



PLAN D'ACTION
ESPECE 1032
Mulette épaisse (*Unio crassus*)

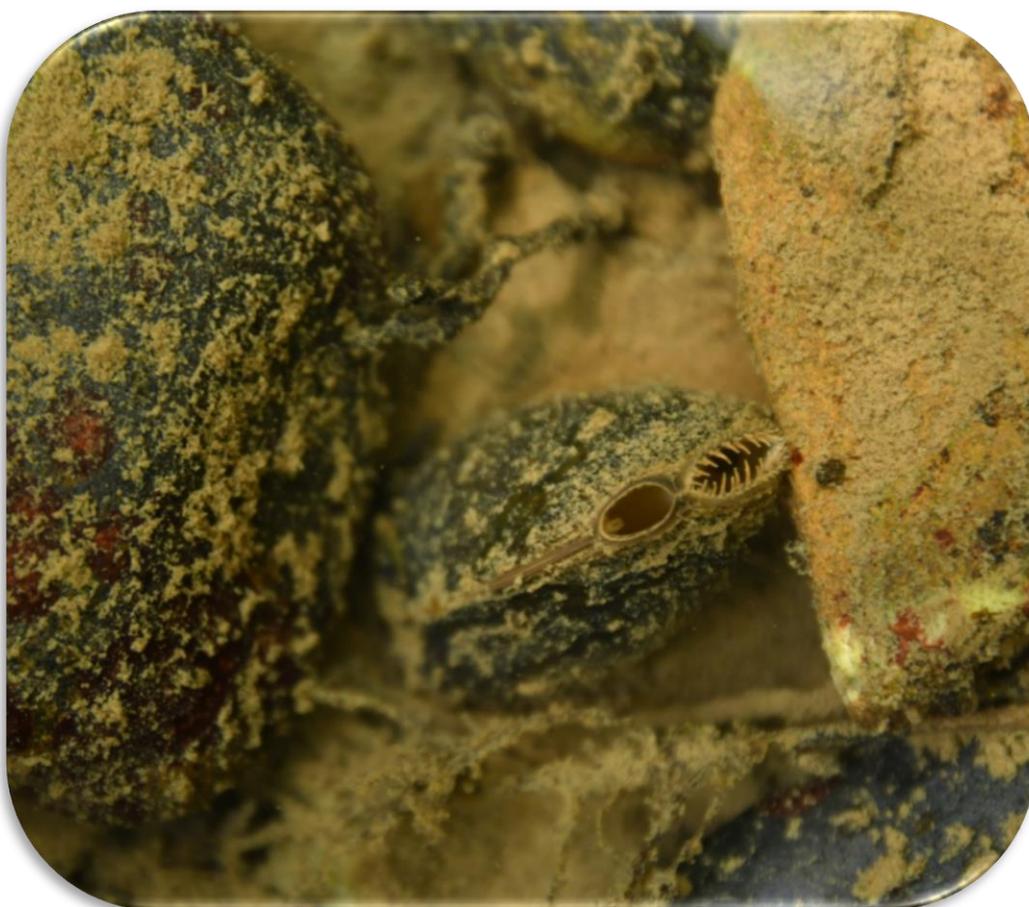


Photo : Ruddy Cors (DEMNA/DNE)

No version	Auteur(s)	Date de rédaction
V2.0	Grégory Motte (DEMNA)	07/03/2023
	Relecteur(s)	
	Ruddy Cors (DEMNA)	

Table des matières

1.	Informations générales relatives à l'espèce	4
1.1.	Systématique	4
1.2.	Description, morphologie	4
1.3.	Cycle de développement (sans développer les exigences écologiques)	4
1.4.	Régime alimentaire.....	6
1.5.	Activité.....	6
1.6.	Exigences écologiques	6
1.7.	Structure des populations	8
2.	Situation historique et actuelle de l'espèce	11
2.1.	Distribution actuelle en Europe.....	11
2.2.	Distribution et populations en Wallonie	12
2.3.	Proportion de la population en site Natura 2000	15
2.4.	Populations et masse d'eau.....	16
2.5.	Facteurs explicatifs de la situation actuelle et menaces pesant sur le maintien de l'espèce	18
3.	Services écosystémiques liés à l'habitat (ou à l'espèce/l'habitat de l'espèce) et enjeux socio-économiques	22
3.1.	Services écosystémiques	22
3.1.1.	Services de régulation et de support.....	22
3.1.2.	Services culturels et sociaux.....	23
3.2.	Enjeux socio-économiques.....	24
4.	Analyse du contexte légal actuel, des actions et mesures prises et des bonnes pratiques.....	24
4.1.	Cadre légal	24
4.1.1.	Cadre juridique international	25
4.1.2.	Statut légal de l'espèce en Wallonie	25
4.1.3.	Mesures légales existantes ayant un impact positif pour la protection de l'espèce et l'habitat d'espèce en Wallonie	25
4.2.	Mesures incitatives.....	35
4.3.	Exemples d'actions et bonnes pratiques de gestion et restauration déjà entreprises.....	36
4.3.1.	En Wallonie.....	36
4.3.2.	Dans d'autres Etats/Régions Membres	38
5.	Objectifs stratégiques et opérationnels	40

Objectif opérationnel 1 : diminuer les apports en nutriments, en pesticide et l'érosion non naturelle responsable du colmatage des fonds 41

Objectif opérationnel 2 : s'adapter aux conséquences du dérèglement climatique 46

Objectif opérationnel 3 : anticiper les pollutions et réparer les dommages 48

Objectif opérationnel 4 : gérer les espèces invasives exotiques..... 49

Objectif opérationnel 5 : assurer une gestion des cours d'eau compatible avec les exigences de la muette épaisse 50

Objectif opérationnel 6 : éviter les effets négatifs du développement touristique 51

Objectif opérationnel 7 : évaluer, adapter, amplifier, pérenniser le monitoring 52

Objectif opérationnel 8 : identifier les GAP de connaissances et mettre en œuvre les études adéquates.54

Objectif opérationnel 9 : Sensibiliser..... 54

6 Localisation de zones à restaurer / liste des sites 56

7 Recommandations relatives au cadre légal..... 56

8 Bibliographie..... 56



1. Informations générales relatives à l'espèce

1.1. Systématique

La moule épaisse (*Unio crassus*) est un mollusque bivalve d'eau douce de l'ordre des Unionoida et de la famille des Unionidae.

Phylum	Mollusca
Classe	Bivalvia
Ordre	Unionoida (Gray 1854)
Famille	Unionidae (Rafinesque 1820)
Sous-famille	Unioninae
Tribu	Unionini (Rafinesque 1820)
Genre	<i>Unio</i> (Philipsson 1788)
Espèce	<i>crassus</i>

Tableau 1 : Systématique d'*Unio crassus* selon Lima et al. 2017

1.2. Description, morphologie

La coquille présente une forme ellipsoïdale ou ovoïde dont la partie postérieure est beaucoup plus longue que la partie antérieure. Elle est constituée de deux valves très épaisses reliées par une charnière assez bien développée. La fermeture est aussi assurée par la présence de deux dents cardinales coniques bien séparées sur la valve gauche et d'une dent cardinale conique sur la valve droite. Cette dent latérale est très marquée chez la moule épaisse et permet de la différencier facilement de la moule perlière.

La coquille présente des bandes d'accroissement denses et régulières et sa couleur est généralement brun foncé, plus rarement brun clair. Elle présente aussi des plages de coloration vert bouteille. La nacre de l'intérieur des valves est légèrement rosée. La longueur de la moule épaisse adulte varie de 50 à 70 mm (max 100 mm), sa hauteur de 23 à 33 mm et son épaisseur de 25 à 35 mm.

Il n'y a pas de dimorphisme sexuel, bien que les femelles gravides puissent se distinguer par leurs tissus gonflés (Bauer et Wächtler 2001).

1.3. Cycle de développement (sans développer les exigences écologiques)

Les sexes sont séparés chez *Unio crassus*, il n'y a pas d'autofécondation comme chez d'autres Unionoïdes (Bauer and Wächtler 2001).

Son cycle de vie comporte 4 stades. Il comprend une phase adulte, une phase au stade œuf, une phase larvaire (libre, puis parasitaire) et une phase juvénile.

D'avril à juillet, les femelles d'au moins 4 à 5 ans vont produire un grand nombre d'œufs qu'elles stockent dans une poche formée par une branchie modifiée, le marsupium. La quantité d'œufs produits (entre 50.000 et 100.000) varie selon l'individu et la population dans laquelle il se trouve (Hochwald 1997). Les mâles émettent dans l'eau leurs spermatozoïdes, que les femelles vont inhaler via leurs syphon/branchies.

Les œufs deviennent des larves bivalves appelées glochidies en 2 à 4 semaines. Le nombre de larves libérées est estimé entre 9.000 et 16.000 mais peut varier en fonction de la taille de la population (jusqu'à 81.000 - 100.000) (Bauer et Wächtler 2001).

Une fois matures, les glochidies (0.2mm) sont expulsées dans la rivière par la femelle. Le relâchement des glochidies dans l'environnement a lieu d'avril à juin-juillet. Pour la poursuite du cycle de vie, les glochidies, livrées aux mouvements d'eau de la rivière, vont se fixer sur les branchies d'un poisson hôte où elles vont s'enkyster.

Selon la littérature (Lima et al. 2017, Hochwald et al. 2012), plus de 20 espèces de poissons hôtes seraient appropriées mais des variations sont observées en fonction des régions d'Europe. Les espèces recensées dans la littérature sont, entre autres, le chabot (*Cottus gobio*), la Perche (*Perca fluviatilis*), le Chevesne (*Squalius cephalus*), la Vandoise (*Leuciscus leuciscus*), le Rotengle (*Scardinius erythrophthalmus*), le Gardon (*Rutilus rutilus*), l'Épinoche (*Gasterosteus aculeatus*), l'Épinochette (*Pungitus pungitus*), le Vairon (*Phoxinus phoxinus*). En Wallonie, le Vairon, le Chabot, le Chevesne peuvent être considérés comme des poissons hôtes appropriés (Stoeckle et al. 2019, Taeubert et al. 2012).

La phase de vie parasitaire dure entre 10 et 35 jours, en fonction de la température de l'eau (Taeubert et al. 2014).

Au terme de leur développement, les glochidies sont devenues des moules juvéniles, elles se détachent du kyste branchial et tombent du poisson.

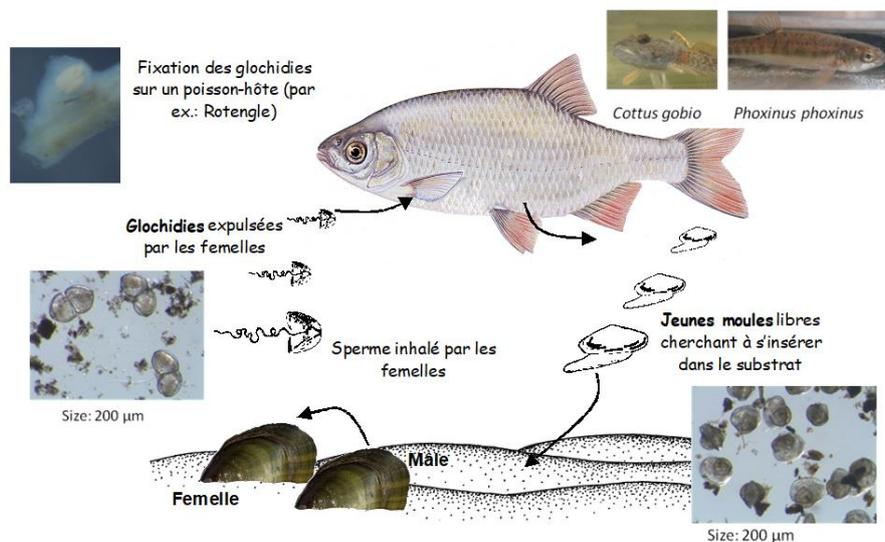


Figure 1 : Cycle de vie de la mulette épaisse (modifié d'après S. Vrignaud, com. pers.)

Débutent alors la phase de vie sédimentaire, la phase la plus critique du cycle de vie. Les juvéniles s'enfoncent totalement dans le substrat du cours d'eau durant plusieurs mois. Elles sont dès lors très sensibles à la qualité du milieu intra-sédimentaire ainsi qu'à son oxygénation (Bauer et Wächtler 2001). Lorsque les juvéniles sont capables de filtrer l'eau, comme les adultes, ils remontent à l'interface entre les sédiments et l'eau courante.

1.4. Régime alimentaire

Le régime alimentaire de la moule épaisse n'est pas connu avec précision. Comme les autres espèces de moules, l'alimentation des adultes se compose de particules organiques vivantes et non vivantes présentes dans la colonne d'eau. Il s'agit d'algues, d'organismes unicellulaires, de bactéries et de débris végétaux. Le régime alimentaire des juvéniles dans leur stade précoce pourrait différer de celui des adultes à l'instar de la moule perlière (*Margaritifera margaritifera*) puisque ceux-ci ne sont pas capables de filtrer l'eau et se nourrissent vraisemblablement du microfilm organique recouvrant les sédiments (Jansen et al. 2000).

1.5. Activité

Les déplacements horizontaux de la moule épaisse sont limités, elle peut se mouvoir sur une distance de quelques mètres (maximum 100m selon Zajac et al. 2019), par exemple, lorsque les niveaux d'eau fluctuent, lorsque son habitat est modifié ou lorsque les individus ont été déplacés (Zajac et Zajac 2011, Strennecker et Geist 2010). La moule épaisse est également apte à effectuer des déplacements verticaux de plusieurs dizaines de centimètres dans les sédiments, notamment en période hivernale.

La dispersion des moules épaisses est dépendante des mouvements des poissons hôtes. Ce sont donc les poissons hôtes qui structurent les populations de la moule épaisse (Vaughn et Taylor 2000).

1.6. Exigences écologiques

1.6.1 Le stade juvénile

Les juvéniles vivent enfouis à une profondeur de plusieurs centimètres dans les espaces interstitiels des sédiments du cours d'eau. Cette phase de vie critique du cycle de vie de l'espèce impose un milieu interstitiel présentant une bonne circulation de l'eau, des teneurs en oxygène élevées, un colmatage limité, non envasé. On retrouve préférentiellement les juvéniles dans les zones transitoires entre le sable et le gravier (0.8 à 6 mm).

La connaissance des exigences écologiques de juvéniles est cependant encore lacunaire.

1.6.2 Le stade adulte

Dans les cours d'eau européens, les Unionoida vivent selon des zones de chevauchement (Bauer et Wächtler 2001). En Wallonie, *Unio crassus* se trouve aussi bien dans les petits ruisseaux de tête de bassin (ex : le Vachau) que les rivières plus larges (ex : la Semois) et les fleuves (ex : la Meuse).

La moule épaisse est une espèce sensible à la qualité de l'eau et à la teneur en nutriments mais elle présente cependant une "plasticité" par rapport à d'autres conditions environnementales (Hochwald 2001). *Unio crassus* est à même d'utiliser un vaste spectre de biotopes différents dont le niveau trophique est susceptible de diverger modérément (température, vitesse d'écoulement, pH, la teneur en calcium). La moule épaisse possède dès lors un potentiel écologique plus vaste que celui de la moule perlière.

Globalement, la moule épaisse a besoin d'une qualité d'eau correspondant à l'état écologique bon à très bon tel que défini par la directive-cadre sur l'eau (2000/60/CE).

1.6.3 Qualité physico-chimique de l'eau

Selon la littérature (e.a. Denic et al. 2014, Hochwald & Gum 2012, Khöler 2006), les exigences physico-chimiques de la moule épaisse varient selon les auteurs. Le monitoring art.17 (92/43/CEE) en Wallonie indique par ailleurs que des populations reproductrices peuvent supporter une pollution modérée de l'eau, comme par exemple, sur la Meuse dont l'état écologique de la masse d'eau est moyen et les concentrations en nitrate peuvent être supérieures à 4 mg N-NO₃/l selon le monitoring de la DCE.

En Bavière, pour les populations de moules épaisses en bon état de conservation, Hochwald et Bauer (1990) et Hochwald (1997) mentionnent une valeur moyenne de 2 à 2,3 mg N-NO₃/l.

Afin de disposer de valeurs de références (NH₄, NO₂, NO₃, PO₄, DBO₅ 20°C) adaptées au contexte wallon, les données disponibles (dir. 2000/60/CE) pour deux populations reproductrices de moules épaisses du bassin de la Moselle (Our, Sûre) sont présentées au tableau 2.

U. crassus MOY	NH ₄ (mg N/l)	NO ₂ (mg N/l)	NO ₃ (mg N/l)	PO ₄ (mg P/l)	DBO ₅ 20°C
Sûre Str-Bod Moy	0.040	0.016	3.700	0.028	1.1
Sûre Str-Bod P90	0.081	0.031	5.219	0.040	1.7
Sûre Str-Bod Max	0.119	0.038	6.317	0.056	2.0
Our Ouren Moy	0.042	0.016	3.386	0.036	1.5
Our Ouren P90	0.083	0.030	5.149	0.073	2.3
Our Ouren Max	0.427	0.069	7.075	0.131	5.4

Tableau 2 : Valeurs indicatives de références physico-chimiques pour deux populations fonctionnelles de moules épaisses en Ardenne. Le nombre de données utilisées pour la Sûre est de 31, le nombre de données utilisées pour l'Our à Ouren est de 130.

Selon plusieurs auteurs (Zajac et al. 2018, Stoeckl et Geist 2016), bien que la qualité de l'eau soit un paramètre important, les caractéristiques hydromorphologiques du cours d'eau déterminent davantage la présence de l'espèce.

1.6.4 Qualité du substrat, granulométrie, hydromorphologie

La granularité optimale varie selon son stade de développement (Hochwald et al. 2012). Les moules adultes auraient un spectre large, mais auraient une plus grande occurrence dans le sable grossier (0,85 mm à 2 mm) et le gravier fin (2 mm à 6.3 mm). Il n'est pas rare cependant de trouver des individus dans des substrats plus fins (<0,85 mm). L'important semble être la stabilité du milieu.

Les résultats d'une étude réalisée sur la Sûre (Vaessen et al. 2021) ont également montré que les moules occupent des substrats variés mais la plupart des individus se trouvent dans des graviers fins sableux (D₅₀ = 3 mm, D₉₀ = 11 mm, D₉₉ = 26 mm) dont les sédiments montrent une faible teneur en matières organiques.

Dans des cours d'eau dont la largeur est supérieure à 2 mètres, les moules colonisent essentiellement les sédiments proches des berges. L'espèce semble s'implanter majoritairement en dehors des seuils et des mouilles et recherche les dépôts latéraux ou les convexités de méandres. Les vitesses de courant les plus recherchées sont comprises entre 0 et 0.4 m/s (Vaessen et al. 2021). La gamme de profondeurs se trouve entre 0.2 et 0.7 m pour des conditions de basses eaux inférieures au module (Vaessen et al. 2021, Fouille 2013, Engel et Wachtler 1989).

Dans le cadre du Life BNIP (action A16) la caractérisation des habitats occupés par 11 populations de moule épaisse en Wallonie a été étudiée : degré de colmatage, granulométrie, résistance à la pénétration (Stoeckle et al. 2019). Les résultats sont similaires à ceux obtenus dans les autres cours d'eau étudiés en

Europe (Stoeckle & Geist 2016, Denic et al. 2014). Il apparaît que la mulette épaisse peut coloniser une grande variété d'habitats, tolère un faible degré de colmatage (mesure de potentiel redox à 5cm de profondeur en-dessous de 300 mV, range entre 114-358 mV), apprécie particulièrement des zones avec un substrat dans lequel il est facile de s'enfoncer, caractérisées par des valeurs faibles de la résistance à la pénétration du substrat, ainsi que par des valeurs basses de tension de cisaillement, stables dans le temps et avec des vitesses de courant faibles à modérées.

Une thèse de doctorat (ULg, Q. Vaessen) visant à caractériser la qualité des micro-habitats en Wallonie est en cours.

1.6.5 Qualité des populations de poissons hôte

La présence de populations équilibrées de poissons hôtes est indispensable pour le cycle de vie de la mulette épaisse. Les cours d'eau dont l'état écologique est bon ou très bon (directive 2000/60/CE) correspondent à cette exigence.

Tout comme les juvéniles de la mulette épaisse, le colmatage est également problématique pour les espèces de poisson frayant dans le gravier, comme le vairon et le chabot. Les œufs de ces espèces ont besoin d'un système interstitiel graveleux traversé par l'eau et riche en oxygène en guise d'habitat pour le frai (Strenecker et Geist 2010).

1.6.6 Qualité des habitats rivulaires

La présence de zones d'ombre provenant de la végétation herbacée, des taillis, et des ripisylves est importante. Cela permet de maintenir une température de l'eau adéquate durant l'été et de prévenir les risques liés à l'eutrophisation comme le développement important d'algues filamenteuses qui ont un effet néfaste sur la respiration, l'alimentation des adultes, la survie des juvéniles et le colmatage d'origine organique. Dans le cadre des mesures d'adaptation face aux dérèglements climatiques, l'ombrage des cours d'eau est une mesure essentielle.

