

Conserver la moule perlière d'eau douce dans nos rivières

Recueil d'expériences
du programme LIFE+ Nature

*Conservation de la moule perlière d'eau douce
du Massif armoricain • 2010-2016*



Coordination générale et rédaction : **Nolwenn Beaume** et **Pierre-Yves Pasco** (Bretagne Vivante)

Avec les contributions de : **Maria Ribeiro** (Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement des Collines Normandes), **Pierrick Dury** (Fédération de pêche du Finistère), **Loïc Rostagnat** (Syndicat Intercommunal d'Aménagement et d'Entretien de la Sienne) et **Benjamin Beaufls** (Parc Naturel Régional Normandie-Maine)

Nous tenons à remercier les salariés et bénévoles des structures impliquées dans le projet notamment :

Nicolas Ampen (DREAL Bretagne)	Guillaume Evanno (INRA)	Olivier Lemaître (Région Normandie)
Maëva Auffray (Bretagne Vivante)	Guillaume Eychenne (Syndicat Mixte des Côtiers Granvillais)	Jean-Louis Lengliné (Commune de Ségrie-Fontaine)
Marcel Avice (Fédération de Pêche de l'Orne)	Juergen Geist (Technical University of Munich)	Hélène Lucas (CATER Normandie)
Christophe Beaumont (Syndicat de la Haute Rouvre)	Romuald Genoel (SIAES)	Joël Malarge (AAPPMA de Saint-Nicolas-du-Pélem)
Audrey Bergonso (EDF Burgeap)	Alexandre Gerbaud (CPIE des Collines Normandes)	Pierre Manach (Pays COB)
Nathalie Bernard-Rey (EPAGA)	Jocelyne Girard (Bretagne Vivante)	Jean Manelphe (Syndicat du bassin du Scorff)
Jacky Bidot (Communauté de communes de Gavray)	Marc Girard (Bretagne Vivante)	Pierre Manzi (ONEMA du Morbihan)
Thomas Biéro (DREAL Basse-Normandie)	Marcel Gourvil (Bretagne Vivante)	Yves Merle (Syndicat du Blavet)
Jean-Claude Bignon (Syndicat de la Haute Rouvre)	Jean-Victor Gruat (Commune de Brennilis)	Eric Michelot (ONEMA du Finistère)
Leïla Bizien (Bretagne Vivante)	Dominique Guégan (Commune de Malguénac)	Quentin Millière (Bretagne Vivante)
Christine Blaize (Bretagne Vivante)	Alain Guichoux (Bretagne Vivante)	Guy Miloux (ONEMA du Morbihan)
Alexis Blanchet (Fédération de pêche des Côtes d'Armor)	André Guillaume (Commune de Malguénac)	Marie Moigne (Fédération de Pêche du Finistère)
Ludovic Blin (Communauté de communes de Villedieu-les-Poêles)	Christian Guilloux (AAPPMA Melrand)	Nathalie Morvan (DDTM du Morbihan)
Jan-Yves Blouin (Association Tal an dour)	Estelle Hanss (SHEMA)	Dominique Ombredane (INRA)
Sylvestre Boichard (EPAGA)	Denis Hegron (Onema de la Manche)	Aziliz Orvoine (Pontivy Communauté)
Sandrine Boileau (CPIE des Collines Normandes)	Johan Herman (CPIE des Collines Normandes)	Gilles Paillat (DREAL Bretagne)
René-Pierre Bolan (Bretagne Vivante)	Jean Hervé (Fédération de Pêche du Finistère)	Yves Perez (AAPPMA Melrand)
Pascal Bourdon (CCCA)	Olivier Hesnard (CPIE des Collines Normandes)	Pierre Peron (Fédération de Pêche du Finistère)
Jérémy Bourdoulous (PNRA)	Emma Huon (Commune de Maël-Pestivien)	Gilles Petit (AAPPMA La Flérienne)
Nicolas Bourré (Fédération de pêche du Finistère)	Christophe Hugot (DDTM du Morbihan)	Marie-Hélène Philippe (Chambre d'Agriculture du Finistère)
