



Action D.3 : Suivi de la population de Moules perlières

**Période 2015-2017 – *Rapport d'avancement*
*Mars 2017***



TABLE DES MATIERES

1.	Contexte : Le programme LIFE NAT/FR/000506	5
1.1.	Fiche synthétique	5
1.2.	Contenu du document.....	6

VOLET 1 : Prospections sur des linéaires peu connus

1.	Données disponibles sur le bassin versant.....	7
2.	Nouveau linéaire prospecté	8

VOLET 2 : Opérations de déplacement de mulettes sur emprises travaux et suivi des individus déplacés/recolonisation des anciens remous d'ouvrages restaurés

1.	Contexte	11
2.	Méthodologie des opérations de déplacement	11
2.1.	Caractérisation de la zone de prélèvement	11
2.1.1.	Ancienne forge de Chapellas	11
2.1.2.	Tannerie Chamont	13
2.2.	Repérage de zones en amont présentant des caractéristiques semblables ou supposées plus favorables pour accueillir les animaux transplantés	14
2.3.	Collecte, mesures biométriques et marquage	15
3.	Résultats et Suivis.....	17
3.1.	Effectifs déplacés.....	17
3.1.1.	Chapellas	17
3.1.2.	Tannerie.....	18
3.2.	Suivi	18

VOLET 3 : Suivi reproductible par échantillonnage des individus de *Margaritifera margaritifera* sur un réseau de stations

1.	Données du précédent inventaire de 2003.....	20
2.	Matériels et Méthodes.....	21
2.1.1.	Définition d'un réseau de stations	21

2.1.2.	Echantillonnage 1	22
2.1.3.	Echantillonnage 2	24
2.1.4.	Focus sur l'intérêt de ce double échantillonnage	26
3.	Résultats	27
3.1.	Calendrier de réalisation et conditions d'observation	27
3.2.	Echantillonnage 1	29
3.3.	Echantillonnage 2	31
BIBLIOGRAPHIE		35
ANNEXES		37



Margaritifera margaritifera sur la Dronne à Miallet

1. CONTEXTE : LE PROGRAMME LIFE NAT/FR/000506

1.1. Fiche synthétique

Généralités :

Durée du projet : 1/06/2014 - 1/06/2020

Budget global du projet Life + : 5 855 204 € (co financement 50 % UE)

Cofinanceurs français : Agence de l'Eau Adour Garonne, DREAL Limousin, Régions Aquitaine et Limousin, 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). En plus de 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 présentes 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.

1.2. Contenu du document

Dans le cadre de l'action D.3 du programme LIFE : « Suivi de la population de *Margaritifera margaritifera* sur la Haute-Dronne », 3 types d'investigation sont mis en œuvre :

- **Volet 1** : Prospections au bathyscope des linéaires jamais prospectés (présence/absence) ;
- **Volet 2** : Suivi de la recolonisation par la Mulette perlière des remous solides d'ouvrages qui seront supprimés. Bien que non prévus au programme initial, à ce 2nd volet se sont ajoutés *a posteriori* :
 - o des opérations de déplacement d'individus de *Margaritifera margaritifera* (présents sur des emprises de travaux) ;
 - o le suivi des individus déplacés ;
- **Volet 3** : Suivi reproductible par échantillonnage des individus de *Margaritifera margaritifera* sur un réseau de stations, associant le comptage des individus visibles en surface sur des surfaces données et le dénombrement (et mesure) des individus présents dans des quadras de 1m² (individus enfouis et visibles en surface).

Volet 1 : Prospections sur des linéaires peu connus

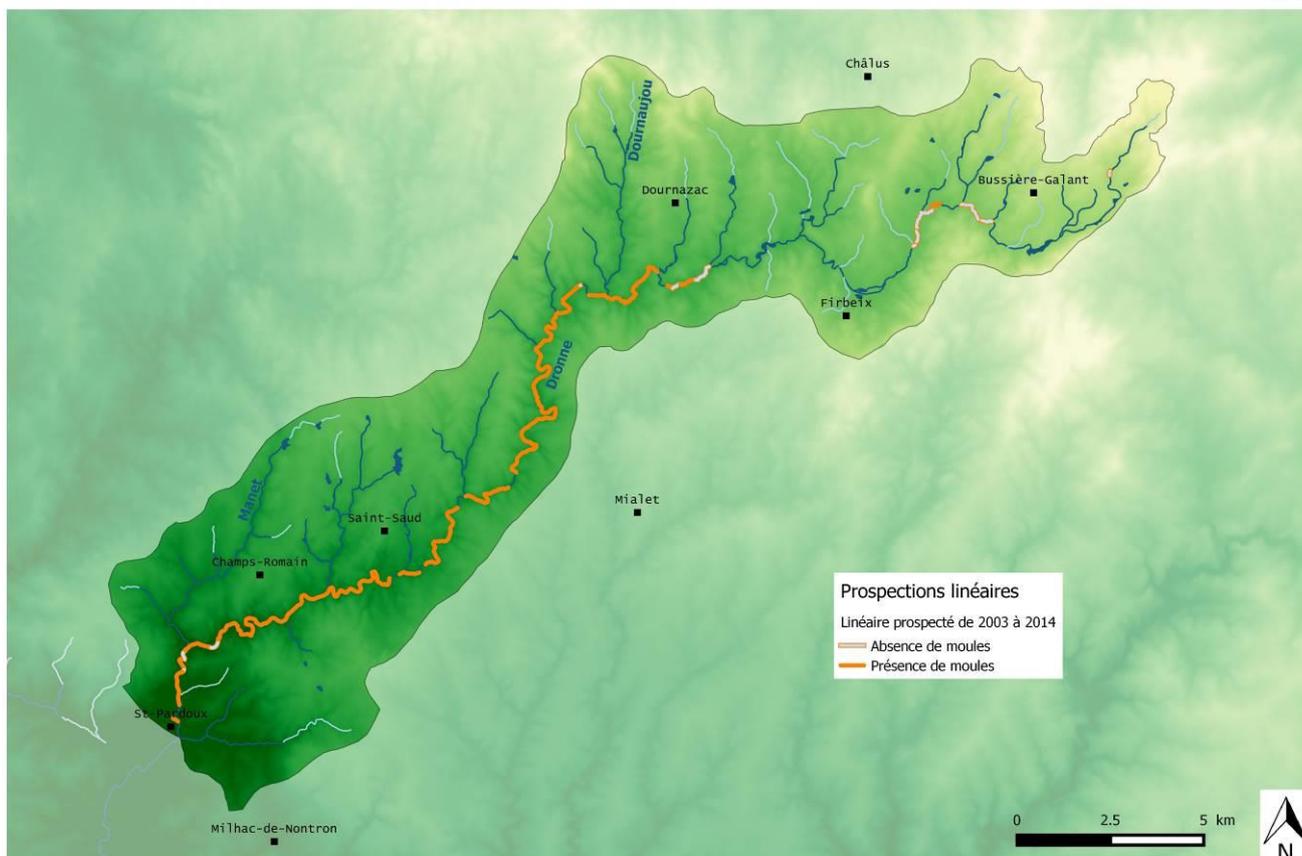
1. DONNÉES DISPONIBLES SUR LE BASSIN VERSANT

Au lancement du programme LIFE, les données portées à connaissance concernant la moule 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 et l'animation du DOCOB du Natura 2000 "Réseau hydrographique de la Haute Dronne" ;
- d'une étude d'approche de la 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.