1.7. Structure des populations

Dans le cadre du Life BNIP (action A16), la structure génétique de 11 populations représentatives de la distribution de l'espèce en Wallonie a été étudiée (Stoeckle et al. 2019). Les populations étudiées sont issues des bassins hydrographiques de l'Escaut (Grande Honnelle), de la Meuse (Hantes, Hermeton, Laval, Lesse, Mehaigne, Ourthe, Rulles, Semois) et de la Moselle (Sûre, Our). La méthode se base sur le génotypage de 9 microsatellites à partir de l'ADN extrait de l'hémolymph (Feind et al. 2018).

1.7.1 Diversité génétique

Les paramètres génétiques de base ont été objectivés pour les 11 populations précitées : hétérozygotie attendue (HE), hétérozygotie observée (HO), nombre d'allèles (A) richesse allélique (AR), nombre d'allèles privés (AP) et coefficient de consanguinité (FIS) (tableau 3).

La plus grande diversité génétique intra population est observée parmi les individus de la Hantes, de la Semois et de la Sûre. La population de la Hantes se différencie des autres populations par un taux exceptionnellement faible de « out-breeding » ou dépression hybride, ce qui lui permet de conserver un haut potentiel d'adaptation.

La génétique des populations wallonnes, en comparaison avec les populations d'Europe de l'Ouest et centrale montre un haut degré de variabilité génétique (valeur H_O). En Wallonie, le H_O moyen est d'environ 0.5. En France certaines populations montrent un H_O de 0.1. Cela indique, qu'en Wallonie, les échanges de gènes sont actuellement effectifs.

No°	PopID	H_E	H_O	A	A_R	A_p	F_{IS}
1	GH	0.633	0.573	5.4	5.4	1	0.10
2	HA	0.707	0.724	6.4	6.0	1	-0.03
3	HE	0.653	0.517	5.6	5.3	1	0.21
4	LA	0.534	0.471	4.8	4.5		0.12
5	LE	0.625	0.507	7.0	6.5		0.19
6	ME	0.652	0.556	6.7	6.3		0.15
7	OU	0.669	0.560	7.3	6.9		0.17
8	RU	0.677	0.544	6.3	6.3		0.20
9	SE	0.703	0.622	6.7	6.4		0.12
10	SU	0.663	0.599	6.4	6.2	1	0.10
11	UR	0.591	0.556	5.8	5.4	2	0.06

Figure 2 : Paramètres génétiques de base pour onze populations wallonnes de *U. crassus* : l'hétérozygotie attendue (H_E), l'hétérozygotie observée (H_O), le nombre d'allèles (A), la richesse allélique (A_R), le nombre d'allèles privés (A_p) et le coefficient de consanguinité (F_{IS}). GH : Grande Honelle, HA : Hantes, HE : Hermeton, LA : Laval, LE : Lesse, ME : Mehaigne, OU : Ourthe, RU : Rulles, SE : Semois, SU : Sûre, UR : Our. (Repris de Stoeckle et al. 2019, pas d'utilisation sans accord des auteurs de l'étude).

1.7.2 Différentiation génétique

Le degré de différenciation génétique entre les populations wallonnes est exprimé par la valeur du F_{ST} (différenciation génétique par paire) (figure 2). La comparaison deux à deux des populations wallonnes indique une faible différenciation génétique des populations du bassin de la Meuse : Ourthe - Lesse ($T_{SF} = 0,004$), Ourthe - Rulles ($T_{SF} = 0,014$), ainsi que Ourthe - Mehaigne ($T_{SF} = 0,015$).

À l'inverse, les populations de la Hantes, du Laval et de l'Our montrent la plus grande différenciation génétique.

A l'échelle européenne, 3 lignées génétiques coexistent, Europe du nord, Danube et Rhin (Nagel et Badinho 2000). Les populations wallonnes montrent une parenté génétique substantielle avec les populations du bassin du Rhin.

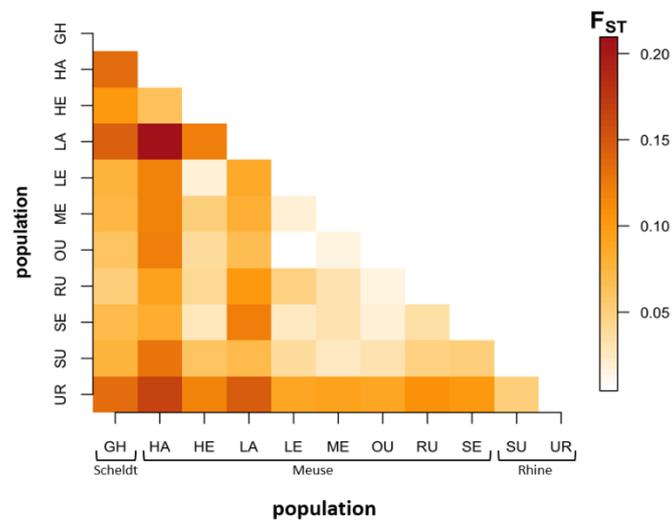


Figure 3 : Carte de la différenciation génétique par paire (F_{ST}) entre les onze populations de mulettes épaisses. Les couleurs plus foncées reflètent une forte différenciation génétique, les couleurs plus claires une faible différenciation génétique (Repris de Stoeckle et al. 2019, pas d'utilisation sans accord des auteurs de l'étude).

1.7.3 Cluster génétique des populations wallonnes

Sur base de la caractérisation génétique de 11 populations wallonnes (260 individus analysés), ce sont les populations de la Hantes et du Laval qui montrent une différenciation génétique la plus élevée de Wallonie (figure 3)

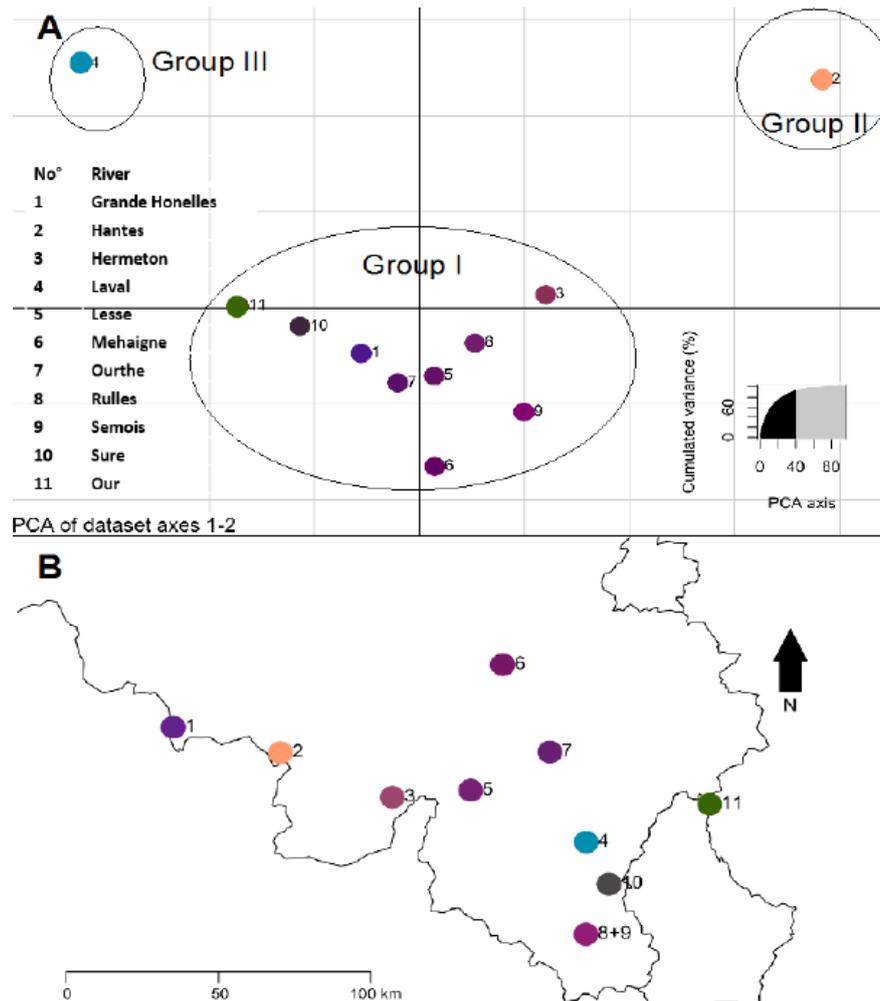


Figure 4 : A Nuancier de l'analyse en composante principale visualisant la constitution génétique de 260 individus originaires de 11 populations d'*Unio crassus* en Wallonie en utilisant la transformation des couleurs RVB selon Jombart 2008 et Jombart et al. 2010. B Carte de synthèse de la Wallonie combinant les données géographiques avec le résultat du nuancier de l'ACP utilisant les populations comme clusters préalables. Des couleurs égales ou similaires caractérisent une constitution génétique identique ou similaire d'une population. (Repris de Stoeckle et al. 2019, pas d'utilisation sans accord des auteurs de l'étude).

2. Situation historique et actuelle de l'espèce

2.1. Distribution actuelle en Europe

Depuis les années 1970, la muette épaisse a subi une régression importante de sa distribution et fait face à un risque d'extinction très élevé (Lopes et al. 2017). Au niveau mondial, la muette épaisse est évaluée comme espèce vulnérable au niveau européen (IUCN redlist).

À l'exception des îles britanniques, de l'Italie et de l'Espagne, son aire de répartition s'étend à l'ensemble de l'Europe jusqu'à l'Oural (figure 4).

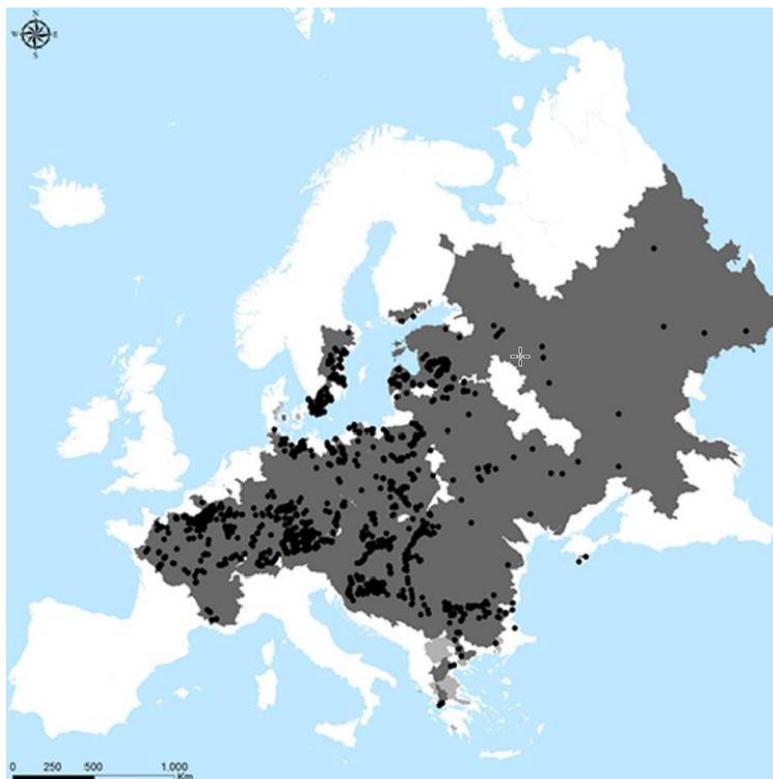


Figure 5 : Distribution européenne de la mulette épaisse selon Lopes-Lima et al. 2017. La zone grisée représente la distribution à l'échelle des bassins hydrographiques (en gris clair avant 1992), les points noirs localisent les populations connues.

2.2. Distribution et populations en Wallonie

La carte de distribution de la mulette épaisse (figures 5 et 6) à l'échelle des bassins hydrographiques et des masses d'eau se base sur les données historiques (Nijs & Van Goethem 1995) et les données récentes extraites de la base de données du DEMNA (Direction de la Nature et de l'eau) qui intègre entre autres les données acquises dans le cadre du life BNIP (action C15, prospection pieds dans l'eau avec aquascope, 2 à 3 observateurs expérimentés). Les données d'absence ne sont pas illustrées sur la carte. Concernant les données historiques, l'absence de donnée ne signifie pas que l'espèce était absente. A titre d'exemple, les cours d'eau du bassin de la Moselle (Sûre, Our) ne sont pas repris comme cours d'eau historiques alors qu'ils abritent deux populations majeures pour la Wallonie.

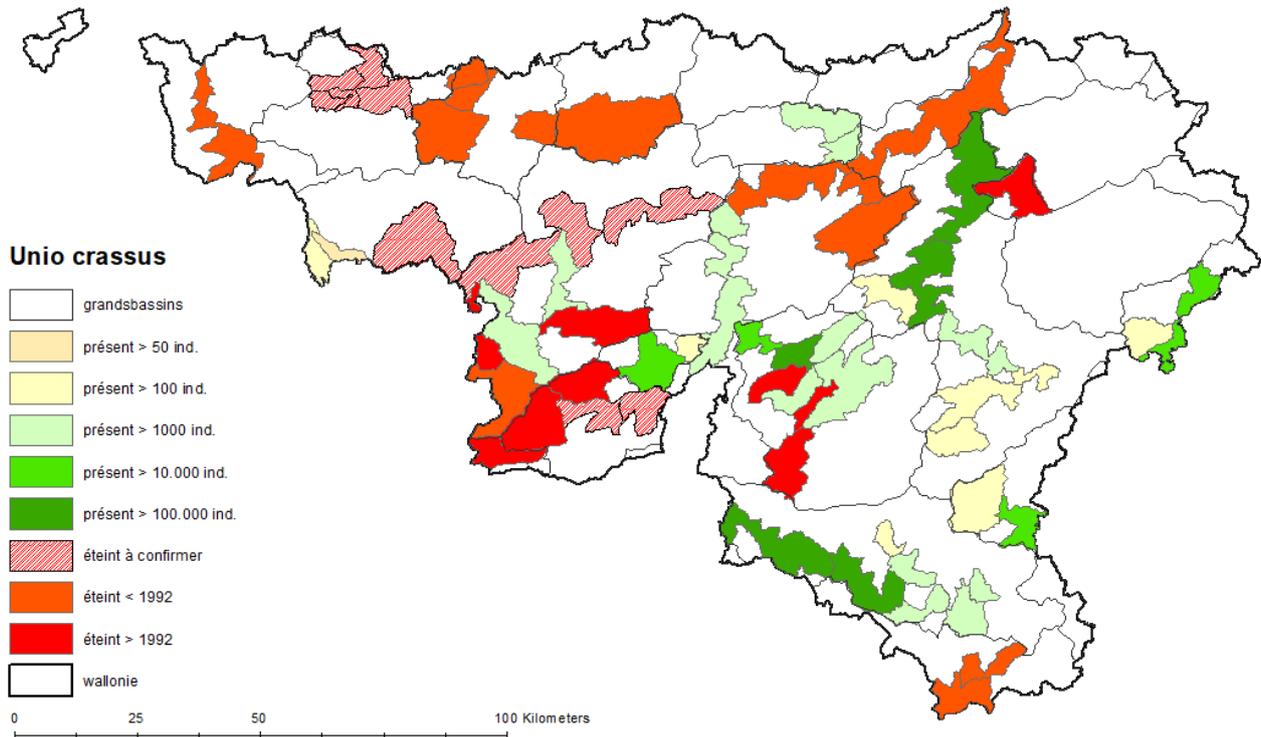


Figure 6 : Distribution wallonne ancienne et actuelle de la moule épaisse en 2021 à l'échelle des masses d'eau avec indication de la densité à minima des populations et de la période de disparition.

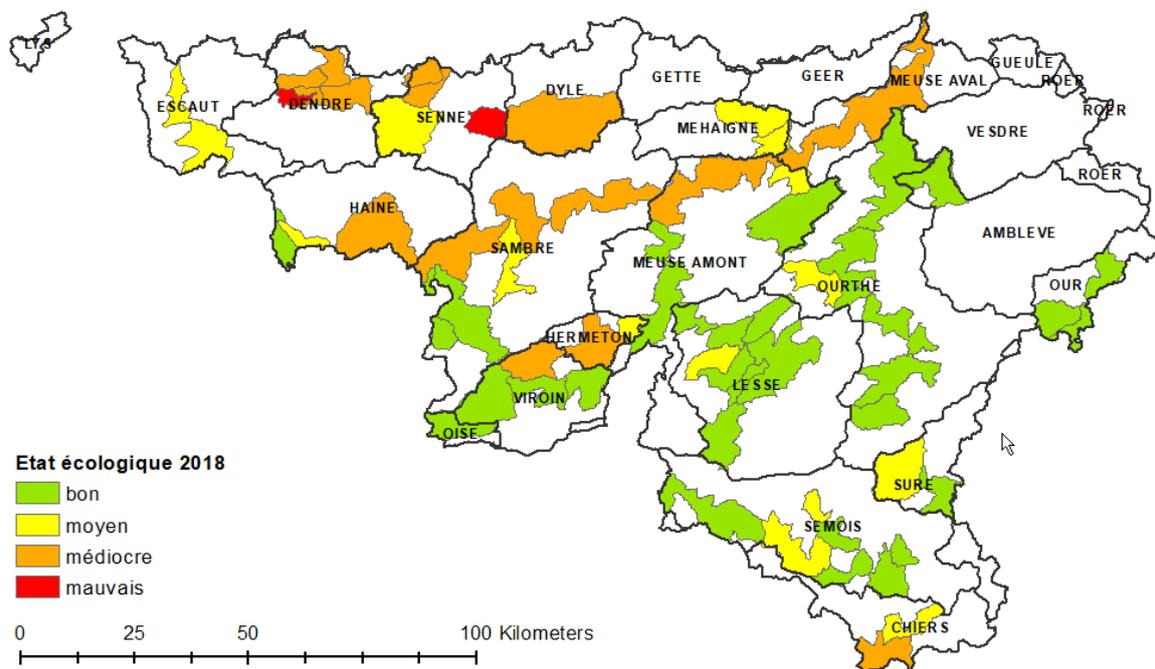


Figure 7 : Etat écologique des masses d'eau au sens de la directive cadre eau concernées par la présence actuelle et ancienne de la moule épaisse à l'échelle des masses d'eau.

La liste des 24 cours d'eau concernés par la présence de la moule est reprise au tableau 4. Parmi ces cours d'eau, 6 revêtent un caractère transfrontalier avec la France (Grande Honnelle, Hantes, Meuse amont, Semois) le Luxembourg (Sûre, Our) et l'Allemagne (Our). Ces données sont susceptibles d'être actualisées

périodiquement. L'absence de données ne signifie pas systématiquement que l'espèce est absente, seule une analyse de l'ADNe permettrait de le confirmer avec un degré élevé de certitude.

Bio région	District	Bassin	Rivière	Détection la plus récente
ATL	Escaut	Haine	Grande Honelle	2019
ATL	Escaut	Haine	Rau d'Angreau	doute, 2007
ATL	Escaut	Haine	Petite Honelle	doute, 2003
ATL	Meuse	Mehaigne	Mehaigne	2020
CONT	Meuse	Sambre	Hante	2021
CONT	Meuse	Sambre	Eau d'Heure	2018
CONT	Meuse	Hermeton	Hermeton	2021
CONT	Meuse	Hermeton	Fombais	2021
CONT	Meuse	Eau Blanche	Eau Blanche	doute, 2012
CONT	Meuse	Viroin	Viroin	doute, 2012
CONT	Meuse	Meuse amont	Meuse amont	2017
CONT	Meuse	Lesse	Lesse	2021
CONT	Meuse	Lesse	Vachaux	2021
CONT	Meuse	Lesse	Wimbe	2020
CONT	Meuse	Ourthe	Ourthe naviguable	2021
CONT	Meuse	Ourthe	Ourthe occidentale	2021
CONT	Meuse	Ourthe	Ourthe orientale	2021
CONT	Meuse	Ourthe	Laval	2021
CONT	Meuse	Semois	Semois	2021
CONT	Meuse	Semois	Rulles	2021
CONT	Meuse	Semois	Vierre	2020
CONT	Moselle	Sûre	Sûre	2021
CONT	Moselle	Sûre	Géronne	2021
CONT	Moselle	Our	Our	2020
CONT	Moselle	Our	Ulf	2012

Tableau 3 : Bassins hydrographiques et rivières concernés par la présence de *Unio crassus* en 2022.

L'espèce est considérée comme disparue dans le bassin de Senne, de la Dyle, de l'Oise, de la Meuse aval et de la Chiers. Les populations de l'Escaut navigable, du By, de la Wampe, de la Thure, de l'Eau d'Eppe, de l'Eau Blanche en amont de Chimay, de la Brouffe, du Biran, de l'Almache, du Ry d'Ave et de l'Ambève (confluence avec l'Ourthe) sont également considérées comme éteinte.

A l'échelle des cours d'eau, la distribution de la muette est quantifiée sur base du nombre de carrés UTM 1x1 km conformément à la méthodologie utilisée dans le cadre du rapportage art. 17 (tableau 5). Les données prises en compte ont été actualisées en comparaison avec le rapportage publié en 2019.

