

Action D3 : Bilan du suivi de
Margaritifera margaritifera réalisé
de 2015 à 2020 sur la haute
Dronne



TABLE DES MATIERES

Contexte : Le programme LIFE NAT/FR/000506	4
1.1. Fiche synthétique du programme LIFE NAT/FR/000506	4
1.2. Présentation de suivi de la population de <i>Margaritifera margaritifera</i> sur la haute Dronne .	5
2. suivi des individus déplacés DE L'ancienne forge de chapelas_VOlet 1	7
2.1. Rappel du Contexte	7
2.2. Résultats des suivis.....	8
3. Suivi des individus de <i>Margaritifera margaritifera</i> sur un réseau de stations_VOlet 2.....	10
3.1. Etat des lieux des données disponibles.....	10
3.2. Rappel du protocole utilisé	11
3.3. Méthode d'échantillonnage	13
3.4. Résultats	17
3.4.1. Calendrier de réalisation et conditions d'observation	17
3.4.1. Echantillonnage 1	19
3.4.2. Echantillonnage 2	20
4. prospection sur des lineaires peu connu_volet 3	23
4.1. Données disponible sur le bassin versant	23
4.2. Résultats des prospections réalisés entre 2015 et 2020.....	24
4.2.1. Calendrier de réalisation	24
4.2.2. Echantillonnages.....	25
4.2.3. Interprétations des résultats	28
5. Conclusion	29
BIBLIOGRAPHIE	31

TABLE DES FIGURES

Figure 1: Localisation des stations de prélèvement et d'accueil.....	7
Figure 2 : Quadras d'accueil des individus marqués en vue de leur suivi dans le temps.....	8
Figure 3 : nombre de mulettes retrouvées 6 mois, 18 mois, 34 et 45 mois après le déplacement.....	9
Figure 4 : Densité de Mulettes observées lors de l'inventaire en 2003.....	10
Figure 5 : Schéma de principe – mise en œuvre de l'échantillonnage 1.....	13
Figure 6 : Mise en application de l'échantillonnage 1 sur le terrain	14
Figure 7 : Schéma de principe – mise en œuvre de l'échantillonnage 2.....	15
Figure 8 : Exemple d'un filet Surber réajusté aux dimensions adéquates	15
Figure 9 : Mise en œuvre sur le terrain de l'échantillonnage 2	15
Figure 10 : Localisation des stations de suivi mulettes en 2016 et 2019	18
Figure 11 : Distribution des longueurs toutes stations confondues	21
Figure 12 : Courbe de croissance Von Bertalanffy de la Longueur de coquille en fonction de l'âge pour les individus provenant de l'amont et de l'aval.	21
Figure 13 : Effectifs cumulés classés par longueur de coquille_ Toutes stations confondues	22
Figure 14 : Répartition interstationnelle de la population de moule perlière sur la haute Dronne	23
Figure 15 : Linéaire prospecté avant le lancement du programme LIFE.....	24
Figure 16 : Linéaire prospecté entre 2003 et 2020	28

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1: Bilan des suivis des mulettes marquées au cours des quatre années.....	9
Tableau 2 : Synthèse des résultats pour l'échantillonnage 1	19
Tableau 3 : Résultats de l'échantillonnage 2 sur les stations de suivi du programme LIFE	20
Tableau 4 : Description de prospections réalisées entre 2015 et 2017	25
Tableau 5 : Description de prospections réalisées en 2020.....	26

CONTEXTE : LE PROGRAMME LIFE NAT/FR/000506



1.1. Fiche synthétique du programme LIFE NAT/FR/000506

Généralités :

Durée du projet : 1/06/2014 - 31/08/2021

Budget global du projet Life + : 6 019 394 € (co financement 49 % UE)

Cofinanceurs français : Agence de l'Eau Adour Garonne, DREAL Limousin, Régions Nouvelle-Aquitaine, Département de la Dordogne, Fondation IBD

Bénéficiaire principal : PNR Périgord-Limousin / Bénéficiaire associé : Université de Bordeaux

Objectifs :

Globalement abondante, mais surexploitée et polluée par les activités humaines, l'eau est devenue un bien fragile, tant en quantité qu'en qualité. Plus que jamais une bonne gestion de l'eau est une des conditions du développement humain durable. Les nombreuses perturbations dont souffrent les cours d'eau sont à l'origine de la raréfaction d'espèces d'intérêt patrimonial et de la perte de biodiversité. La gestion de l'eau passe alors par la protection et la conservation d'espèces qui sont des marqueurs fiables du bon fonctionnement des cours d'eau. Les objectifs principaux du programme sont la conservation et l'accroissement de la population de Moule perlière (*Margaritifera margaritifera*), espèce d'intérêt communautaire, notamment par le biais de la restauration de la continuité écologique sur le bassin de la Haute Dronne et la mise en place d'une ferme aquacole d'élevage (gérée par le Laboratoire d'Écotoxicologie Aquatique d'Arcachon).

Actions et moyens prévus :

Concrètement, les actions prévues s'articulent autour de 4 grands axes :

- **Axe 1** : Travaux de restauration de la continuité écologique sur 17 ouvrages afin de restaurer les conditions d'écoulement et d'habitat favorables à la Moule perlière et à son poisson hôte la Truite fario,
- **Axe 2** : Soutien de population de Moule perlière par la mise en place d'élevage ex-situ,
- **Axe 3** : Amélioration des connaissances sur la biologie et l'écotoxicologie de la Moule perlière,
- **Axe 4** : Communication et sensibilisation sur les actions du programme LIFE.

Résultats attendus :

Il s'agit d'un programme d'actions ambitieux avec une notion d'atteinte des objectifs fixés très importante. Par cet ensemble d'actions, nous espérons une augmentation des populations de Moule perlière et son poisson hôte la Truite fario. Outre favoriser le développement et la préservation de cette espèce classée par l'Union Internationale de Conservation et de la Nature en Danger critique d'extinction, la pérennisation de la population de Moule perlière sur le bassin de la haute Dronne sera le témoignage de la réussite de l'amélioration de l'habitat. Ces résultats favoriseront aussi indirectement l'ensemble de la faune et de la flore aquatique présente dans les têtes de bassins. Nous bénéficierons également à la fin du programme d'un panel d'expériences pouvant être reproduites localement ou sur d'autres sites du réseau européen Natura 2000. La réalisation d'un programme de cette ampleur permettra également de mieux sensibiliser les acteurs locaux et le grand public que ne l'auraient fait quelques actions isolées. Il sera un important vecteur à la prise de conscience collective de la fragilité et des rôles écologiques et hydrologiques majeurs des systèmes aquatiques notamment de tête de bassin versant.

1.2. Présentation de suivi de la population de *Margaritifera margaritifera* sur la haute Dronne

Objectifs :

3 types de suivis seront mis en œuvre dans le cadre de ce programme :

- ❖ **Volet 1 :** Dans les secteurs des anciens remous solides d'ouvrages qui seront supprimés, un suivi sera mis en place à l'aide d'un bathyscope, pour évaluer le nombre d'individus adultes qui s'installeront. Ces individus seront autant d'individus qui n'auront pas été tués parce qu'asphyxiés dans le remous solide d'un seuil. En amont de certains ouvrages effacés, à la fin du programme, il pourra être mis en œuvre le protocole du LIFE in UK River, pour évaluer s'il y a une recolonisation par les juvéniles.
- ❖ **Volet 2 :** Il n'y a jamais eu de suivi mis en place de la population de *Margaritifera margaritifera*. Il n'existe qu'un inventaire partiel réalisé en 2003, qui a permis d'inventorier 15 000 individus, dont des individus de 5 à 7 centimètres jugés comme étant des juvéniles. Toutefois, il n'a jamais été regardé précisément dans le substrat s'il y avait du recrutement. D'autre part, de récentes découvertes dans le cadre du programme LIFE dans le Massif armoricain, ont montré que la moitié des individus adultes n'étaient pas visibles en permanence, certains pouvaient s'enfouir partiellement et ne plus être visibles à l'aide d'un bathyscope.

En outre, ce type de suivi nécessite de parcourir l'ensemble du cours d'eau de la Dronne ce qui prend beaucoup de temps. Ce n'est donc pas ce type de suivi à poursuivre. En ce qui concerne les suivis de population dans le temps, le programme LIFE In UK River/Safeguarding Natura 2000 Rivers in the UK (LIFE99 NAT/UK/006088), a mis en place un protocole du suivi de *Margaritifera margaritifera*. Ce document est intitulé « Monitoring the Freshwater Pearl Mussel ».

Ce protocole fixe la délimitation d'un transect de 50 m, le comptage de tous les individus sur une bande de 1 m sur ce transect puis la recherche de tous les individus, en surface et enfouis au sein de 5 quadrats répartis tous les 10 mètres, à 10, 20, 30, 40 et 50 mètres. Tous les individus trouvés seront mesurés avant d'être soigneusement repositionnés dans le substrat.

Le protocole fixe la réalisation de 5 transects sur des tronçons homogènes favorables prédéfinis qui font généralement plus de 10 km. Sur la Dronne, les Mulettes sont réparties sur 30 km, sur cette base, on peut s'attendre à devoir positionner une quinzaine de stations. Ce nombre sera affiné à l'aide de l'action A3. Ce suivi sera réalisé 2 fois au cours du projet, au début durant l'été 2015, et une fois à la fin durant l'été 2018.

- ❖ **Volet 3 :** D'importants linéaires n'ont jamais été prospectés sur le cours principal et les affluents. Sur la base de l'action A3, **les tronçons jugés potentiellement favorables seront prospectés en cours de projet à l'aide d'un bathyscope pour vérifier l'absence ou la présence d'individus.**

Résultats attendus :

Les résultats attendus sont une évaluation du nombre d'individus adultes qui auront survécu grâce aux aménagements. En ce qui concerne le suivi de la population, ce qui est recherché n'est pas la

connaissance exacte du nombre d'individus présent sur la haute Dronne, mais une évaluation de sa répartition, de la composition de la population et de son évolution.

Modifications techniques :

Cette action a débuté avec du retard et de lourdes demandes administratives ont été nécessaires. Les résultats des actions de suivi des populations menés en 2015, 2016 et 2017 ont cependant apporté de nombreuses informations. Les déplacements de mulettes ont nécessité une nouvelle demande de dérogation pour déplacement d'espèces protégées.

Les inventaires sur des stations de suivi complémentaires prévus en 2017 ont été reportés en 2019, suite aux mouvements de personnel dans l'équipe. Cela ne remet pas en cause les objectifs de cette action, déjà mis en place efficacement et répondant aux 3 objectifs initiaux.

2. SUIVI DES INDIVIDUS DÉPLACÉS DE L'ANCIENNE FORGE DE CHAPELAS_VOLET 1

2.1. Rappel du Contexte

Des prospections ont été réalisées dans le cadre du volet 3 : suivi des Mulettes perlières au droit des ouvrages ciblés par des travaux. Elles ont confirmé l'absence de mulettes en amont immédiat des différents ouvrages concernés par les travaux et ont permis de comptabiliser les mulettes présentes en aval immédiat. Ces inventaires ont mis en exergue la nécessité de procéder à un déplacement d'individus sur certains sites concernés par les travaux.

Dans le cadre des travaux de restauration de la continuité écologique sur la haute Dronne, 2 stations de *M. margaritifera*, localisées en aval immédiat de seuils ont fait l'objet d'un déplacement, afin d'éviter leur écrasement en phase travaux. Les déplacements d'individus ont été réalisés au niveau du seuil de la Tannerie de Chamont et à l'ancienne forge de Chapellas. (cf. rapport mi-parcours de 2017).

