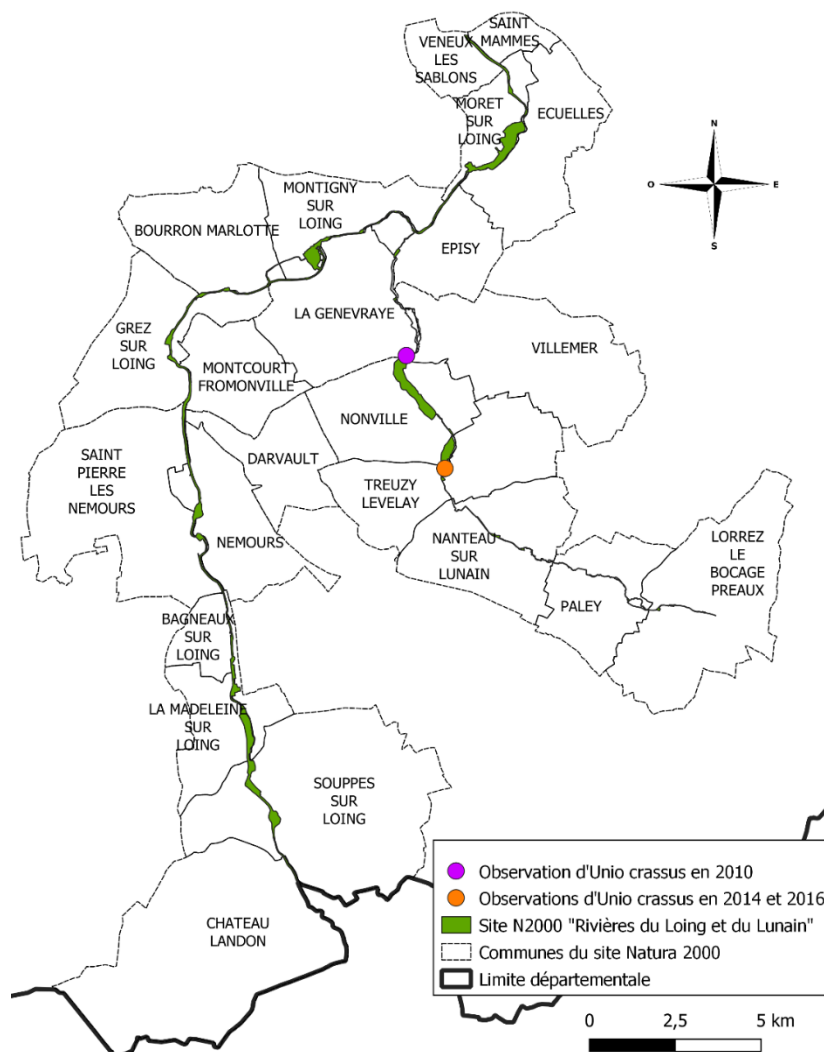


Figure 16: Localisation des sites où des individus de Mulette épaisse ont été observés sur le bassin du Loing.
(Sources : FDAAPPMA77 et Cettia-IDF)

6 Discussion

6.1 Les populations de Mulette épaisses sur le Petit Morin et le Vannetin

Les populations de Mulette épaisse ont fait l'objet de plusieurs suivis au cours des dernières années. Ces suivis se sont essentiellement concentrés sur les populations des rivières du Petit Morin et du Vannetin, situées au nord-est du département de Seine-et-Marne.

6.1.1 Le Petit Morin

Sur le Petit Morin, les différents suivis et les prélèvements d'ADNe ont permis d'attester de la présence de la Mulette épaisse dans la rivière. Les résultats mettent en avant un gradient de répartition de l'espèce de l'amont vers l'aval. Le bivalve semble davantage présent sur les stations aval de la zone d'étude et notamment sur les trois stations déjà identifiées lors de suivis visuels qui sont des stations avec des habitats en bon état de conservation pour l'espèce. En revanche, la Mulette épaisse paraît moins présente à l'amont du site malgré plusieurs tronçons en bon état de conservation.