Bio région	District	Bassin	Rivière	nb UTM présence	nb UTM out N2000	nb UTM in N2000	% UTM in N2000
ATL	Escaut	Haine	Grande Honelle	12	1	11	92%
ATL	Escaut	Haine	Rau d'Angreau	4	0	4	100%
ATL	Escaut	Haine	Petite Honelle	3	0	3	100%
ATL	Meuse	Mehaigne	Mehaigne	18	11	7	39%
CONT	Meuse	Sambre	Hante	7	6	1	14%
CONT	Meuse	Sambre	Eau d'Heure	20	20	0	0%
CONT	Meuse	Hermeton	Hermeton	19	0	19	100%
CONT	Meuse	Hermeton	Fombais	6	0	6	100%
CONT	Meuse	Eau Blanche	Eau Blanche	6	0	6	100%
CONT	Meuse	Viroin	Viroin	7	0	7	100%
CONT	Meuse	Meuse amont	Meuse amont	55	55	0	0%
CONT	Meuse	Lesse	Lesse	47	9	38	81%
CONT	Meuse	Lesse	Vachaux	16	14	2	13%
CONT	Meuse	Lesse	Wimbe	7	1	6	86%
CONT	Meuse	Ourthe	Ourthe navigable	114	19	95	83%
CONT	Meuse	Ourthe	Ourthe occidentale	1	0	1	100%
CONT	Meuse	Ourthe	Ourthe orientale	1	0	1	100%
CONT	Meuse	Ourthe	Laval	6	0	6	100%
CONT	Meuse	Semois	Semois	177	8	169	95%
CONT	Meuse	Semois	Rulles	16	10	6	38%
CONT	Meuse	Semois	Vierre	13	0	13	100%
CONT	Moselle	Sûre	Sûre	35	5	30	86%
CONT	Moselle	Sûre	Géronne	3	0	3	100%
CONT	Moselle	Our	Our	35	0	35	100%
CONT	Moselle	Our	Ulf	3	0	3	100%
			TOT	631	159	472	75%

Tableau 4 : Quantification des carrés UTM 1x1km concernés par la présence de la mulette épaisse en Wallonie selon les connaissances en 2022.

Les populations les plus largement distribuées sont celles de la Semois, de l'Ourthe navigable non naviguée, de la Meuse en amont de la confluence avec la Sambre, de la Lesse, de l'Our et de la Sûre (tableau 5).

Les populations faiblement distribuées (< 10 UTM 1x1 km) sont celles du Laval, de la Hantes, de la Wimbes, de l'Ourthe occidentale et de l'Ulf (tableau 5).

Les cours d'eau (ou section de cours d'eau) nécessitant des investigations complémentaires (données historiques non actualisées ou données de coquilles potentiellement récentes ou pas de données historiques/récentes mais inclus dans un sous bassin hydrographique abritant l'espèce dont les caractéristiques écologiques pourraient correspondre aux exigences de l'espèce) sont : la Dendre orientale et occidentale, le ruisseau d'Angreau, la Trouille, la Sambre en amont de Thuin, la Hantes en amont de Fourbechies, l'Eau Blanche en amont de Boussu-en-Fagne, le Viroin en amont de Treignes, la Molignée, l'Ourthe orientale, la Haute-Vierre (en amont d'Orgeo).

2.3. Proportion de la population en site Natura 2000

Au total, 44 sites Natura 2000 sont concernés par la présence de la mulette épaisse soit 18,3% des sites wallons. Globalement, 75% de la distribution de la mulette épaisse sont incluses dans un site Natura 2000. Sur les 25 populations connues, 19 sont incluses à plus de 80% de leur distribution dans le réseau Natura 2000 (tableau 5, figure 7).

A l'inverse, 6 populations montrent une distribution dont moins de 40% est incluse dans le réseau Natura 2000 : la Haute Meuse (0%), l'Eau d'Heure (0%), le Vachaux (13%), la Hantes (14%), la Rulles (38%) et la Mehaigne (39%).

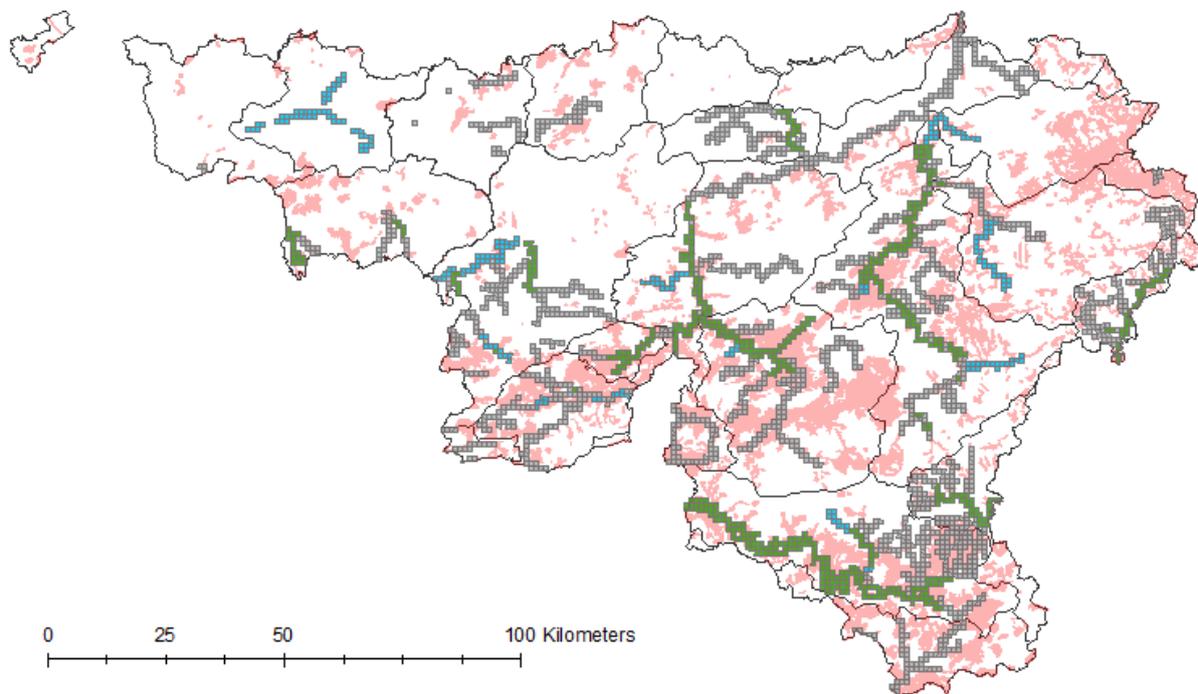


Figure 8 : Distribution de la moule épaisse à l'échelle des carrés UTM 1x1 km. Vert : espèce présente, gris : espèce supposée absente ou disparue, bleu : prospections complémentaires à mettre en place, rose : réseau Natura 2000.

2.4 Populations et masse d'eau

À l'échelle de la Wallonie, 66 masses d'eau sont concernées directement (présence prouvée) ou indirectement (affluent, zone d'amont) par la présence de la moule épaisse (tableau 6). Parmi ces masses d'eau, 25 ne sont pas évaluées en bon état écologique, soit 40 % des masses d'eau sur lesquelles des mesures devraient-être mises en œuvre pour restaurer la qualité de l'habitat et des populations.

DISTRICT	SOUS BASSIN	MASSE EAU	Rivière	Crassus Statut	Etat ecol_2018
ESCAUT	HAINES	HN15R - Grande Honnelle	Grande Honnelle	présent > 100	bon
ESCAUT	HAINES	HN14R - Petite Honnelle	Petite Honnelle	disparue	mauvais
MEUSE	MEUSE AMONT	MM05R - Eau Blanche I	Eau Blanche	disparue ?	bon
MEUSE	MEUSE AMONT	MM08R - Ruisseau du Fagnolle	Fagnolle	affluent	bon
MEUSE	MEUSE AMONT	MM09R - Viroin	Viroin	disparue ?	bon
MEUSE	MEUSE AMONT	MM10R - Ruisseau de Noye	Noye	affluent	bon
MEUSE	SAMBRE	SA03R - Hantes	Hantes	présent > 1000	bon
MEUSE	SAMBRE	SA08R - Eau d'Heure II	Eau d'Heure	zone d'amont	moyen
MEUSE	SAMBRE	SA09R - Thyria	Thyria	affluent	moyen
MEUSE	SAMBRE	SA10R - Ruisseau du Moulin	Moulin	affluent	moyen
MEUSE	SAMBRE	SA11R - Eau d'Heure III	Eau d'Heure	présent > 10.000	moyen
MEUSE	MEUSE AMONT	MM18R - Hermeton I	Hermeton	zone d'amont	moyen
MEUSE	MEUSE AMONT	MM19R - Hermeton II	Hermeton	présent > 10.000	médiocre
MEUSE	MEUSE AMONT	MM21R - Hermeton III	Hermeton	présent > 100	moyen
MEUSE	LESSE	LE10R - Wimbe II	Wimbre	présent > 1000	bon
MEUSE	LESSE	LE20R - Lesse IV	Lesse	présent > 1000	bon
MEUSE	LESSE	LE21R - Vachaux	Vachaux	présent > 1000	bon
MEUSE	LESSE	LE24R - Hilan II	Hilan	affluent	bon
MEUSE	LESSE	LE25R - Lesse V	Lesse	présent > 100.000	bon
MEUSE	LESSE	BERW06_LE26R	Ywonne	affluent	bon
MEUSE	LESSE	BERW06_LE27R	Mahoux	affluent	bon
MEUSE	LESSE	LE29R - Lesse VI	Lesse	présent > 10.000	bon
MEUSE	MEUSE AVAL	MV03R - Mehaigne I	Mehaigne	zone d'amont	mauvais
MEUSE	MEUSE AVAL	MV04R - Burdinale	Burdinale	affluent	moyen
MEUSE	MEUSE AVAL	MV05R - Ruisseau de Forseilles	Forseilles	zone d'amont	moyen
MEUSE	MEUSE AVAL	MV06R - Mehaigne II	Mehaigne	présent > 1000	moyen
MEUSE	MEUSE AVAL	MV31R - Mehaigne III	Mehaigne	présent > 1000	moyen
MEUSE	MEUSE AMONT	MM38R - Meuse I	Meuse	présent > 1000	bon
MEUSE	MEUSE AVAL	MV35R - Meuse II	Meuse	présent > 1000	médiocre
MEUSE	OURTHE	OU03R - Ourthe occidentale II	Laval	présent > 100	bon
MEUSE	OURTHE	OU06R - Ourthe occidentale II	Ourthe occidentale	présent > 100	bon
MEUSE	OURTHE	OU11R - Ourthe orientale	Ourthe orientale	présent > 100	bon
MEUSE	OURTHE	OU16R - Ruisseau de Nohaipré	Nohaipré	affluent	mauvais
MEUSE	OURTHE	OU17R - Ourthe I	Ourthe aval Nisramont	présent > 1000	bon
MEUSE	OURTHE	OU18R - Lisbelle	Lisebelle	affluent	bon
MEUSE	OURTHE	OU22R - Ourthe II	Ourthe aval Rendeux	présent > 100.000	bon
MEUSE	OURTHE	OU23R - Eau de Somme	Somme	affluent	bon
MEUSE	OURTHE	OU24R - Aisne	Aisne	affluent	bon
MEUSE	OURTHE	OU25R - Ruisseau du Vieux Four	Vieux Fourneau	affluent	bon
MEUSE	OURTHE	OU26R - Aisne	Aisne	affluent	bon
MEUSE	OURTHE	OU28R - Ruisseau de Lembrée	Lembrée	affluent	bon
MEUSE	OURTHE	OU29R - Néblon	Néblon	affluent	bon
MEUSE	OURTHE	OU30R - Ruisseau de Blokai	Blokai	affluent	moyen
MEUSE	OURTHE	OU32R - Ourthe III	Ourthe aval Bomal	présent > 100.000	bon
MEUSE	OURTHE	OU33R - Marchette II	Marchette	présent > 100	moyen
MEUSE	SEMOIS-CHIERS	SC12R - Rulles II	Rulles	présent > 1000	bon
MEUSE	SEMOIS-CHIERS	SC08R - Semois I	Semois	zone d'amont	moyen
MEUSE	SEMOIS-CHIERS	SC23R - Semois II	Semois	présent > 1000	bon
MEUSE	SEMOIS-CHIERS	SC16R - Breuvane	Breuvane	affluent	moyen
MEUSE	SEMOIS-CHIERS	SC28R - Semois III	Semois	présent > 100.000	moyen
MEUSE	SEMOIS-CHIERS	SC37R - Semois IV	Semois	présent > 100.000	bon
MEUSE	SEMOIS-CHIERS	SC18R - Vierre II	Vierre	présent > 1000	moyen
MEUSE	SEMOIS-CHIERS	SC19R - Ruisseau de Grandvoir	Grandvoir	affluent	moyen
MEUSE	SEMOIS-CHIERS	SC20R - Ruisseau de Neufchâteau	Neufchâteau	affluent	moyen
MEUSE	SEMOIS-CHIERS	SC21R - Ruisseau de Brunwiry	Brunwiry	affluent	bon
MEUSE	SEMOIS-CHIERS	SC22R - Vierre III	Vierre	présent > 1000	bon
RHIN	MOSELLE	ML01R - Our	Our	zone d'amont	bon
RHIN	MOSELLE	ML02R - Eiterbach	Eiterbach	affluent	bon
RHIN	MOSELLE	ML03R - Braunlauf I	Braunlauf	affluent	bon
RHIN	MOSELLE	ML04R - Braunlauf II	Braunlauf	affluent	moyen
RHIN	MOSELLE	ML05R - Ulf	Ulf	présent > 100	bon
RHIN	MOSELLE	ML06R - Our II	Our	présent > 10.000	bon
RHIN	MOSELLE	ML08R - Sûre I	Sûre	présent > 100	moyen
RHIN	MOSELLE	ML09R - Strange	Strange	affluent	bon
RHIN	MOSELLE	ML10R - Basseille	Baseille	affluent	bon
RHIN	MOSELLE	ML12R - Sûre II	Sûre	présent > 10.000	bon

Figure 9 : Liste des masses d'eau directement ou indirectement concernées par un enjeu de conservation de la moule épaisse.

2.5 Facteurs explicatifs de la situation actuelle et menaces pesant sur le maintien de l'espèce

La grille d'analyse est inspirée de celle utilisée par le plan d'action de Hochwald et al. 2012, adaptée au contexte wallon.

2.5.1 Menaces et pressions

Apport excessif de nutriments, eutrophisation, pesticides

Bien que plus tolérante à l'eutrophisation que la moule perlière, la moule épaisse nécessite d'atteindre un bon état ou un très bon état physicochimique des masses d'eau.

En agriculture, les pratiques problématiques sont la fertilisation excessive, le lessivage des engrais minéraux et dans une moindre mesure organique, le lessivage des pesticides¹ vers les cours d'eau ou la contamination aérienne par les brumes de pulvérisation, la destruction des prairies temporaires et permanentes, l'implantation de cultures (maïs, pomme de terre, betterave...) en bordure de cours d'eau ou d'axes de ruissellement, l'érosion des terres, la gestion des effluents d'élevage.

Concernant les eaux usées, le manque d'épuration en zone d'épuration autonome et collective, des normes de rejets des stations d'épuration parfois non adaptées, les déversoirs d'orage et des dysfonctionnements de stations d'épuration peuvent altérer la qualité de l'eau.

Apports de sédiments fins, colmatage et qualité des sédiments

Le colmatage du lit des cours d'eau par des particules fines inorganiques ou organiques entrave le développement des moules juvéniles durant leur phase de vie sédimentaire (Geist & Auerswald 2007). De plus, les fonds colmatés peuvent induire des processus de transformation de l'azote en NH₄, composé particulièrement toxique. Le colmatage affecte également la reproduction des poissons hôte de la moule épaisse.

En agriculture, l'eutrophisation (colmatage organique, par exemple par décomposition des algues), la destruction des prairies, le drainage, l'érosion des cultures (colmatage inorganique) contribuent significativement à l'altération de la qualité des sédiments et des espaces interstitiels.

En sylviculture, ce sont les résineux le long des berges et dans les zones inondables (faible fixation du sol, drainage), les mises à blanc (érosion des sols) et les traversées de cours d'eau.

Destruction directe des individus par le bétail

Le libre accès du bétail et des chevaux au cours d'eau implique une altération de la qualité de l'eau, de l'hydromorphologie des cours d'eau et une destruction directe par écrasement des individus juvéniles et adultes.

¹ Le terme pesticide est utilisé au sens général du terme et reprend les produits phytopharmaceutiques et les biocides.

Gestion des cours d'eau

Des mesures d'entretien des cours d'eau et fossés (curage, artificialisation des berges, approfondissement et élargissement du lit, circulation dans le lit du cours d'eau) ont des impacts négatifs sur les populations de moule d'eau douce et leurs poissons hôtes (Engel & Wachtler 1990). Les conséquences sont la destruction directe des moules par écrasement ou leur extraction du cours d'eau, l'altération ou la destruction de l'habitats en pied de berge (les mulettes recherchent préférentiellement les sédiments en pied de berge où la vitesse de courant est généralement moindre et la stabilité plus importante), les déséquilibres hydromorphologiques déstabilisant le substrat, le colmatage des espaces hyporhéiques.

Historiquement, la construction de barrages a également fragilisé et fragmenté des populations de mulettes (e.a. Vierre, Ourthe-Nisramont, Eau d'Heure).

Gestion des étangs

Les étangs barrages autorisés par le passé, peuvent entraver la circulation des poissons hôte. Les vidanges d'étangs mal encadrées peuvent déverser des volumes de vases conséquents qui asphyxient les moules et colmatent les espaces interstitiels (habitat des moules juvéniles et zone de reproduction de poissons hôte). Par ailleurs, l'accumulation des plans d'eau à l'échelle d'un bassin versant peut impacter négativement la température de l'eau et constituer un facteur aggravant des conséquences des modifications climatiques. Enfin, lorsque les plans d'eau sont dédiés à la production piscicoles (carpes, truites...), l'alimentation des poissons peut eutrophiser l'eau, provoquer des développements algaux et une chute de l'oxygène.

Fragmentation des populations

Une faible variance génétique au sein de populations de mulettes épaisses isolées conduit à un appauvrissement de la diversité génétique de l'espèce, un risque de drift génétique et une diminution de ses capacités d'adaptation. En Wallonie, l'étude de la génétique des populations n'a pas mis en évidence d'appauvrissement génétique au sein des populations étudiées. Cependant, plusieurs dizaines d'années sont nécessaires pour le détecter et deux populations sont considérées comme fragmentées : la Hantes et le Laval (Ourthe occidentale).

Relations interspécifiques

Six espèces invasives animales sont problématiques à des degrés divers : le rat musqué (*Ondatra zibethicus*), le raton laveur (*Procyon lotor*), la moule zébrée (*Dreissena polymorpha*), la moule quagga (*Dreissena bugensis*), la corbicule (*Corbicula fulminea*) et l'écrevisse californienne (*Pacifastacus leniusculus*).

Bien que réputé essentiellement végétarien, le rat musqué est un prédateur majeur de moulette épaisses. Une étude réalisée dans le cadre du Life BNIP (action A16, Lecuivre 2020) a permis de quantifier le nombre de mulettes prédatées par le rat musqué dans une section de la Semois. On estime que ce sont plus de 3000 mulettes épaisses, dont l'âge moyen est de 5-7 ans, qui sont consommées annuellement du printemps à la fin de l'été. Il ne s'agit donc pas d'une consommation anecdotique mais bien d'une pression majeure qui met en péril des populations de mulettes épaisses. En prédatant préférentiellement des mulettes plus jeunes, il impacte le meilleur capital reproductif de l'espèce. En Bavière, la pression de prédation du rat musqué a déjà conduit à la disparition de population de mulettes épaisses (Hochwald, com. pers.).

Le raton laveur est également suspecté de consommer, par opportunisme, les moules qu'il détecte au toucher dans le fond des cours d'eau. Les trap cam installées dans le cadre du Life BNIP (action A16) ont mis en évidence que le raton laveur pouvait toucher et manipuler les moules mais sans preuve de prédation. Dans son aire d'origine le raton laveur est un prédateur de moules d'eau douce. De par la présence croissante de ratons laveurs le long des cours d'eau, cette pression s'additionne à celle du rat musqué. La pression pourrait-être plus importante sur les jeunes moules plus faciles à ouvrir et manipuler.

La moule zébrée et la moule quagga s'accrochent sur les coquilles de moule d'eau douce avec son byssus. Cela a pour conséquence d'impacter les déplacements, les mouvements d'ouvertures des valves, l'efficacité de la filtration et donc l'alimentation (Baker & Levinton 2003). En Wallonie, les populations de moule invasives ont profondément bouleversé la faune aquatique de la Meuse (Marescaux et al. 2015). Une comparaison de la quantité de moule et de la diversité des espèces a été réalisée sur la Meuse en 2012 par le DEMNA et Libois, avec celle publiée par Libois & Hallet en 1987. Le monitoring réalisé en 2012 a suivi la même méthodologie que celle de 2012. On constate que le nombre de moules d'eau douce, dont les mulettes épaisses est plus de 10 fois moins important en 2012 contrairement aux espèces invasives omniprésentes.