Linéaire prospecté avant lancement du programme LIFE



2. NOUVEAU LINÉAIRE PROSPECTÉ

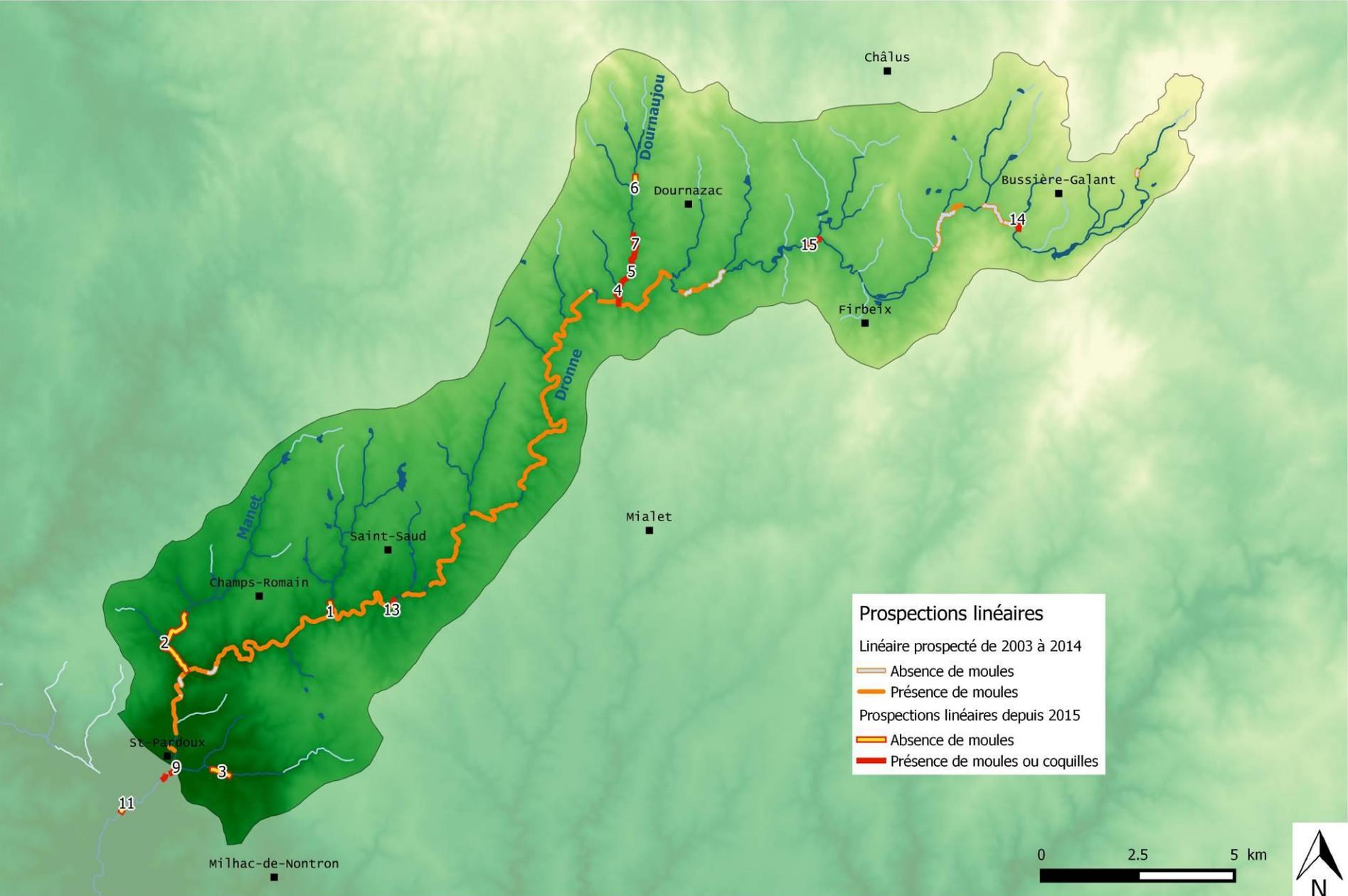
Depuis 2015, des tronçons supplémentaires ont été prospectés (cf. tableau suivant). Ces prospections ont été réalisées par un opérateur, équipé d'un bathyscope. Elles n'ont pas vocation à être exhaustives en termes de dénombrement des individus. Ce type de passage permet généralement de détecter la présence de l'espèce lorsque celle-ci est présente, bien que la détection ne soit pas systématique en cas de densité très faible.

Parmi les éléments nouveaux apportés par ces prospections, relevons en particulier :

- La découverte d'individus vivants de *M. margaritifera* sur le Dournajou (étiquettes 4 à 8) ;
- 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 ;
- La découverte en janvier 2017 d'une station d'*Unio mancus*, sur le secteur amont de la Dronne (Firbeix, étiquette 15). Cette station fera l'objet d'une caractérisation plus poussée à l'étiage 2017.

Etiquette carte	Longeur (m)	C. d'eau	Date	Observateur	Météo	Nb. de <i>M.margaritifera</i>	Remarques
1	245	Malencourie	13/04/2015	C. PICHON	Clair à nuageux	0	Peu d'épaisseur de sédiment (dalle souvent affleurante), assez peu favorable
2	2122	Manet	mai-15	C. PICHON	Clair	0	Substrat et typologie de cours d'eau assez peu favorable, malgré le caractère préservé + densité truite élevée
3	479	Chantres	mai-15	C. PICHON	Ensoleillé	0	Etiages sévères ne permettant sans doute pas l'installation sur le long terme
4	791	Dournaujou	07/05/2015	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. Prosp. non exhaustive, visi. correcte. Drains et pietinement au droit des prairies.
5	461	Dournaujou	29/05/2015	C. PICHON	Couvert avec éclaircies	2	Prospection non intégrale, visibilité moyenne
6	303	Dournaujou	08/06/2015	C. PICHON	Ensoleillé	0	Faible lame d'eau, visibilité moyenne (fort ombrage)
7	295	Dournaujou	08/06/2015	C. PICHON	Ensoleillé	9	Pas de coquilles. Habitat moins favorable qu'en aval immédiat.
8	355	Dournaujou	05/06/2015	C. PICHON	Ensoleillé	22	Assez bonne visib, que des adultes, distribuées de façon régulière sur le tronçon. Aucune coquille.
9	174	Dronne	03/08/2015	C. PICHON	Ensoleillé	15	Prospection partielle - non exhaustive
10	69	Dronne	03/08/2015	C. PICHON	Ensoleillé	1	1 Coquille (récente) - pas d'individus vivants
11	58	Dronne	03/08/2015	C. PICHON	Ensoleillé	0	Visibilité mauvaise, prospection à considérer non exhaustive
12	125	Dronne	14/12/2015	C.PICHON - C. DEVILLEGIER	Ensoleillé	1	Fort colmatage par filamenteuses
13	68	Dronne	14/12/2015	C. PICHON - C. DEVILLEGIER	Ensoleillé	72	
14	102	Dronne	janv-16	C. PICHON	Clair	1	1 coquille de <i>Mmar</i> dans l'ancien remous buse. Découvert à l'inauguration du nouvel ouvrage
15	373	Dronne	23/01/2017	C. PICHON	Nuageux	1	1 coquille <i>M. mar.</i> et 80 coquilles <i>U. mancus</i> (prédation) + 7 ind. vivants - Prospection loin d'être exhaustive, l'objectif étant de ramasser les coquilles

Linéaire supplémentaire prospecté depuis le lancement du programme LIFE



Sources : IGN BD ALti - BD CATHAGE - PNRPL

Volet 2 : Opérations de déplacement de mulettes sur emprises travaux et suivi des individus déplacés/recolonisation des anciens remous d'ouvrages restaurés

1. CONTEXTE

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.

Ces opérations ont fait l'objet d'une demande d'autorisation de déplacement d'individus d'espèce protégée au titre des procédures de dérogation au sens des articles L. 411-1 et L. 411-2 du code de l'environnement. Un arrêté inter-préfectoral d'octobre 2016 décrit les prescriptions particulières relatives à ces opérations.

Les 2 sites¹ concernés sont les suivants :

- **Anciennes forges de Chapellas** (ou Moulin de Soumagnac), commune de Saint-Saud-Lacoussière (24). Sur ce site, 270 individus ont été recensés sur les 80m linéaires en aval de l'ouvrage.
- **Seuil de la Tannerie Chamont**, commune de Saint-Pardoux-la-Rivière (24). Sur ce site, il était envisagé le déplacement de 6 mulettes perlières présentes sur les 120 premiers mètres.

2. MÉTHODOLOGIE DES OPÉRATIONS DE DÉPLACEMENT

2.1. Caractérisation de la zone de prélèvement

Cette action vise à connaître les éléments caractérisant la station où vivent les moules à déplacer. L'objectif est de trouver en amont une zone présentant des critères proches de ceux de la zone initiale. Dunn et al. (2000) montrent que le succès de la réimplantation de bivalves tient en grande partie à la similitude des stations de prélèvements et des zones de réimplantation.

2.1.1. Ancienne forge de Chapellas

Un 1^{er} comptage réalisé à l'étiage 2015 a permis de dénombrier 270 mulettes visibles en surface² sur 70ml en aval de l'ouvrage. 183 d'entre elles sont situées sur l'emprise directe des travaux (*cf. carte ci-après*).

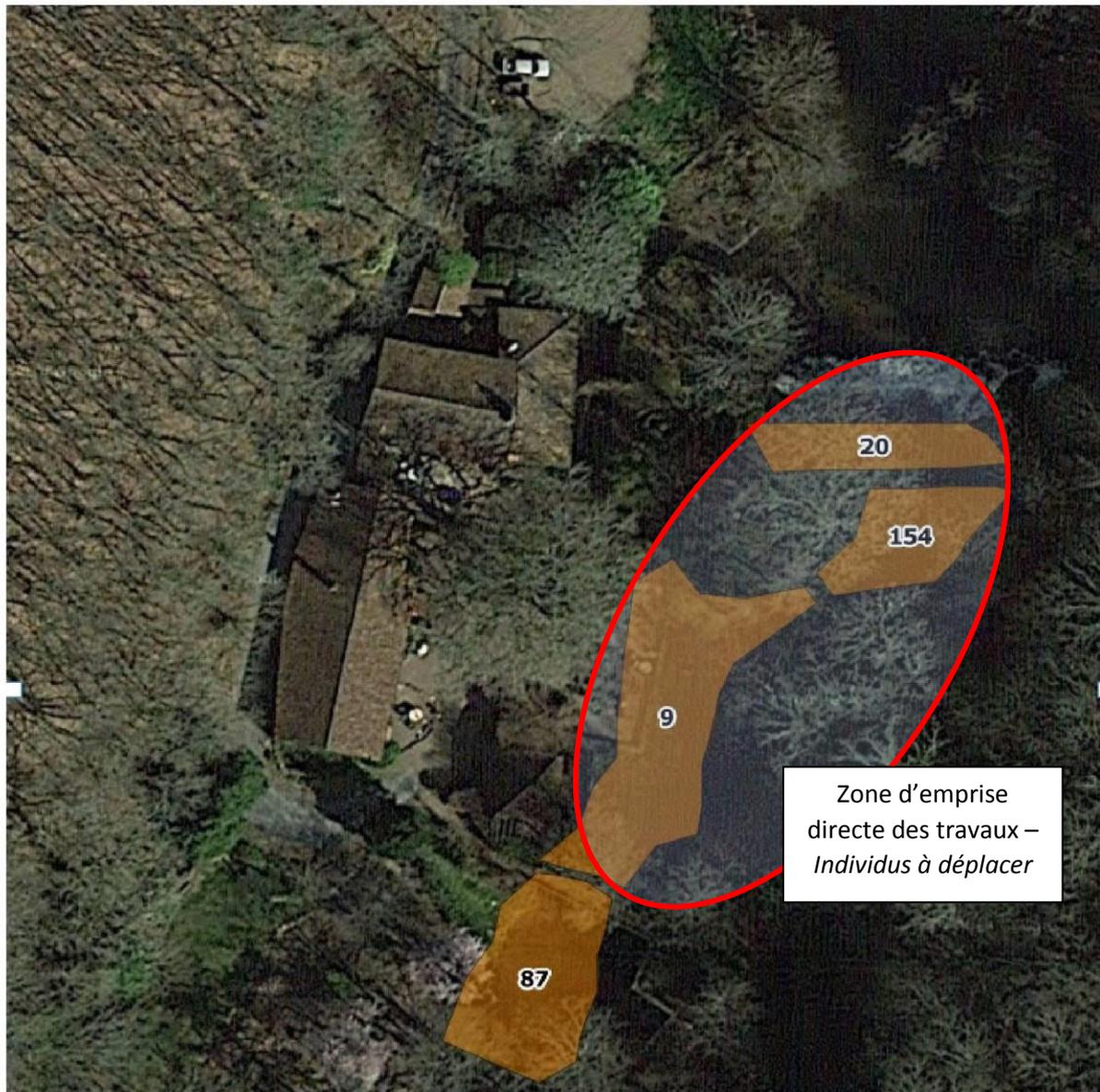
¹ Sur l'ensemble des ouvrages ciblés par le programme LIFE et pour lesquels des travaux sont susceptibles d'être réalisés avant 2020, 4 sites au total sont potentiellement concernés. Les projets de travaux n'étant pas encore arrêtés sur les 2 autres sites, les opérations de déplacements ne le sont pas non plus.