A l'ancienne forges de Chapellas (ou Moulin de Soumagnac), commune de Saint-Saud-Lacoussière (24), au total, **582 mulettes** ont été déplacées de l'emprise travaux, sur un secteur où 183 mulettes visibles en surface avaient été dénombrées initialement au bathyscope. Les 399 autres moules déplacées avaient été trouvées en fouillant à l'intérieur de substrat.

Les individus prélevés ont été déplacés en amont du chantier, à quelques centaines de mètres de l'ancien remous de l'ouvrage effacé, sur une station où des moules sont présentes. C'est un tronçon dont la qualité physique de l'habitat est proche de la zone initiale.

Le renforcement des populations situées en amont immédiat des travaux de restauration permettra d'accroître les probabilités de recolonisation des anciens remous d'ouvrages.

Afin de suivre le succès de ces opérations dans le temps, 45 mulettes ont fait l'objet d'un marquage individuel et ont été disposées dans 3 placettes de suivi (15 ind./placette).

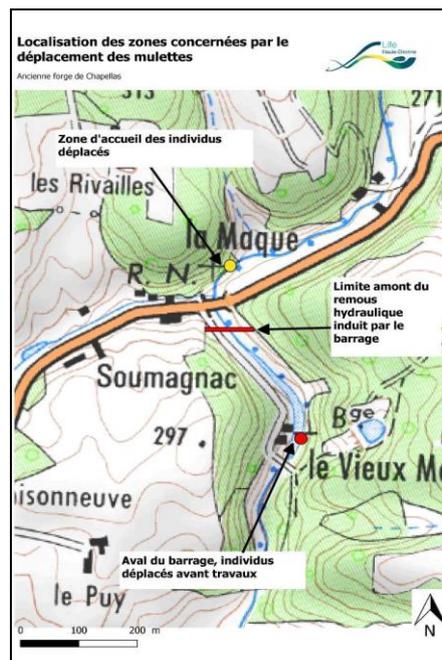


Figure 1: Localisation des stations de prélèvement et d'accueil

Les 3 placettes de 2m X 2m sont identifiées et localisées très précisément, de la manière suivante :

- Pointage GPS
- Multiples photographies de tout élément permettant de relocaliser la placette ultérieurement (souches, gros bloc émergeant, etc.)
- Installation sur chaque placette de 4 tuteurs en pin matérialisant les 4 angles de la placette et laisser sur place pour retrouver la placette lors des différents suivis.

Sur ces 3 placettes, toutes les moules déjà présentes en surface ont été marquées individuellement puis repositionnées une à une sur leur emplacement d'origine.



Figure 2 : Quadrats d'accueil des individus marqués en vue de leur suivi dans le temps

2.2. Résultats des suivis

Depuis le déplacement des moules, plusieurs suivis ont été réalisés, à intervalle régulier.

Un premier suivi a été réalisé 50 jours après l'implantation des moules à l'aide d'un bathyscope et sans excavation. Il n'a pas été fait de lecture des identifiants lors de ce contrôle afin de limiter au maximum la perturbation pour les moules. D'autres suivis ont été réalisés 6 mois, 18 mois, 34 et 45 mois après le déplacement.

Après 6 mois et le passage d'une crue annuelle, 37 moules sur 45 ont été retrouvées, soit 82,2% des moules déplacées. Après 18 mois ce sont 78% des moules qui ont été contactées. En 2019 ce taux a encore baissé avec 76% des moules retrouvées pour atteindre en 2020 un taux de 67% ce qui fait 30 moules sur 45 (tableau ci-dessous). A signaler, qu'en 2019 et 2020, les conditions d'observation étaient difficiles notamment sur le quadra 3 où un fort colmatage dû à la baisse des niveaux d'eau n'a pas permis de rechercher les individus dans des conditions optimales. Concernant les moules témoins ; après 6 mois 83 % ont été contactées, le taux d'observation a baissé significativement lors des suivis de 2018 et 2019 avec respectivement 58% et 42% de taux d'observation. En 2020, ce même taux chute drastiquement pour atteindre seulement 8% des individus contactés. L'observation des individus varie d'un suivi à l'autre. En effet, certaines moules ont été observées au cours de la première année de suivi mais pas les autres années et d'autres ont été observées en 2020 et pas en 2017 et 2019. Force est de constater que les moules sont bien présentes mais non contactées, et que pour la plupart, leur déplacement au cours de ces années est resté assez limité.

Tableau 1: Bilan des suivis des mulettes marquées au cours des quatre années

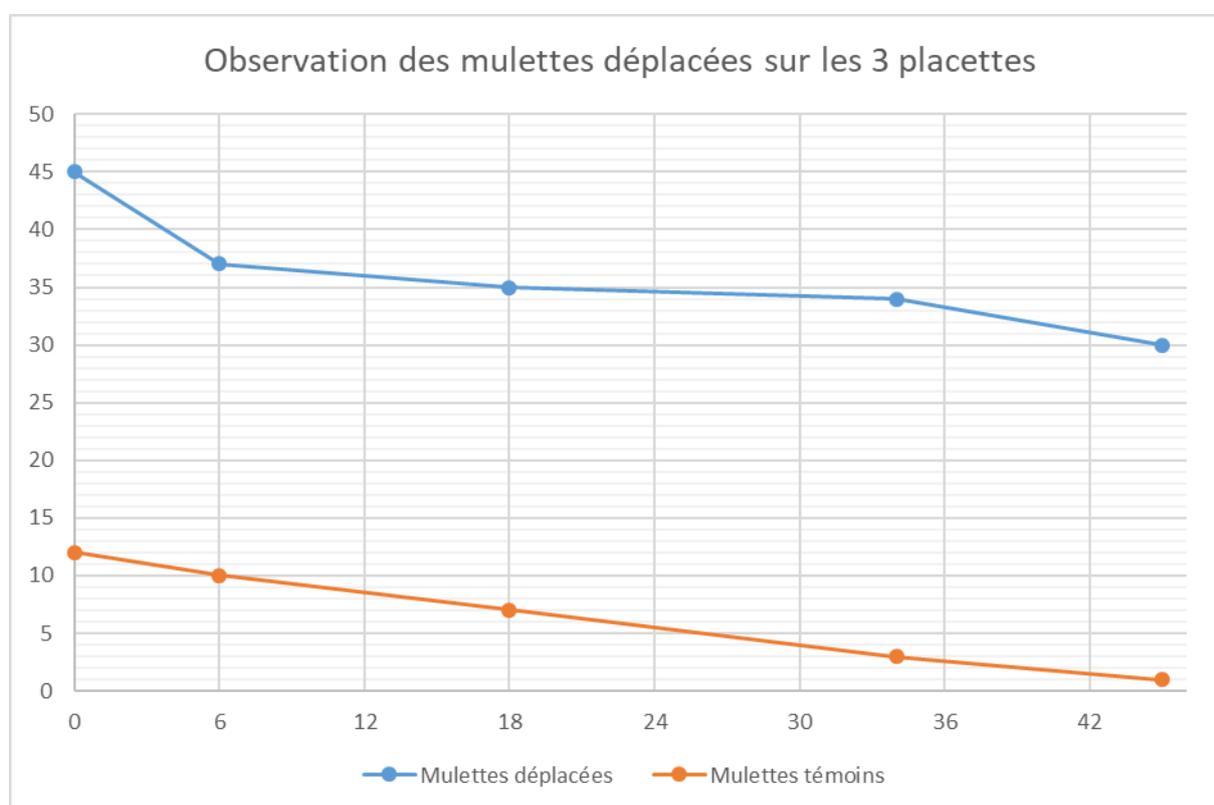
Nombre de mulettes initialement présentes		Nombre de mulettes observées lors des suivis							
		6 mois	% des individus observés	18 mois	% des individus observés	34 mois	% des individus observés	45 mois	% des individus observés
Mulettes déplacées	45	37	82%	35	78%	34	76%	30	67%
Mulettes témoins	12	10	83%	7	58%	5	42%	1	8%

D'autres parts, des mulettes supplémentaires non identifiées ont été observées au cours de ces quatre années de suivi. 17 au cours du premier suivi, 16 au deuxième, 7 au troisième et 24 en 2020.

Certaines d'entre elles pouvaient être déjà présentes et enfouies au moment du déplacement, d'autres ont pu venir s'installer à postériori.

Plusieurs hypothèses peuvent être avancées concernant le devenir des mulettes non retrouvées au cours des différents suivis :

- Enfouissement dans le substrat, c'est le cas pour les mulettes qui réapparaissent lors des opérations de suivis ultérieures ;
- Départ de la placette (ex : arrachement par la crue, déplacement volontaire, etc.).

**Figure 3 : nombre de mulettes retrouvées 6 mois, 18 mois, 34 et 45 mois après le déplacement**

3. SUIVI DES INDIVIDUS DE *MARGARITIFERA MARGARITIFERA* SUR UN RÉSEAU DE STATIONS_VOLET 2

3.1. Etat des lieux des données disponibles

En 2003, un inventaire de la population a été réalisé à l'aide d'un bathyscope. Il a permis d'avoir une vision synthétique de la répartition des mulettes sur le linéaire de la haute Dronne. La carte ci-après présente les densités observées lors de cet inventaire. L'étude a été réalisée par un seul opérateur, sur un grand linéaire (24 km) et sur des largeurs pouvant dépasser 10 m, avec les limites que cela implique : détectabilité indéterminée, conditions d'observation variables, fatigue de l'observateur, etc. Un complément d'inventaire a été réalisé par le Parc sur 8 km dans la continuité amont du tronçon prospecté en 2003, et ce jusqu'à Thavaud. Environ 1000 individus supplémentaires ont été observés selon le même protocole qu'en 2003 mais avec plusieurs observateurs progressant de front.

Les densités affichées sur cette carte représentent uniquement les individus observés. Par ailleurs, on sait depuis que la détectabilité de l'espèce est très variable sans compter le phénomène d'enfouissement parfois très important (taux d'individus enfouis entre 24 et 61% observé en Normandie (Beaufils, 2012)). Au regard du protocole mis en œuvre en 2003, on peut légitimement estimer que la population est en réalité bien plus fournie que les 15 000 individus dénombrés en surface par un seul observateur.