Au-delà des données sur la Mulette épaisse, l'ADNe a mis en évidence la présence de l'Anodonte chinoise (*Sinanodonta woodiana*) dans la rivière et particulièrement au niveau des stations des Sablonnières. Cet imposant bivalve (pouvant atteindre jusqu'à 30 cm de long) représente une menace pour les populations de Mulette épaisse mais aussi pour les autres espèces d'Unionidae. En effet, l'Anodonte chinoise rentre en compétition avec les espèces autochtones pour parasiter les poissons hôtes avec leurs glochidies (Prié V., 2017). Elle peut se reproduire 2 à 3 fois par ans et relâche ses glochidies en très grandes quantités. Les poissons hôtes exposés à ce trop grand nombre de larves développeraient des mécanismes de résistance et rejetteraient plus facilement les larves des autres espèces de bivalves. (Huber V. & Geist J., 2019 ; Prié V., 2017 ; Donrovitch SW. *et al.*, 2017). A terme, la forte progression de leurs populations peut entraîner la disparition des bivalves autochtones.

La présence de l'Anodonte chinoise sur le Petit Morin est donc inquiétante. Elle ne semble pas encore très présente sur la rivière et les populations des espèces natives paraissent toujours dominantes. On observe cependant que sur les stations où l'Anodonte chinoise est la plus présente, la Mulette épaisse est peu représentée (Figure 16). Si les populations de l'espèce introduite continuent de se développer, cela pourra entraîner la disparition de la Mulette épaisse sur certaines stations.

La répartition d'*Unio crassus* sur la rivière est aussi fortement impactée par les nombreux ouvrages hydrauliques présents dans la zone. Les seuils, moulins ou barrages que l'on peut retrouver dans le lit de la rivière constituent des obstacles à la continuité écologique. En effet, ces ouvrages limitent les déplacements des poissons et par conséquent limitent la dispersion des glochidies qui se fixent sur les branchies des poissons-hôtes. Ces obstacles impactent également les habitats de la mulette et des espèces piscicoles en engendrant un colmatage du substrat, une diminution de l'oxygène dissout ainsi que le réchauffement de l'eau retenue à l'amont des ouvrages. L'habitat se retrouve alors dégradé et devient peu favorable au maintien de l'espèce. Par ailleurs, les barrages modifient le faciès d'écoulement de la rivière et le milieu devient plus lentique¹ à l'amont de ces obstacles. Or il a été démontré que les Mulettes épaisses colonisent principalement des milieux courants (Gornet, 2015).

La disponibilité en poissons hôtes ne peut pas être considérée comme facteur influant sur la répartition de la Mulette épaisse pour les populations du site du Petit Morin car les espèces de poissons-hôtes

¹ Milieu d'eaux calmes à circulations lentes ou nulles

privilegiées par le bivalve sont présentes sur chaque station prélevée. En effet, de fortes densités de chabot peuplent la rivière du Petit Morin, souvent accompagnés de vairons. Or ces deux espèces sont des hôtes favorables au parasitisme par les glochidies.