² Comptage à un observateur, le tronçon étant divisé en couloirs de 2m de large (matérialisés par des décimètres posés au fond du lit).

Localisation des secteurs à Moules perlières en aval des ouvrages

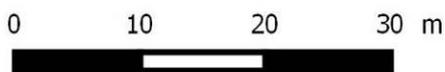


Moulin de Soumagnac



Légende

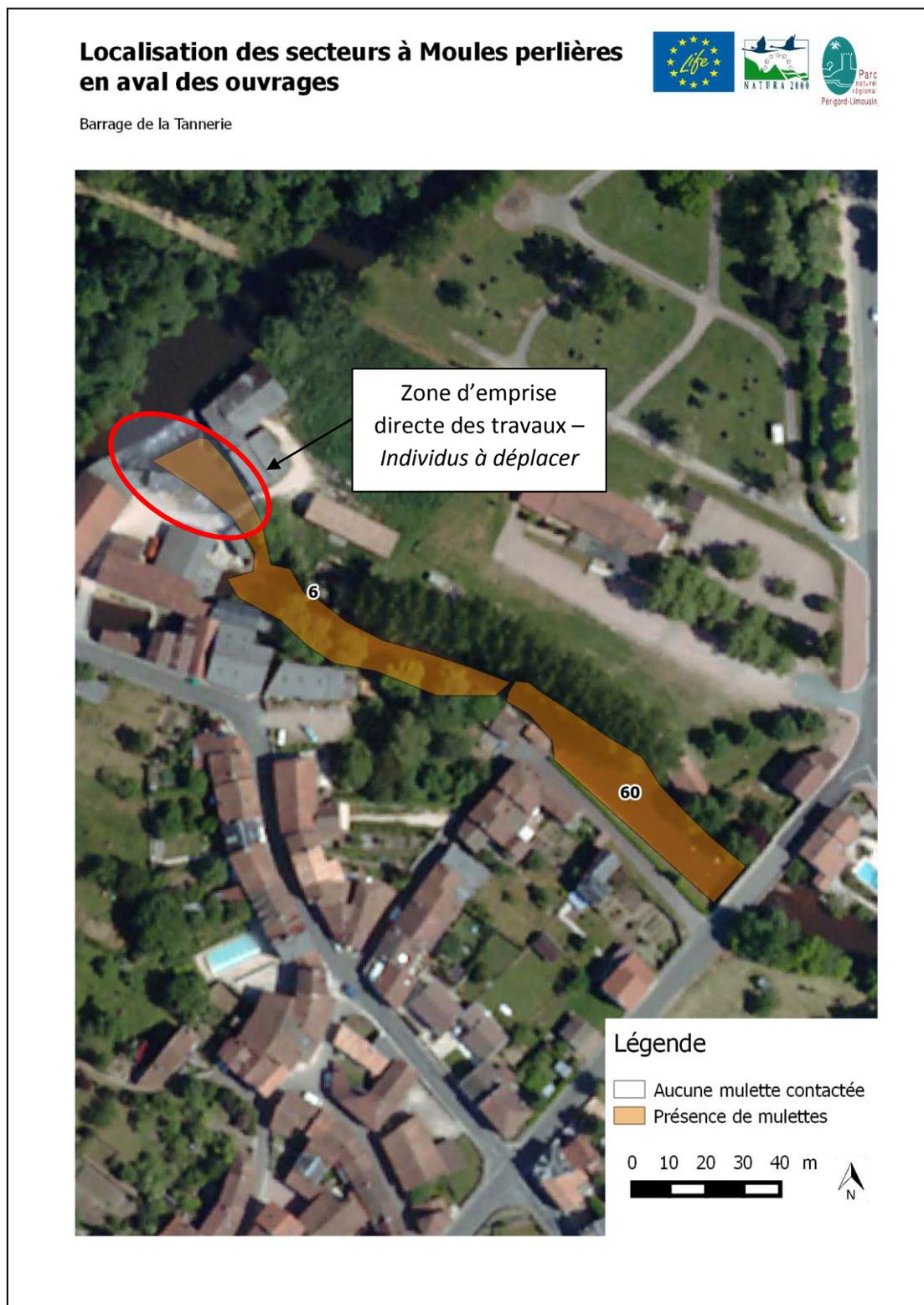
- Aucune moulette contactée
- Présence de mulettes



2.1.2. Tannerie Chamont

Un comptage réalisé en 2003 a permis de dénombrier 6 moules visibles en surface³ sur 120ml en aval de l'ouvrage.

Cf. carte ci-après.

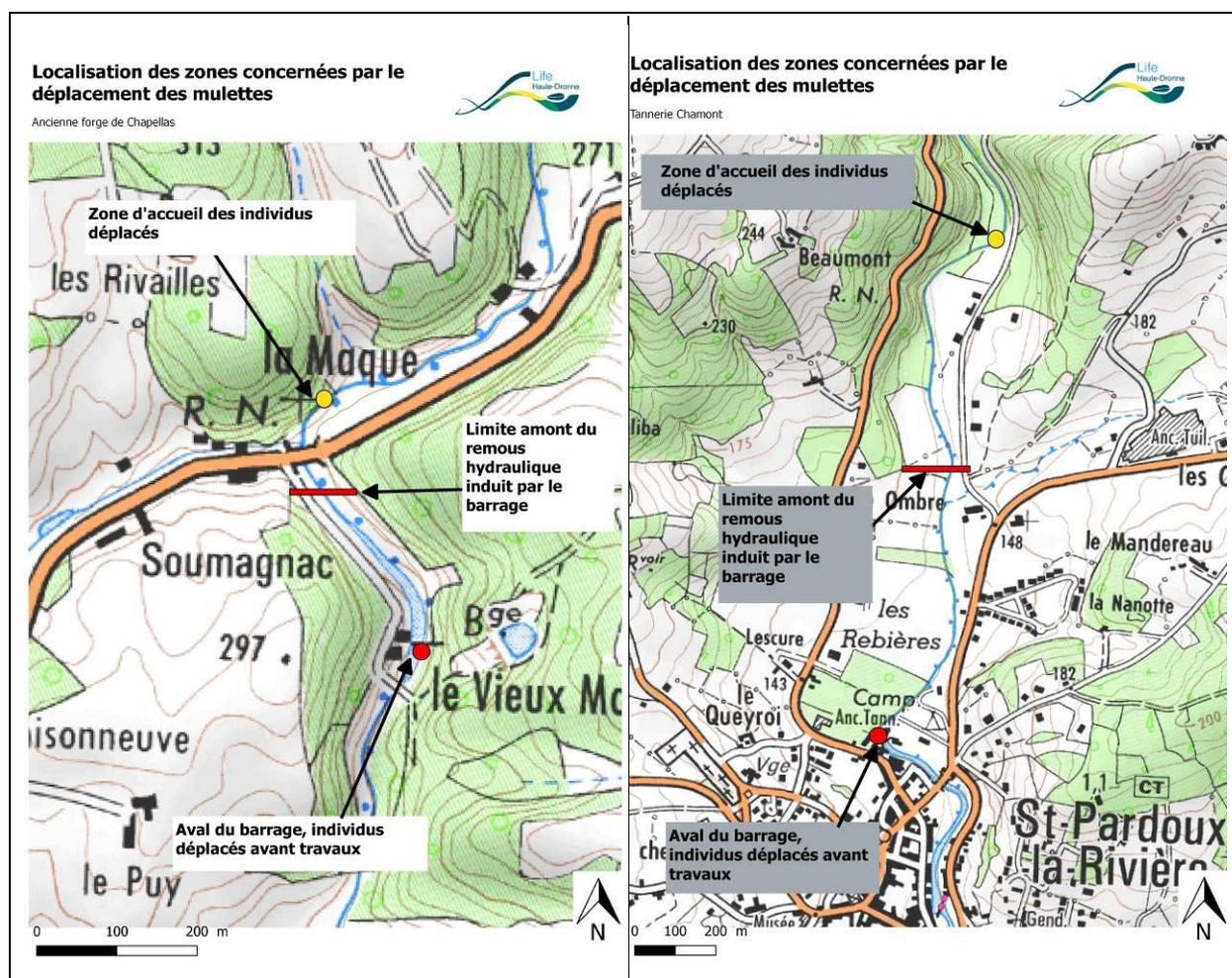


³ Comptage à un seul observateur sur toute la largeur du lit

2.2. Repérage de zones en amont présentant des caractéristiques semblables ou supposées plus favorables pour accueillir les animaux transplantés

Un travail de prospection a été réalisé sur les zones amont du chantier, pour trouver des zones de réimplantation favorables. Les secteurs hébergeant déjà des individus en amont ont été privilégiés pour la réimplantation des individus. La présence initiale de mulettes constitue en effet l'assurance d'une bonne habitabilité de la station pour l'espèce. Par ailleurs, le renforcement des populations situées en amont immédiat des travaux de restauration permettront d'accroître les probabilités de recolonisation des anciens remous d'ouvrages.