Les impacts négatifs des corbicules sur les Unionidés portent sur une diminution de la croissance, une augmentation des déplacements, des dépenses énergétiques et une utilisation d'habitats non optimaux. Cela résulte plausiblement d'une compétition pour les ressources alimentaires et spatiales due à l'activité de bioturbation et la production de déjections par les corbicules qui modifient les micro-habitats utilisés par les moules (Rodriguez et al. 2016).

L'écrevisse californienne manipule les moules et peut engendrer des blessures visibles sur la coquille et le bord du manteau. Cela a été démontré en captivité (Kirsch 2014, Dobler, com. pers 2022) et en milieu naturel. Ces blessures sont parfois visibles sur des mulettes épaisses. La totalité des populations de mulettes épaisses coexiste avec l'écrevisse californienne, il s'agit donc d'une pression supplémentaire. Des recherches sont en cours en Allemagne pour mieux objectiver les effets in situ.

Le castor, une espèce indigène massivement réintroduite, est localement problématique. Le castor n'est pas responsable du déclin global de la mulette épaisse mais il peut impacter significativement des populations faiblement distribuées, fragmentées, isolées. C'est une pression supplémentaire qui met en péril des populations de mulettes déjà fragilisées (Laval, Hantes).

Bien que la littérature mentionne des effets positifs du castor pour la biodiversité, la construction des barrages impacte négativement l'habitat des mulettes en modifiant les conditions d'écoulement et l'hydromorphologie des cours d'eau. Une première objectivation des impacts a été réalisée en 2009 par Plunus : ralentissement de la vitesse d'écoulement (de 2% à 100%), accumulation de vase (> 40m³ pendant 1 à 3 ans), incision des cours d'eau, élargissement du lit, plausible impact en aval des barrages lorsqu'ils cèdent. Par ailleurs, les barrages et les galeries peuvent mettre à sec des linéaires de cours d'eau (particulièrement en période d'étiage sévère), recouper des méandres qui ne peuvent plus être alimentés en eau en été, éroder les berges et localement réduire la qualité de l'ombrage. Une étude en Wallonie est en cours pour une meilleure objectivation.

Les sangliers peuvent prédater des moules d'eau douce et, tout comme les cervidés, dégrader les berges et le lit mineur des cours d'eau. Leur surdensité locale constitue une pression supplémentaire sur les populations fragilisées de mulettes.

Pollutions

L'expérience acquise montre que les cours d'eau sont fréquemment soumis à des pollutions aiguës.

Parmi les sources de pollutions les plus fréquemment rencontrées sur les populations de moules épaisses :

- mazout suite à la perte d'étanchéité de la cuve, à un accident de circulation, à une erreur de manipulation, aux inondations ;
- produits phytopharmaceutiques suite à des défaillances techniques d'engins agricoles ou des accidents routiers ;
- effluents d'élevage suite à la non-conformité de dispositif de stockage ou à un incident sur le site d'exploitation.

Historiquement, les pollutions industrielles ont eu pour conséquence la perte ou la fragilisation de populations de moules épaisses comme sur la Sambre, la Meuse, la Chiers.

Commercialisation

La moule épaissée ne produit pas de perle, comme exceptionnellement, la moule perlière. Cependant, des moules d'eau douce sont vendues comme moules d'étang (espèce du genre *Anodonta*) dans des commerces dédiés. Des contrôles réalisés en Allemagne ont montré que parmi les moules d'étang vendues, se trouvait une espèce de moule invasive (*Sinanodonta woodiana*) et des espèces du genre *Unio* recueillies dans des cours d'eau. Outre les risques liés à l'introduction d'une espèce invasive, de commercialiser des moules épaisses, de fragiliser des populations en mauvais état de conservation ou d'introduire des nouveaux pathogènes, la commercialisation est une menace possible supplémentaire à mieux objectiver. Plusieurs commerces et sites de vente en ligne sont accessibles en Wallonie.

2.5.2 Aggravations attendues des menaces et pressions

La non-gestion ou une faible pression de destruction d'**espèces invasives** (en particulier le rat musqué) augmentent significativement les risques de prédation de la moule épaissée. Concernant les plantes invasives (*Fallopia japonica*, *Impatiens glandulifera*), elles peuvent favoriser la déstabilisation et l'érosion non naturelle des berges des cours d'eau en raison de leur système racinaire (Colleran et al. 2020). Les moules épaisses recherchent les zones de pieds de berge et sont sensibles au colmatage. Des recherches sont en cours pour mieux objectiver cette pression.

En lien avec le **dérèglement climatique**, les déficits hydriques et les périodes de canicule, les pressions liées à l'exploitation des ressources hydriques (captage des eaux souterraines et de surface) risquent d'amplifier les impacts du réchauffement sur les moules épaisses et leur habitat. De même, les inondations exceptionnelles et leur gestion risquent également d'impacter négativement l'espèce (décrochement des individus, destruction des individus et de l'habitat à la suite des travaux post inondation).

Le développement des **centrales hydroélectrique** peut induire des fluctuations fréquentes du niveau d'eau et du débit (éclusée, hydropeaking). Ces variations impactent le métabolisme et les dépenses énergétiques des moules qui sont exondées et obligées de se déplacer. Plusieurs populations de moules épaisses sont déjà concernées (ex : Our, Mehaigne, Semois, Rulles). De plus, ces centrales peuvent entraver la libre circulation des poissons hôtes de la moule.

Le développement des **cultures énergétiques** en bordure de cours d'eau (ex : miscanthus) et dans les fonds de vallée (ex : maïs) impacte négativement l'habitat de la moule épaisse (compétition avec des MAEC bénéfique au cours d'eau, réduction de la qualité de l'ombrage en comparaison avec des cordons rivulaires, érosion des sols et pollutions par lessivage). En lien avec le développement de la biométhanisation, le risque d'accident technique et la valorisation du digestat (engrais organique minéralisé) impliquent également une augmentation du risque de pollution des eaux.

Le développement du **tourisme** en Wallonie, les projets en cours de construction de village de vacances conséquents risquent d'induire des pressions supplémentaires sur les cours d'eau et les populations de moules épaisses (rejets d'eau usées, développement du kayak, paddel, rafting et autres embarcations, baignade).

3. Services écosystémiques liés à l'habitat (ou à l'espèce/l'habitat de l'espèce) et enjeux socio-économiques

3.1 Services écosystémiques

3.1.1 Services de régulation et de support

Les moules d'eau douce sont une composante essentielle des écosystèmes aquatiques et peuvent constituer plus de 90% de la biomasse benthiques des rivières (Vaughn & Hakenkamp 2001, Negus 1966).

Comme tous les Unionoïdes, la moule épaisse fournit un large spectre de services écosystémiques (Vaughn 2018, Lopes et al. 2018, Richter et al. 2016, Vaughn 2010, Strayer et al. 1994) (Figure 8 et tableau 6).

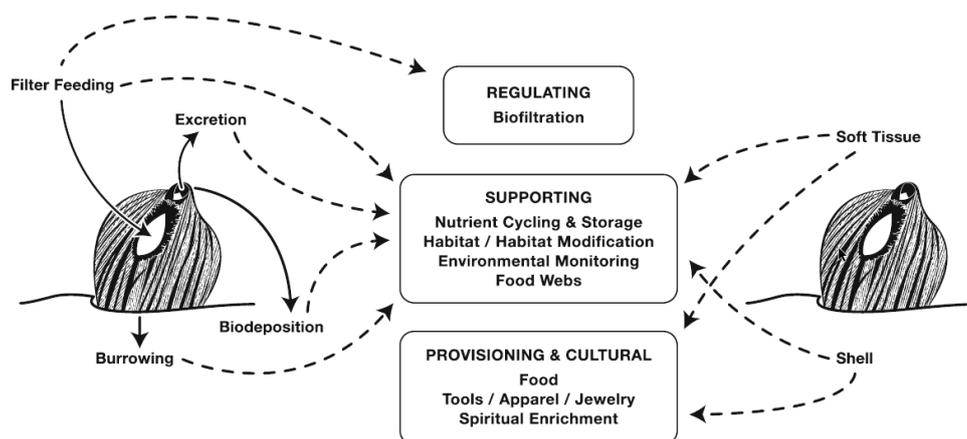


Figure 10 : Les tissus et les activités des moules peuvent être traduits en services écosystémiques bénéfiques pour l'homme (repris de Vaughn 2017).

Type de service écosystémique	Service écosystémique fourni par les moules	Bénéfices pour les humains
Régulation	Biofiltration	Qualité de l'eau
Support	Cycle des nutriments et stockage	Qualité de l'eau
	Modification de l'habitat	Habitat des poissons
	Monitoring environnemental	Qualité de l'eau
	Chaîne alimentaire	Biodiversité
Approvisionnement	Consommation par d'autres espèces	Biodiversité
Culture	Valeur culturelle	Bénéfice spirituel
	Valeur existentielle	Valeur de conservation

Tableau 5 : Les services écosystémiques fournis par les moules et les avantages qu'ils procurent pour les humains (modifié à partir de Vaughn 2017).

Pour se nourrir, les moules d'eau douce filtrent l'eau. Ainsi, dans la Meuse supérieure, à l'époque où les Unionoïdes étaient abondants, Libois et Hallet (1987) estimaient que 300 litres d'eau par seconde étaient filtrés par les moules d'eau douce.

La mulette épaisse peut filtrer 40-80 litres par jours (Kryger et Riisgard 1988). Dans la Sûre, en période estivale, on estime que plus de 50% du débit est filtré par la mulette épaisse. L'espèce contribue donc significativement à l'épuration naturelle des eaux.

Les moules d'eau douce permettent également de transférer les matières et l'énergie de la colonne d'eau vers le benthos. Les particules non digérées par les moules se déposent ensuite sur le fond du cours d'eau. Celles-ci peuvent alors servir de nourriture à de nombreuses espèces d'insectes aquatiques et de crustacés. Les moules influencent également la production primaire et secondaire, les cycles biogéochimiques, le taux de sédimentation et la clarté de l'eau.

La filtration implique également que de grandes quantités de nutriments sont retirées de la colonne d'eau et sont stockées dans les valves. Des espèces à longue durée de vie comme la mulette épaisse stockent les nutriments tout au long de leur longue vie et ne les restituent que très lentement après leur mort. Les coquilles de moules sont par ailleurs utilisées comme substrat par de nombreux organismes aquatiques.

L'ancrage des moules par leur pied, leurs déplacements horizontaux et verticaux favorisent l'aération des sédiments par un remaniement permanent du milieu interstitiel, comme les vers de terre en milieu terrestre. Diverses espèces de poissons qui doivent impérativement frayer dans un fond graveleux et bien oxygéné en sont les bénéficiaires directs.

Enfin, de par ses exigences écologiques et sa longévité (15-30 ans), les mulettes épaisses constituent un bioindicateur de choix permettant d'appréhender la qualité de l'eau, la qualité hydromorphologique du cours d'eau et celles des habitats à l'échelle d'un bassin versant.

3.1.2 Services culturels et sociaux

Pour la mulette épaisse, le cours d'eau idéal doit disposer de sédiments propres avec une granulométrie naturelle, assez pauvre en substances eutrophisantes, présentant une diversité des faciès d'écoulement, une alternance de méandres naturels et de section plus rectiligne, des berges naturelles non artificialisées et ombragées par des cordons rivulaires ou des massifs forestiers indigènes feuillus, des populations équilibrées de poissons hôtes, un fond de vallée dominé par des habitats prairiaux gérés extensivement ou par des forêts alluviales permettant une dynamique naturelle d'inondation avec des débordements fréquents. A l'échelle d'un bassin versant, les sources de pollution et d'érosion doivent être maîtrisées.

Ces exigences sont un atout qui permettent de maintenir et de restaurer des paysages attractifs que ce soit pour des raisons éthiques, de bien-être ou pour les activités de loisir comme la pêche, la randonnée et le développement d'un tourisme doux.

3.2 Enjeux socio-économiques

Les enjeux socioéconomiques identifiés sont :

- les pratiques agricoles intensives conduisant à l'eutrophisation des eaux, la destruction des prairies et zones humides, le développement de cultures en zone inondable ;
- les pratiques sylvicoles telles que les mises à blanc provoquant une érosion des sols, des apports possibles en nitrate (décomposition des rémanents), la création de zone d'écoulement préférentiel des eaux boueuses, les traversées de cours d'eau et l'altération des berges;
- la gestion des cours d'eau favorisant l'hydraulique, l'artificialisation des berges, la sécurisation des ouvrages d'art, des voies ferrées et la sécurisation des habitations en zone inondable ;
- le développement urbanistique en particulier dans les zones inondables (pollutions, destruction de prairies et zones humides, imperméabilisation des sols, moindre résilience face aux inondations) ;
- les loisirs et sports nautiques dans les cours d'eau (destruction directe, dérangement des individus, altération de l'habitat) ;
- le développement de villages de vacances en bordure de cours d'eau (pollution de l'eau particulièrement en période d'étiage, altération physique de l'habitat).

4. Analyse du contexte légal actuel, des actions et mesures prises et des bonnes pratiques

4.1 Cadre légal

Ce paragraphe est le résultat d'une analyse réalisée par le DEMNA. Cette analyse complète celle réalisée dans le cadre de l'action A13 et A14 du Life BNIP.

Ci-dessous la liste des législations en lien avec la protection et la restauration des mulettes épaisses et de leur habitat.

- Loi sur la Conservation de la Nature ;
- Directive habitat 92/43/CEE ;
 - AGW 2011 Mesures générales
 - AGW 2011 Mesures particulières
 - AGW 2016 Objectif de conservation
- Directive cadre sur l'eau 2000/60/CE et PGDH ;
- Code de l'Eau dont le décret du 04/10/2018 (modification du code de l'eau dans le chapitre cours d'eau) ;
- Directive nitrate 91/676/CEE et PGDA ;

- Directive épuration des eaux résiduelles urbaines 91/271/CEE et PASH, programme d'investissement de la SPGE ;
- Directive inondation 2007/60/CE et PGRI ;
- Directive pesticide 2009/128/CE et PWRP ;
- Directive responsabilité environnementale 2004/35/CE ;
- Règlement (UE) n°1143/2014 qui vise à apporter une réponse coordonnée pour freiner l'expansion et limiter les dommages environnementaux provoqués par les espèces exotiques envahissantes ;
- Code forestier et circulaire biodiversité ;
- Code du Développement Territorial ;
- Code wallon de l'Agriculture ;
- Politique Agricole Commune dont MAEC, éco régime, conditionnalité agricole (ERMG et BCAA), aide au bio ;
- Stratégie intégrale sécheresse wallonne (Plan de relance, axe 2.2.4) ;
- Stratégie biodiversité wallonne et PAF ;
- Stratégie biodiversité européenne 2030.

4.1.1 Cadre juridique international

Au niveau européen, la mulette épaisse figure à l'annexe 2 et 4 de la Directive habitat 92/43/CEE ainsi qu'à l'annexe III de la convention de Berne.

4.1.2 Statut légal de l'espèce en Wallonie

La mulette épaisse est protégée par le décret du gouvernement wallon du 06 décembre 2001 relatif à Natura 2000 (article 2 bis de la loi sur la conservation de la nature) ce qui implique une protection stricte des individus à tous les stades de leur vie, ainsi que des sites de reproduction et habitats naturels de ces espèces.

4.1.3 Mesures légales existantes ayant un impact positif pour la protection de l'espèce et l'habitat d'espèce en Wallonie

Mesures répondant à la menace eutrophisation, pesticides

Au sein des sites Natura 2000, les mesures générales soumettent à autorisation l'utilisation de pesticides et l'épandage de tout amendement organique ou minérale à moins de 12m des berges.

Dans le cadre des mesures particulières, la présence de la mulette épaisse est attestée par l'UGS1 ce qui implique uniquement que les curages du cours d'eau sont soumis à autorisation. Initialement, en bordure de cours d'eau, une UG4 est implantée sur les UG5 et UG11. Cette mesure forte permet d'implanter une bande tampon de 12 m de large où la fertilisation, l'épandage de pesticides sont interdits.

En dehors des sites Natura 2000, le code de l'eau interdit l'épandage de tout amendement et de pesticide à moins de 6 m des berges du cours d'eau. Cette distance de 6 m peut-être plus élevée (> 20 m) en fonction des molécules utilisées (législation fédérale relative à la mise sur le marché). La mise en œuvre d'une nouvelle mesure prévue par le code de l'eau renforce la protection des cours d'eau : l'imposition d'un couvert végétal permanent (CVP) sur une bande de 6 m de large le long des cours d'eau. Ce couvert peut-être herbacé ou ligneux et doit-être implanté au plus tard le 31/05/2022.

À ces mesures de protections, les autres mesures légales qui s'appliquent sont :

- la LCN qui interdit de perturber intentionnellement tous les stades de la mulette épaisse et de détériorer son habitat ;
- le PGDA III avec l'obligation de conformité des dispositifs de stockage des effluents d'élevage et le contrôle des ACISEE (Attestation de Conformité des Infrastructures de Stockage des Effluents), du taux de liaison au sol, l'imposition de périodes et conditions d'épandage, le respect de conditions plus strictes dans la zone vulnérable (normes sur l'azote potentiellement lessivable (APL), limitation plus importante des quantités d'azote) ;
- le code de l'eau et les PASH, le contrat de gestion et le plan de financement de la SPGE pour la construction des stations d'épuration (STEP) dans les zones d'assainissement collectif, en particulier les STEP de moins de 2000 EH, la mise en place des études de zone prioritaire pour les espèces menacées Natura 2000, la mise en œuvre de la réforme du GPAA (gestion publique de l'assainissement autonome, SPGE) ;
- le code de l'eau et l'interdiction d'accès du bétail (Art. D.42/1) sur l'ensemble des cours d'eau à l'exception des non classés situés en dehors du réseau Natura 2000 (01/01/2023) ainsi que la possibilité octroyée au GW d'interdire l'accès du bétail à tout cours d'eau si celui-ci compromet l'atteinte des objectifs Natura 2000 ;
- le code de l'eau et la délimitation des limites de zones de prise d'eau, de prévention, surveillance et mise en œuvre des mesures de protections ;
- le code forestier qui interdit l'utilisation de pesticides et limite la surface des mises à blancs (3 ha en feuillus ; 5 ha en résineux, dérogation possible) ;
- le plan wallon de réduction des pesticides ;

Apports de sédiments fins, colmatage et qualité des sédiments

Au sein des sites Natura 2000, les mesures générales imposent l'octroi d'une autorisation pour la création ou la remise en fonction des drains, la coupe de 30% du linéaire d'un cordon rivulaire sur une échelle de 10 ans, la limitation des surfaces mises à blanc, l'interdiction (hors bois soumis au code forestier) de planter ou laisser se développer les résineux à moins de 12m des berges.

Concernant les mesures particulières, l'interdiction de modification du relief du sol, le remblai des zones humides (UG1, UG2), la mise en place de bandes tampons UG4 le long des cultures (UG11) contribuent à limiter l'érosion non naturelle et améliore la qualité des sédiments.

Par ailleurs, l'ensemble des mesures favorables à la protection des milieux ouverts (UG2, UG3) et des milieux forestiers feuillus (UG6, UG7, UG8) et à la conversion des forêts résineuses en forêts feuillues contribuent également à limiter l'érosion à l'échelle du lit majeur et du bassin versant.

À l'échelle de la Wallonie, le code l'eau (Art. D.42/1) qui interdit, pour le 01/01/2023, l'accès du bétail au cours d'eau de catégorie 1, 2 et 3, à l'exception des non classés localisés en dehors du réseaux Natura 2000, évite l'écrasement des individus, protège les berges, la qualité des sédiments, l'hydromorphologie des cours d'eau. Concernant les cours d'eau navigables non navigués (la Semois à partir d'Herbeumont, l'Ourthe à partir de Nisramont, l'Amblève à partir de Remouchamps) l'interdiction d'accès du bétail au cours d'eau est régie par un arrêté ministériel.

Le code de l'eau prévoit également, à partir du 31/05/2022, la mise en place d'un couvert permanent le long de toutes cultures permet de limiter l'érosion et contribue à améliorer la qualité de l'eau et des sédiments.

Concernant les habitats prairiaux, les dispositions (en cours d'adoption) relatives à la conditionnalité agricole de la nouvelle PAC (ERMG, BCAE) favorables à la qualité des sédiments sont :

- l'interdiction de perte de plus de 5% de prairies à l'échelle de l'exploitation ;
- la protection des prairies et autres milieux ouverts riches en carbone, les zones hydromorphes ;
- l'interdiction de destruction de prairie en zone d'aléas d'inondation élevé ;
- la lutte contre l'érosion prenant mieux en compte le risque érosif lors des labours ;
- la rotation des cultures (plus de maïs sur maïs) ;
- le pourcentage minimal de maillage écologique (4% à l'échelle d'une exploitation) ;
- le labour des prairies dans les SGI-B lorsque ceux-ci auront un statut.