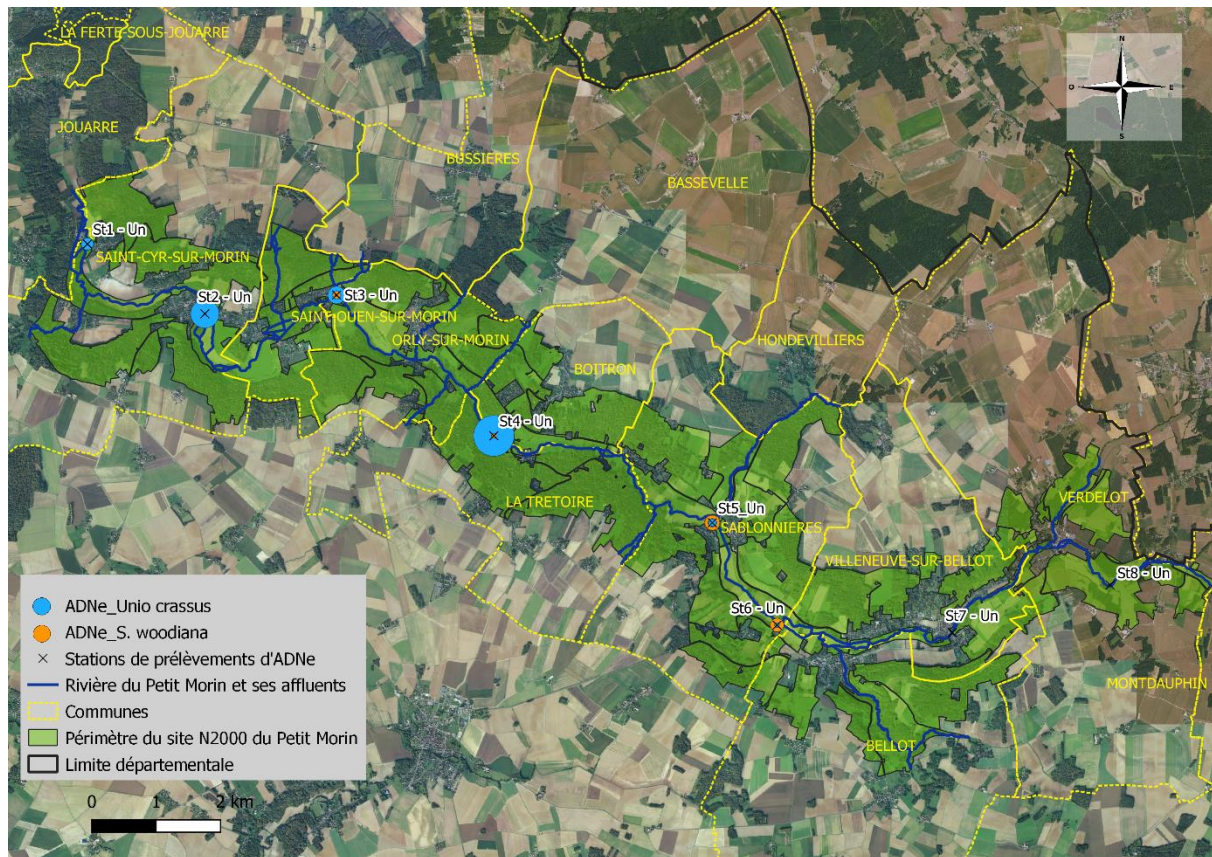


Figure 17 : Localisation de la Mulette épaisse et de l'Anodonte chinoise sur le Petit Morin. Les ronds sont proportionnels au nombre de séquences identifiées sur chaque station avec le même taux de proportionnalité pour les deux espèces.

6.1.2 Le Vannetin

Comme pour le Petit Morin, la majorité des détections d'ADNe se sont faites à l'aval de la zone entre le seuil du Château de Marolles-en-Brie et le seuil du bois des Fourneaux. Quelques séquences ont été identifiées au niveau des stations avales mais ils se peut qu'elles aient été emportées par le courant depuis les stations amonts.

Aucune détection d'ADNe de Mulette épaisse n'a été faite à l'amont de la zone malgré la présence d'un tronçon de la rivière en bon état de conservation plus en amont sur la commune de Choisy-en-Brie. On peut donc considérer l'espèce absente de cette partie de la rivière. Cela peut une nouvelle fois s'expliquer par les ruptures de continuités écologiques sur la zone d'étude. Les obstacles construits dans le lit de la rivière cloisonnent les populations d'*Unio crassus* et empêche leur dispersion en bloquant les déplacements des poissons hôtes portant leurs larves.