Les 2 secteurs ainsi identifiés pour la réimplantation sont les secteurs les plus proches géographiquement de la zone initiale qui présentent des caractéristiques stationnelles proches des zones initiales. Ils sont situés quelques centaines de mètres en amont des anciens remous hydrauliques des ouvrages effacés. Les fiches terrain descriptives des 2 stations de réimplantation sont disponibles en annexe.



Localisation des stations de prélèvement et d'accueil sur chacun des 2 sites

En outre, sur le secteur de réimplantation de Chapellas, 3 placettes de 2m X 2m sont identifiées et localisées très précisément, de la manière suivante :

- Pointage GPS de l'angle supérieur droit de la placette (opérateur tourné vers l'amont)

- 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 de 30 cm (enfoncés de 15 à 20 cm dans le substrat) matérialisant les 4 angles de la placette (lors des suivis, ces 4 supports seront réutilisés dans la mesure du possible pour borner le contour des placettes).

Sur ces 3 placettes, toutes les moules déjà présentes en surface sont marquées individuellement à l'aide un tag spécialement conçu (modèle diffusé par Hallprint inc.), puis repositionnées une à une sur leur emplacement d'origine.

Ces 3 placettes seront utilisées pour accueillir le lot de moules marquées individuellement (cf. paragraphe suivant).



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

2.3. Collecte, mesures biométriques et marquage

Au regard des emprises et conditions d'exécution des travaux d'effacement définis en concertation avec le maître d'œuvre du PNR, les opérations ont concernées des linéaires de 60ml (Chapellas) et 25ml (Tannerie) en aval des ouvrages.

Des couloirs de 2m de large sont disposés dans le fond du lit afin de faciliter le repérage dans l'espace des opérateurs et favoriser une bonne couverture de la zone.

Les prospections sont réalisées en 2 temps :

- 1) Tous les individus apparents seront sortis de l'eau ;
- 2) le substrat est fouillé précautionneusement à l'aide d'outils (petit croc de jardinage) et à la main.

Une partie des sédiments a été également passée au tamis. Cependant, cette méthode n'a pas semblé très adaptée notamment lorsque le sédiment n'est pas « pelletable » facilement. Dans ce cas, il nous a semblé plus efficace de soulever un à un tous les éléments grossiers (cailloux, pierres, blocs) et de fouiller le substrat ainsi remanié en gardant une vision subaquatique des opérations au bathyscope.

Sur Chapellas, 5 passages successifs ont été nécessaires jusqu'à ce qu'aucune moule ne soit découverte, que ce soit en surface ou dans le substrat. L'opération s'est déroulée sur 4 jours. Les créneaux horaires de visibilité maximale ont été privilégiés.

Sur la Tannerie, l'opération est répétée à 3 reprises jusqu'à ce qu'aucune moulette ne soit plus découverte, que ce soit en surface ou dans le substrat. L'opération s'est déroulée sur une journée.

Le déroulement des opérations est consigné dans le tableau suivant.

Site	Date	Créneau horaire	Opérateurs	Météo
Chapellas	06/10/2016	10h-16h	C. PICHON / D. NAUDON / YM. LEGUEN	Ensoleillé
Chapellas	07/10/2016	10h-13h	C. PICHON	Temps clair
Chapellas	10/10/2016	10h30-16h	C. PICHON / D. NAUDON /C. DEVILLEGER	Couvert
Chapellas	18/10/2016	14h00-17h00	C. PICHON	Temps clair
Tannerie de Chamont	12/10/2016	10h30-15h30	C. PICHON / YM. LEGUEUN	Ensoleillé



Repérage des individus en aval immédiat du seuil de Chapellas

Chaque individu a été mesuré (longueur, largeur, hauteur). Au regard des effectifs en présence (plus importants que prévus) et du temps de manipulation élevé qu'implique un marquage individualisé, le marquage à l'aide d'un tag n'a été réalisé que sur un échantillon de 45 moulettes, sur le seul site de Chapellas. Pour le lot d'individus marqués, un tag spécialement conçu (modèle diffusé par Hallprint inc.), portant un n° d'identification unique, est collé sur la partie antérieure d'une des valves (colle cyanolite). Les moules marquées sont enveloppées dans un linge humide et déposées dans une glacière, afin d'éviter les chocs entre individus, la déshydratation et les chocs thermiques.



Marquage des individus qui seront suivis

Les sujets sont ensuite réimplantés dans le substrat, en position naturelle, à l'aide d'une truelle qui permet de creuser préalablement le fond du lit. Il est important de ne pas « appuyer » sur les sujets pour les réimplanter dans le substrat, sous peine d'introduire du sable entre les 2 valves qui pourrait causer des lésions. Les 45 mulettes témoins et marquées individuellement sont disposées au sein des 3 placettes de 2m X 2m préalablement matérialisées sur la station d'accueil, en prenant soin de ne pas déstabiliser les mulettes déjà présentes sur ces quadrats.

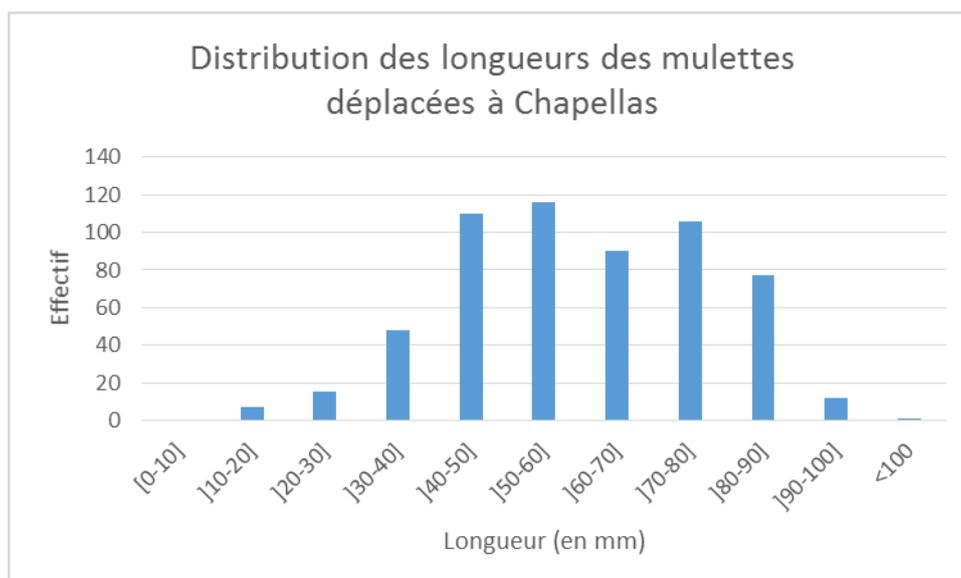
3. RÉSULTATS ET SUIVIS

3.1. Effectifs déplacés

3.1.1. Chapellas

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.

La distribution des tailles est présentée dans le graphique suivant.

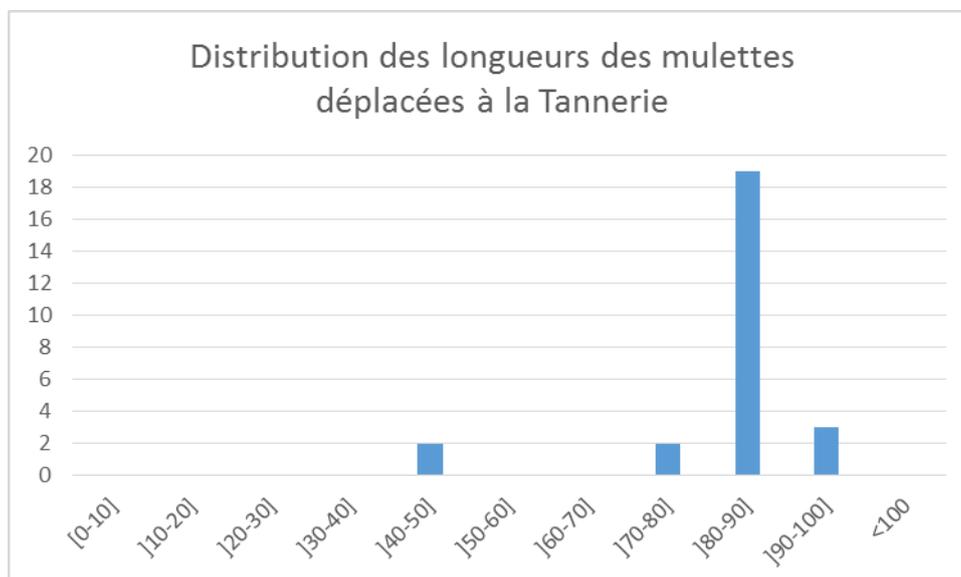


45 moulettes ont fait l'objet d'un marquage individuels et ont été disposés dans 3 placettes de suivi (15 ind./placette). Les identifiants et la biométrie de ces sujets est disponible en annexe.