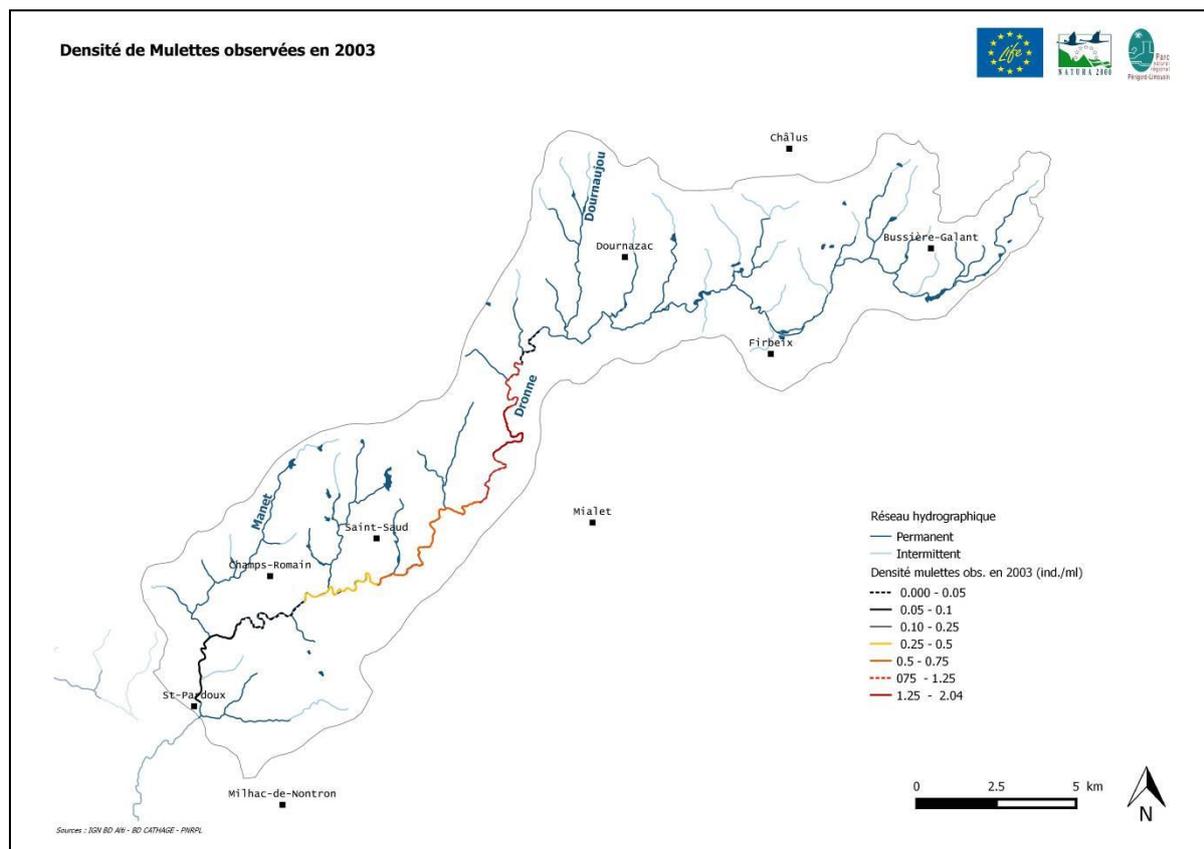


Figure 4 : Densité de Mulettes observées lors de l'inventaire en 2003

3.2. Rappel du protocole utilisé

Le protocole utilisé est inspiré de différentes méthodologies identifiées dans la bibliographie, en particulier s'agissant du principe de double échantillonnage proposé par YOUNG, HASTIE et al. (2003 et NON DATE). Il a cependant été sensiblement adapté aux enjeux et objectifs de l'étude.

Au regard de la répartition très hétérogène des Mulettes sur la Dronne, il a été mis en œuvre un double échantillonnage stratifié sur le linéaire de présence connu sur la Dronne et ses affluents, soit environ 35 km. Les différentes « strates » sont déterminées à l'aide de la combinaison :

- des tronçons géomorphologiques homogènes identifiés dans la base de données SYRAH de l'IRSTEA. Pour rappel, ceux-ci sont discriminés via les variables de contrôle suivantes : largeur du fond de vallée alluvial, forme du fond de vallée, hydrologie et nature du substrat.
- des densités observées en 2003. Malgré les limites que présentait la méthode utilisée à l'époque, l'effort de prospection étant constant, on peut considérer que les grands secteurs identifiés via cet inventaire sont pertinents. Pour la plupart, les entités SYRAH correspondent à des secteurs relativement bien discriminés via les densités de mulettes observés en 2003. Cet inventaire permet néanmoins d'affiner à la marge certaines limites de tronçons SYRAH.

Ce découpage, affiné à dire d'expert grâce à la connaissance de la zone d'étude, conduit à l'identification de 7 tronçons homogènes (cf. schéma ci-après).

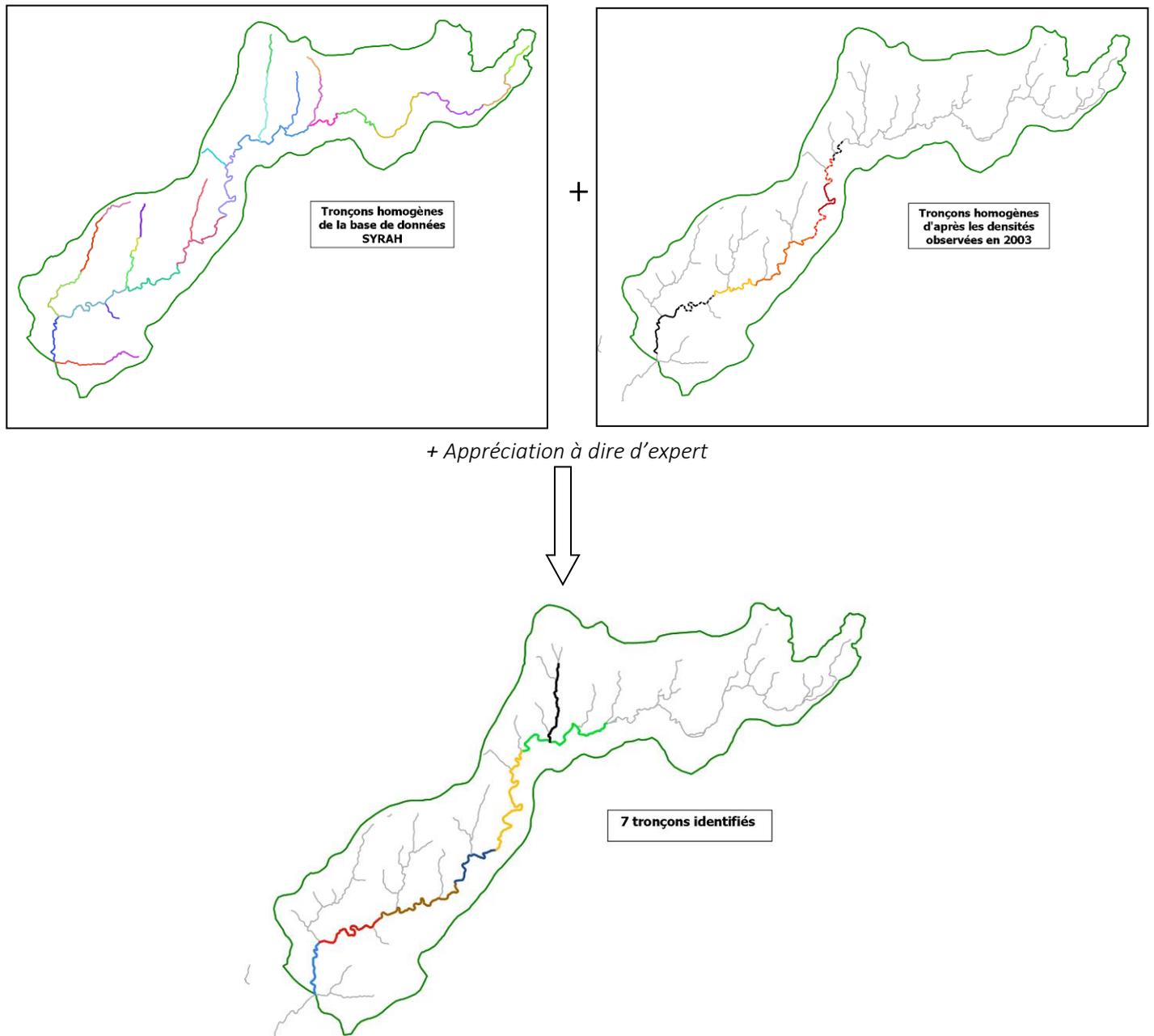


Schéma représentant la démarche d'identification des 7 tronçons dits homogènes

Le ratio proposé par YOUNG, HASTIE et al. prévoit en moyenne une station tous les 2 km. Il est ainsi prévu de suivre 15 à 20 stations sur la totalité du linéaire, ce qui permettrait de placer aléatoirement 2 (pour les petits tronçons) à 3 stations (pour les grands tronçons) de suivi par tronçon homogène.

3.3. Méthode d'échantillonnage

S'appuyant sur plusieurs jeux de données, YOUNG, HASTIE et al. proposent de retenir des tronçons de 50 m de long (sur 1 m de large), les densités moyennes sur cette surface reflétant le nombre d'individus en présence dans le cours d'eau. Au regard des densités très disparates de moulettes sur la Dronne (que ce soit dans la dimension longitudinale ou transversale) et afin de maximiser les effectifs de nos échantillons, les surfaces initialement préconisées dans le présent protocole sont augmentées. Toute la largeur du lit mouillée sera ainsi prospectée sur les 50 m de long.

Mise en œuvre :

Chaque station est photographiée (a minima limite amont, limite aval, vue d'ensemble), géo-localisée et décrite à l'aide d'une fiche mésologique stationnelle.

A l'aide d'un bathyscope, on réalise un comptage de tous les individus visibles en surface sur chaque tronçon de 50 m et ce sur toute la largeur du cours d'eau (généralement 6 à 10 m de large selon les secteurs). Les moulettes sont uniquement dénombrées et laissées en place dans le substrat. Les coquilles vides sont également comptées. Pour faciliter le comptage et limiter les « zones d'ombre », des décamètres (ou cordes) sont disposés temporairement dans le fond du cours d'eau formant des « couloirs d'observation » de 2 m de large. On estime en effet qu'un opérateur averti peut observer efficacement une bande de 2 m de large (ARNON, 2004). La mise en œuvre du protocole sur les 5 à 6 premières stations (aux conditions stationnelles différentes) déterminera la pression d'observation (temps passé/surface) qui devra être respecté pour les autres stations.

Les comptages sont réalisés dans les meilleures conditions d'observations possibles (temps clair ou ensoleillé, turbidité minimale, etc.), de l'aval vers l'amont. Deux observateurs seront mobilisés par station.

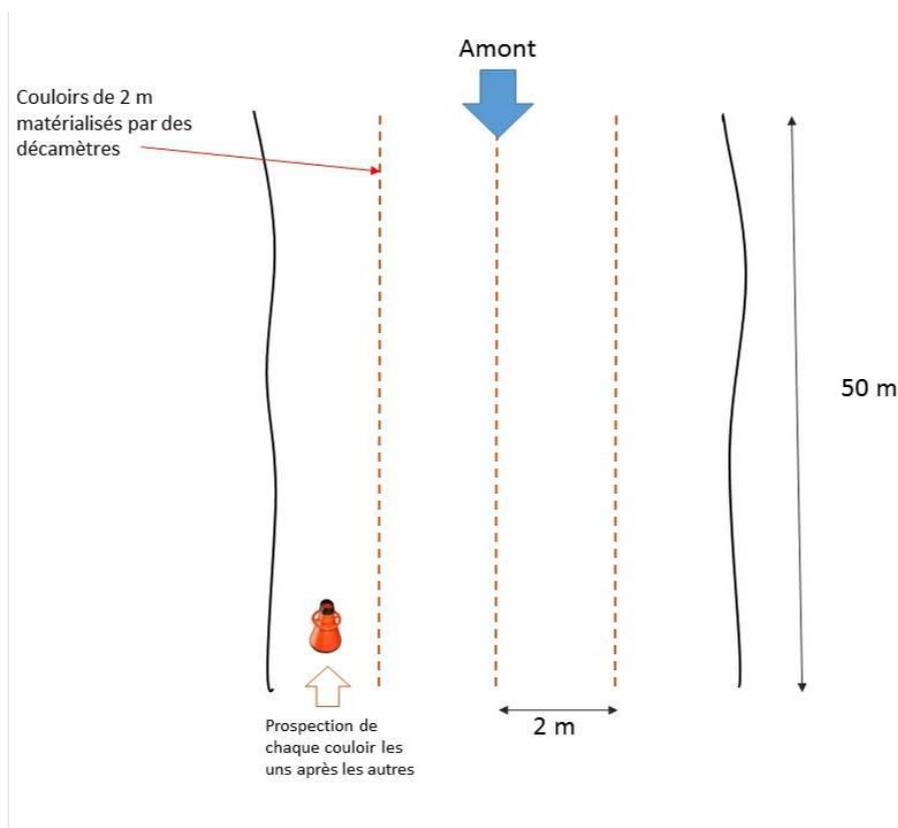


Figure 5 : Schéma de principe – mise en œuvre de l'échantillonnage 1



Figure 6 : Mise en application de l'échantillonnage 1 sur le terrain

D'une longueur de 50 m, chaque station peut être virtuellement subdivisée en 10 transects équidistants de 5 m. Au droit de chacun des 10 transects, un cadre de 1m² est positionné sur le substrat à une distance à la berge déterminée par l'opérateur. Celui-ci visera préférentiellement, sur chaque transect, la placette pour laquelle les habitats sont jugés les plus favorables pour les jeunes moules (une placette par transect).