Les résultats des inventaires piscicoles effectués sur le site Natura 2000 reflètent également le cloisonnement du cours d'eau. En effet, on observe une augmentation de la diversité et de la densité d'espèces piscicoles lorsque l'on se déplace vers l'aval de la zone d'étude (FDAAPPMA 77, 2018a, 2019a). En effet, la densité de chabot sont plus importantes sur les stations les plus à l'aval sur la

commune de St Siméon. On y retrouve également des truites, espèces absente des inventaires sur les stations amont. Cela montre que les déplacements des espèces piscicoles sont limités par la présence des nombreux ouvrages et cela impacte le développement de populations.

La disponibilité des poissons étant plus importante à l'aval de la rivière, cela explique le nombre important de Mulettes épaisses identifiées sur ces stations.

6.1.3 Le Loing et le Lunain

Sur le Loing et le Lunain, très peu de données existent sur la Mulette épaisse. Ces rivières présentent toutefois des milieux courant avec des habitats potentiellement favorables à la présence d'*Unio crassus*. Par ailleurs, les inventaires piscicoles sur le site ont mis en évidence la présence d'un grand nombre de poissons hôtes privilégiés de l'espèce tels que des chabots, vairons, chevaines, gardons, hotu ou rotengle, ce qui favoriserait le développement des larves et leur dispersion dans ces rivières.

Un suivi serait intéressant à mettre en place pour connaître la répartition de l'espèce sur le ce site Natura 2000 et voir si comme pour les autres sites, celle-ci se retrouve impactés par les ruptures de continuités écologiques.

6.1.4 Autres facteurs impactant les populations de Mulette épaisse

L'analyse ADNe et les différentes études de caractérisation des populations n'ont pas permis d'estimer la densité des populations de Mulettes épaisses dans ces rivières. Cependant, ces suivis ont permis de mettre en évidence une répartition très fragmentée avec des populations peu étendues et qui sont difficiles à localiser précisément. Cela illustre le déclin de cette espèce qui était autrefois très présente en Ile de France et dans toute la France.

Les populations de bivalves font face à de nombreuses menaces qui en s'accumulant peut conduire à leur déclin voire à leur disparition de certains secteurs.

L'Anodonte chinoise n'est pas la seule espèce exotique envahissante pouvant entrer en compétition avec la Mulette épaisse et menacer les populations. En effet, *Unio crassus* et les autres bivalves natifs peuvent être impacter par la présence de deux autres espèces de moules d'eau douce exotiques envahissantes : la Moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) et la Corbicule asiatique (*Corbicula fluminea*). Ces deux espèces rentrent en compétition directe avec la Mulette épaisse pour la filtration de la nourriture. La Moule zébrée notamment, se fixe sur la coquille des Mulettes épaisses à proximité de son siphon lorsqu'aucun autres supports n'est disponible. Les Corbicules asiatiques quant à elles, sont capable de consommer les glochidies d'autres espèces de bivalves (Prié V., 2017) ce qui peut altérer leur succès de reproduction.

Au-delà des espèces de bivalves, des espèces terrestres peuvent aussi impacter les populations d'*Unio crassus*. C'est le cas notamment de petits mammifères tels que le rat musqué (*Ondatra zibethicus*) ou le ragondin (*Myocastor coypus*). Ces espèces se nourrissent de bivalves et peuvent parfois devenir sélectifs dans le choix de leurs proies. Des études de la prédation des rats musqués sur les Mulette épaisses ont démontrés que les prédateurs peuvent se spécialiser dans la prédation des Mulette épaisses si celles-ci se trouvent en grande quantité dans la rivière ((Lecuire, 2020 ; Zahner-Meike & Hanson, 2001 ; Vanacker *et al.*,2010). Cela peut alors entraîner la diminution de leur densité comme cela a été observer sur une rivière en suisse où la population d'*Unio crassus* a diminué de 80% en grande partie à cause de la prédation du rat musqué (Prié V., 2017).

Les paramètres physico-chimiques des rivières sont des facteurs également très importants pour le développement de l'espèce et la modification de ces paramètres peut avoir des conséquences sur le maintien des populations.