Concernant les habitats forestiers, les mesures relatives au drainage sont encadrées par la circulaire biodiversité (interdiction de drainage en forêt domaniale), le code forestier (interdiction de drainer sur une bande de 25 m de part et d'autre du cours d'eau, à moins de 25 m des zones de sources, à moins de 100 m de captages) et la LCN (interdiction de drainage en zone naturelle et réserves naturelles).

À ces mesures de protections, les autres mesures légales qui s'appliquent sont :

la LCN qui interdit de planter ou replanter des résineux à moins de 6m des berges, de maintenir des résineux à moins de 6m des berges si ceux-ci ont été plantés après 1968 ;

le code forestier (forêt publique) qui interdit de planter des résineux à moins de 12m des berges et à moins de 25m sur les sols hydromorphes ;

le code forestier qui limite la surface des mises à blanc et donc l'érosion ;

le CoDT qui permet de protéger les cordons rivulaires indigènes qui forme une « haie » d'une longueur continue de minimum 10 m ou une « allée » de minimum 100 m.

Gestion des cours d'eau

Dans les sites Natura 2000, les travaux de curage dans l'UG S1 sont soumis à autorisation.

À l'échelle de la Wallonie, la LCN protège les populations de mulettes et leur habitat de toute perturbation intentionnelle et son article 58 bis interdit de faire circuler un véhicule qui n'est pas destiné à la navigation. L'AGW du 19 janvier 1995 et la circulaire 71 soumettent à autorisation (dérogation) du DNF l'utilisation des gués (non identifié sur l'IGN) lors des travaux forestiers, la circulation dans le lit par les gestionnaires de cours d'eau ou dans le cadre d'activité sportive. La Direction du DNF concernée par la demande peut demander un avis au DEMNA.

Dans le cadre de la mise en œuvre des PARIS (Programmes d'Actions sur les Rivières par une approche Intégrée et Sectorisée, intégration des plans de gestion des districts hydrographique et des risques d'inondation), l'actualisation du code de l'eau (art. D40 et suivants) régit l'octroi des autorisations (dérogations) domaniales et la circulaire 71 régit la concertation pour les travaux sur les cours d'eau.

Cependant, un futur AGW en cours d'approbation (juin 2022) visera, entre autres, à réviser la procédure de concertation. Cette concertation sera élargie à tous les gestionnaires de cours d'eau non navigables (cat.1, 2, 3) et permettra éventuellement de d'autres instances comme le DEMNA. Néanmoins, les travaux suivant ne seront pas soumis à la concertation : enlèvement de déchets, de matières artificielles, de clôtures établies en travers du cours d'eau, de tout piquet, d'objets détachés du fond du cours d'eau ou des berges, ainsi que l'élagage et **l'enlèvement des branches basses pendantes, l'enlèvement des arbustes, des arbres déracinés et de tout bois mort**, dans une zone urbanisée ou dans une zone d'aléa d'inondation élevé, le faucardage et la fauche de la végétation herbacée envahissante, **l'arrachage et l'enlèvement de souches et de racines, et l'enlèvement d'atterrissements ou d'obstacles majeurs à l'écoulement**, l'entretien et de la réparation d'ouvrages appartenant au gestionnaire. Ces nouvelles dispositions permettront de simplifier la gestion des cours d'eau mais le risque de sous-estimer les impacts sur les mulettes épaisses existe.

Par contre, toute utilisation de gué, identifié ou non par l'IGN, sera soumis à autorisation et la concertation pour les travaux ne sera plus limitée aux gestionnaires domaniaux mais sera étendue à l'ensemble des gestionnaires de cours d'eau.

Dans le cadre des projets prévus par le PGRI, les travaux de gestion physique des cours d'eau, au droit des populations de mulettes ou en amont, peuvent impacter négativement les individus et leur habitat : amélioration hydraulique, curage ponctuel, curage régulier, remise à gabarit, rectification, recalibrage, atténuation de méandres, reprofilage, stabilisation et artificialisation des berges, restauration ou déplacement d'ouvrage d'art, aménagement de barrages. À l'inverse, les travaux de reméandration, renaturation, préservation des zones naturelles d'expansion des crues, remise de ruisseaux dans leur lit naturel, plantations de haies, restauration de zones humides, création de zones d'immersion temporaire sont favorables à l'espèce même si des mesures d'atténuation des risques peuvent-être recommandées. Ces travaux s'amplifient suite aux mesures prises dans le cadre des inondations historiques de juillet 2021 en lien avec les changements climatiques.

Gestion des étangs

La création de nouveaux étangs est soumise à demande de permis d'urbanisme (modification du relief du sol si $> 15 \text{ m}^2$) et nécessite une autorisation de prise et rejet d'eau à obtenir auprès du gestionnaire du cours d'eau (Guide de bonne pratique pour la création d'étangs, DGARNE).

Dans ce cadre, le SPWARNE ne dispose pas d'une base légale unique qui règlemente les étangs. Cependant la LCN, le décret relatif à la prévention et à la gestion de l'introduction et de la propagation des espèces exotiques envahissantes, le décret relatif aux déchets concernant les boues de curage et les vases, le code de l'eau pour ce qui concerne les prises d'eau, la limitation des débits, les rejets dans le cours d'eau permettent d'encadrer pour partie la création et la gestion des étangs.

En complément, le code de l'eau (décret 2018) prévoit de nouvelles obligations (art D33/10 et 11) :

- interdiction de créer tout nouvel obstacle dans le lit mineur d'un cours d'eau sans prévoir une solution garantissant la libre circulation des espèces visées dans la liste des espèces protégées (à fixer par AGW) ;
- les obstacles existants et caractérisés comme majeurs ou infranchissables, se situant sur un cours d'eau figurant sur la carte stratégique des priorités devront être aménagés ou à défaut supprimés ;

- instauration d'un débit réservé suffisant pour assurer la libre circulation des poissons lors de la délivrance d'une autorisation relative à un obstacle à construire.

Par ailleurs, les gestionnaires provinciaux et communaux émettent les prescriptions techniques suivantes pour les demandes de création d'étangs.

Pour la prise d'eau :

- elle doit être établie en dehors du lit du cours d'eau ;
- elle ne peut prendre qu'un tiers du débit du cours d'eau en tout temps ;
- aucun barrage ne peut être aménagé dans le lit du cours d'eau ;
- la prise doit être munie d'une grille dont les barreaux sont espacés d'1 cm (si ce n'est pas le cas, l'étang est alors soumis à la loi sur la pêche fluviale du 1er juillet 1954).

Pour le rejet d'eau et de vidange :

- le rejet d'eau doit être établi en dehors du lit du cours d'eau ;
- il ne doit pas causer de dégâts au lit et aux berges du cours d'eau lors des vidanges ;
- la vidange de l'étang doit se faire en douceur et, dans la mesure du possible, en accord avec le Service de la Pêche en veillant à ne pas dégrader le cours d'eau, tant en ce qui concerne la stabilité du lit et des berges que l'apport de sédiments dans le cours d'eau (vase, boue, atterrissement, érosion) ;
- le rejet d'eau doit être muni d'une grille du même type que celle de la prise d'eau (pour éviter d'être soumis à la loi sur la pêche fluviale) ;

Pour l'étang :

- il doit être situé en dehors du lit du cours d'eau ;
- le terrain entre le cours d'eau et l'étang doit être maintenu dans son état originel sur une bande de 5 m à partir du sommet de la berge du cours d'eau ;
- un endroit spécifique sera prévu pour étendre ou stocker pour leur première décantation les boues de curage de l'étang ;
- la stabilité, le dimensionnement des digues (inclinaison des talus, largeur en crête, recouvrement, ...) et des ouvrages (moines, déversoirs, ...) seront calculés pour éviter tout accident pour une prise d'eau dans le lit du barrage.

Gestion des espèces invasives

Le règlement européen 1143/2014 permet de définir une série de mesures préventives et curatives qui s'appliquent pour tout organisme repris sur la liste d'espèces exotiques envahissantes préoccupantes pour l'Union européenne.

En Wallonie aucune mesure légale ne permet de définir des priorités et des objectifs permettant d'encadrer la lutte contre les espèces invasives impactantes pour la muette épaisse. Le règlement européen laisse à la discrétion des états membres la définition des mesures à mettre en œuvre.

Navigation de plaisance (kayak, raft, paddle...)

L'AGW de 2009 règlemente la circulation sur et dans les cours d'eau non navigables et certains cours d'eau navigables. L'AGW limite la circulation à certains cours d'eau, certaines périodes et suivant certains horaires. Il désigne les aires d'embarcation et de débarquement, les conditions de débit minimal et maximal. La ou le ministre de la Nature peut imposer des restrictions et dérogations, notamment dans le cadre de la pratique du kayak hivernal.

Les conditions intégrales et sectorielles sont également définies par cet AGW. L'exploitation de moins de 25 embarcations implique une déclaration de classe 3, l'exploitation de plus de 25 embarcations nécessite un permis de classe 2 et une Evaluation Appropriée des Incidences (EAI).

Une révision de l'AGW et des conditions sectorielles est attendue depuis plusieurs années (date non définie).

Les cours d'eau concernés par la présence de la mulette épaisse et où la pratique du kayak est autorisée :

- toute l'année : le Viroin, la Lesse en aval de Houyet, l'Ourthe en aval de Nisramont jusque Combain-au-pont, la Semois de Chiny à Bohan.
- en période hivernale : la Lesse en aval de Wanlin jusque Houyet, l'Ourthe occidentale en aval de Wyompont, l'Ourthe orientale en aval du Pont Rue Porte-à-l'eau à Houffalize, la Sûre en aval de Bodange, l'Our en aval d'Auel, la Vierre en aval de Martilly, la Semois en aval de Tintigny jusqu'à Chiny,
- en dérogation pour la pratique du kayak hivernale : 24 tronçons de cours d'eau dont l'Ourthe occidentale, orientale, l'Our sont concernés par la présence de la mulette épaisse.

Commercialisation

Le risque de commercialisation de mulette épaisse d'origine wallonne et internationale en tant que moule d'étang est encadré, au niveau régional par la LCN et au niveau international par la convention de Berne.

Programmes wallons et autres projets

1. Dispositif sécheresse 2021 - 2024

Suite à la sécheresse historique de 2020, précédée par 3 années marquées par des déficits pluviométriques, dans le cadre du plan de relance (axe 2, 2.4 préservation de la biodiversité et de l'environnement – préservation de la réserve en eau) le SPWARNE a établi une stratégie intégrale sécheresse (adoption en cours par le GW).

Ci-dessous, les principaux objectifs stratégiques et opérationnels prévus par le dispositif qui concernent des mesures visant indirectement à augmenter la résilience des populations de mulettes épaisses.

Réglementer : déterminer les débits « minimum écologique »

Protéger la ressource :

contrôler les volumes prélevés ;

- renforcer le recensement des prises d'eau souterraines via les permis et déclaration ;

- fixer des quotas de prélèvement pour les masses d'eau déficitaires ;
- limiter les prélèvements d'eau potabilisable en période de sécheresse ;
- fixer des volumes prélevés maximum autorisés ;
- fixer des normes de rejets en période de sécheresse pour les STEP et les industries ;
- limiter l'hydroélectricité sur les cours d'eau navigables lors de faible débit ;
- interdire temporairement la pêche ;
- mise en œuvre de démarches participatives à la reconquête du bon état (contrat de captage, contrat de nappe) ;
- mise en place du droit de préemption biodiversité.

Favoriser la résilience des milieux naturels et de l'espace rural face à la sécheresse :

- améliorer l'infrastructure agro-environnementale et mettre en œuvre des structures de stockage d'eau et d'irrigation via l'aménagement foncier ;
- subventionner les pouvoirs locaux pour la gestion de l'eau et la biodiversité en zone agricole (restauration de zones humides, stockage d'eau) ;
- mettre en place un aménagement foncier nature ;
- réduire l'érosion et la gestion du ruissellement ;
- renaturer les cours d'eau ;
- créer une ripisylve et assurer sa gestion ;
- conserver les bras morts des cours d'eau ;
- préserver les zones naturelles d'expansion de crue ;
- préserver et restaurer les zones humides ;
- supprimer le drainage agricole et forestier où il n'est pas indispensable ;
- régénérer la forêt de façon résiliente via un soutien aux propriétaires forestiers ;
- reconquérir des zones de baignades et désignation de nouvelles zones.

Ces objectifs devraient permettre de répondre à l'aggravation des menaces suite aux modifications climatiques, à savoir, la lutte contre la destruction indirecte des mulettes et de ses poissons hôte (limiter la pression liée au prélèvement d'eau, assurer un débit écologique minimum), la lutte contre l'aggravation des effets des pollutions, de l'eutrophisation, de l'érosion, le maintien des ressources alimentaires (préservation des zones humides) et encouragera la restauration des habitats (création de cordons rivulaires, de zones humides, de zone d'expansion de crue, renaturation) et leur protection (droit de préemption biodiversité). Un point d'attention porte cependant sur la création de nouvelles zones de baignades (risque de destruction directe des individus).

Lors de la mise en œuvre des recommandations des différentes études en cours et à mener, les bassins hydrographiques concernés par la présence de la mulette devraient être un des critères décisionnels pour l'application des mesures.

2. Plan de gestion par district hydrographique 2022 - 2027

A ce jour, les plans de gestion et les propositions d'action sont en cours de validation par le GW. La mulette épaisse est concernée par les 3 districts internationaux : Escaut (Honnelle), Meuse et Rhin (Sûre et Our).

Ci-dessous les principales propositions d'action (en cours de validation) qui permettront indirectement d'augmenter la conservation des populations de mulettes épaisses

Poursuivre les investissements en matière **d'assainissement collectif** :

- construction de nouveaux ouvrages de traitement visant à poursuivre l'assainissement collectif des agglomérations de moins de 2000 EH dans les masses d'eau à risque « assainissement collectif » ;
- réhabilitation des ouvrages de traitement existants en vue d'améliorer l'état des masses d'eau ;
- compléter l'épuration collective par la pose de collecteurs manquants dans les masses d'eau à risque "assainissement collectif" ;
- poursuivre la construction des réseaux d'égouttage dans les masses d'eau à risque « assainissement » ;
- gestion des eaux claires parasites dans les réseaux d'assainissement.

Poursuivre les investissements en matière **d'assainissement autonome** :

- mise en conformité des habitations en zone d'assainissement autonome.

Accroître la lutte contre les sources de pollutions ponctuelles et diffuses. **Réduire les pollutions industrielles** :

- révision des permis d'environnement en fonction des objectifs environnementaux ;
- renforcement des contrôles des conditions fixées dans le permis d'environnement ;
- révision des conditions sectorielles et intégrales.

Accroître la lutte contre les sources de pollutions ponctuelles et diffuses. **Réduire les émissions de micropolluants.**

Améliorer les connaissances et les approches socio-économiques liées à l'eau et aux divers usages de l'eau.

Réduire les pollutions industrielles et domestiques :

- rendre plus cohérente la politique d'aménagement du territoire avec la gestion de l'eau : conditionner les implantations de zonings et d'entreprises aux objectifs environnementaux de la DCE

Accroître la lutte contre les sources de pollutions ponctuelles et diffuses. **Réduire les pollutions agricoles (nutriments)** :

- révision de la PAC (dans le cadre de la nouvelle PAC aucune mesure spécifiquement dédiée au PGDH n'a été approuvée) ;

- dans le cadre de la mise en œuvre des "4.000 km de haies", mise en place d'un linéaire permettant de réduire les pollutions en nutriments et en pesticides vis-à-vis des ressources en eau ;
- mise en œuvre du couvert végétalisé le long des cours d'eau ;
- mise en place de clôtures le long des cours d'eau ;
- mise en place de zones sensibles aux pesticides ;
- mise en œuvre du Plan wallon de réduction des pesticides II (et élaboration PWRP III) ;
- objectif européen 2030 de 50% de réduction de l'utilisation et des risques liés aux pesticides ;
- adaptation du PGDA (PGDA 4 et 5).

Accroître la lutte contre les sources de pollutions ponctuelles et diffuses. **Réduire les pollutions agricoles (nutriments et pesticides) :**

- agriculture biologique : objectif DPR de 30% de la SAU wallonne convertis en 2030 ;
- cultures à risque : dans les zones les plus impactées par le nitrate et les pesticides, envisager des méthodes alternatives aux traitements chimiques et des pratiques diminuant des apports en nutriments ;
- drainage agricole : interdire les nouveaux travaux de drainage pour des prairies humides ;
- adaptation des contrôles agricoles, notamment :
 - revoir les critères de sélection des exploitations ;
 - améliorer le contrôle administratif ;
- adaptation du monitoring de suivi des pesticides :
 - modification de la liste des molécules normées (polluants spécifiques) ;
 - amélioration des techniques de mesures : problèmes de LOQ ;
- indicateur de risque de transfert des pesticides vers les ressources en eau Indic'Eau"

Accroître la lutte contre les sources de pollutions ponctuelles et diffuses. **Réduire les pollutions agricoles (érosion) :**

- limitation de l'érosion hydrique agricole et des coulées boueuses.

Mieux protéger/valoriser la ressource en eau, réguler les différents usages et s'adapter au changement climatique. **Protection de la ressource :**

- mise en œuvre de démarches participatives à la reconquête du "bon état". Les Contrats captages, contrats de nappe.

Mieux protéger/valoriser la ressource en eau, réguler les différents usages et s'adapter au changement climatique. **Restauration hydromorphologique :**

- continuité longitudinale : poursuivre les travaux de restauration en fonction de la qualité biologique des masses d'eau.

Mieux protéger/valoriser la ressource en eau, réguler les différents usages et s'adapter au changement climatique. **S'adapter aux changements climatiques :**

- dispositif sécheresse : mise en œuvre.

Mieux protéger/valoriser la ressource en eau, réguler les différents usages et s'adapter au changement climatique. **Bonne gouvernance.**

- gouvernance du secteur de l'eau - stratégie sectorielle intégrée ;
- schéma régional des ressources en eau.

Ces objectifs permettront théoriquement de répondre aux menaces comme la lutte contre l'eutrophisation, les pollutions, les pesticides, l'adaptation au réchauffement climatique, la restauration des habitats et des populations de poissons hôtes.

3. Prioritised Action Framework (PAF) ou Cadres d'Actions Prioritaire (CAP) 2021-2027

Les Cadres d'Action Prioritaires (CAP) sont des outils de planification stratégique pluriannuelle, destinés à fournir une vue d'ensemble des mesures nécessaires à la mise en œuvre du réseau Natura 2000 à l'échelle de l'UE et de l'infrastructure verte qui lui est associée, à préciser les besoins de financement de ces mesures et à les relier aux programmes de financement européens correspondants.

La mulette épaisse est reprise parmi les espèces du PAF.

Les mesures actives suivantes sont identifiées :

épuration des eaux usées dans les masses d'eau concernées par la présence de la mulette épaisse : 12% du territoire concerné par l'épuration individuelle et 16 stations d'épuration identifiées à construire en zone d'assainissement collectif ;

destruction d'espèces invasives (rat musqué, raton laveur) sur environ 12% du territoire ;

extensification des pratiques agricoles dans les bassins versants occupés par la mulette épaisse dans 10 masses d'eau : diminution des pesticides, des engrais, de la charge en bétail, établissement de zones tampon en bordure de cours d'eau, prévention de l'érosion. L'estimation de la surface du réseau Natura 2000 concernée est d'environ 10% ;

acquisition de terrains dans les zones les plus sensibles et octroi du statut de réserve naturelle pour s'assurer de l'absence de mesures inappropriées impactantes pour la mulette épaisse. L'estimation de la surface est de 100 ha dont 80 ha dans le réseau Natura 2000.

Les **besoins de restauration** sont :

plantations rivulaires (zone tampon, température de l'eau par ombrage) sur environ 100 ha dont 80 ha dans le réseau Natura 2000 ;

restauration de la continuité longitudinale pour les poissons hôtes sur 16 obstacles dont 14 inclus dans Natura 2000.

Pour les populations les plus à risque ou lors de réparations des dommages suite à une pollution dont les effets impactent significativement une population, si l'habitat est restauré, le recours à l'élevage ex situ doit se mettre en place, comme suite à la pollution de la Sûre en 2014.

4. Stratégie biodiversité 2030 de la Commission européenne et Farm to Fork

L'adoption de la stratégie biodiversité le 20/05/2020 fixe des objectifs qui seront favorables à la protection et restauration des populations de mulettes épaisses.

Parmi ces objectifs à atteindre en 2030 :

- au minimum 30% des terres doivent-être légalement protégées dont 10% strictement avec des plans de gestion ;
- plus de détérioration du statut de conservation et la tendance pour l'ensemble des espèces protégées ;
- au minimum 30% des espèces dont le statut est évalué comme défavorable doivent-être favorable ou montrer une tendance positive ;
- réduction globale de 50% des quantités de pesticides utilisées ;
- réduction des utilisations de fertilisants de 20% ;
- au minimum 10% de la SAU doivent-être destinée au réseau écologique ;
- 25% de la SAU doit-être dédiée à l'agriculture biologique ;
- 25.000 km de cours d'eau doivent-être restaurés.