Mise en œuvre :

Dans chacune des 10 placettes de 1m², les opérations suivantes sont réalisées :

- Photographie de la placette (subaquatique ou depuis le bathyscope) et renseignement de l'encart propre à chaque placette sur la fiche terrain ;
- Prélèvement et mesure (précision : mm) de tous les individus visibles en surface ; stockage quelques minutes dans un sceau à l'ombre sur la berge ;
- Prélèvement des 10 à 15 premiers centimètres de substrat à l'aide d'un cadre + filet surber « adapté », de dimension 0,5m*0,5m. Sur chaque placette, le surber est ainsi déplacé 4 fois (pour prélever au total 1m²) ;
- Tamisage du substrat sur tamis successifs (mailles de 20 et 5mm). La recherche se limitera ainsi aux individus de plus de 5mm, pour être détectables à l'œil nu dans un amas de sables et graviers ;
- Mesure de toutes les moules ainsi dénombrées (précision : mm).
- Remise en place du substrat et de tous les individus, dans une situation la plus proche possible de celle dans laquelle ils ont été prélevés, que ce soit en surface ou dans le sédiment. Par exemple, les individus « plantés » dans le substrat seront repositionnés à l'identique (pied vers le bas, siphon vers le haut dans le sens lui permettant de filtrer l'eau), et les individus juvéniles enfouis seront repositionnés sous une fine pellicule de sédiment sablo-graveleux.

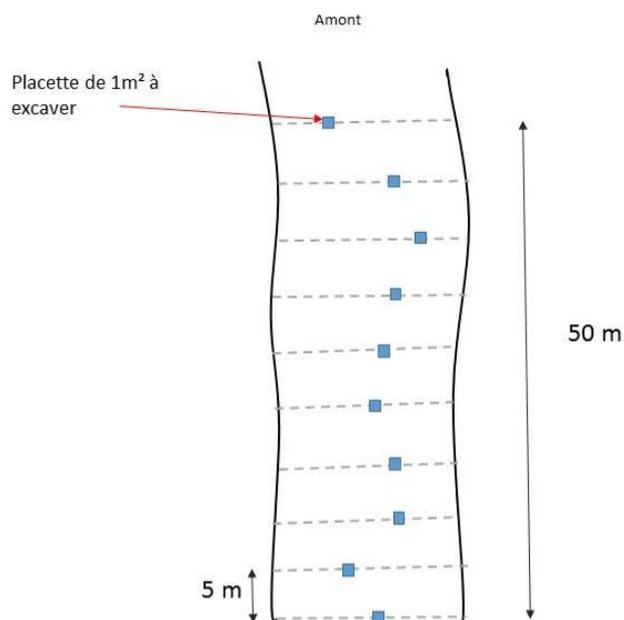


Figure 7 : Schéma de principe – mise en œuvre de l'échantillonnage 2

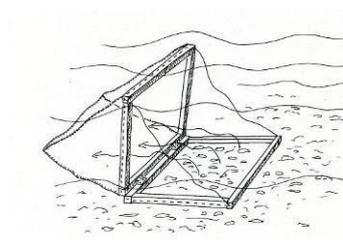


Figure 8 : Exemple d'un filet Surber réajusté aux dimensions adéquates

Au total, 10 placettes sont ainsi échantillonnées sur chaque station, soit une surface de 10m².



Figure 9 : Mise en œuvre sur le terrain de l'échantillonnage 2

L'intérêt de ce second échantillonnage réside dans la détermination de la structure de la population de la haute Dronne, et dans l'évaluation de l'importance du recrutement récent.

Ces informations sont essentielles pour déterminer les enjeux de conservation sur le bassin versant. En effet, plusieurs critères permettant de statuer sur la fonctionnalité des populations de *Margaritifera margaritifera* peuvent être obtenus grâce à l'excavation de placettes.

Ceux-ci sont rappelés dans les différentes synthèses bibliographiques du CEN (Comité Européen de Normalisation) ayant conduit au projet de norme guide sur les suivis de populations de moules d'eau douce et de leur environnement.

Ainsi, la mise en place de ce double échantillonnage devrait permettre de répondre aux différentes questions soulevées pour évaluer la fonctionnalité d'une population (cf. tableau ci-après, issu du projet de norme européenne évoquée précédemment).

Critères et cibles pour obtenir des populations fonctionnelles de Margaritifera (CEN/TC1230) :

Critère	Objectif à remplir	Remarques
Nombre d'adultes en vie	Aucun déclin récent (meilleur avis d'expert)	Résultats basés sur une comparaison des relevés les plus récents (par exemple, suivi des transects).
Nombre de coquilles mortes	< 1 % de la population par an et de la répartition sur l'ensemble de l'aire	1% (basé sur une durée de vie de 100 ans) considéré comme représentatif des pertes naturelles par an pour les sites d'enquête et pour toute la population du cours d'eau. Lorsqu'il y a plus d'1 % de coquilles mortes, il convient d'effectuer une enquête pour déterminer si la cause peut être due à un événement naturel exceptionnel ou s'il s'agit d'une mortalité non naturelle. Il convient que les coquilles mortes soient examinées quant à leur fraîcheur (en vérifiant la couleur de la nacre) pour aider à évaluer l'éventualité d'un problème.
Recrutement récent (20 ans ou moins)	Au moins 20 % de la population \leq 20 ans, basé sur une population d'une durée de vie normale estimée à ~100 ans. Il convient que chaque objectif reflète l'âge maximum pour chaque population. (Note : La taille des moules varie considérablement selon la région et le cours d'eau ; il convient que la plage de tailles des moules de moins de 20 ans soit établie).	L'évaluation basée sur des quadrats (par exemple de 0,5 ou d'1 m ²) doit être effectuée, si cela est autorisé, dans des zones d'habitat convenant aux juvéniles, sinon l'enquête doit être adaptée à la région. Lorsque le creusement pour rechercher les moules juvéniles ne fait pas partie d'un protocole national, il convient que la présence ou l'absence de moules de moins de 10 ans soit utilisée.
Recrutement très récent (5 ans ou moins)	Au moins 5% de la population d'un âge \leq 5 ans, basé sur une population d'une durée de vie normale estimée à ~100 ans. Il convient que chaque objectif reflète l'âge maximum pour chaque population. (Note : La taille des moules varie considérablement selon la région et le cours d'eau ; il convient que la plage de tailles des moules de moins de 5 ans soit établie).	

Dans le cas de la présente étude, les données ainsi recueillies seront mises en perspectives avec l'ensemble des suivis réalisés en parallèle : qualité de la zone hyporhéique, qualité de l'eau, état de conservation de l'espèce hôte, IBG, etc.

Ce protocole a été élaboré pour être reproductible dans le temps. Ainsi, une attention particulière est portée à la matérialisation des limites amont et aval de chaque station (points GPS, nombreuses photos, etc). Ces limites devront être retrouvées à chaque renouvellement du suivi. L'échantillonnage 1 sera ainsi réalisé sur la même surface. Concernant le positionnement des placettes, elles seront toujours situées tous les 5 m au sein d'une station fixe mais il pourra évoluer à la marge (choix de l'opérateur de cibler les habitats les plus favorables). La durée de ce double échantillonnage est de 2 journées/homme par station en moyenne (2 opérateurs sur une journée complète ou 1 opérateur sur 2 jours), mais peut nécessiter jusqu'à 2,5 j/h.

3.4. Résultats

3.4.1. Calendrier de réalisation et conditions d'observation

La première campagne d'échantillonnage a été réalisée en 2016. 10 stations ont été ainsi échantillonnées.

En 2019, quatre nouvelles stations ont été prospectées afin d'atteindre les objectifs fixés au départ du programme.

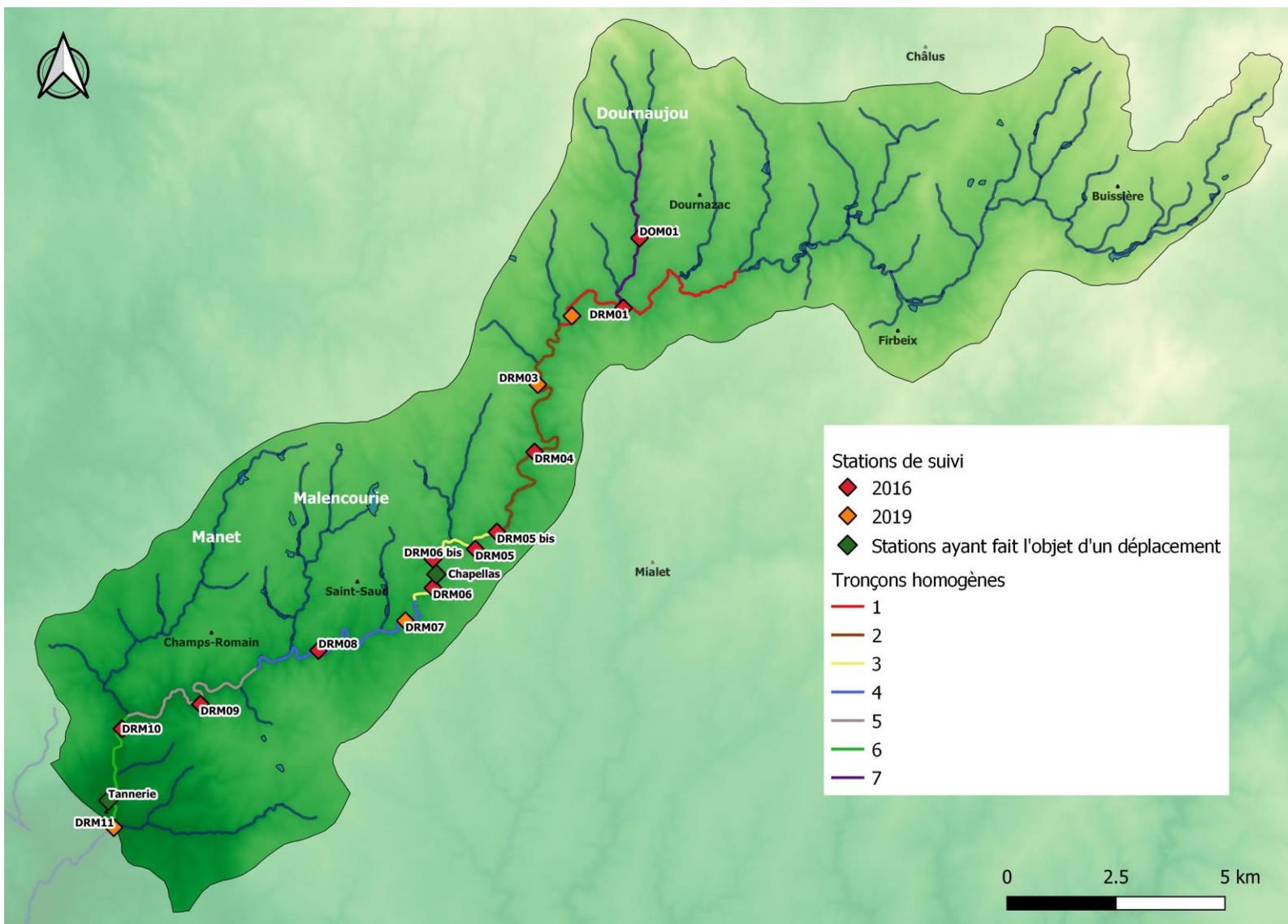


Figure 10 : Localisation des stations de suivi mulettes en 2016 et 2019

3.4.1. Echantillonnage 1

Les résultats sont synthétisés dans le tableau suivant.