La température peut influencer sur le succès de reproduction des Unionidae dont la Mulette épaisse. En effet, il a été démontré que le parasitisme des poissons-hôtes étaient optimal à une température de 17°C, température que l'on observe habituellement au printemps en milieu tempéré (Taeubert, 2014 *et al.*). En revanche, des températures trop froides ou trop élevées sont défavorables au parasitisme. Par ailleurs, l'eutrophisation de l'eau ou la présence de polluant peut être très préjudiciable pour les populations d'Unionidae.

Lors des futures études, l'ensemble de ces facteurs devront être pris en compte pour caractériser les populations des Mulettes épaisses présentes dans les rivières.

6.2 Avantages et limites des méthodes de suivi utilisées

L'analyse de l'ADN environnemental est une technique qui impacte très peu le milieu dans lequel ils sont réalisés. Elle se révèle être un outil performant pour identifier les tronçons de rivière où la Mulette serait présente. Elle permet également d'attester si une espèce est présente ou non dans un cours d'eau et cela est très utile pour attester de la présence ou l'absence d'espèces exotiques envahissantes dans un milieu. Cependant, cette méthode a ces limites. En effet, elle ne donne aucune donnée quantitative sur la densité des espèces identifiées mais seulement une indication si l'on se base sur le nombre de séquence d'ADN déterminées.

L'analyse de l'ADN environnemental est donc un très bon outil pour savoir si l'espèce recherchée est présente dans le cours d'eau et pour identifier les stations sur lesquelles elle semble être la plus abondante. Mais pour vraiment caractériser les populations et savoir si celles-ci sont viables, des observations plus poussées sont nécessaires. Des suivis visuels sont alors à envisager. L'utilisation d'un bathyscope est une méthode de suivi intéressante car cela permet de localiser précisément l'implantation des populations. Il est alors possible de mesurer les individus découverts afin de voir si la population se reproduit.

Cependant un suivi par bathyscope ne permet pas d'avoir une estimation représentative de l'effectif de la population. En effet, les effectifs sont souvent sous-estimés du fait de l'observation difficile des individus qui vivent enfouis profondément dans le sédiment. Afin d'avoir une estimation plus précise de la densité des populations, une excavation de sédiments est nécessaire afin de pouvoir prendre en compte les individus enfouis dans le sédiment. Cependant, l'excavation est une méthode très intrusive qui stresse les individus et altère leur habitat. Elle doit être utilisée de manière très ponctuelle lors d'étude globale sur les populations.

Pour un suivi plus régulier de l'espèce, Lamand et Beisel (2014) suggèrent que des observations par bathyscope et au touché constitue un bon compromis pour suivre l'évolution des populations.

6.3 Perspectives pour les prochains suivis

Les résultats apportés par les prélèvements d'ADN environnemental vont permettre d'orienter les prochains suivis visuels vers les stations où la présence de la Mulette épaisse a été mise en évidence sur les rivières du Vannetin et du Petit Morin. Il serait intéressant de revenir à une observation des individus par bathyscope en prospectant les rivières à pied pour avoir des données plus complètes sur l'état des populations. Une attention particulière sera à porter sur les populations d'Anodonte chinoise sur le Petit Morin pour suivre l'évolution de l'espèce dans la rivière.

En ce qui concerne les rivières du Loing et du Lunain, une première approche par prélèvements d'ADNe serait judicieux pour pouvoir identifier les tronçons sur lesquelles la Mulette épaisse est présente. Par ailleurs, l'ADNe pourra révéler ou non la présence de l'Anodonte chinoise sur ces rivières qui présentent un double enjeu : les populations de Mulette épaisse et les populations de Bouvières (*Rhodeus amarus*). En effet, l'Anodonte chinoise peut également représenter une menace pour les bouvières qui sont des poissons qui viennent pondre leurs œufs dans le tube d'expulsion des bivalves. Ils sont capables de pondre sur les Anodontes chinoises mais leurs œufs se retrouvent alors expulsés quelques secondes plus tard. Le succès de reproduction des bouvières peut donc être altéré voir annihilé complètement si l'Anodonte chinoise remplace à terme les Unionidae autochtones (Adam, 2010).