Charles Braine (Bretagne Vivante)	Jérôme Jamet (Fédération de Pêche de l'Orne)	Gérard Pierre (Communauté de communes du Bocage d'Athis de l'Orne)
Marie-Madeleine Brillet (Bretagne Vivante)	Gérard Jeanneau (ONEMA du Morbihan)	Charles Plourdeau (EDF)
Ronan Caignec (SAGE Blavet)	Nicolas Jeannot (INRA)	Christophe Pointu (ONEMA de l'Orne)
Marie Capoulade (Bretagne Vivante)	Stéphanie Jouvin (DREAL Bretagne)	Estelle Porcher (Conseil Départemental des Côtes d'Armor)
François Castineiras (Fédération de pêche du Finistère)	Clément Lacoste (Conseil Départemental des Côtes d'Armor)	Benjamin Potel (CPIE des Collines Normandes)
Hubert Catroux (Fédération de Pêche des Côtes d'Armor)	Bernard Laine (FDSEA de l'Orne)	Roger Poudelet (Bretagne Vivante)
Anne-Laure Caudal (Fédération de Pêche du Morbihan)	Maud Latruberce (Agence NEEMO)	Daniel Quééré (AAPPMA Guéméné)
Alma Chambord (Bretagne Vivante)	Lise Le Bihan (Fédération de Pêche du Finistère)	Fabienne Romeur (EDF)
Françoise Chanu (CPIE des Collines Normandes)	Olivier Le Bihan (Conseil Départemental des Côtes d'Armor)	Olivier Rogue (DDT de l'Orne)
Benjamin Charles (DDTM des Côtes d'Armor)	Stéphane Le Borgne (CCKB)	Dominique Roudaut (DDPP du Finistère)
Arnaud Cholet (Conseil Départemental du Morbihan)	Joseph Le Bouedec (Commune de Guern)	Maureen Sevrain (Bretagne Vivante)
Jacques Citoleux (Conseil Départemental du Finistère)	Quentin Le Bras (Bretagne Vivante)	Yannick Slaville (Fédération de Pêche du Calvados)
Marie Clément (Syndicat du Blavet)	Youenn Le Calonec (DDTM du Finistère)	Gérard Stael (Syndicat du Blavet)
Patrick Clérin (Fédération de Pêche du Finistère)	Yves Le Cœur (Bretagne Vivante)	Julien Thébault (UBO)
Florent Clet (DREAL Normandie)	Roland Le Dizec (Commune de Malguénac)	Frankie Thielen (Naturemwelt)
Michel Connan (Commune de Peumerit-Quintin)	Yves Le Floch (Commune de La Feuillée)	Jeanine Thiemé (Bretagne Vivante)
Maud Courcelaud (Agence de l'Eau Loire Bretagne)	André Le Gallo (AAPPMA Guéméné)	Claire Tréhet (DDTM des Côtes d'Armor)
Jean-Christophe Couty (EDF)	Philippe Le Guern (Association Tal an dour)	Isabelle Tréhorel (SMKU)
Fabrice Craipeau (Agence de l'Eau Loire Bretagne)	Lydie Le Menn (Bretagne Vivante)	Laurent Vattier (DDTM de la Manche)
Thierry Daquay (Commune de Malguénac)	Robert Le Moigne (Commune de Peumerit-Quintin)	François Veillard (Conseil Départemental des Côtes d'Armor)
Céline Dégremont (Bretagne Vivante)	Herni Le Naou (Commune de Peumerit-Quintin)	Stéphane Villaespesa (SIAES)
Karine Delabroise (Région Bretagne)	Guy Le Reste (ONF)	Benoit Vincent (Fédération de Pêche du Finistère)
Marie Denis (FDSEA de l'Orne)	Gilles Le Roux (ONEMA des Côtes d'Armor)	Alexis Wargniez (Bretagne Vivante)
Albert Desdevises (Fédération de Pêche de la Manche)	Gwen Le Roux (Fédération de Pêche du Finistère)	Stéphane Wiza (Bretagne Vivante)
Robert Dugelay (Association HYDROSCOPE)	Sandrine Lecoine (Conseil Régional de Normandie)	
Aurore Duval (CPIE des Collines Normandes)	Laure Leclère (Bretagne Vivante)	
Michel Dy (AAPPMA de Lanrivain)	Thierry Lefèvre (Agence de l'Eau Seine-Normandie)	
Claude Ellias (Commune de Guern)		