4.2 Mesures incitatives

Les mesures incitatives phares sont celles liées à la contractualisation des MAEC par Natagriwal. Le tableau 7 reprend les mesures favorables aux mulettes épaisses.

Axe et mesure	code	Intérêt	Justification
Eléments du maillage écologique			
Haies et alignements d'arbres	MB 1a	élevé	création de zones tampons et d'ombrage
Arbres, buissons, bosquets isolés et arbres fruitiers	MB 1b	faible	conservation des habitats prairiaux
Mares	MB 1c	faible	rétenion de l'eau et gestion des inondations
Prairies			
Prairie naturelle	MB 2	élevé	diminution des intrants, de l'érosion
Prairie inondable	MB 2	élevé	diminution des intrants, de l'érosion, gestion des inondations
Prairie rivulaire (variante de la PHVB)	MC 4	élevé	diminution des intrants, de l'érosion, gestion des inondations
Prairie de haute valeur biologique (PHVB)	MC 4	élevé	diminution des intrants, de l'érosion, gestion des inondations
Cultures			
Tournière enherbée	MB 5	élevé	diminution du lessivage des intrants, de l'érosion
Culture favorable à l'environnement	MB 6	faible	moins d'efficacité contre le lessivage et les intrants
Parcelle aménagée	MC 7	élevé	diminution des intrants, de l'érosion, gestion des inondations
Bande aménagée pour la faune	MC 8a	élevé	diminution des intrants, de l'érosion, gestion des inondations
Bande aménagée de lutte contre le ruissellement érosif	MC 8b	élevé	diminution des intrants, de l'érosion, gestion des inondations
Bande rivulaire	MC 8b	élevé	diminution des intrants, de l'érosion, gestion des inondations
Bande aménagée à fleurs des prés	MC 8d	élevé	diminution des intrants, de l'érosion, gestion des inondations
Autonomie fourragère	MB 9	moyen	diminution des intrants
Plan d'action agro-environnemental			
approche globale à l'échelle de l'exploitation	MC10	élevé	diminution des intrants, de l'érosion, gestion des inondations
Animaux			
Races locales menacées	MB 11	nul	

Tableau 6 : liste et évaluation des MAEC pour la mulette épaisse.

En vue de quantifier les surfaces contractualisées dans les bassins hydrographiques concernés par la présence de la moule épaisse et évaluer les nouveaux besoins, une demande doit être adressée à Natagriwal.

À l'avenir, la mise en œuvre des plans de gestion Natura 2000 devrait également permettre d'améliorer le statut de conservation de la moule épaisse.

Par ailleurs, les mesures proposées par le plan d'action forêt alluviale contribueront également à renforcer les mesures des conservations et de restauration des moules.

Dans le cadre de la PAC, les mesures incitatives liées aux éco-régime pourraient également favoriser la restauration des habitats de la moule dans les zones agricoles.

Le projet *Yes we plant* est également favorable lorsque les plantations sont réalisées en bordure de cours d'eau. À ce stade, on ne dispose cependant pas d'une évaluation du projet.

4.3 Exemples d'actions et bonnes pratiques de gestion et restauration déjà entreprises

4.3.1 En Wallonie

La liste des projets qui ont contribué ou contribuent actuellement à l'amélioration des connaissances et à la restauration des habitats et des populations de moule épaisse sont :

2020-2028. LIFE 2019 NAT/BE/000054. Life Vallées ardennaises. Le projet vise entre autres à restaurer les habitats et les populations de moules épaisses dans la vallée du Laval (Ourthe occidentale) et de l'Our supérieure. Ces actions font suite aux études financées par le Life BNIP.

2021-2028. LIFE 2019 NAT/BE/000093. Life Connexions. Le projet vise entre autres à restaurer des habitats rivulaires et forêt alluviales en faveur de la moule épaisse dans le bassin de la Semois.

2018-2019. Interreg Entre 2 HO. Inventaire des espèces rhéophiles d'un cours d'eau transfrontalier et aménagements communs en faveur de ces dernières. Le projet a permis d'améliorer les connaissances sur la distribution de la moule épaisse dans le bassin de la Haine.

2017-2021. FEAMP « Fish 4 Mussels ». Le projet a permis de restaurer l'hydromorphologie d'une section significative de la Sûre en faveur de la moule épaisse et de ses poissons hôtes.

2014-2022. LIFE 2014 IPE BE002. Belgian Nature Inegrated Project (BNIP). Le projet a permis d'améliorer les connaissances sur la distribution de la moule en Wallonie, la mise en place d'études préalables à la rédaction du plan d'action (évaluation de la qualité de l'habitat, des poissons hôtes, de la prédation par le rat musqué et de la génétique des populations wallonnes).

2012-2015. FEP « Migra Sûre ». Le projet a permis de contribuer à la restauration de la continuité longitudinale de cours d'eau dans le bassin de la Sûre.

2011-2020. LIFE 2011 NAT/BE/001060. Projet Life Herbage. Le projet a permis de restaurer des habitats en faveur de la moule épaisse dans le bassin de la Sûre, de la Vierre et de la Semois.

2010-2013. Interreg Habitat Eurgio. Le projet a permis d'améliorer les connaissances sur la qualité de l'eau dans le bassin de l'Our.

2005-2010. LIFE 2005 NAT/B/00085. Restauration des habitats de la loutre. Le projet a permis la restauration des habitats en faveur de la moule épaisse dans le bassin de l'Ourthe, de l'Our et de la Sûre.

2004-2006. PDR. Projet pilote de protection des cours d'eau au sein du Parc Naturel Hautes Fagnes-Eifel. Le projet a permis de contribuer à la restauration de la qualité de l'eau en faveur de la moule épaisse dans le bassin de l'Our.

2004-2006. Interreg III « Protection des ressources en eau du territoire transfrontalier du Parc Naturel de la Haute-Sûre et de la forêt d'Anlier, Belgique ». Le projet a permis de contribuer à la restauration de la qualité de l'eau en faveur de la moule épaisse dans le bassin de la Sûre.

2002-2007. LIFE 2002 NAT/B/8590. Restauration des habitats de la moule perlière. Le projet a permis de restaurer des habitats en faveur de la moule perlière et de la moule épaisse dans le bassin de la Sûre, de la Vierre et de l'Our.

1996-2001. Interreg EMR. Restauration des fonds de vallée. Le projet a permis de restaurer des habitats en faveur de la moule épaisse dans le bassin de l'Our.

Les différents plans d'investissement de la SPGE qui ont permis la construction des STEP dans les cours d'eau concernés par la présence de la moule épaisse : Vierre (Martilly, Straimont), Sûre (Hollange, Ebly-Chêne, Rosière), Our (Oudler, en cours), Hermetton (Villers le Gambon, en cours).

Le prêt de la Banque Européenne d'Investissement accordé à la SPGE pour la finalisation de STEP en faveur de la moule perlière et de la moule épaisse (Sûre et Braunlauf). Il s'agit de la première opération en Belgique au titre du 'Mécanisme de financement du capital naturel' créé par la BEI et la Commission européenne. (<https://www.eib.org/fr/press/all/2021-043-belgium-eib-and-spge-commit-to-protecting-water-resources-biodiversity-and-ecosystems-in-the-walloon-region>).

Les études réalisées en Wallonie qui ont contribué ou contribuent à l'amélioration des connaissances sont :

2022. Sergent E. Etude de l'impact des barrages de castor sur l'habitat et la présence de la moule épaisse dans la Sûre. Travail de fin d'étude master en biologie, ULg.

2022. Tanghe V. Suivis des populations de *Unio crassus* au sein de la Grande et de la Petite Honelles (BG atlantique). Travail de fin d'étude de la Haute école Condorcet, Ath.

En cours. Vaessen Q. Etude des facteurs hydro-géomorphologiques et biotiques conditionnant la distribution d'*Unio crassus* en Wallonie. Thèse de doctorat ULiège. Géomorphologie : relief, processus, environnement, vol. 27 (1), 18p.

2021. Vaessen Q., Houbrechts G., Peeters A. & Vancampenhout J. Caractéristiques hydro-géomorphologiques des microhabitats d'*Unio crassus* (Ardenne, Belgique)

2020. Lecuivre C. Étude des effets de la prédation du Rat musqué (*Ondatra zibethicus*) sur la Mulette épaisse (*Unio crassus*) dans la Semois à la Vanne des Moines. Mémoire présenté en vue de l'obtention du Master en Biologie (ULiège), 66p. Etude réalisée dans le cadre du projet LIFE2014 IPE BE002.

2019. Stoeckle B., Hasenbein M., Feind S., Bayerl H., Huber L. & J. Geist. Genetic characterization of thick-shelled river mussel (*Unio crassus*) populations and habitat quality analysis in the catchments Meuse, Escaut and Rhine in Wallonia, Belgium. Etude réalisée dans le cadre du projet LIFE2014 IPE BE002, 59p.

2018. Coentyn A. Comparaison de différentes méthodes de quantification du colmatage du lit des cours d'eau en relation avec la présence de la Mulette épaisse (*Unio crassus*) dans le bassin de la Meuse. Etude réalisée dans le cadre du projet LIFE2014 IPE BE002. Mémoire présenté en vue de l'obtention du Master en science de l'ingénieur industriel en agronomie (Huy), 186p. Etude réalisée dans le cadre du projet LIFE2014 IPE BE002.

2018. Vaessen Q. Caractérisation de l'habitat de la moule épaisse (*Unio crassus*) dans le bassin de la Sûre. Mémoire présenté en vue de l'obtention du Master en Biologie (ULiège), 63p.

2016. Civino J. Recensement de la Mulette épaisse sur la Burdinale et la Soëlhe. Analyse du colmatage de ces cours d'eau selon trois techniques. Travail de fin d'études : Haute Ecole de la Province de Liège La Reid, 116p.

2013. Godfroid T. Etude et recensement de la Mulette épaisse (*Unio crassus*) au sein de la Meuse. Travail de fin d'études. Haute Ecole de la Province de Liège La Reid, 89p.

2006. Mackels D. Etude sur les Unionides dans la vallée inférieure de l'Our. Travail de fin d'études de l'Institut Provincial d'Enseignement de Promotion Sociale. xpp.

2006. Cnockeart P. Etude de la structure d'âge des populations de moule épaisse et étude des déplacements de populations des naïades dans la vallée de la Sûre et de la Rulles. Travail de fin d'études de la Haute école provinciale de Charleroi. 67p.

4.3.2 Dans d'autres Etats/Régions Membres

2019-2023. COST CA182339 Conservation of freshwater mussels : a pan European approach. Ce projet ne vise pas la restauration des habitats mais est destiné à améliorer les connaissances, identifier les gaps de connaissance, élaborer des bases de données communes, harmoniser les méthodes de monitoring entre pays européens. La Belgique est représentée par la Direction de la Nature et de l'Eau du DEMNA.

Les projets Life qui ont contribué ou contribuent à la restauration des habitats et des populations de moules épaisses sont :

2021-2029. LIFE20 NAT/AT/001126. Life Blue Belt Danube-Inn (Autriche). Le projet vise entre autres la restauration d'habitat en faveur des poissons hôtes de la moule épaisse afin de reconnecter des populations fragmentées. <http://www.verbund.com/> (site web non dédié au projet).

2019-2024. LIFE17 NAT/PL/000018. LIFE4DELTA_PL. Le projet vise à restaurer la connectivité longitudinale, restaurer des habitats prairiaux et les populations de moules épaisses dans 20 sections de cours d'eau. (pas de site web).

2019-2025. LIFE18 NAT/SE/000742. Life CONNECTS. Le projet vise à restaurer la connectivité le long de 150 km de cours d'eau et réintroduire des moules épaisses (Suède). <http://www.lansstyrelsen.se/skane/Sv/Pages/default.aspx> (site web non dédié au projet).

2019-2023. LIFE18 NAT/AT/000915. Life Network Danube+. Le projet vise à restaurer la continuité écologique, les résultats attendus devraient permettre l'expansion de la distribution de la moule épaisse (Autriche). <http://www.verbund.com/> (site web non dédié au projet).

2016-2023. LIFE15 NAT/DK/00094. UC Life Denmark. Le projet vise à restaurer l'état de conservation de la moule épaisse en restaurant les habitats et renforçant les populations de moules (relâcher de vairons et chabots infestés, vise 10.000 moules à la fin du projet). <http://www.naestved.dk> (site web non dédié au projet).

2012-2016. LIFE10 NAT/PT/000073. Life ECOTONE. Le projet visait la restauration de forêts alluviales (Portugal) (pas de site web).

2011-2017. LIFE10 NAT/FR/000192. Life continuité écologique. Le projet visait entre autres à établir un plan de gestion en faveur de la moule épaisse en France (Morvan). <https://www.life-continuite-ecologique.eu/>

2004-2010. LIFE04 NAT/DK/000022. Life REGAIN. Le projet visait de la reméandration de 12 km cours d'eau, la restauration d'habitats rivulaires et de zones humides. www.skovognatur.dk/Naturprojekter/Projekter/Fyn/OdenseAa/LIFE/ (site web non dédié au projet Life).

2002-2007. LIFE02 NAT/D/008458. Life Grossmuscheln (Allemagne, Bavière, Saxe, République Tchèque). Le projet visait la restauration des habitats de la moule perlière et de la moule épaisse (piège à sédiments), l'habitat des poissons hôte, la truite et le vairon, le renforcement des populations des deux espèces de moule (relâcher de poissons infestés) (pas de site web).

Les **documents techniques, plan d'action** exploitables à l'échelle de la Wallonie sont :

Cuchertat X., Lamand F., Prié V. (2021). DREAL Grand Est, DRIEAT Ile-de-France, Guide technique : Moule épaisse et autres bivalves : Quels projets doivent les prendre en compte et comment. https://www.researchgate.net/publication/359658710_Guide_technique_Moule_epaisse_et_autres_bivalves_Quels_projets_doivent_les_prendre_en_compte_et_comment

Mayon N. (2021). Fish for Mussels. Préservation d'une ressource aquatique majeure pour la moule épaisse (faune piscicole et mollusques) dans l'optique de la Directive Cadre Eau : vers l'objectif "Très Bon Etat 2021". Rapport final financé par le FEAMP et cahier des charges pour la reméandration de la Sûre.

Lundberg et Osterling (2016). Restoring floodplains, habitats and connectivity by using mussels and brains. Handbook, UC4 Life project. Skane County Administrative board. Isbn 978-91-7675-063-6.

Guide technique « Eléments techniques pour la préservation des ruisseaux et de la continuité écologique » est une réédition du recueil d'expérience du LIFE « Ruisseaux » (2004-2009) revu et augmenté des expériences du LIFE « Continuité écologique » (2011-2017). https://www.life-continuite-ecologique.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=144:guide-technique&catid=29&Itemid=118

Cucherat X. (2013). Elaboration d'un plan de gestion pour la moule à épeautre dans le cadre du Life+ « continuité écologique » https://www.life-continuite-ecologique.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=72:etudes-et-realisations&catid=13&Itemid=125

Hochwald, Susanne, Bernhard Gum, Bernd-Ulrich Rudolph, and Jens Sachteleben. 2012. "Leitfaden Bachmuschelschutz.". traduction française disponible suite au financement par le life BNIP. [https://www.bestellen.bayern.de/application/applstarter?APPL=eshop&DIR=eshop&ACTIONxSETVAL\(artdtl.htm,APGxNODENR:34,AARTxNR:lfu_nat_00200,AARTxNODENR:279381,USERxBODYURL:artdtl.htm,KATALOG:StMUG,AKATxNAME:StMUG,ALLE:x\)=X](https://www.bestellen.bayern.de/application/applstarter?APPL=eshop&DIR=eshop&ACTIONxSETVAL(artdtl.htm,APGxNODENR:34,AARTxNR:lfu_nat_00200,AARTxNODENR:279381,USERxBODYURL:artdtl.htm,KATALOG:StMUG,AKATxNAME:StMUG,ALLE:x)=X)



Figure 11 : exemple de travaux de reméandration de la Sûre, catégorie 2 (financement FEAMP, projet Fish4Mussels, PNHSFA-SPW, auteur de la photo : Province de Luxembourg, 2021).

5. Objectifs stratégiques et opérationnels

L'objectif général du plan d'action est l'atteinte de l'état de conservation favorable en Wallonie pour les deux régions biogéographiques.

L'objectif de conservation pour l'aire de répartition de la moule à épeautre à l'horizon 2025 est défini dans l'AGW « objectifs de conservation » du 1^{er} décembre 2016. L'objectif est de maintenir l'aire de distribution actuelle, celle-ci étant évaluée comme favorable dans le cadre du rapportage art. 17 de 2019. L'objectif de conservation quantitatif et qualitatif de la moule à épeautre à l'horizon 2025 vise à augmenter de 30 carrés UTM 1x1km la distribution de la moule et à améliorer la qualité de l'habitat.

Le cadre d'Action prioritaire pour la Wallonie, prévoit 4 mesures actives :

1. l'épuration des eaux usées dans les masses d'eau concernées par la moule épaisse sur 12% du territoire ;
2. la destruction d'espèces invasives (rat musqué et raton laveur) sur 12% du territoire ;
3. l'extensification des pratiques agricoles dans 10 masses d'eau ;
4. l'acquisition de terrains dans les zones les plus sensibles dont la surface est estimée à 100ha dont 80ha dans le réseau Natura 2000.

De même, le cadre d'Action prioritaire identifie 3 **besoins de restauration** :

1. plantations rivulaires (zone tampon, température de l'eau par ombrage) sur environ 100 ha dont 80 ha dans le réseau Natura 2000 ;
2. restauration de la continuité longitudinale pour les poissons hôtes sur 16 obstacles dont 14 inclus dans Natura 2000.
3. pour les populations les plus à risque ou lors de réparation des dommages suite à une pollution dont les effets impactent significativement une population, si l'habitat est restauré, le recours à l'élevage ex situ doit se mettre en place, comme suite à la pollution de la Sûre en 2014.

En conséquence, le plan d'action reprend 5 objectifs stratégiques :

- Ost 1 : Maintenir l'aire de répartition de la moule épaisse en zone atlantique et continentale.
- Ost 2 : Améliorer l'état de conservation quantitatif et qualitatif de la moule épaisse en zone atlantique et continentale.
- Ost 3 : Amplifier le monitoring de la moule épaisse en Wallonie.
- Ost 4 : Garantir la pérennisation des compétences en Wallonie.
- Ost 5 : Sensibiliser les acteurs de l'eau et le grand public.

Ces objectifs sont déclinés en 9 objectifs opérationnels comprenant au total 43 actions.

Objectif opérationnel 1 : diminuer les apports en nutriments, en pesticide et l'érosion non naturelle responsable du colmatage des fonds

Cet objectif opérationnel est lié aux 2 objectifs stratégiques suivant :

- Ost 1 : Maintenir l'aire de répartition de la moule épaisse en zone atlantique et continentale
- Ost 2 : Améliorer l'état de conservation quantitatif et qualitatif de la moule épaisse en zone atlantique et continentale

Action 1.1 : identifier les masses d'eau concernées par la moule épaisse ainsi que les masses d'eau en amont des populations ou sur des affluents afin d'assurer le maintien des populations, à l'échelle de la Wallonie, par la prise en compte des moules dans le cadre des plans, projets, travaux.

Cette action est réalisée dans le cadre du Life BNIP. Le tableau 6 identifie les masses d'eau concernées et prend en compte l'actualisation des données obtenue dans le cadre de l'action A16 du Life BNIP.

Au total, 64 masses d'eau sont concernées dont 31 masses d'eau directement concernées par la présence de la muette épaisse et 33 masses d'eau localisées en amont des populations ou sur des affluents au droit des populations.

Action 1.2 : identifier les masses d'eau dont l'état écologique n'est pas bon afin de cibler géographiquement les actions de restauration permettant d'assurer le maintien des populations à l'échelle de la Wallonie.

Cette action est réalisée dans le cadre du Life BNIP et cible l'ensemble des populations wallonnes.

Selon l'état écologique des masses d'eau en 2018, les masses d'eau en mauvais état écologiques directement concernées par la présence d'une population sont :

- SA11R - Eau d'Heure III
- MM19R - Hermeton II
- MM21R - Hermeton III
- MV06R - Mehaigne II
- MV31R - Mehaigne III
- OU33R - Marchette II
- SC28R - Semois III
- SC18R - Vierre II
- ML08R - Sûre I

Les masses d'eau situées en amont des populations ou sur des affluents dont l'état écologique n'est pas suffisant sont :

- HN14R - Petite Honnelle (population détruite suite à des curages à fond vif)
- SA08R - Eau d'Heure II (zone d'amont)
- SA09R - Thyria (affluent)
- SA10R - Ruisseau du Moulin (affluent)
- MM18R - Hermeton I (zone d'amont)
- MV03R - Mehaigne I (zone d'amont)
- MV04R - Burdinale (affluent)
- MV05R - Ruisseau de Forseilles (affluent)
- OU16R - Ruisseau de Nohaiqué (affluent)
- OU30R - Ruisseau de Blokai (affluent)
- SC08R - Semois I (zone d'amont)
- SC16R - Breuvane (affluent)
- SC19R - Ruisseau de Grandvoir (affluent)
- SC20R - Ruisseau de Neufchâteau (affluent)
- ML04R - Braunlauf II (affluent)

Action 1.3 : identifier l'origine des pressions et les points noirs responsables du mauvais état écologique permettant d'assurer le maintien des populations à l'échelle de la Wallonie

Pour les masses d'eau précitées à l'action 1.2, il conviendrait d'identifier les secteurs responsables (agriculture, industrie, urbanisation).