Dans un deuxième temps, une étude plus complète pourra être réalisée dans le but de caractériser les populations identifiées par l'ADNe. Un suivi visuel pourra alors être mis en place avec des observations par bathyscope et au touché.

7 Conclusion

La Mulette épaisse est présente sur les trois sites « rivières » Natura 2000 de Seine et Marne. Les suivis réalisés et l'étude de l'ADN environnemental sur les rivières du Vannetin et du Petit Morin ont permis d'accroître nos connaissances sur la répartition de l'espèce sur ces linéaires et permettront de mieux cibler les stations à prospector lors des prochains suivis. Cela permettra également d'identifier les potentiels actions à mettre en place pour contribuer à la préservation de l'espèce. Le suivi par ADN environnemental serait intéressant de renouveler de manière cyclique tous les 5 ans afin d'étudier l'évolution des populations sur le long terme.

En revanche, les connaissances concernant l'espèce sont très insuffisantes sur les rivières du Loing et du Lunain. Sa présence est seulement confirmée sur une station du Lunain par le biais de quelques observations ponctuelles. Nous ne savons pas encore si la Mulette épaisse est présente sur tout le bassin ou non. Une étude de l'ADN environnementale pourrait être envisagée dans les années futures pour pouvoir identifier les tronçons où l'espèce est présente. L'analyse de l'ADN environnemental permettrait aussi de savoir si l'Anodonte chinoise a colonisée ces deux rivières. La présence de cette espèce exotique envahissante serait doublement préoccupante sur ce site car elle pourrait menacer les populations de Mulette épaisses mais aussi de Bouvières.

Bibliographie

- Adam, B., (2010). L'Anodonte chinoise *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) (Mollusca, Bivalvia, Unionidae) : une espèce introduite qui colonise le bassin Rhône-Méditerranée. *MalaCo*, 6 : 278-287.
- Cucherat X, (2014). Cartographie de la Mulette épaisse dans le site Natura 2000 FR1102007 « Rivière du Vannetin ». *Biotope*, 40p.
- Donrovich, SW., Douda, K., Plechingerová, V., Rylková, K., Horký, P., Slavík, O., ... & Sousa, R. (2017). Invasive Chinese pond mussel *Sinanodonta woodiana* threatens native mussel reproduction by inducing cross-resistance of host fish. *Aquatic Conservation : Marine and Freshwater Ecosystems*, 27(6), 1325-1333.
- FDAAPPMA 77, (2018a). Suivi 2017 des espèces d'intérêt communautaire, Site Natura 2000 FR1102007 « Rivière du Vannetin ».
- FDAAPPMA 77, (2018b). Suivi 2017 des espèces d'intérêt communautaires, Site Natura 2000 FR1100814 « Le Petit Morin de Verdilot à St-Cyr-sur-Morin ».
- FDAAPPMA 77, (2019a). Suivi 2017 des espèces d'intérêt communautaire, Site Natura 2000 FR1102007 « Rivière du Vannetin ».
- FDAAPPMA 77, (2019b). Suivi 2017 des espèces d'intérêt communautaires, Site Natura 2000 FR1100814 « Le Petit Morin de Verdilot à St-Cyr-sur-Morin ».
- Gornet D., (2015). Mise en place d'un protocole de prospection et caractérisations de populations d'*Unio crassus* dans deux départements d'Ile de France. *Rapport de stage*, ONEMA, 63p.
- Huber, V., & Geist, J. (2019). Reproduction success of the invasive *Sinanodonta woodiana* (Lea 1834) in relation to native mussel species. *Biological Invasions*, 21(11), 3451-3465.
- Lamand, F., & Beisel, J. N. (2014). Comparison of visual observation and excavation to quantify density of the endangered bivalve *Unio crassus* in rivers of north-eastern France. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, (413), 11.
- Lecuire, C. (2020). Etude des effets de la prédation du rat musqué (*Ondatra zibethicus*) sur la Mulette épaisse (*Unio crassus*) dans la Semois à la vanne des Moines.
- Prié V., (2017). Naïades et autres bivalves d'eau douce de France. *Biotope*, Mèze, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (collection Inventaires et biodiversité), 336 p.
- Taeubert, JE., El-Nobi, G., & Geist, J. (2014). Effects of water temperature on the larval parasitic stage of the thick-shelled river mussel (*Unio crassus*). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 24(2), 231-237.
- Vanacker, M., Richarz, F., Engel, E., & Beisel, J. N. (2010). *Link between muskrat (Ondatra zibethicus) density and freshwater mussel predation* (Doctoral dissertation, National Museum of Natural History of Luxembourg; UPVM-Université Paul Verlaine-Metz).
- Zahner-Meike, E., & Hanson, J. M. (2001). Effect of muskrat predation on naiads. In *Ecology and evolution of the freshwater mussels Unionoida* (pp. 163-184). Springer, Berlin, Heidelberg.