3.1.2. Tannerie

Au total, **26 moulettes** ont été déplacées de l'emprise travaux, sur un secteur où 6 moulettes visibles en surface avaient été dénombrées initialement (sur un linéaire plus important, cf. précédemment).

La distribution des tailles est présentée dans le graphique suivant.



3.2. Suivi

Les opérations de déplacement ayant été réalisées à l'automne, le suivi à court terme (effet immédiat du déplacement) est rendu difficile à cause des conditions d'observation qui sont rarement idéales en cette saison.

Un premier suivi a néanmoins été réalisé le 28/11/2016 à l'aide d'un bathyscope. Dans des conditions d'observation que l'on peut qualifier de mauvaises (lumière manquante, visibilité réduite), des effectifs équivalent à 73,7% à 100% des moules présentes après réimplantation ont été observées. Il n'a pas été fait de lecture des identifiants lors de ce contrôle afin de limiter au maximum la perturbation pour les moules.

ID Quadras	Nb. moules initialement présentes	Nb. moules réimplantées	Nb. Moules observées le 28/11/2016 après 50j	% individus observés après 50j
Q1	5	15	16	80,0%
Q2	3	15	18	100,0%
Q3	4	15	14	73,7%

Un autre suivi, avec lecture des identifiants, a été réalisé à 6 mois, le 28/04/2017. A noter qu'une crue de fréquence annuelle est intervenue en début d'année 2017.

Pour faciliter la lecture des tags en limitant au maximum la manipulation des moules, le suivi m+6 a été réalisé en *snorkeling* (masque et tuba). Cette méthode permet de ne pas déstabiliser les moules encastrées dans le substrat, puisque le tag est alors généralement visible.

ID Quadras	Nb. moules initialement au 18/10/2016		Nb. Moules observées le 28/04/2017 – après 6 mois		
	Déjà présentes et marquées	Issues du déplacement et marquées	Présentes initialement et marquées	Issues du déplacement et marquées	Autres moules non marquées (origine indéterminée)
Q1	5	15	5	12	6
Q2	3	15	2	14	3
Q3	4	15	3	11	8
Total	12	45	10 (83,3%)	37 (82,2%)	17

Après 6 mois et le passage d'une crue annuelle, **37 moules sur 45 ont été retrouvées, soit 82,2% des moules déplacées.**

Notons que sur les lots de moules témoins déjà présentes sur les placettes, le pourcentage de moules retrouvées est comparable, avec **83,3% des individus retrouvés.**

En outre, 17 moules supplémentaires non identifiées ont été observées sur les 3 quadras. Certaines d'entre elles pouvaient être déjà présentes et enfouies au mois d'octobre, d'autres ont pu venir s'installer à postériori.

Plusieurs hypothèses peuvent être avancées concernant le devenir des moules non retrouvées après 6 mois :

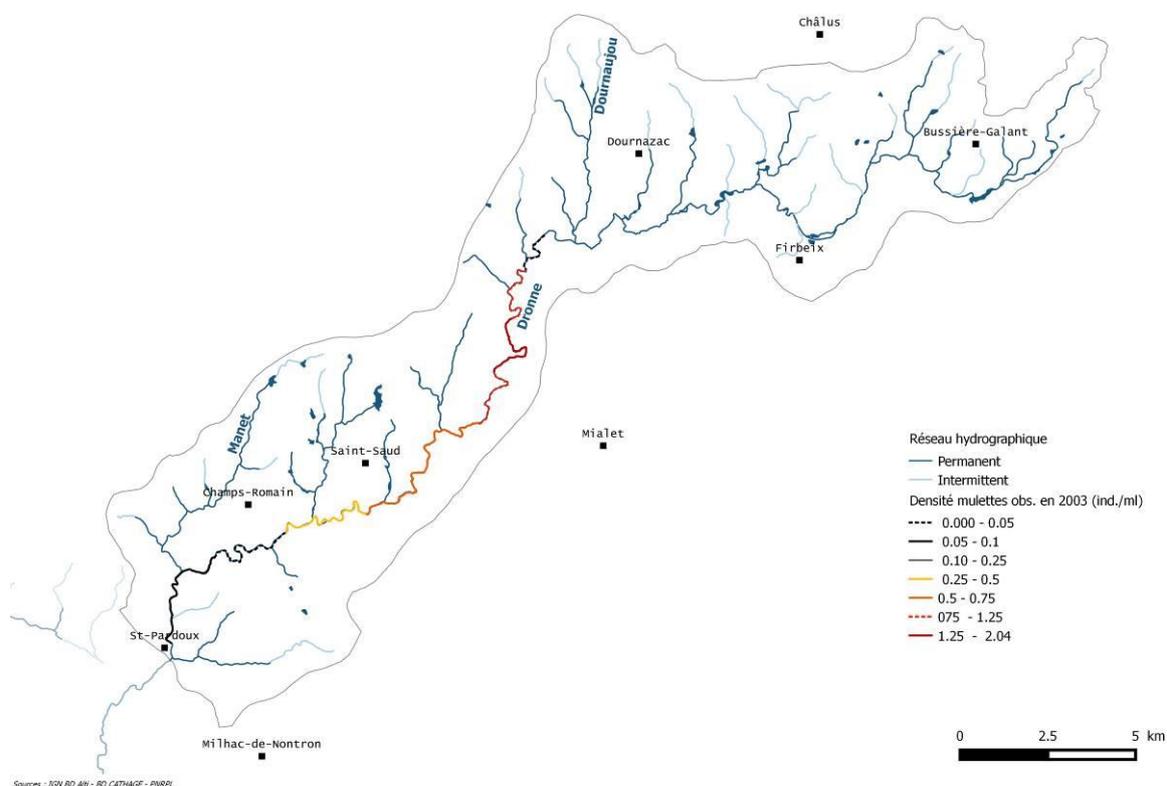
- Enfouissement dans le substrat, dans ce cas il est probable que ces moules réapparaissent lors des opérations de suivis ultérieures ;
- Départ de la placette (ex : arrachement par la crue).

Volet 3 : Suivi reproductible par échantillonnage des individus de *Margaritifera margaritifera* sur un réseau de stations

1. DONNEES DU PRECEDENT INVENTAIRE DE 2003

L'inventaire réalisé en 2003 permet d'avoir une vision synthétique de la répartition des moules 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 (30km) 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.

Densité de Mulettes observées en 2003



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.

2. MATERIELS ET METHODES

Le protocole proposé 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.

2.1.1. Définition d'un réseau de stations

Au regard de la répartition très hétérogène des Mulettes sur la Dronne, il sera 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 présentaient 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).

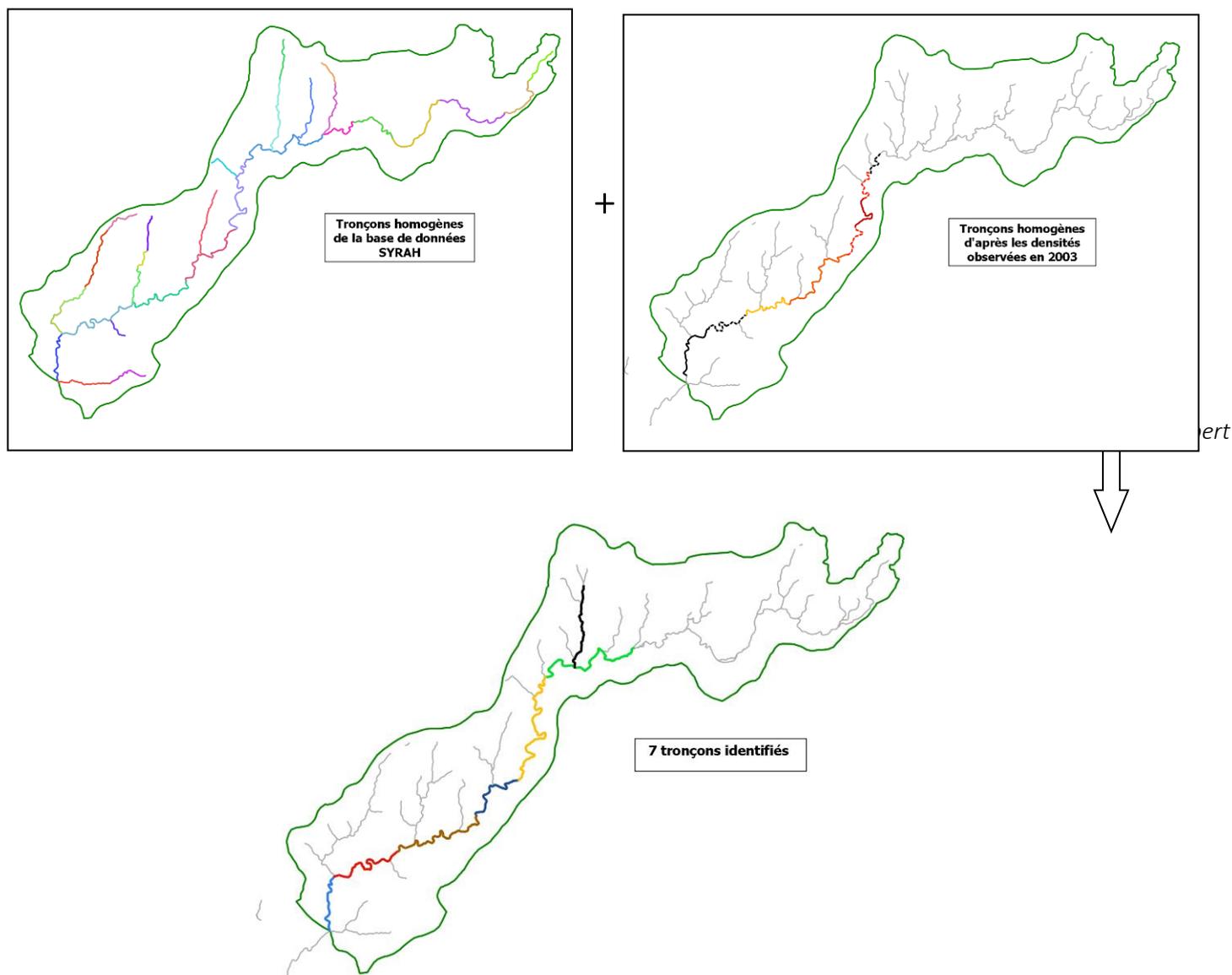


Schéma représentant la démarche d'identification des 7 tronçons dits homogènes

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.