La présence de la moule épaisse devrait être un des critères prioritaires pour la mise en place d'action et cibler les mesures permettant de restaurer les masses d'eau (atteindre le bon état écologique) et s'assurer de ne pas dégrader les populations.

Cette action sera pilotée par le DEMNA en collaboration avec les contrats de rivières (cartographie des points noirs) et le DEE/DESU responsable du rapportage de la directive cadre eau en 2023.

Action 1.4 : identifier les populations prioritaires pour sélectionner des projets permettant de cibler l'améliorer l'état de conservation de certaines populations de moule épaisse (Life, PDR, FEAMP, Interreg, Plan de relance de la Wallonie)

Cette action est réalisée dans le cadre du Life BNIP.

Au vu de la large distribution de l'espèce et du nombre de cours d'eau concernés, il est illusoire de mettre en place des actions de restauration sur l'ensemble des masses d'eau et sites Natura 2000.

L'identification des populations prioritaires se base sur :

- la diversité génétique intra population ;
- l'originalité génétique des populations wallonnes ;
- l'évaluation du risque élevé de disparition à moyen terme sur base de l'estimation de la taille de la population et de la qualité des habitats ;
- la responsabilité wallonne à l'échelle de bio-région.

Les études génétiques et l'évaluation de la taille des populations ont été mises en œuvre dans le cadre d'actions financées par le Life BNIP.

Les populations qui montrent une diversité génétique intra population élevée, une originalité génétique à l'échelle de la Wallonie sont celles qui conservent un haut potentiel d'adaptation face au changement.

Ces populations sont :

- la Hantes ;
- le Laval (Ourthe occidentale) ;
- la Semois ;
- la Sûre ;
- l'Our.

L'évaluation du risque de disparition à moyen terme, sur base des inventaires mis en œuvre dans le cadre du Life BNIP, du monitoring art. 17 et du monitoring post inondations de 2021 sont :

- la Hantes (population fragmentée, effectif évalué à < 10.000 individus)
- l'Eau d'Heure (effectif évalué à < 1000 individus)
- le Laval (population isolée, effectif évalué à < 1000 individus)
- la Vierre (population évaluée à < 100 individus sur la partie amont du bassin)
- l'Ourthe (navigable, orientale, occidentale)
- l'Ulf (population évaluée à < 100 individus)
- l'Our supérieure (population évaluée à < 100 individus sur la partie amont du bassin)
- la Sûre (perte de 80% de la population suite à une pollution agricole en 2014)

Les populations wallonnes qui montrent un haut enjeu à l'échelle des régions biogéographiques sont :

- la Grande Honnelle ;
- la Meuse.

À l'échelle nationale, ces 2 cours d'eau abritent les seules populations restantes dans la région atlantique, l'espèce étant disparue en Flandre est très rare et fragmentée dans le nord de la France.

Action 1.5 : mettre en œuvre des programmes de restauration pour les populations prioritaires identifiées à l'action 1.4

Concernant les populations prioritaires du Laval et de l'Our supérieur, à la suite du Life BNIP, ces populations sont ciblées par le projet Life Vallées ardennaises en cours. Les objectifs sont la restauration de connectivité longitudinale en faveur des poissons hôtes, l'ombrage des cours d'eau, l'acquisition de terrain, le retrait des résineux et peupliers en fond de vallée ainsi que le renforcement des populations (4.000 jeunes mulettes épaisses).

Concernant la population de la Sûre, à la suite de la pollution et dans le cadre de la mise en œuvre de la directive responsabilité environnementale, des mesures de réparation sont en cours afin de restaurer l'état initial : actions de restauration de l'habitat (plantations rivulaires) et de renforcement des populations de mulettes épaisses sont en cours.

En complément, dans la vallée de la Sûre, le projet FEAMP « fish 4 Mussel », a permis de renaturer 700m de la Sûre.

Concernant la population de la Semois, dans le cadre des actions du Life Connexions, la restauration de cordons rivulaires et de forêts alluviales contribueront à améliorer la qualité de l'habitat et la résilience face aux changements climatiques.

Pour les autres populations, en fonction de l'expérience acquises dans les 5 projets précités, il conviendrait de mettre en place des études de faisabilité de restauration de l'habitat et le cas échéant de renforcement des populations si l'habitat répond aux exigences écologiques de l'espèce.

Cette action sera pilotée par le DEMNA.

Action 1.6 : identifier les populations non suffisamment intégrées dans le réseau Natura 2000 à l'échelle de la Wallonie

Cette action est réalisée dans le cadre du Life BNIP, du rapportage art. 17 et de l'actualisation des SDF.

Six populations ne bénéficient pas ou peu des mesures de protection réglementaires ou incitatives prévues par la mise en œuvre du réseau Natura. Le risque de ne pas pouvoir maintenir ou restaurer ces populations est donc plus élevé et pourrait contrevenir aux obligations de la directive.

Les 6 populations qui montrent une distribution dont moins de 40% est incluse dans le réseau Natura 2000 sont :

- la Haute Meuse (0% de la distribution intégrée dans un site Natura 2000) ;
- l'Eau d'Heure (0%) ;
- le Vachaux (13%) ;

- la Hantes (14%) ;
- la Rulles (38%) ;
- la Mehaigne (39%).

Parmi ces 6 populations, celle de la Hantes et de la Mehaigne sont évaluées comme prioritaires.

Action 1.7 : mettre en œuvre des mesures permettant de mieux protéger les populations identifiées par l'action 1.6.

Différentes possibilités doivent être étudiées :

- étendre le réseau Natura 2000 afin d'intégrer au minimum 75% de la distribution des populations ;
- localiser les terrains les plus sensibles et mettre en place un programme de convention visant à encadrer l'usage ;
- localiser les terrains les plus sensibles et mettre en place un programme d'achat de terrain visant à encadrer l'usage des terrains les plus sensibles par la création de réserves naturelles ;
- localiser les terrains les plus sensibles et mettre en place un programme prioritaire pour la contractualisation de MAEC à l'échelle du bassin versant.

Cette action sera pilotée par le DEMNA en concertation avec le DNF.

Action 1.8 : dans les sites Natura 2000, objectiver et évaluer les conséquences des déclassements des UG4 en UG5 et les autorisations accordées pour l'épandage de tout amendement organique ou minérale à moins de 12 m des berges.

La mise en place de bandes tampons UG4 (12m) le long des cours d'eau UGS1 est une mesure phare permettant de limiter le lessivage des nutriments, l'application des pesticides et l'érosion non naturelle de berges. Hormis les mesures générales, les UG5 n'imposent pas de mesures contraignantes en faveur du cours d'eau.

Suite aux déclassements de l'UG4, la continuité géographique de la mesure est vraisemblablement impactée et son efficacité moindre.

Par ailleurs, les mesures générales permettent d'utiliser des amendements à moins de 12m des berges sous réserve d'autorisation.

Il convient donc d'analyser la cohérence de ces 2 mesures dans les sites Natura 2000 concernés par la présence de la mulette épaisse.

Cette action sera pilotée par le DNF en concertation avec le DEMNA.

Action 1.9 : en dehors des sites Natura 2000, pour l'ensemble des populations, évaluer les besoins pour la contractualisation de MAEC le long des cours d'eau et dans le lit majeur (MB2, MC4, MB5, MC8b).

La mise en œuvre du Couvert Végétal Permanent le long des cours d'eau en bordure de culture et l'interdiction d'épandre des engrais et pesticides à moins de 6 m des berges limitent le risque de lessivage des polluants et l'érosion.

Néanmoins, dans les cours d'eau concernés par la mulette, une bande de minimum 12m de large devrait s'implanter à l'instar de la mesure Natura 2000 (UGS1 – UG4).

Cette action prévoit de quantifier les surfaces qui devraient être contractualisées sur base volontaire lorsqu'une population de moule est présente.

Cette action doit être menée en collaboration avec Natagriwal. Les populations identifiées comme prioritaires permettent de cibler les zones de travail prioritaires pour Natagriwal.

Action 1.10 : poursuivre l'épuration des eaux usées domestiques en zone d'assainissement individuelle et collective.

Concernant l'épuration collective, le programme d'investissement de la SPGE, en concertation avec le SPWARNE, devrait intégrer la présence de la moule comme facteur environnemental décisionnel.

Il conviendrait de cibler en priorité les masses d'eau dont l'état écologique n'est pas bon et abritant des populations identifiées à l'action 1.2 ainsi que les masses d'eau en amont des populations ou les masses d'eau affluent des populations.

Concernant l'épuration autonome, la mise en place des études de zone et la mise en œuvre de la mise de la réforme du GPAA (gestion publique de l'assainissement autonome, SPGE) devraient également cibler les populations prioritaires de moules épaisses.

Cette action sera pilotée par le DEMNA en concertation avec le DEE/DESU et la SPGE.

Action 1.11 : encadrer les vidanges d'étangs.

Les vidanges d'étang peuvent avoir pour conséquence le relâcher de vases dans le cours d'eau récepteur. Ces vases peuvent colmater les espaces interstitiels, asphyxier les moules d'eau douce et impacter la qualité de l'eau.

Sur les cours d'eau concernés par la présence de la moule, il conviendrait d'identifier les plans d'eau potentiellement les plus impactants (localisation sur le bassin versant, surface du plan d'eau, proximité de populations de moule épaisse), d'informer et sensibiliser les propriétaires des risques encourus et de recommander l'appui du DNF lors des vidanges.

Cette action est charge du DNF en concertation avec le DEMNA.

Objectif opérationnel 2 : s'adapter aux conséquences du dérèglement climatique

Cet objectif opérationnel est lié aux 2 objectifs stratégiques suivant :

- Ost 1 : Maintenir l'aire de répartition de la moule épaisse en zone atlantique et continentale
- Ost 2 : Améliorer l'état de conservation quantitatif et qualitatif de la moule épaisse en zone atlantique et continentale

Action 2.1 : encourager la reconversion des peuplements résineux en forêts alluviales indigènes.

Le long des cours d'eau et dans le lit majeur, par leur système racinaire, les plantations de résineux ont pour conséquence une érosion non naturelle des berges et du lit majeur (zone inondable). De plus, les drainages historiques contribuent au colmatage des espaces interstitiels et diminuent les capacités de

stockage de l'eau dans les sols. En lien avec le dérèglement climatique, l'augmentation des étiages sévères et prolongés, l'augmentation de la température de l'eau et l'augmentation de l'intensité des inondations ont pour conséquence un risque plus élevé d'érosion des berges et des drains.

La reconversion des peuplements de résineux en forêt alluviale permettra de limiter l'érosion, de fermer les drains actifs, de mieux retenir l'eau dans les sols et de maintenir ou développer l'ombrage des cours d'eau.

La présence de la mulette épaisse devrait être un critère décisionnel pour l'application du plan d'action « forêts alluviales » dans le lit majeur et les bassins hydrographique concernés.

Cette action sera pilotée par le DEMNA, les sources de financements potentielles sont PwDR, Life, Interreg.

Action 2.2 : développer l'ombrage les cours d'eau par la plantation de cordons rivulaires.

L'ombrage des cours d'eau par la plantation de cordon rivulaires est une mesure phare permettant de limiter l'augmentation de la température de l'eau et ses conséquences sur la survie de la mulette épaisse et de ses poissons hôte.

Par ailleurs, les cordons rivulaires sont des bandes tampons permettant de limiter le lessivage des nutriments, la dispersion des brumes de pulvérisation et de diminuer la puissance des inondations.

La présence de la mulette épaisse devrait-être un critère décisionnel pour l'application du plan d'action « forêts alluviales » dans le lit majeur et les bassins hydrographiques concernés, la contractualisation de MAEC (MB 1a) dans les prairies et le long des cultures dans le cadre de la mise en œuvre du CVP.

Cette action sera pilotée par le DEMNA, les sources de financements potentielles sont MAEC, PwDR, Life, Interreg.

Action 2.3 : conserver les prairies en zone inondables.

Le maintien des prairies en zone inondable joue un rôle majeur dans l'atténuation des conséquences des inondations, la gestion de l'érosion des sols et le lessivage des engrais et pesticides.

La présence de la mulette épaisse devrait être un critère de priorité dans la contractualisation de MAEC (MB2 et MC4).

Cette action sera pilotée par le DEMNA en concertation avec Natagriwal.

Action 2.4 : prendre en compte la présence de la mulette épaisse dans le cadre de l'établissement des normes de rejets des STEP.

En concertation avec le DEE/DESU, le DNF, le DEMNA, il conviendrait de s'accorder sur les normes de rejets émises lorsque ceux-ci sont localisés dans les populations de mulettes ou en amont de celles-ci afin de mieux prendre en compte les exigences écologiques de la mulette épaisse et les conséquences du réchauffement climatique (moindre dilution des eaux de rejets).

Cette action a été initiée en février 2022.

Action 2.5 : prendre en compte la présence de la mulette épaisse dans le cadre de la mise en œuvre de la stratégie intégrale sécheresse (plan de relance axe 2, 2.4)

La stratégie sécheresse adoptée en 2021 par le GW prévoit, entre autres, des actions pour protéger la ressource en eaux afin de limiter les effets sur les eaux souterraines et de surface, pour favoriser la résilience des milieux naturels et de l'espace rural face à la sécheresse.

Il conviendrait de sensibiliser les acteurs de la stratégie afin de prendre en compte la présence de la mulette épaisse pour définir des zones géographiques prioritaires concernées par les études et actions à mettre en place dans le cadre de la stratégie.

Cette action sera pilotée par le SPWARNE.

Action 2.6 : évaluer la résilience et les conséquences des changements climatiques sur les populations de la mulette épaisse

À la suite de l'étiage historique de 2020, faisant suite à des étiages sévères déjà observés en 2017, 2018 et 2019 et aux inondations historiques de 2021, il conviendrait d'évaluer l'impact sur la distribution et la structure des populations de mulettes.

Les populations visées prioritairement par cette action sont :

- la Semois (étiage historique)
- la Sûre (étiage historique)
- la Lesse (étiage historique & inondation historique)
- l'Ourthe (étiage historique & inondation historique)

Cette action sera pilotée par le DEMNA.

Objectif opérationnel 3 : anticiper les pollutions et réparer les dommages

Cet objectif opérationnel est lié aux 2 objectifs stratégiques suivant :

- Ost 1 : Maintenir l'aire de répartition de la mulette épaisse en zone atlantique et continentale
- Ost 2 : Améliorer l'état de conservation quantitatif et qualitatif de la mulette épaisse en zone atlantique et continentale

Action 3.1 : anticiper les pollutions aux hydrocarbures et matières en suspension (MES).

Des pollutions aiguës impactant l'habitat cours d'eau sont fréquentes, en ce compris dans les cours d'eau abritant la mulette épaisse (Mehaigne, Eau Blanche, Viroin, Rulles, Hermeton, Lesse, Ourthe, Our, Sûre).

Parmi les sources de pollution les plus fréquentes, les défauts d'étanchéité des citernes de mazout ou des dispositifs de remplissage et les pollutions par des MES causés par des rejets de carrières.

Dans les bassins concernés par la présence de la mulette, il conviendrait d'analyser la faisabilité de la mise en place d'actions de sensibilisation sur la législation relative aux citernes de mazout et le cas échéant, revoir les dispositions du permis d'environnement de certaines carrières.

Cette action sera pilotée par le DEMNA.

Action 3.2 : réparer les dommages.

Lorsque l'origine et le responsable d'une pollution sont identifiés et que le lien causal entre la pollution et les impacts significatifs sur une population de mulette épaisse est établi, il conviendrait de renforcer les moyens humains pour davantage appliquer la directive responsabilité environnementale et mettre en œuvre les mesures de réparation adéquates.

Cette action sera pilotée par le SPWARNE.

Objectif opérationnel 4 : gérer les espèces invasives exotiques

Cet objectif opérationnel est lié aux 2 objectifs stratégiques suivants :

- Ost 1 : Maintenir l'aire de répartition de la mulette épaisse en zone atlantique et continentale
- Ost 2 : Améliorer l'état de conservation quantitatif et qualitatif de la mulette épaisse en zone atlantique et continentale

La prédation par le rat musqué constitue un risque élevé de disparition, au minimum à l'échelle locale, des mulettes épaisses. A titre d'exemple, sur la Semois, plus de 3.000 mulettes sont consommées annuellement par un foyer de rats. Dans le cadre du Life Vallées ardennaises, les financements permettent de réintroduire 4.000 jeunes mulettes.

Action 4.1 : évaluer les densités de rats musqués

La densité des rats musqués peut varier en fonction des cours d'eau, des sections de cours d'eau. Par exemple, la nature des berges influence la capacité du rat musqué à y creuser ses galeries.

En collaboration avec le service de piégeage du DCENN et la cellule transversale invasive, afin de quantifier le risque de prédation sur les cours d'eau, il conviendrait de mettre en place (ou évaluer la faisabilité) une étude visant à évaluer la taille des populations de rat musqué et mettre en place un plan d'action prenant en compte les populations prioritaires de mulettes épaisses.

Cette action sera pilotée par le SPWARNE mais actuellement le service de piégeage (DCENN) ne peut répondre à la demande.

Action 4.2 : définir et mettre en place un plan d'action contre le rat musqué

En fonction des résultats de l'action 4.1, en collaboration avec le service de piégeage du DCENN et la cellule transversale invasive, évaluer les besoins internes et en sous-traitance pour mettre en place la lutte dans les cours d'eau prioritaires les plus à risque.

Cette action sera pilotée par le SPWARNE (cellule transversale invasive) mais actuellement le service de piégeage (DCENN) ne peut répondre à la demande.

Action 4.3 : évaluer les effets de la destruction du rat musqué sur les populations de mulettes épaisses (distribution, densité, structure d'âge).

Cette étude nécessite une sous-traitance (60.000 euros) et doit se mettre en place avant les opérations de destruction et 4 années après (détection des jeunes moules plus aisées)

Cette action sera pilotée par le SPWARNE (cellule transversale invasive) mais actuellement les moyens humains et financier ne permette pas de rencontrer la demande.

Action 4.4 : définir et mettre en place un plan d'action contre le raton laveur.

La prédation des moules par le raton laveur est avérée dans son aire d'origine. En Wallonie, les cam trap démontrent que le raton laveur fouille le fond des cours d'eau dans les zones de présence de la moule épaisse (Semois, Civanne).

En collaboration avec le service de piégeage du DCENN et la cellule transversale invasive, définir et mettre en œuvre un plan d'action prenant en compte des populations prioritaires de moules épaisses.

Objectif opérationnel 5 : assurer une gestion des cours d'eau compatible avec les exigences de la moule épaisse

Cet objectif opérationnel est lié aux 2 objectifs stratégiques suivant :

- Ost 1 : Maintenir l'aire de répartition de la moule épaisse en zone atlantique et continentale
- Ost 2 : Améliorer l'état de conservation quantitatif et qualitatif de la moule épaisse en zone atlantique et continentale

Action 5.1 : gérer physiquement les cours d'eau prenant en compte la présence des moules épaisses.

Dans le cadre des travaux d'entretien des cours d'eau (PARIS) et autres travaux tout comme lors de la mise en œuvre des PGRI, il conviendrait de s'assurer de la prise en compte de la présence de la moule épaisse en appliquant la séquence décisionnelle ERC « Éviter, réduire, compenser ». Le guide technique « Moule épaisse et autres bivalves : Quels projets doivent les prendre en compte et comment » est une référence en la matière.

L'adoption d'un AGW visant, entre autres, à encadrer la concertation est en cours de finalisation. Il conviendra de s'assurer que la concertation avec l'ensemble des gestionnaires de cours d'eau permet d'éviter d'impacter des populations de moules épaisses.

L'information de présence de la moule épaisse est accessible au DNF via l'application « espèces protégées » développé par la DNE.

En complément, il conviendrait de s'assurer de la prise en compte de la moule dans le cadre par une note interne visant à sensibiliser les cantonnements directement concernés et les districts du DCENN (DEMNA – DNF).

Cette action sera pilotée par le DEMNA.

Action 5.2 : évaluer les dérogations octroyées dans les UGS1 visant à curer les cours d'eau

Le curage des cours d'eau implique une destruction directe des moules au droit des travaux et des destructions indirectes en aval. Afin d'évaluer les conséquences des dérogations octroyées, il conviendrait de géoréférencer les dérogations et de les croiser avec les cartes de distribution de la moule épaisse.

Cette action sera pilotée par le SPWARNE.