Base de données CETTIA Ile-de-France (<https://cettia-idf.fr/>)

ANNEXES

Annexe I

Tableau 1 : Résultats des prélèvements d'ADNe sur la rivière du Petit Morin

Stations de prélèvements	Base de référence Réplicats	Mulette épaisse	Anodonte chinoise	Anodonte des cygnes	Anodonte des rivières	Mulette méridionale	Mulette des peintres	Mulette des peintres
		<i>Unio crassus</i>	<i>Sinanodonta woodiana</i>	<i>Anodonta cigne</i>	<i>Anodonta anatina</i>	<i>Unio mancus</i>	<i>Unio pictorum</i>	<i>Unio pictorum</i>
		SPYGEN	SPYGEN	SPYGEN	SPYGEN	SPYGEN	EMBL	SPYGEN
St 1 - Biercy - St Cyr/Morin	1	23511	77	58	17313	23171	43710	670
	2	21549		86	12025	23228	25488	365
St 2 - Bourg - St Cyr/Morin	1	12824			6561	9508	10508	81
	2	97802	760		32923	85595	88897	446
St 3 - Busserolles - St Cyr/Morin	1	41178	8757		14980	8656	20195	52
	2	12743	2096		3930	2342	4783	14
St 4 - Becherelle - Boitron	1	48503	1056		20666	19155	31283	
	2	182559	4581		72550	46593	79097	314
St 5 - La Chénée Sablonnières	1	12521	35112		1908	3858	17665	81
	2	8481	30649		4088	2227	13316	
St 6 - Les Brodarts - Sablonnières	1	4605	15542		9094	4502	12234	
	2	4582	26072		8942	3454	13847	75
St 7 - Pont de Villeneuve/Bellot	1	397			2920	21197	39154	
	2				458	4029	8329	
St 8 - Radier - Verdelot	1	1286			8063	6509	11700	
	2	970			2536	7528	12270	

Annexe II

Tableau 2 : Résultats des prélèvements d'ADNe sur la rivière du Vannetin

Stations de prélèvements	Base de référence Réplicats	Mulette épaisse	Anodonte chinoise	Anodonte des cygnes	Anodonte des rivières	Mulette méridionale	Mulette des peintres
		<i>Unio crassus</i>	<i>Sinanodonta woodiana</i>	<i>Anodonta cigne</i>	<i>Anodonta anatina</i>	<i>Unio mancus</i>	<i>Unio pictorum</i>
		SPYGEN	SPYGEN	SPYGEN	SPYGEN	SPYGEN	EMBL
St 1 - Confluence	1					457	
	2	207					
St 2 - Amont RD934	1	1481			3867	8320	10709
	2	1131			5223	1131	6262
St 3 - Aval Pont Morils	1	10406			4298	40758	43509
	2	10378			3844	50731	122197
St 4 - Bois Fourneaux	1	5349			6826	5567	5225
	2	19457			21872	16135	15028
St 4bis - Chemin amont épauche	1				579		
	2				404	197	1393
St 5 - Aval D215 Choisy	1				102595	721	13306
	2				69938	987	10116