Tableau 2 : Synthèse des résultats pour l'échantillonnage 1

Station	Tronçon homogène	Année de suivi	Surface (m ²)	Nb de mulettes vivantes obs. bathyscope	Nb de mulettes vivantes estimée (ou observé si fouille complète)	% individus enfouis/non visibles - D'après éch.2	Densité de mulettes vivantes estimée (ou obs. avec fouille complète) (Ind./m ²)	Nb ind. mort	% ind. morts (coquilles) sur la station totale
DRM01 (Trou du Papetier)	1	2016	338	45	54	20,0%	0,16	1	2%
DRM02 (Laccouchie)	1	2019	320	11	11	0,0%	0,03	0	0%
DRM03 (Maberout)	2	2019	340	691	768	11,1%	2,26	47	6%
DRM04 (Pont des Brasdoux)	2	2016	323	1082	1312	21,3%	4,06	66	5%
DRM05 (Grand Roc)	3	2016	340	502	680	35,5%	2,00	21	3%
DRM05 bis (Grandcoing)	3	2016	431	488	670	37,3%	1,55	0	0%
Chapellas pied du barrage	3	2016	544	183	582	68,6%	1,07	32	5%
DRM06 (aval Chapellas)	3	2016	390	204	/	/	>0,52	8	4%
DRM06 bis (amont Maque)	3	2016	410	157	/	/	>0,38	10	6%
DRM07 (Lage)	4	2019	260	77	81	5,5%	0,31	8	10%
DRM08 (Vachaumard)	4	2016	362	70	128	83,3%	0,35	20	13%
DRM09 (Moulin Dorie)	5	2016	390	44	44	33,3%	0,11	3	6%
Tannerie pied du barrage	6	2016	NE	26	/	/	0,11	/	/
DRM10 (Amont Saint-Pardoux)	6	2016	443	16	16	0,0%	0,04	2	11%
DRM11 (St Pardoux aval)	/	2019	470	61	64	5,6%	0,14	4	6%
DOM01 (Dournaujou)	/	2016	1035	31	/	/	>0,03	0	0%

Les résultats sur les 14 stations échantillonnées montrent une hétérogénéité des densités de mulettes d'une station à l'autre, sans qu'aucun gradient amont/aval ne soit observé mais avec une certaine correspondance avec la répartition identifiée lors de l'inventaire 2003, ainsi la densité varie de 0,03 à 4,06 ind/km².

Les points suivants peuvent être relevés :

- **Une grande hétérogénéité des densités de Mulette** en fonction des stations, avec des densités de **0,03 individus au m² à Laccouchie et jusqu'à 4 ind./m² au pont des Brasdoux**.
- **Une proportion d'individus enfouis et/ou non visible au bathyscope très variable**. Selon les stations, **celle-ci s'étend de 0% à plus de 80%**, malgré la réalisation des inventaires à l'étiage et dans de bonnes conditions d'observations et par un même observateur. L'effet station semble primordial sur ce paramètre.
- **La proportion d'individus morts (coquilles) est supérieure à 1% sur l'ensemble des stations**, à l'exception de 3 stations sur laquelle les densités sont très faibles : Laccouchie (DRM02), Grandcoing (DRM05 bis) et Dournaujou (DOM01), Laccouchie (DRM02). Le seuil de 1% est avancé dans le projet de Norme AFNOR comme valeur à ne pas dépasser pour une population fonctionnelle. **Il se situe souvent autour de 5% et atteint sur certaines stations 11% (amont de Saint-Pardoux) à 13% (Vachauard)**.

3.4.2. Echantillonnage 2

Au total, 395 individus ont fait l'objet d'une biométrie. Les résultats sont synthétisés dans le tableau et les graphes suivant.

Tableau 3 : Résultats de l'échantillonnage 2 sur les stations de suivi du programme LIFE

Station	Tronçon homogène	Année de suivi	Nb. total d'ind. échantillonnés sur les quadras	% d'ind. enfouis chez les ind. vivants
DRM01 (Trou du Papetier)	1	2016	5	20%
DRM02 (Laccouchie)	1	2019	3	0%
DRM03 (Maberout)	2	2019	85	11,1%
DRM04 (Pont des Brasdoux)	2	2016	167	21,3%
DRM05 (Grand Roc)	3	2016	33	35,5%
DRM05 bis (Grandcoing)	3	2016	52	37,3%
DRM06 (aval Chapellas)	3	2016	Pas d'échantillonnage 2	
DRM06 bis (amont Maque)	3	2016	Pas d'échantillonnage 2	
DRM07 (Lage)	4	2019	18	0,1%
DRM08 (Vachauard)	4	2016	10	83,3%
DRM09 (Moulin Dorie)	5	2016	3	33,3%
DRM10 (Amont Saint-Pardoux)	6	2016	Pas d'échantillonnage 2	
DRM11 (St Pardoux aval)	-	2019	19	0,1%
DOM01 (Dournaujou)	-	2016	Pas d'échantillonnage 2	

Outre la proportion d'individus enfouis, le second échantillonnage renseigne sur la structure de la population. Pour l'appréhender, nous disposons de la biométrie de 1003 moules (les 395 évoqués

auxquels s'ajoutent 608 individus déplacés avant les travaux sur 2 secteurs de la Dronne à Chapellas et à la Tannerie).

Le graphique suivant présente la distribution des longueurs de moules toutes stations confondues :

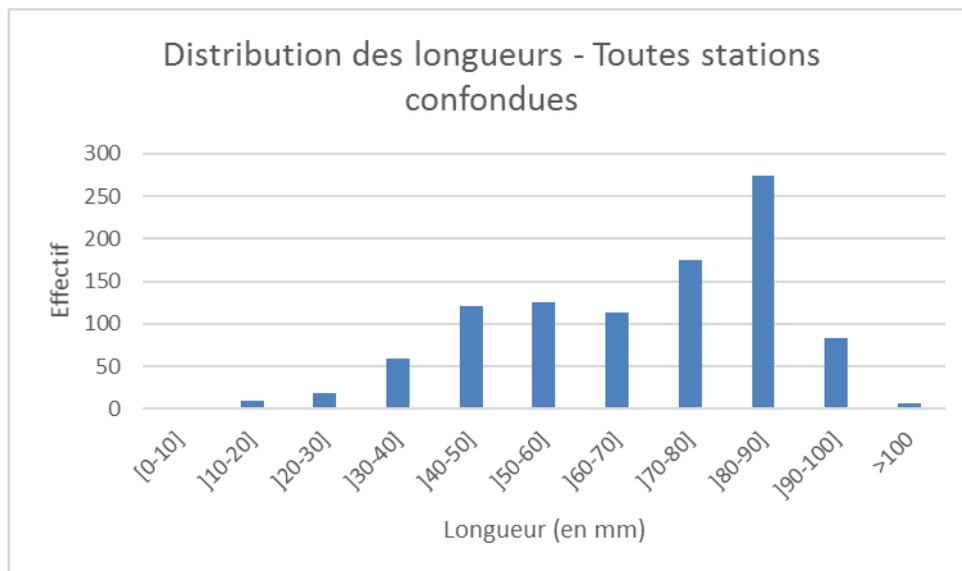


Figure 11 : Distribution des longueurs toutes stations confondues

Il est intéressant de relever la bonne représentation des « jeunes », et plus globalement la représentation de toutes les classes de tailles hormis la 0-10 mm. Il est probable que celle-ci soit sous-représentée, les petits individus étant difficile à contacter sur le terrain.

Le travail de l'Université de Bordeaux au cours du programme a permis de déterminer le lien entre la longueur de la coquille et l'âge des moules. Les principaux résultats montrent une croissance rapide des individus jusqu'à 12 ans, avec ensuite un ralentissement de cette croissance avec la taille maximale atteinte à l'âge de 25 ans.

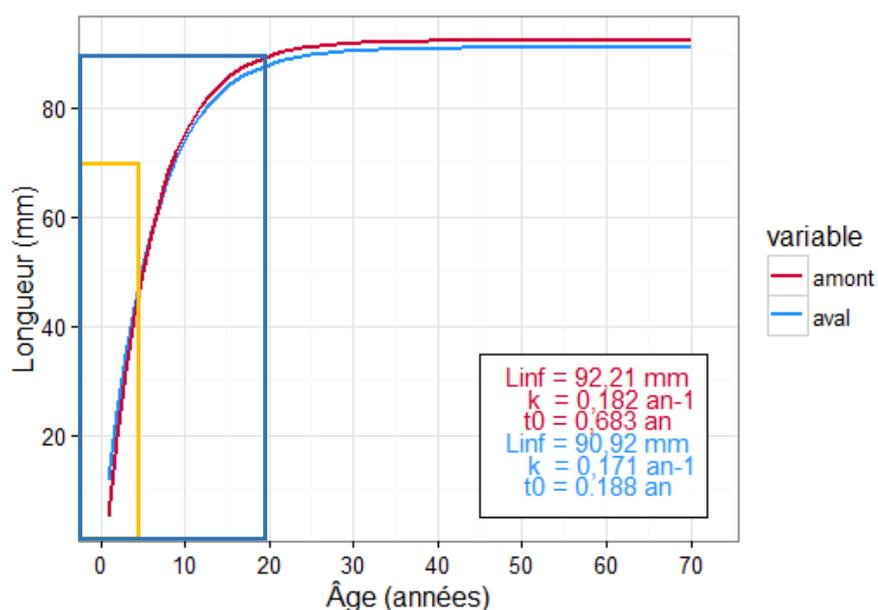


Figure 12 : Courbe de croissance Von Bertalanffy de la Longueur de coquille en fonction de l'âge pour les individus provenant de l'amont et de l'aval.

L'étude à permis de définir pour la haute Dronne, que les individus dont la longueur de la coquille est inférieure à 70 mm sont âgés de moins de 5 ans et les individus allant de 0 à 90 mm de longueur sont âgés de 0 à 20 ans. Cette information nous permet d'évaluer l'ampleur du recrutement récent (<20 ans) et très récent (<5 ans), informations capitales pour connaître la dynamique et l'état de fonctionnalité de la population (AFNOR, 2015).