Action 5.3 : identifier les cours d'eau impactés par les variations de débit non naturel (hydropeaking, relâcher de barrage).

Les fluctuations non naturelles du débit des cours d'eau suite à l'exploitation de centrales hydroélectriques ou à la gestion des barrages impactent négativement le métabolisme des moules épaisses (exondation des moules, dépense énergétique pour leur déplacements horizontaux ou verticaux, relâcher brutal déstabilisant le substrat et les moules). Les populations de la Vierre, l'Our, la Semois, la Rulles et la Mehaigne sont déjà identifiées.

Afin de mieux objectiver cette menace, il conviendrait, avec le DCENN, de lancer une étude visant à identifier les cours d'eau impactés, la récurrence des fluctuations, l'ampleur des fluctuations et identifier ceux concernés par la présence de la moule épaisse.

Cette action sera pilotée par le SPWARNE.

Action 5.4 : mettre en place des mesures permettant d'éviter les variations de débit non naturel.

En fonction de l'action 5.3, adapter les dispositifs existants, vérifier le respect des dispositions du permis d'environnement et l'adapter si nécessaire.

Cette action sera pilotée par le SPWARNE.

Objectif opérationnel 6 : éviter les effets négatifs du développement touristique

Cet objectif opérationnel est lié aux 2 objectifs stratégiques suivants :

- Ost 1 : Maintenir l'aire de répartition de la moule épaisse en zone atlantique et continentale
- Ost 2 : Améliorer l'état de conservation quantitatif et qualitatif de la moule épaisse en zone atlantique et continentale

Le développement du tourisme nautique peut impacter l'état de conservation des moules épaisses (destruction directe et indirecte des individus, altération de l'habitat).

Action 6.1 : réviser l'AGW de 2009 réglementant la circulation dans les cours d'eau.

L'évaluation de l'accumulation des permis octroyés sur un cours d'eau n'est pas suffisamment prise en compte dans les EAI. De plus, les conditions sectorielles définies dans l'AGW ne permettent pas d'encadrer l'exploitation de moins de 25 embarcations (déclaration de classe 3, pas d'EAI et donc pas de prise en compte des impacts cumulés à l'échelle d'un cours d'eau).

Cette action relève des missions du DCENN.

Objectif opérationnel 7 : évaluer, adapter, amplifier, pérenniser le monitoring

Cet objectif opérationnel est lié aux objectifs stratégiques suivants :

- Ost 1 : Maintenir l'aire de répartition de la mulette épaisse en zone atlantique et continentale
- Ost 2 : Améliorer l'état de conservation quantitatif et qualitatif de la mulette épaisse en zone atlantique et continentale
- Ost 3 : Amplifier le monitoring de la mulette épaisse en Wallonie
- Ost 4 : Garantir la pérennisation des compétences en Wallonie

Action 7.1 : évaluer l'efficacité coût bénéfice du monitoring wallon des mulettes épaisses.

La distribution de la mulette épaisse en Wallonie couvre une large partie du territoire, concerne 24 cours d'eau dont le linéaire peut être supérieur à 100 km (Ourthe, Semois). L'effort actuellement investi dans le monitoring est vraisemblablement conservatoire, risque de ne détecter que des changements très importants dans la taille et la structure des populations et ne couvre qu'une partie des cours d'eau.

Actuellement, le monitoring art. 17 vise à évaluer au moins une fois tous les 6 ans, l'évolution de la distribution des mulettes à l'échelle d'un cours d'eau ainsi que la densité et la structure d'âge des populations.

L'évolution de la distribution se base sur des données tout venant et sur des inventaires dirigés basés sur la détection visuelle (aquascopes) et tactile (Pfeiffer et Nagel 2010). L'évolution de la densité et de la structure des populations se base sur des inventaires standardisés sur des successions tronçons fixes de 20 m de long prospectés 20 min en berge droite, 20 min en berge gauche et 20 min au centre du cours d'eau.

Le monitoring des habitats et des populations de poissons hôtes se base sur les données engrangées par la DCE ainsi que des enquêtes ciblées financées par le DEE.

Actuellement, les moyens humains à disposition permettent un suivi standardisé des populations de la Sûre, l'Our, l'Ourthe, la Semois, la Vierre, l'Hermeton, la Mehaigne et la Lesse. Le nombre de tronçons monitorés reste insuffisant pour l'Ourthe, la Lesse, la Vierre et la Semois. Les populations de la Grande Honnelle, la Hantes, l'Eau d'Heure ne font pas l'objet d'un suivi standardisé, seuls des monitorings ponctuels et la distribution sont contrôlés par opportunité dans le cadre de stage, mémoire ou suivi de pollution.

Afin d'évaluer l'effort de prospection minimale à mettre en œuvre pour détecter des changements significatifs, à l'instar de ce qui a été statistiquement développé pour les suivis d'habitats ouverts, il conviendrait de mettre en place une évaluation (sous-traitance, 20.000 euros, CRA).

Cette action sera pilotée par le DEMNA.

Action 7.2 : homogénéiser la méthodologie avec les autres pays européens.

À l'échelle de l'Europe, les états membres mettent en œuvre des méthodes d'évaluation peu calibrées avec des moyens financiers très variables.

Dans le cadre du projet COST Confremus auquel participe le DEMNA/DNE, une compilation des méthodes de monitoring à l'échelle de l'Europe est en cours. Une évaluation des moyens mis en œuvre par les états membres est également en cours.

Cette action sera pilotée par le DEMNA.

Action 7.3 : adapter le monitoring si nécessaire.

En fonction de l'action 7.1 et 7.2, adapter le monitoring en Wallonie et mettre les moyens humains et financiers à disposition. L'implication de parcs naturels et de contrat de rivière est opportune comme c'est le cas actuellement.

Cette action sera pilotée par le DEMNA.

Action 7.4 : confirmer la disparition de populations non détectées depuis 2002

Les inventaires répétés dans l'Eau Blanche, le Viroin, la Petite Honnelle, la Trouille, le By n'ont pas permis de retrouver des individus vivants.

L'utilisation des méthodes de détection par l'ADN environnementale permettrait de confirmer la disparition de ces populations (sous-traitance de 100.000 euros).

Cette action sera pilotée par le DEMNA.

Action 7.5 : amplifier/finaliser les inventaires pour mieux évaluer la distribution.

Les cours d'eau (ou section de cours d'eau) nécessitant des investigations complémentaires (données historiques non actualisées ou données de coquilles potentiellement récentes ou pas de données historiques/récentes mais inclus dans un sous-bassin hydrographique abritant l'espèce dont les caractéristiques écologiques pourraient correspondre aux exigences de l'espèce) sont : la Dendre orientale et occidentale, la Petite Honnelle, le ruisseau d'Angreau, la Trouille, la Sambre en amont de Thuin, la Hantes en amont de Fourbechies, l'Eau Blanche en amont de Boussu-en-Fagne, le Viroin en amont de Treignes, la Mollignée, l'Ilève (affluent de la Lesse), l'Ourthe orientale, la Haute-Vierre et la Lienne.

En raison du Covid, les inventaires programmés en 2020 et 2021 n'ont pas pu être réalisés.

Cette action sera pilotée par le DEMNA.

Action 7.6 : former des bureaux d'étude à la détection des mulettes épaisses.

Afin de développer et pérenniser l'expertise en dehors du SPWARNE, il conviendrait de mettre en place des formations visant des bureaux d'étude.

Cette action sera pilotée par le DEMNA.

Action 7.7 : maintenir et amplifier les ressources humaines au SPWARNE

Cette action vise à garantir la pérennisation de l'expertise au sein du SPWARNE et de s'assurer du transfert des connaissances.

Objectif opérationnel 8 : identifier les GAP de connaissances et mettre en œuvre les études adéquates.

Cet objectif opérationnel est lié aux 2 objectifs stratégiques suivants :

- Ost 1 : Maintenir l'aire de répartition de la mulette épaisse en zone atlantique et continentale
- Ost 2 : Améliorer l'état de conservation quantitatif et qualitatif de la mulette épaisse en zone atlantique et continentale

Action 8.1 : identifier les carences en connaissances scientifiques permettant d'optimiser les projets de restauration

Cette action est en cours à l'échelle européenne à travers le projet COST Confremus. La Belgique est représentée par le DEMNA.

Parmi les études qui devraient-être mises en œuvre :

- l'impact du castor sur les populations de mulettes épaisses et son habitat ;
- l'identification des facteurs explicatifs de la présence et de l'absence des mulettes épaisses dans les cours d'eau wallons (thèse de doctorat en cours) ;
- l'impact de retombée azotée sur la qualité de l'habitat de la mulette épaisse ;
- le régime alimentaire des mulettes adultes et des juvéniles ;
- l'impact de l'hydromorphologie des cours d'eau sur l'état de conservation des populations

Action 8.2 : encadrer et financer les études clés

En fonction de l'action 8.1, assurer le financement et l'encadrement des études clés. Le projet en cours d'accord cadre pour la biodiversité devrait y contribuer.

Cette action sera pilotée par le SPWARNE.

Action 8.3 : renforcer la concertation transfrontalière

Les cours d'eau frontaliers concernés par la présence de la mulette nécessitent de se coordonner pour identifier les lacunes de connaissances en termes de distribution, coordonner le monitoring, identifier les pressions, mettre en œuvre des actions de restauration cohérentes au sein du réseau Natura 2000 et en dehors du réseau.

Ces cours d'eau sont l'Our, la Sûre, la Grande Honnelle, l'Oise, la Hantes, la Semois.

Cette action sera pilotée par le DEMNA en concertation avec le DNF

Objectif opérationnel 9 : Sensibiliser

Cet objectif opérationnel est lié à l'objectif stratégique suivant :

- Ost 5 : sensibiliser les acteurs de l'eau et le grand public

Ces actions seront pilotées par le DEMNA à travers des projets Life.

Action 9.1 : mettre en place une formation à destination des acteurs d'eau.

Cette action cible les gestionnaires de cours d'eau, les contrats de rivières, les communes, parcs naturels, associations, syndicats agricoles...

Action 9.2 : sensibiliser et former les médias

Cette action vise les journalistes spécialisés dans les problématiques environnementales.

Action 9.3 : rédiger et diffuser un folder

Cette action vise le grand public et les acteurs de l'eau. Le contenu reprendra une description de l'espèce, les enjeux de conservation, les bonnes pratiques de gestion. Préalablement à la création du folder, un Bench mark devrait être mis en place.

Action 9.4 : créer une page web sur le site biodiversité.wallonie.be

6 Localisation de zones à restaurer / liste des sites

La liste des populations prioritaires pour la mise en place de projets de restauration est présentée aux actions 1.2, 1.3, 1.4 et 1.5 de l'objectif opérationnel 1.

7 Recommandations relatives au cadre légal

Les recommandations relatives au cadre légal se baseront sur les résultats de la sous-traitance prévue sous l'action A13 – A14 du Life BNIP. Certains points d'attention ont en outre été formulés dans les objectifs opérationnels ainsi qu'au point 4.1.3. et 4.1.4.

8 Bibliographie

Bauer G., Hochwald S., Silkenat W. 1991. Spatial distribution of Fresh-water mussels. The role of host fish and metabolic rate. *Freshwater biology* vol; 26(3):pp.377-386.

Bauer, Gerhard, and Klaus Wächtler. 2001. *Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida*. Ecological. Springer.

Cuchertat X., Lamand F., Prié V. (2021). DREAL Grand Est, DRIEAT Ile-de-France, Guide technique : Mulette épaisse et autres bivalves : Quels projets doivent les prendre en compte et comment ?

Colleran et al. 2020 in Matte, Boivin et Lavoie. 2022. Japanese knotweed increases soil erosion on riverbanks. *River Research and Applications*, vol 38 (3). <https://doi.org/10.1002/rra.3918>

Denic, Marco, Katharina Stoeckl, Bernhard Gum, and Juergen Geist. 2014. Physicochemical Assessment of Unio Crassus Habitat Quality in a Small Upland Stream and Implications for Conservation." *Hydrobiologia* 735:111–22. <https://doi.org/10.1007/s10750-013-1467-z>.

Engel et Wächtler. 1990. Folgen von Bachentkrautungsmaßnahmen auf einen Süßwassermuschelbestand am Beispiel eines Kleinen Fließgewässers des südlichen Drawehn. *Natur und Landschaft* 65 : 63-65.

Engel et Wächtler. 1989. Some peculiarities in developmental biology of two forms of the freshwater bivalve Unio crassus in northern Germany. *Arch Hydrobiol* 115:441–450.

Feind, Geist and Kuehn. 2018. "Glacial Perturbations Shaped the Genetic Population Structure of the Endangered Thick-Shelled River Mussel (Unio Crassus, Philipsson 1788) in Central and Northern Europe." *Hydrobiologia* 810 (1). Springer International Publishing:177–89. <https://doi.org/10.1007/s10750-017-3134-2>.

Fouillé. 2013. "Etude d'impact de La Qualité Intra-Sédimentaire En Vue de La Protection Des Nâïades Sur Les Rivières de La Cure et Du Cousin."

Geist andl Auerswald. 2007. "Physicochemical Stream Bed Characteristics and Recruitment of the Freshwater Pearl Mussel (*Margaritifera Margaritifera*)." *Freshwater Biology* 52 (12):2299–2316. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2007.01812.x>.

Hochwald, Gum, Rudolph and Sachteleben. 2012. "Leitfaden Bachmuschelschutz." Bayerisches Landesamt für Umwelt, 115 pp.

Hochwald, Susanne. 1997. "Das Beziehungsgefuege Innerhalb Der Groeßenwachstums- Und Fortpflanzungsparameter Bayerischer Bachmuschelpopulationen (*Unio Crassus* Phil. 1788) Und Dessen Abhaengigkeit von Umweltparametern." Universitaet Bayreuth, Germany.

IUCN redlist. 2019. IUCN Red List of Threatened Species. Retrieved February 21, 2020, from Jombart T (2008) *adeqnet: a R package for the multivariate analysis of genetic markers*. *Bioinformatics*, 24, 1403–1405.

Jombart, Devillard, Balloux . 2010. Discriminant analysis of principal components: a new method for the analysis of genetically structured populations. *BMC Genetics*, 11, 94. IUCN redlist, 2018

Khöler. 2006. Observations on impaired vitality of *Unio crassus* (*Bivalvia: Najadae*) populations in conjunction with elevated nitrate concentration in running waters. *Acta hydrochimica et hydrobiologica*. <https://doi.org/10.1002/aheh.200500635>

Kirsch. 2014. Predatory impact of the non-native signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) on the endangered thick shelled river mussel (*Unio crassus*). Submitted in the fulfilment of the requirements for the Degree of MSc Biodiversity and Conservation Faculty of Biological Sciences, University of Leeds.

Lecuire C. 2020. Etude des effets de la prédation du rat musqué sur la Mulette épaisse dans la Semois. Université de Liège, 66p. Etude réalisée dans le cadre du projet LIFE2014 IPE BE002.

Kryger et Riisgard. 1988/ Filtration rate capacities in 6 species of european freshwater bivalves. *Oecologia* 77 : 34-38.

Libois et Hallet. 1987. The Unionid Mussels of tehe Belgian Upper river Meuse : An assessment of the impact pf hydraulic works on the river water self-purification. *Biological Conservation* 2 : 115-132.

Lopes-Lima , Sousa, Geist, Aldridge, Araujo, Bergengren, Bespalaya, Bódis, Burlakova, Van Damme, Douda , Froufe , Georgiev, Gumpinger, Karatayev, Kebapçi, Killeen, Lajtner, Larsen, Lauceri, Legakis , Lois , Lundberg , Moorkens , Motte , Nagel, Ondina, Outeiro, Paunovic, Prié, von Proschwitz, Riccardi, Rudzīte, Rudzītis, Scheder, Seddon, Şereflişan, Simić, Sokolova, Stoeckl, Taskinen, Teixeira , Thiehen, Trichkova, Varandas, Vicentini, Zajac, Zajac, Zogaris. 2017. Conservation status of freshwater mussels in Europe: state of the art and future challenges. *Biological Reviews* 92; 572–607. <https://doi.org/10.1111/brv.12244>.

Lopes-Lima, Burlakova, Karatayev, Melher, Seddon, Sousa. 2017. Conservation of freshwater bivalves at the global scale : diversity, threats and research needs. *Hydrobiologia* 810 : 1-14.

Marescaux, Latli, Lorquet, Virgo, Doninck, Beisel. Benthic macro-invertebrate fauna associated with *Dreissena* mussels in the Meuse River. From incapacitating relationships to facilitation. *Aquat. Ecol*, DOI 10.1007/s10452-015-9540-5.

Negus. 1966. A quantitative study of growth and production of unionid mussels in the river Thames at Reading. *Journal of Animal Ecology* 35 : 513-532.

Nijs & Van Goethem. 1995. Distributional data of the unionids in Belgium (Mollusca, Bivalvia, Unionidae). *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, 65 : 83-87.

Pfeiffer et Nagel. 2010. Schauen ,tasten, graben. Strategien und methoden für die Erfassung von bachmuscheln. *Nul* 42 (6) : 171-179.

Richter, Anna, Katharina Stoeckl, Marco Denic, and Juergen Geist. 2016. "Association between the Occurrence of the Thick-Shelled River Mussel (*Unio Crassus*) and Macroinvertebrate, Microbial, and Diatom Communities." *Freshwater Science* 35 (3):922–33. <https://doi.org/10.1086/687811>.

Rodriguez, Souza, Pardo. 2016. Negative effects of *Corbicula fulminea* over native freshwater mussels. *Hydrobiologia* 810 : 85-95. <https://doi.org/10.1007/s10750-016-3059-1>

Stoeckl and Geist. 2016. "Hydrological and Substrate Requirements of the Thick-Shelled River Mussel *Unio Crassus* (Philipsson 1788)." *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 26 (3):456–69. <https://doi.org/10.1002/aqc.2598>.

Stoeckl, Taeubert, and Geist. 2015. "Fish Species Composition and Host Fish Density in Streams of the Thick-Shelled River Mussel (*Unio Crassus*) - Implications for Conservation." *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 25 (2):276–87. <https://doi.org/10.1002/aqc.2470>.

Stoeckle, Hasenbein, Feind, Bayerl, Huber & Jürgen Geist. 2019. Genetic characterization of thick-shelled river mussel (*Unio crassus*) populations and habitat quality analysis in the catchments Meuse, Escaut and Rhine in Wallonia, Belgium. (Project: LIFE2014 IPE BE002 (Belgian Nature integrated Project)).

Strayer et al. 1994. Distribution, abundance and roles of freshwater clams (*Bivalvia*, *Unionidea*) in the freshwater tidal Hudson river. *Freshwater biology* 31 : 239-248.

Taeubert, Gum, and Geist. 2012. "Host-Specificity of the Endangered Thick-Shelled River Mussel (*Unio Crassus*, Philipsson 1788) and Implications for Conservation." *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 22 (1):36–46. <https://doi.org/10.1002/aqc.1245>.

Taeubert, Nobi & Geist. 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: 231-237. DOI 10.1002/aqc.2385.

Vaessen, Houbrechts, Peeters et Van Campenhout. 2021. Caractéristiques hydro-géomorphologiques des microhabitats d'*Unio crassus* (Ardenne, Belgique). *Relief, Processus, Environnement*, vol. 27 (1). [Tehttps://doi.org/10.4000/geomorphologie.15113](https://doi.org/10.4000/geomorphologie.15113)

Vaughn. 2010. Biodiversity losses and ecosystem function in freshwaters : emerging conclusions and research directions. *Bioscience* 60 : 25-35.

Vaughn et Hakenkamp 2001. The functional rôle of burrowing bivalves in freshwater ecosystems. *Freshwater Biology*, 46 (11) : 1431-1446. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2427.2001.00771.x>

Vaughn, Caryn, et Taylor. 2000. "Macroecology of a Host-Parasite Relationship." *Ecography* 23:11–20.

Vaughn, Caryn C. 2017. Ecosystem Services Provided by Freshwater Mussels.” *Hydrobiologia*. Springer International Publishing, 1–13. <https://doi.org/10.1007/s10750-017-3139-x>.

Vaughn, Caryn. 2018. Ecosystem services provided by freshwater mussels. *Hydrobiologia*, 810(1), 15–27. <https://doi.org/10.1007/s10750-017-3139-x>

Zajac et Zajac. 2011. The rôle of active individual movement in habitat selection in the endangered freshwater mussel *Unio crassus*. *Journal of Conchology* (2011), Vol.40, No.4.

Zajac, Florek, Zajac, Adamski, Bielański, Ćmiel, Klich, and Lipińska. 2018. “On the Reintroduction of the Endangered Thick-Shelled River Mussel *Unio Crassus*: The Importance of the River’s Longitudinal Profile.” *Science of the Total Environment* 624:273–82. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.346>

Zajac, T. A. Zajac, Adamski, Bielański, Ćmiel, & Lipińska 2019.-. Dispersal and mortality of translocated Thick Shelled River Mussel *Unio crassus* Philipsson, 1788 adults revealed by radio tracking. *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems*. 29 : 331-340. DOI: 10.1002/aqc.3063