A ce réseau de stations, pourront être ajoutées d'autres stations de suivi positionnées délibérément sur des secteurs susceptibles d'évoluer suite aux actions du programme LIFE (rétablissement de l'accessibilité d'un tronçon, site de réintroduction, habitat restauré, etc.). Leur nombre reste à définir, il sera fonction de la nature et du planning d'avancement des travaux. **Sur ces dernières cependant, seul le premier échantillonnage sera réalisé (pas de recherche d'individus enfouis).**

2.1.2. Echantillonnage 1

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 moules 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 50m 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 50m et ce sur toute la largeur du cours d'eau (généralement 6 à 10 m de large selon les secteurs). Les mulettes 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 2m 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.

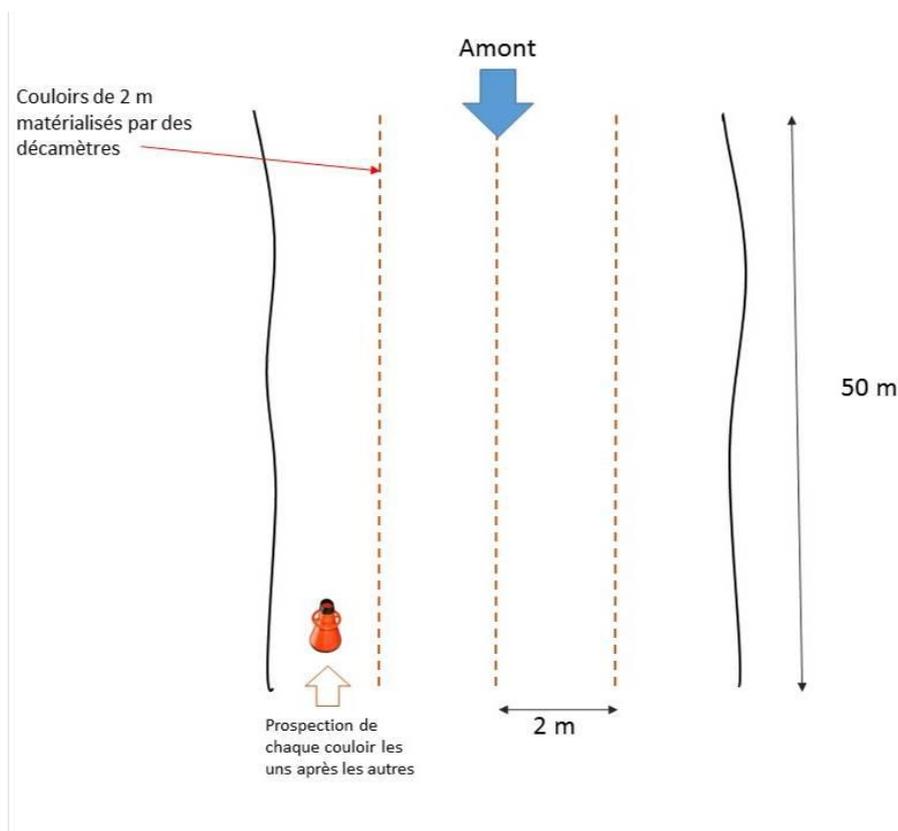


Schéma de principe – mise en œuvre de l'échantillonnage 1



Mise en application de l'échantillonnage 1 sur le terrain

2.1.3. Echantillonnage 2

D'une longueur de 50m, chaque station peut être virtuellement subdivisée en 10 transects équidistants de 5m. 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 :

Sur chaque placette, 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.

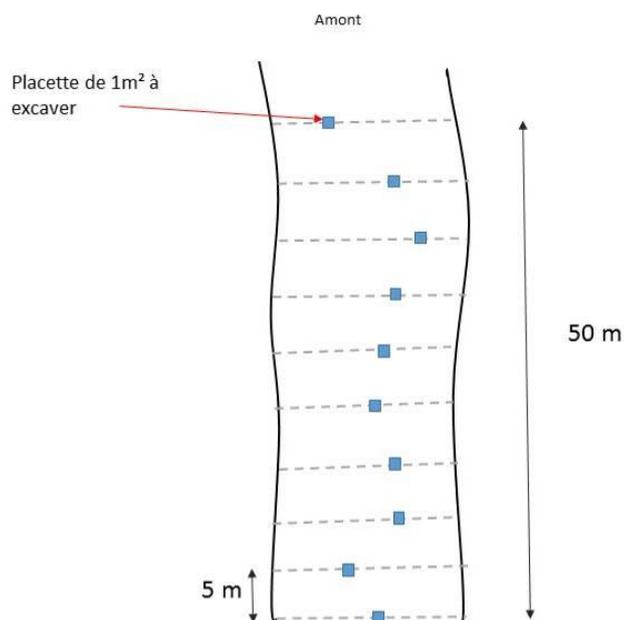
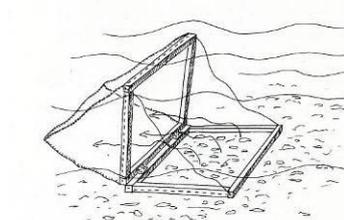


Schéma de principe – mise en œuvre de l'échantillonnage 2



Exemple d'un filet Surber réajusté aux dimensions adéquates

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



Mise en œuvre sur le terrain de l'échantillonnage 2

2.1.4. Focus sur l'intérêt de ce double échantillonnage

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, si elles seront toujours situées tous les 5ml au sein d'une station fixe, 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

jours/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.

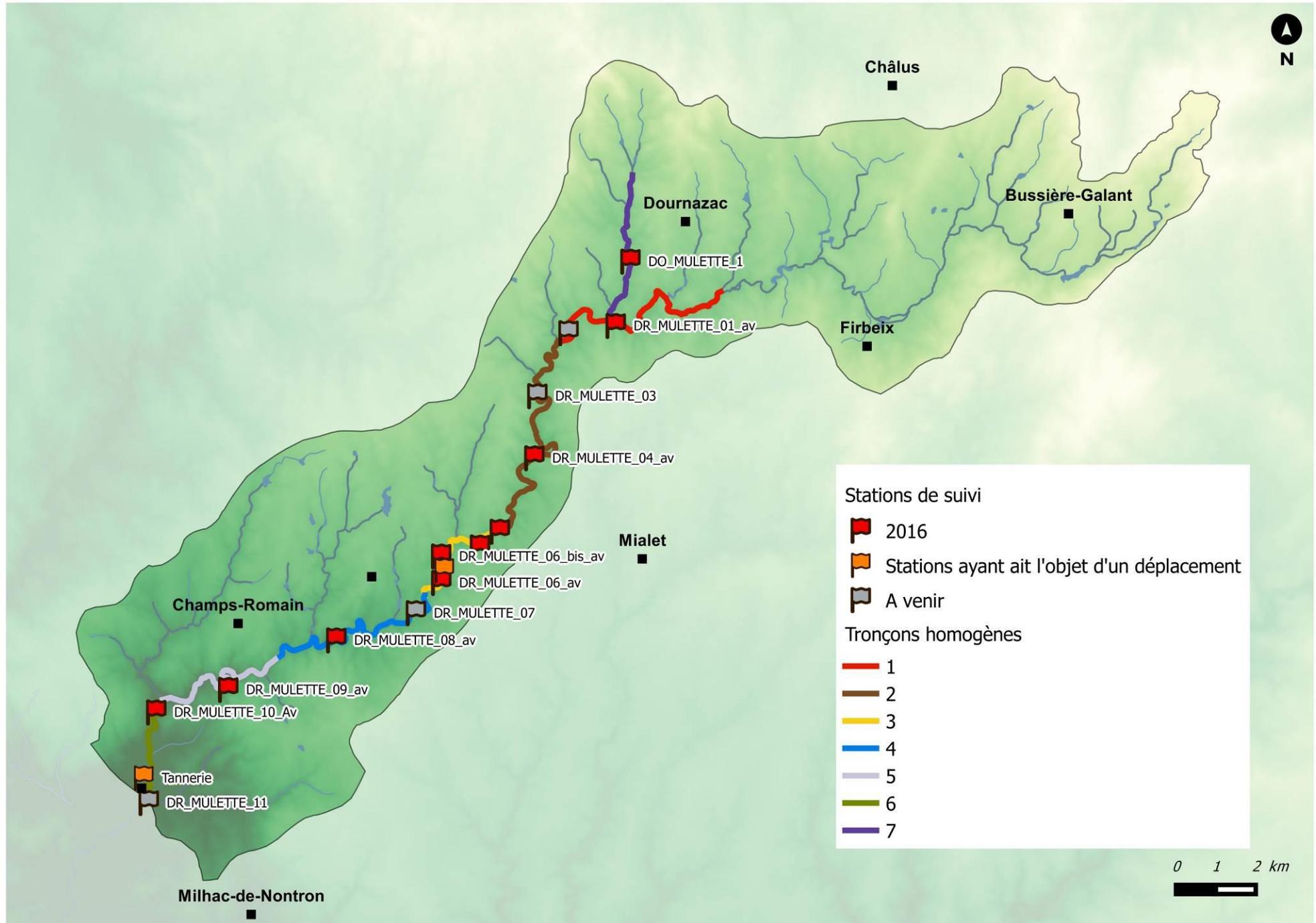
3. RÉSULTATS

3.1. Calendrier de réalisation et conditions d'observation

Les fiches de terrain sont disponibles en annexe.