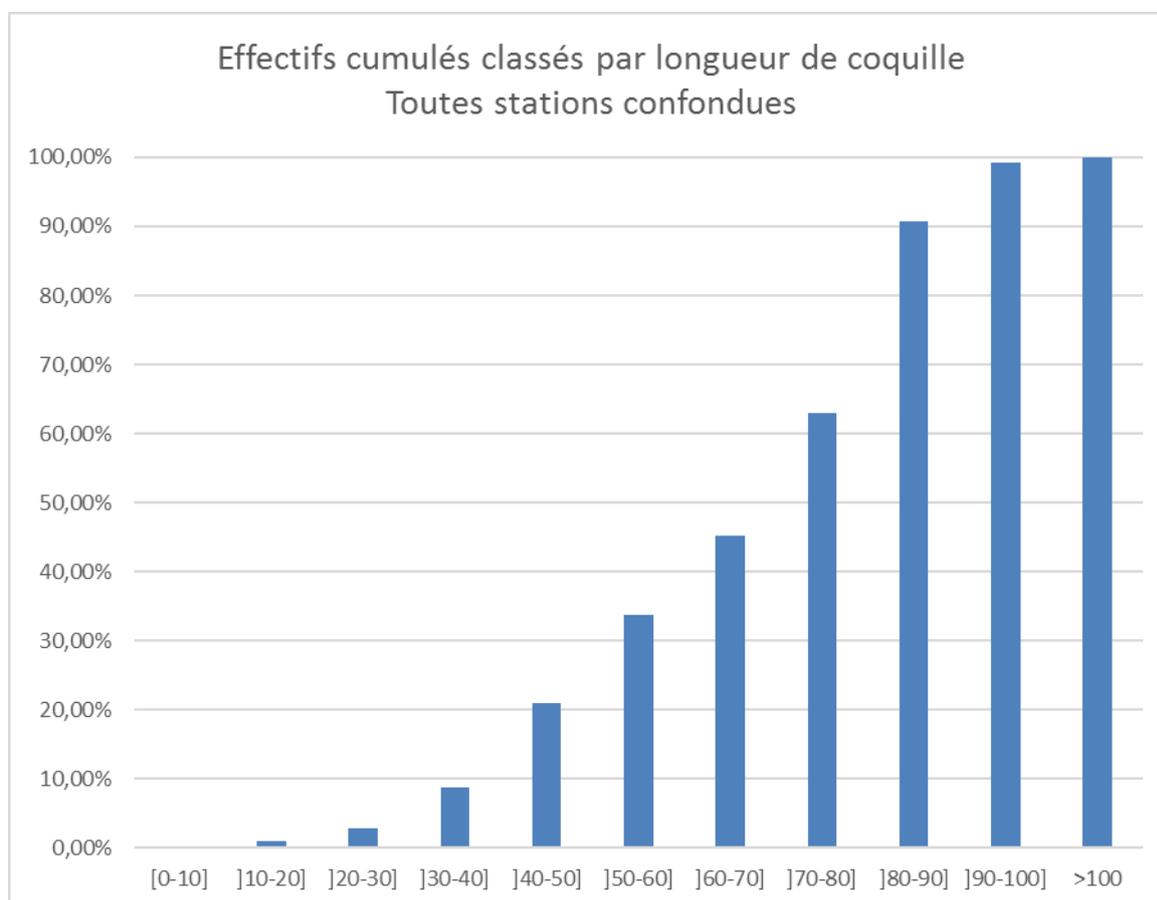


Figure 13 : Effectifs cumulés classés par longueur de coquille, toutes stations confondues

Les résultats montrent que 45% de la population est âgée de moins de 5 ans, ce qui témoigne d'un recrutement très récent et 91% de la population étudiée est d'une longueur de 10 mm à 90 mm ; elle est donc âgée de moins de 20 ans. La population de la haute Dronne semble, d'après les résultats, posséder une population jeune et fonctionnelle avec un recrutement récent qui pourrait témoigner d'une amélioration de la qualité de son habitat ses vingt dernières années.

Toutefois, la plupart des stations présente encore un pourcentage important de mortalité (>1%). Cela peut avoir de nombreuses causes comme les étiages qui exondent les moules, la prédation par le ragondin (observé notamment les deux années deux suivis), du piétinement occasionnel par les bovins, etc. Le fait de n'avoir fait le suivi qu'une seule année sur chaque station ne nous permet pas d'évaluer s'il s'agit d'une pollution chronique ou ponctuelle. Le fort taux de « jeunes » semble montrer une pollution plutôt occasionnelle.

En raison du caractère très impactant de ce type d'échantillonnage, il est préférable de ne répéter les suivis que dans une dizaine d'années afin de suivre l'évolution de la population et de la mortalité.

A l'échelle stationnelle, la situation semble plus hétérogène. La distribution des longueurs de coquilles sur les différentes stations est présentée dans le graphique ci-après (stations classées d'amont en aval).

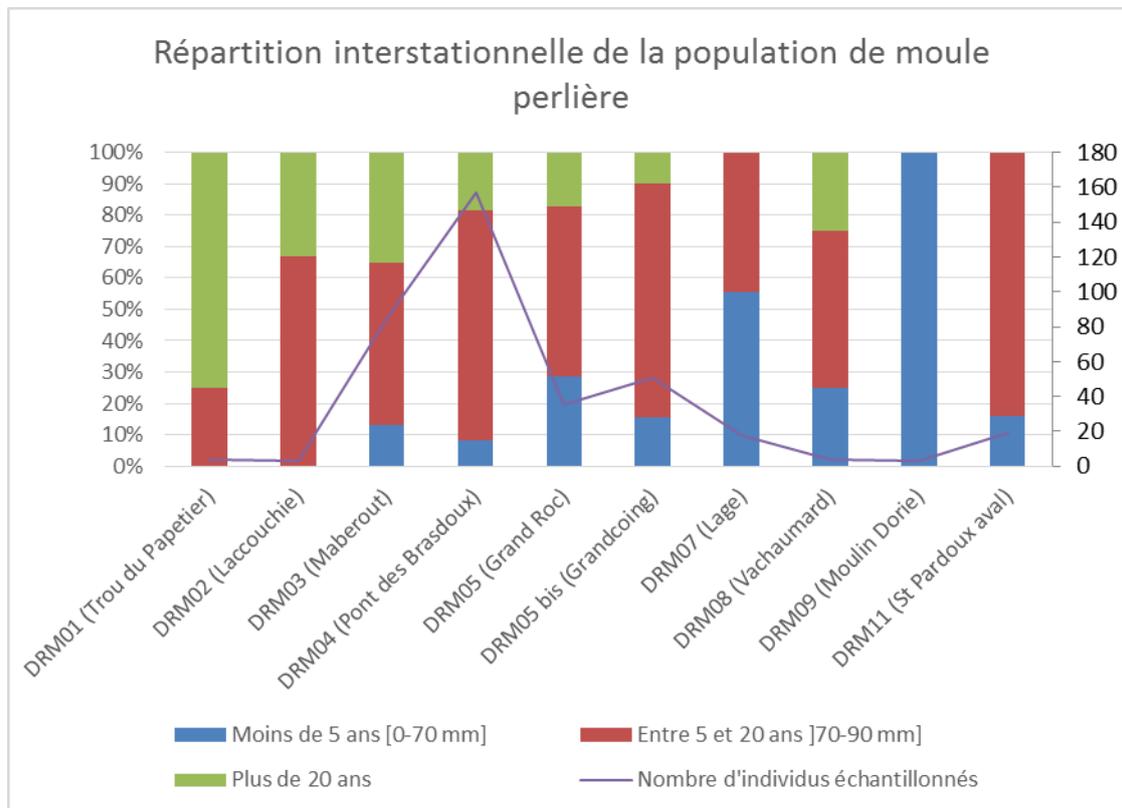


Figure 14 : Répartition inter-stationnelle de la population de Moule perlière sur la haute Dronne

Les stations présentant un déséquilibre plus important dans la répartition des âges sont des stations dont la densité de moules perlières est très faible. Toutefois, il semble que les stations les plus amont soit celles possédant une proportion de moules plus âgés et à contrario, les stations aval ont une proportion plus grande de moule âgés entre 0 et 20 ans (Il est important toutefois de prendre en compte la faible densité de moule étudiées). Cela pourrait s'expliquer par une densité de truites plus grande sur ces secteurs (annexe D4) et une meilleure qualité de la zone hyporhéique (annexe D2). Il sera intéressant dans les années à venir d'analyser l'impact du décroisement particulièrement sur la partie aval de haute Dronne (annexe C1).

4. PROSPECTION SUR DES LINEAIRES PEU CONNU_VOLET 3

4.1. Données disponibles sur le bassin versant

Au lancement du programme LIFE, les données portées à connaissance concernant la Mulette perlière sur les cours d'eau du bassin versant de la haute Dronne sont issues :

- D'une étude réalisée en 2003 par P. CHOLET pour le compte du PNR Périgord-Limousin, qui a permis de dénombrer 15 000 individus ;
- De prospections complémentaires réalisées lors de l'élaboration de l'animation du DOCOB du Natura 2000 « Réseau hydrographique de la haute Dronne » ;

- D'une étude d'approche de détectabilité de la Moule perlière réalisée sur une journée dans le cadre du Plan Régional d'Action Limousin.

La carte suivante présente les linéaires prospectés entre 2003 et 2014.

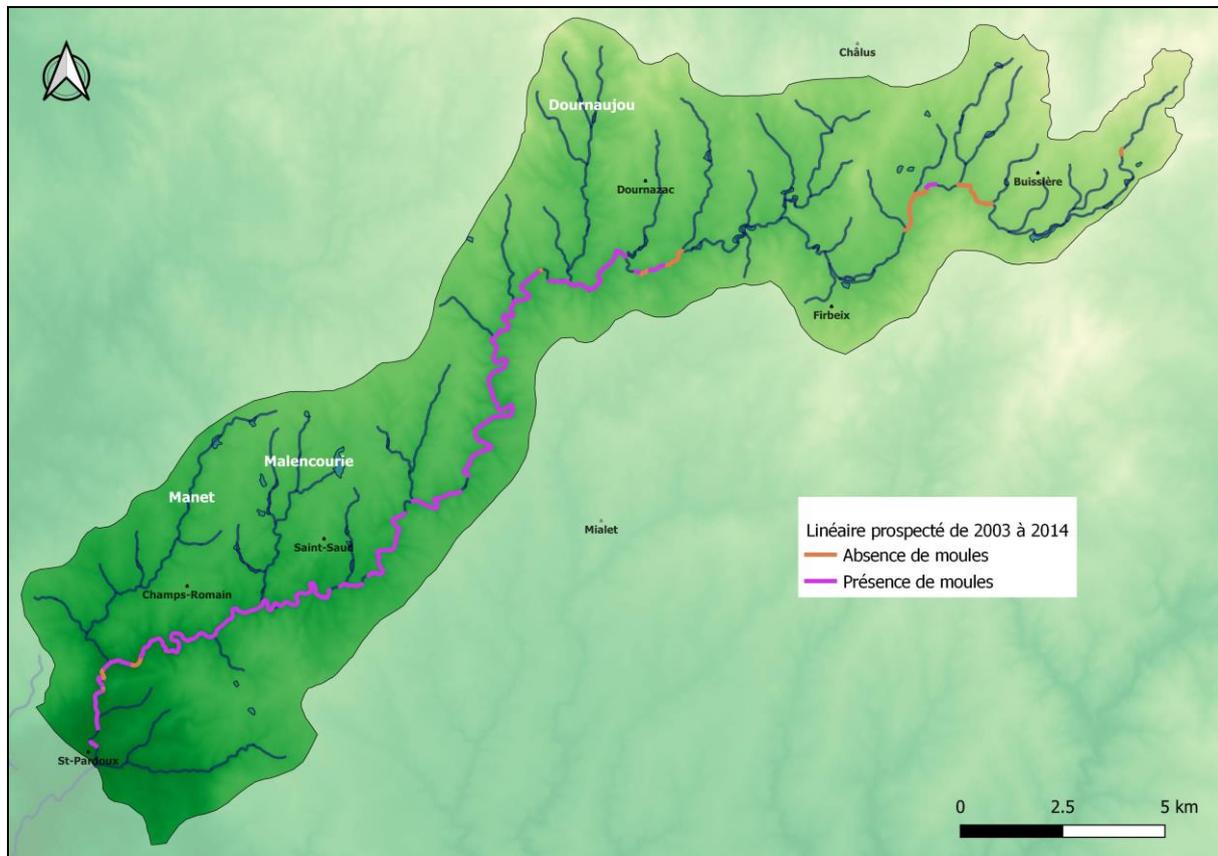


Figure 15 : Linéaire prospecté avant le lancement du programme LIFE

4.2. Résultats des prospections réalisés entre 2015 et 2020

4.2.1. Calendrier de réalisation

Entre 2015 et 2017, 15 tronçons supplémentaires ont été prospectés (Tableau 2). Ces prospections ont été réalisées par un opérateur, équipé d'un bathyscope. Elles n'ont pas à vocation à être exhaustives en termes de dénombrement des individus. Ce type de passage permet généralement de détecter la présence de l'espèce lorsque celle-ci est présente, bien que la détection ne soit pas systématique en cas de densité très faible. Les prospections se sont portées sur la Dronne et les 4 affluents principaux : Malencourie, Manet, Chantres et Dournajou.

En 2020, 24 stations ont été prospectées (Tableau 3) à l'aide d'un bathyscope. Ces stations ont été positionnées sur des secteurs où aucune prospection n'avait encore été effectuée. Elles se sont portées sur la Dronne et les 4 affluents secondaires : Bucherie, Morillou, Vergne Nègre et Reille. Sur les 24 stations, 6 ont été prospectées dans le cadre d'une possible recolonisation de *Margaritifera margaritifera* suite aux travaux de restauration de la continuité écologiques (stations surlignées en jaune dans le tableau 3).

4.2.2. Echantillonnages

Tableau 4 : Description de prospections réalisées entre 2015 et 2017

Etiquette carte	Longueur (m)	C. d'eau	Date	Observateur	Météo	Nb. de <i>M.margaritifera</i>	Remarques
1	245	Malencourie	04/2015	C.PICHON	Clair à nuageux	0	Peu d'épaisseur de sédiment (dalle souvent affleurante), assez peu favorable
2	2122	Manet	05/2015	C.PICHON	Clair	0	Substrat et typologie de cours d'eau assez peu favorable, malgré le caractère préservé + densité truite élevée
3	479	Chantres	05/2015	C.PICHON	Ensoleillé	0	Etiage sévères ne permettant sans doute pas l'installation sur le long terme
4	791	Dournaujou	05/2015	C.PICHON	Couvert avec éclaircies	1	1 coquille en bon état. Habitats assez favorables dans la partie forestière, mais proportions de sables plus importante en remontant sur les secteurs prairiaux. Drains et piétinement au droit des prairies.
5	461	Dournaujou	05/2015	C.PICHON	Couvert avec éclaircies	2	Prospection non intégrale, visibilité moyenne
6	303	Dournaujou	06/2015	C.PICHON	Ensoleillé	0	Faible lame d'eau, visibilité moyenne (fort ombrage)
7	295	Dournaujou	06/2015	C.PICHON	Ensoleillé	9	Pas de coquilles. Habitat moins favorable qu'en aval immédiat
8	355	Dournaujou	06/2015	C.PICHON	Ensoleillé	22	Assez bonne visibilité, que des adultes, distribuées de façon régulière sur le tronçon. Aucune coquille.
9	174	Dronne	08/2015	C.PICHON	Ensoleillé	15	Prospection partielle – non exhaustive
10	69	Dronne	08/2015	C.PICHON	Ensoleillé	1	1 coquille (récente) – pas d'individus vivants
11	58	Dronne	08/2015	C.PICHON	Ensoleillé	0	Visibilité mauvaise, prospection à considérer non exhaustive
12	125	Dronne	12/2015	C.PICHON – C.	Ensoleillé	1	Fort colmatage par les algues filamenteuses

				DEVILLEGIER			
13	68	Dronne	12/2015	C.PICHON - C. DEVILLEGIER	Ensoleillé	72	
14	102	Dronne	01/2016	C.PICHON	Clair	1	1 coquille dans l'ancien remous de la buse. Découvert à l'inauguration de l'ouvrage
15	373	Dronne	01/2017	C.PICHON	Nuageux	1	1 coquille de <i>M.mar</i> et 80 coquilles <i>U.mancus</i> (prédation) + 7 ind. vivants – Prospection non exhaustive

Tableau 5 : Description de prospections réalisées en 2020

Etiquette carte	Longueur (m)	C. d'eau	Date	Observateur	Météo	Nb. de <i>M.margaritifera</i>	Remarques
21	14	Bucherie	07/2020	AR/FL/AL	Nuageux	0	Présence d'Orconectes
22	13	Bucherie	07/2020	AR/FL/AL	Nuageux	0	Visibilité faible
23	13	Bucherie	07/2020	AR/FL/AL	Nuageux	0	Visibilité moyenne, présence d'Orconectes
24	16	Bucherie	07/2020	AL/NTDS/AR/FL	Nuageux	0	Présence d'Orconectes
25	50	Dronne	07/2020	AL/AR/FL	Nuageux	21	7 coquilles et 14 vivantes. Station en amont de l'ancien remous du Moulin de Chapellas effacé en 2017.
26	50	Dronne	07/2020	AL/AR/FL	Nuageux	119	5 coquilles et 114 vivantes. Station en amont éloigné de l'ancien remous du Moulin de Chapellas effacé en 2017.
27	9	Morillou	07/2020	AL/AR/FL	Ensoleillé	0	Présence d'Orconectes
28	10	Morillou	07/2020	AL/AR/FL	Ensoleillé	0	Présence d'Orconectes
29	50	Dronne	07/2020	AL/AR/FL	Ensoleillé	3	1 coquille et 2 vivantes. Présence d'Orconectes et de corbicules

30	50	Dronne	07/2020	AL/AR/FL	Ensoleillé	0	1 Anodonte vivante. Présence d'Orconectes et de corbicules (population importante). Station située en aval du plan d'eau de Feuyas.
31	9	Vergne Nègre	08/2020	AR/AL	Nuageux	0	
32	9	Vergne Nègre	08/2020	AR/AL	Nuageux	0	
33	18	Reille	08/2020	AR/AL	Clair à nuageux	0	Présence d'Orconectes
34	15	Reille	08/2020	AR/AL	Nuageux	0	Présence d'Orconectes.
35	30	Dronne	08/2020	AR/AL	Clair à nuageux	0	1 coquille d'Anodonte adulte .Présence d'Orconectes et de corbicules. Station en amont de la buse d'Arsac restauré en 2015.
36	50	Dronne	08/2020	JCL/AR/AL	Ensoleillé	0	45 <i>Unio mancus</i> vivants et 5 coquilles
37	50	Dronne	08/2020	JCL/AR/AL	Ensoleillé	0	1 <i>Unio mancus</i> vivante
38	50	Dronne	08/2020	JCL/AR/AL	Ensoleillé	1	1 <i>Unio mancus</i> vivante. Présence de Pacifastacus
39	21	Dronne	08/2020	JCL/AR/AL	Ensoleillé	0	Station en amont de l'ancien remous de l'ancienne forge de Firbeix effacé en 2017.
40	21	Dronne	08/2020	JCL/AR/AL	Ensoleillé	0	Présence de Pacifastacus
41	50	Dronne	09/2020	AL/AR/NTDS	Nuageux	0	Présence d'écrevisse
42	50	Dronne	09/2020	AL/AR/NTDS	Nuageux	0	Présence de corbicule
43	50	Dronne	09/2020	AR/AL/JLC	Nuageux	2	Coquilles de <i>M.mar.</i> Station en amont de l'ancien remous de la Tannerie de Chamont effacé en 2019.
44	50	Dronne	09/2020	AR/AL/JLC	Nuageux	0	Présence de Pacifastacus et de corbicules. Station en amont du Seuil de St Pardoux effacé en 2017.

Inventaires réalisés au niveau des sites restaurés

AL : Angèle Lorient

AR : Alexis Racher

JLC : Jean Laurent Couturier

FL : Florent Lalanne

AR : Alexis Racher

JLC : Jean Laurent Couturier

NTDS : Natali Tostes de Souza

4.2.3. Interprétations des résultats

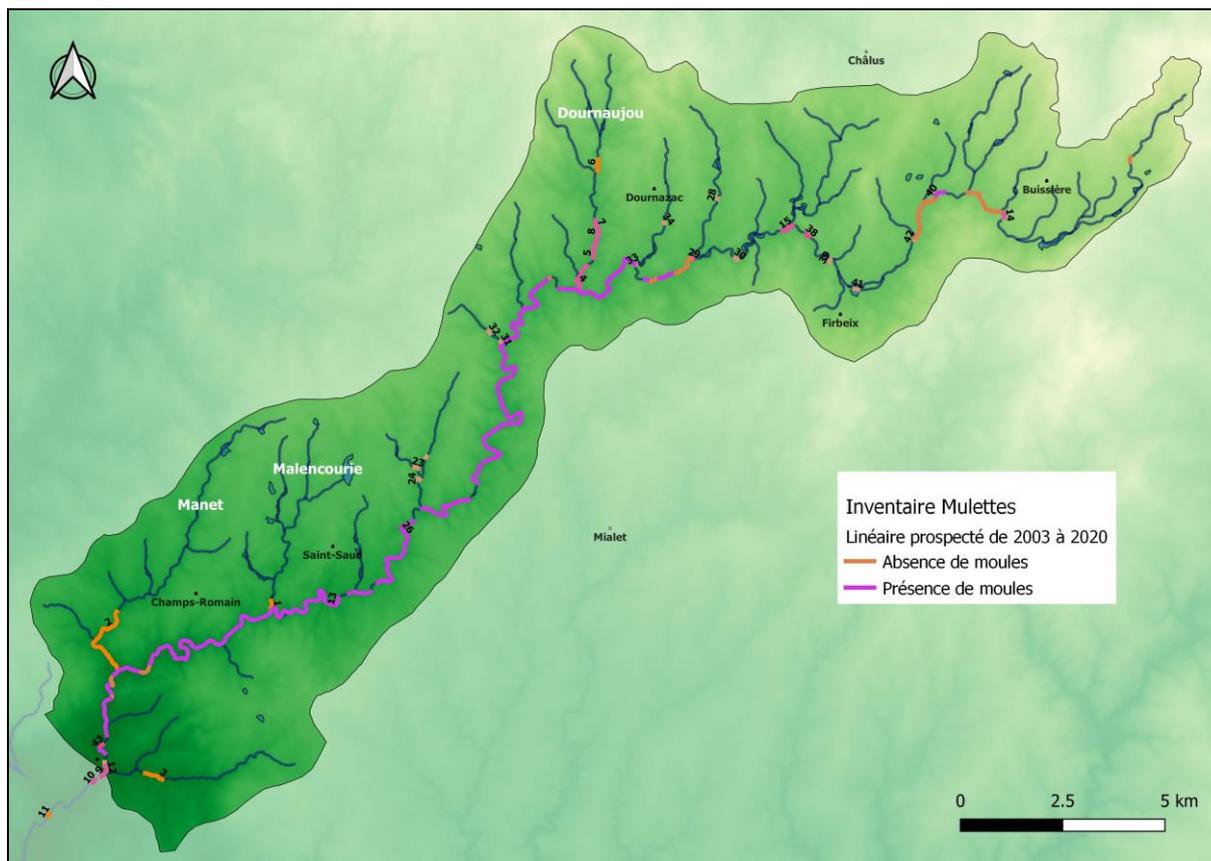


Figure 16 : Linéaire prospecté entre 2003 et 2020

Les éléments nouveaux apportés par les prospections de 2015 à 2019 sont :

- La découverte d'individus vivants de *M.margaritifera* sur le Dournaujou (étiquettes 4 à 8 de la figure 11) ;
- La découverte d'individus vivants de *M.margaritifera* en aval de Saint-Pardoux sur le début du socle sédimentaire de la Dronne ;
- La confirmation de l'absence de mulettes sur le Manet, le Chantres et l'aval de la Malencourie ; le Chantres peut avoir des étiages très sévères voir être assec dans sa partie aval, certainement dû à des pertes souterraines dans un contexte de transition géologique entre le cristallin et le sédimentaire.
- La découverte en janvier 2017 d'une station d'*Unio mancus*, sur le secteur amont de la Dronne (Firbeix, étiquettes 15).