En 2016, 10 stations ont ainsi été échantillonnées. En outre, les résultats sur 2 autres stations, sur lesquels ont été réalisées des opérations de déplacement, sont également présentés (cf. Volet 2 du présent document).

Il est prévu d'échantillonner d'autres stations à l'été 2017. Une analyse plus complète des résultats sera alors proposée.



3.2. Echantillonnage 1

Les résultats sont synthétisés dans le tableau suivant.

Les points suivants peuvent être soulignés :

- La grande hétérogénéité des densités de Mulette en fonction des stations, avec des **densités de 0,03 individus au m² sur le Dournajou et jusqu'à 4 ind./m² sur la Dronne** 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 systématiquement supérieure à 1%**, à l'exception de 2 stations sur lesquelles les densités sont très faibles. 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% (Vauchaumard).

Station	Tronçon homogène N°	Surface (m ²)	N b de moules vivantes obs. bathyscope	Nb de moules vivantes estimé (ou observé dans le cas d'une fouille complète)	% individus enfouis/non visibles - ⁴	Densité de moules vivantes estimée (ou observé dans le cas d'une fouille complète) (Ind./m ²)	% ind. morts (coquilles) sur la station totale	Remarque
DRM01 (Trou du Papetier)	1	338	45	54	20,0%	0,16	2%	
DRM04 (Pont des Brasdoux)	2	323	1082	1312	21,3%	4,06	5%	
DRM05 (Grand Roc)	3	340	502	680	35,5%	2,00	3%	
DRM05 bis (Grandcoing)	3	431	488	670	37,3%	1,55	Non évalué	
<i>Chapellas pied du barrage</i>	3	544	183	582	68,6%	1,07	5%	Station déplacée avant travaux RCE
DRM06 (aval Chapellas)	3	390	204	/	/	> 0,52	4%	Pas d'échantillonnage 2
DRM06 bis (amont Maque)	3	410	157	/	/	> 0,38	6%	Pas d'échantillonnage 2
DRM08 (Vachaumard)	4	362	70	128	83,3%	0,35	13%	
DRM09 (Moulin Dorie)	5	390	44	44	33,3%	0,11	6%	
DRM10 (Amont Saint-Pardoux)	6	443	16	16	0,0%	0,04	11%	
<i>Tannerie pied du barrage</i>	6	238	Non évalué	26	/	0,11	0%	Station déplacée avant travaux RCE
DOM01 (Dournaujou)	7	1035	31	/	/	> 0,03	0%	Pas d'échantillonnage 2

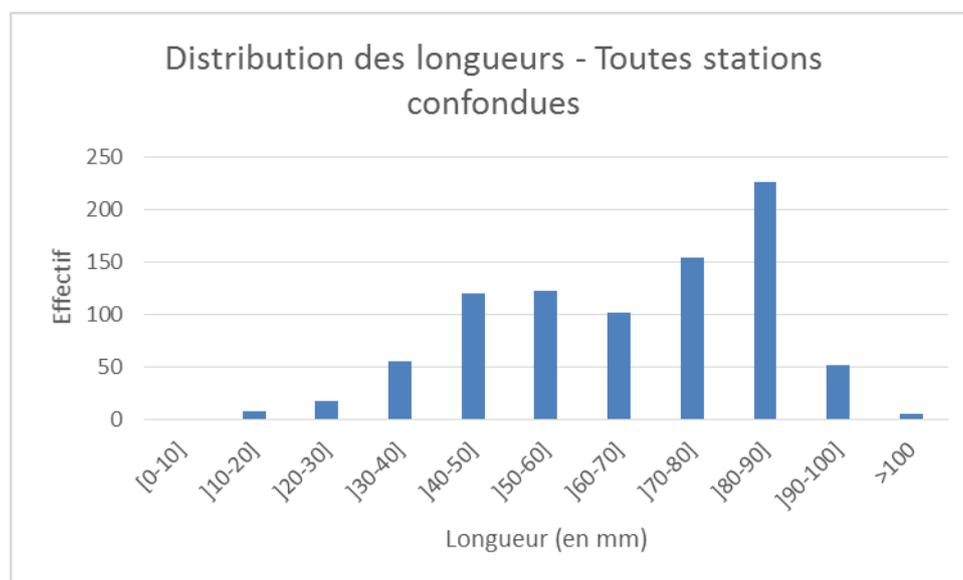
⁴ Estimé à partir des résultats de l'échantillonnage 2. A interpréter avec précaution dans la mesure où sur certaines stations, l'échantillon est très réduit.

3.3. Echantillonnage 2

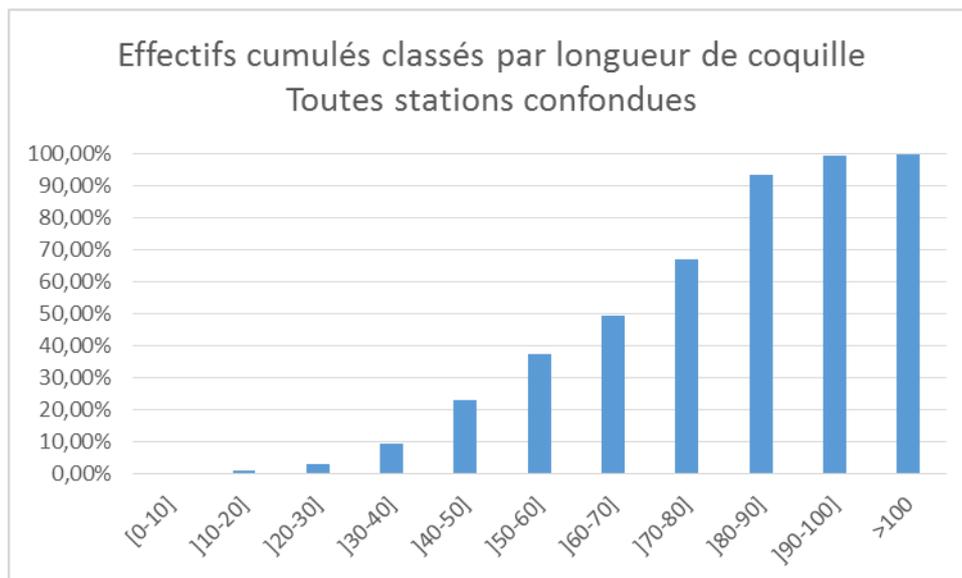
Les résultats sont synthétisés dans le tableau suivant. Au total, 256 individus ont fait l'objet d'une biométrie (longueur, largeur, épaisseur) dans le cadre du second échantillonnage.

	Tronçon homogène N°	Nb. total d'individus échantillonnés sur les 10 quadras de 1m ²	% d'ind. enfouis chez les ind. vivants
DRM01 (Trou du Papetier)	1	5	20,0%
DRM04 (Pont des Brasdoux)	2	167	21,3%
DRM05 (Grand Roc)	3	33	35,5%
DRM05 bis (Grandcoing)	3	52	37,3%
DRM08 (Vachaumard)	4	10	83,3%
DRM09 (Moulin Dorie)	5	3	33,3%
DRM10 (Amont Saint-Pardoux)	6	0	0 %

Outre la proportion d'individus enfouis, le second échantillonnage renseigne la structure de la population. Pour l'appréhender, nous disposons de la biométrie de 864 individus (les 256 évoqués auxquels s'ajoutent 608 individus déplacés avant les travaux sur 2 secteurs de la Dronne). Le graphique suivant présente la distribution des longueurs de moules toutes stations confondues.

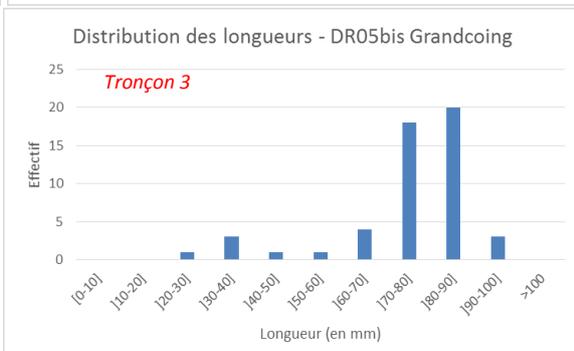
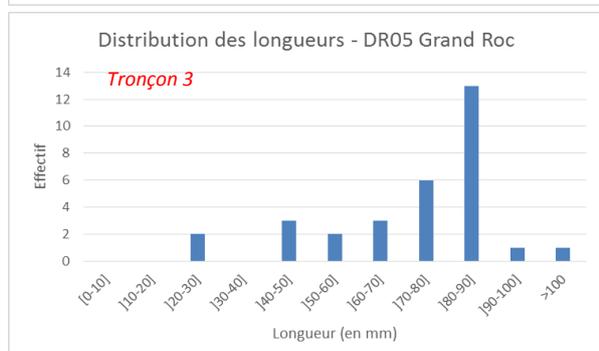
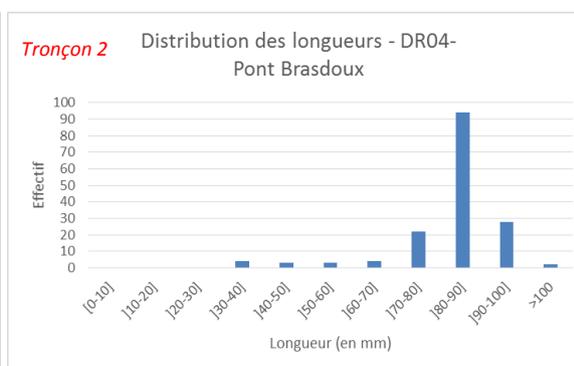
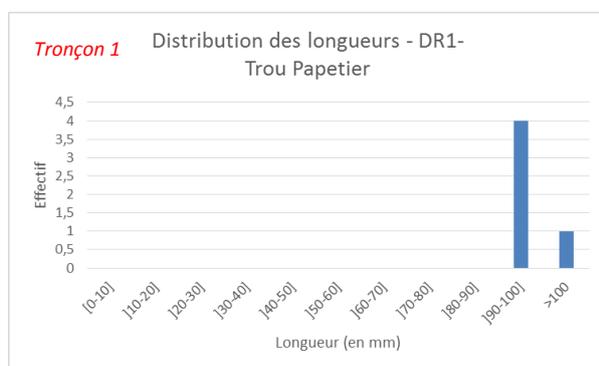