Les prospections de 2020, nous ont permis de :

- Confirmer l'absence de mulettes sur la Bucherie, le Morillou, le Vergne Nègre et la Reille. Ces affluents sont fortement impactés sur leur partie amont par des chapelas d'étangs provoquant une hausse de la température et des conditions physico-chimique plus défavorables à la moule perlière ;
- La confirmation de la présence d'*Unio mancus*, sur le secteur amont de la Dronne (Dournazac/Firbeix, étiquettes 36, 37, 38) ;

- Sur les 5 sites restaurés, la présence de *Margaritifera margaritifera* vivante n'a été détectée que sur une seule station. Cette station est située en amont de l'ancienne forge de chapellas où l'espèce était déjà présente. Il est important de préciser qu'étant une espèce se déplaçant peu et le temps de résilience de la rivière pouvant être long, il serait intéressant de continuer à suivre les sites restaurés afin d'analyser l'impact des travaux et l'évolution du milieu. Un suivi au bathyscope tous les 5 ans sera réalisé sur des zones non prospectées et/ou des zones d'effacements d'ouvrages pour évaluer une possible recolonisation dans le cadre du contrat Natura 2000.

5. CONCLUSION

Le déplacement des moules en amont des travaux de restauration ne semble pas avoir d'impact négatif sur leur survie étant donné qu'aucune coquille de moule n'a été retrouvée. La diminution de % de moules recontactées au fil des suivis semble être liée plus probablement à un déplacement, un enfouissement ou un départ de la placette (ex : arrachement de crue). **Cette intervention est donc à privilégier lors de restauration de la continuité écologique afin d'éviter une mortalité dû aux travaux. De plus, le renforcement des populations situées en amont immédiat des travaux de restauration permettra d'accroître les probabilités de recolonisation des anciens remous d'ouvrage.**

La méthode utilisée afin d'analyser l'évolution et la dynamique de la population de Moule perlière a permis de dresser un état initial à l'échelle stationnelle. **La population de la haute Dronne semble, d'après les résultats, posséder une population jeune et fonctionnelle avec un recrutement récent voir très récent qui pourrait témoigner d'une amélioration de la qualité de son habitat ses vingt dernières années.** Assez logiquement, les stations les plus densément peuplées sont celles qui présentent des classes d'âges diversifiées. Les tronçons 2 et 3 semblent se détacher au niveau des densités ; ce sont par ailleurs sur ces tronçons que des classes d'âges « jeunes » sont les mieux représentées. Les stations situées les plus en aval sont celles dont la population est la plus jeune mais avec des densités beaucoup plus faible que sur Saint-Saud-Lacoussière et Miallet. Les analyses réalisées au cours du programme sur d'autres compartiments écologiques permettent d'expliquer en partie ces résultats par la densité plus importante de Truite fario et une meilleure qualité de la zone hyporhéique sur le secteur aval de la haute Dronne.

Les prospections réalisées sur les linéaires peu connus mettent en lumière l'absence de Moule perlière sur les affluents de la Dronne à l'exception du Dournajou. Cela peut s'expliquer par un cloisonnement encore présent sur la partie amont de la haute Dronne et la présence de chapelet d'étangs sur ces affluents dont la largeur est faible et qui sont par conséquent fortement impactés d'un point de vue hydrologique et thermique. Le décroisement de la Malencourie, du Manet et du Chantre au cours du programme permettront probablement d'augmenter les chances de colonisation sur ces affluents de la Dronne.

Dans le cadre d'un plan d'action du PNRPL 3 types de suivi seront réalisés à la suite du programme :

- Un suivi au bathyscope tous les 5 ans sera réalisé sur des zones non prospectées et/ou des zones d'effacements d'ouvrages pour évaluer une possible recolonisation (paugnac, saint pardoux, tannerie) ;
- Un inventaire avec excavation sera réalisé tous les 10 ans (pour ne pas trop impacter les moules perlières) sur des stations où se protocole a déjà été réalisé (14 stations) pour voir une évolution dans le temps de la population. L'objectif est d'estimer l'état de conservation de l'espèce sur la haute Dronne ;

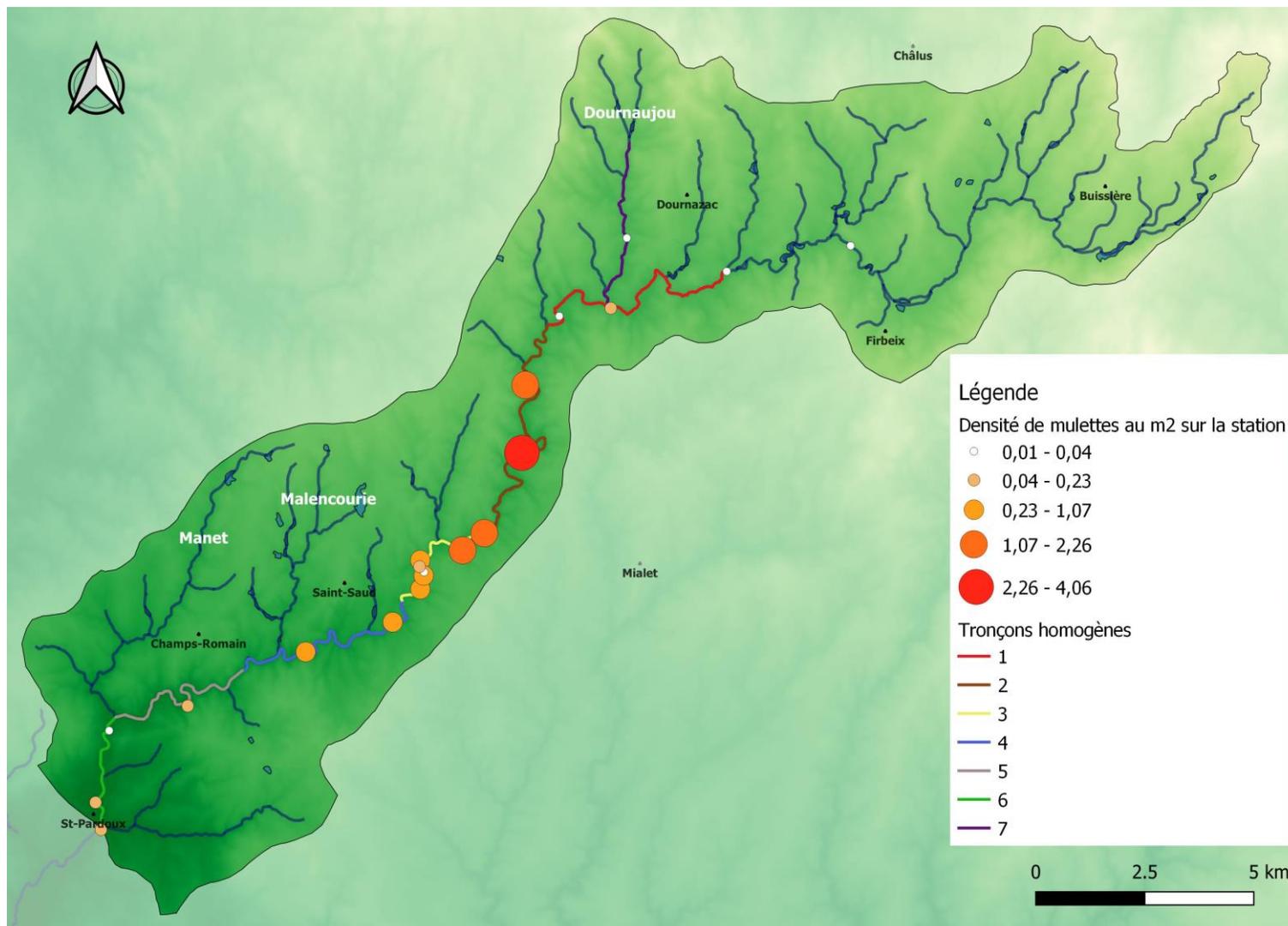


Figure 17 : Densité de moules sur la haute Dronne par station

BIBLIOGRAPHIE

- AFNOR, 2015. T90-859PR - Qualité de l'eau - Norme guide sur le suivi des populations de moules perlières d'eau douce (*Margaritifera margaritifera*) et de leur environnement. 45p.
- Bauer, 1988. Threats to the freshwater pearl mussel, *Margaritifera margaritifera* in central Europe. *Biological Conservation* 45, 239–253
- Bauer G., Hochwald, S. & Silkenat, W. (1991). Spatial distribution of freshwater mussels: the role of host fish and metabolic rate. *Freshwater Biology* 26, 377-386.
- Bretagne Vivante, 2013. Projet LIFE+ NAT/FR/000583 « Conservation de la moule perlière du Massif armoricain » - Action C3 - Contrôle de la qualité du milieu - Protocole d'échantillonnage. Mars 2013, 25p.
- Charlon N. 1969. Relation entre métabolisme respiratoire chez les poissons, teneur en oxygène et température. Extrait du Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse, 105 (1-2) : 136-156.
- Crisp D.T. 1989. Some impact of human activities on trout, *Salmo trutta*, populations. *Freshwater Biology*, 21 : 21-33.
- Commission européenne, 2007. Rapport de qualité écologique pour l'évaluation de la qualité écologique des eaux marines et intérieures - Commission européenne - Direction générale du Centre commun de recherche, Institut de l'environnement et du développement durable.
- Degerman E., Alexanderson S., Bergengren J., Henrikson L., Johansson B.-E., Larsen B.M. & Söderberg H. 2009. Restoration of freshwater pearl mussel streams. WWF Sweden, Solna. 62 p.
- Degerman, E., Andersson, K., Söderberg, H., Norrgrann, O., Henrikson, L., Angelstam, P. & Törnblom, J. (2013). Predicting population status of freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.) in central Sweden using instream and riparian zone land-use data. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 23, 332–342.
- Geist, J., Porkka, M. & Kuehn, R. (2006). The status of host fish populations and fish species richness in European freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) streams. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 16, 251-266
- Geist, J. & Auerswald K. (2007). Physicochemical stream bed characteristics and recruitment of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*). *Freshwater Biology* 52, 2299–2316.
- Frost W.E. & Brown M.E. 1967. The trout. Collins Ed. (London), 286 p.
- Mills D.H. 1971. Salmon and trout resource, its ecology, conservation and management
- Moorkens, E. A. (2006). Irish non-marine molluscs – an evaluation of species threat status. *Bulletin de Irish Biogeographical Society* - 30, 348-371.
- Moorkens & Killeen, en prép. Moorkens, E. & Killeen, I. (en prép.) Studies of habitat and water quality requirements of *Margaritifera margaritifera*

NAVARRO, L., PERESS J., MALAVOI J.R, 2012 – AIDE A LA DEFINITION D'UNE ETUDE DE SUIVI - RECOMMANDATIONS POUR DES OPERATIONS DE RESTAURATION DE L'HYDROMORPHOLOGIE DES COURS D'EAU – 48p.

Oliver, 2000. Conservation objectives for the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*). Report to English Nature, Peterborough.

Österling, M. E., Arvidsson, B. L. & Greenberg, L. A. (2010). Habitat degradation and the decline of the threatened mussel *Margaritifera margaritifera*: influence of turbidity and sedimentation on the mussel and its host. *Journal of Applied Ecology* 47, 759–768.

Outeiro, A., Ondina, P., Fernandez, C., Amaro R. & San Miguel, E. S. (2008). Population density and age structure of the freshwater pearl mussel, *Margaritifera margaritifera*, in two Iberian rivers. *Freshwater Biology* 53, 485–496.

Reis, 2003. The freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* (L.)) (Unionoida: Bivalvia) rediscovered in Portugal and threats to its survival. *Biological Conservation* 114, 447–452.

Ziuganov, V., Zotin, A., Nezlin, L. & Tretiakov, V. (1994). Les moules perlières d'eau douce et leurs relations avec les salmonidés. VNIRO, Moscou.