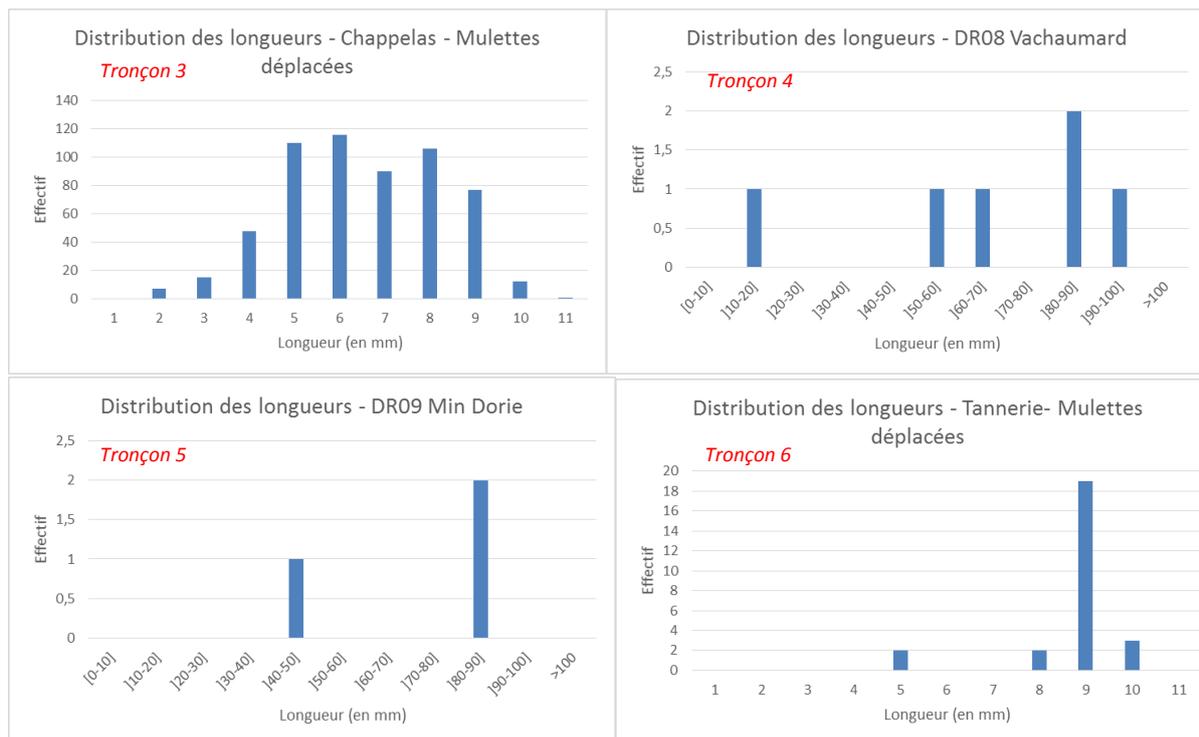
Il est intéressant de relever la bonne représentation des individus « jeunes », et plus globalement la représentation de toutes les classes de taille hormis la 0-10 mm. Il est probable que celle-ci soit sous-représentée, les petits individus étant difficile à contacter sur le terrain.



Un travail en cours à l’Université de Bordeaux (restitution à la mi-année 2017) permettra d’établir le lien entre la longueur de la coquille et l’âge des moules de la Dronne. Avec cette information, le graphique ci-dessus permettra donc d’évaluer l’ampleur du recrutement récent (<20 ans) et très récent (<5ans), informations capitales pour connaître la dynamique et l’état de fonctionnalité de la population (AFNOR, 2015).

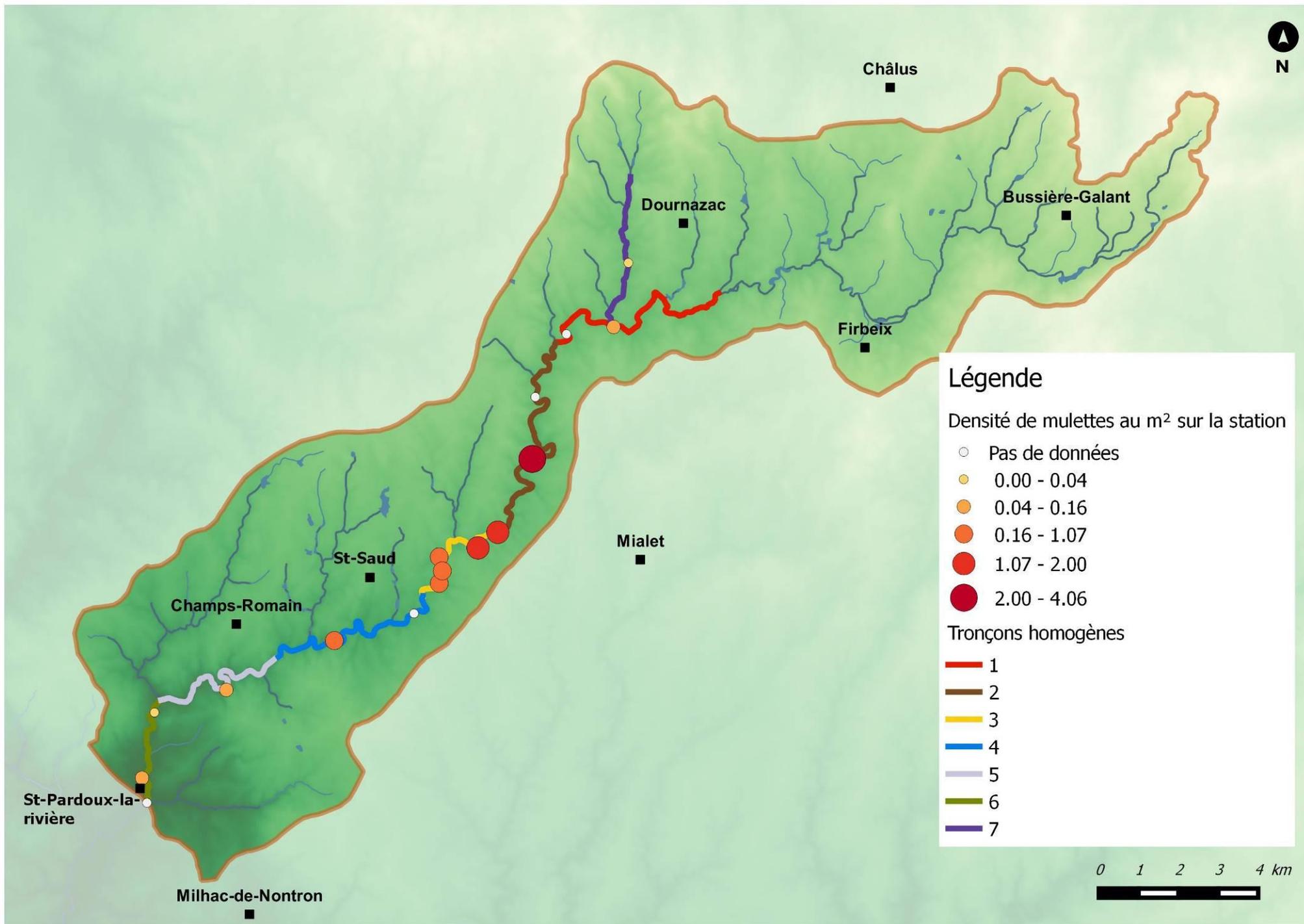
A l’échelle stationnelle, la situation est assez nettement différente et les situations très hétérogènes. La distribution des longueurs de coquilles sur les différentes stations sont présentées dans les graphiques ci-après (stations classées d’amont vers l’aval).





A retenir en l'état

- La méthode mise en œuvre permet de dresser un **état initial à l'échelle stationnelle** ;
- Elle est **reproductible** dans le temps ;
- De **nouvelles données devraient permettre d'affiner ce diagnostic dès 2017** ;
- Assez logiquement, les stations les plus densément peuplées sont également celles qui présentent des classes d'âge diversifiées. **Les tronçons 2 et 3 semblent se détacher au niveau des densités** ; ce sont par ailleurs sur ces tronçons que des **classes d'âge « jeunes » sont les mieux représentées** ;
- Ces résultats sont à mettre en perspective avec les autres compartiments écologiques suivi dans le programme LIFE (zone hyporhéique et suivi des poissons hôte notamment), afin de définir notamment les zones les plus propices au renforcement de population.



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.

ANNEXES