Et également :

Hervé Romé (www.herveronne.com), Benoist Degonne (www.studio-degonne.fr) et René-Pierre Bolan (http://rpbnature.over-blog.com)

Bernadette Coléno (infographiste) et Julie Windebank (traductrice)

Avec le soutien financier de :



Les références bibliographiques de ce document :

BEAUME N., PASCO P.Y., RIBEIRO M., DURY P., ROSTAGNAT L. & BEAUFILS B., 2016 – *Conserver la moule perlière d'eau douce dans nos rivières. Recueil d'expérience du programme LIFE+ Nature « Conservation de la moule perlière d'eau douce du Massif armoricain » 2010-2016*. Bretagne Vivante / CPIE des Collines / FFFPMA 29 / SIAES / PNRNM. Brest. 72 p.



3 Introduction

5 • État des lieux

- 6 • Description
- 7 • Cycle de vie
- 8 • Habitat
- 9 • Répartition et état des populations
- 10 • Situation dans le Massif armoricain
- 12 • Menaces
- 13 • Statut
- 14 • Sites d'étude

18 • Suivi des populations

- 19 • Inventaire préliminaire
- 20 • Suivi des stations témoins par capture-marquage-recapture
- 21 • Structure des populations
- 22 • Analyse génétique des populations

23 • Suivi des conditions environnementales

- 25 • Qualité de l'eau
- 28 • Poissons-hôtes
- 30 • Hydromorphologie
- 34 • Mises en garde et recommandations

35 • Restauration de l'habitat

- 37 • Lit mineur du cours d'eau
- 39 • Berges du cours d'eau
- 41 • Parcelles riveraines des stations de mulettes perlières et l'ensemble du bassin-versant

42 • Élevage et conservation *ex-situ*

- 45 • Collecte de glochidies *in-situ*
- 45 • Mise en contact avec les poissons
- 46 • Élevage

48 • Renforcement des populations

- 50 • Pêche de mise en contact
- 50 • Renforcement direct
- 52 • Système d'élevage *in-situ*
 - 52 • Silos
 - 53 • Boîtes plastiques
 - 53 • Tubes grillagés

55 • Sensibilisation des acteurs et du grand public

- 56 • Grand public
- 59 • Acteurs et autorités locales
- 60 • Échanges nationaux et internationaux

68 • Stratégie de conservation de l'espèce en Bretagne et en Normandie

- 64 • Inscrire dans la durée les efforts de conservation déjà engagés
- 65 • Agir pour le maintien des populations : la priorité à la restauration des habitats
- 66 • Lien avec les partenaires scientifiques et de terrain
- 67 • Conserver durablement et sereinement les principales souches

69 Conclusion

70 Bibliographie

72 Glossaire & définitions

74 Résumé



Introduction

Le programme européen pour conserver la moule perlière d'eau douce a démarré le 1^{er} septembre 2010 pour une durée de 6 ans, jusqu'au 31 août 2016. Le programme, se déroulant en Bretagne et Normandie, visait à mettre en culture l'espèce qui se trouve être en voie de disparition dans le Massif armoricain et à maintenir voire développer de véritables « rivières vivantes », condition *sine qua non* de la survie de l'espèce dans nos régions.

De nombreuses études ont constaté la même situation d'urgence pour les mulettes de Bretagne et de Normandie : disparition progressive et vieillissement des populations.

Le fort intérêt patrimonial de la mulette, véritable témoin du creusement des vallées du Massif armoricain, ainsi que ses caractéristiques bio-indicatrices, ses exigences de vie et ses propriétés parapluie font d'elle l'espèce à préserver par excellence au vu de l'état actuel des populations du Massif armoricain.

Ce projet est en cohérence avec le Plan National d'Actions en faveur de la mulette perlière, et avec l'application de la Directive Cadre-Eau visant à atteindre le bon état écologique des cours d'eau d'ici 2015.

Les objectifs

Durant 6 ans, l'objectif majeur du programme était de maintenir et améliorer les effectifs de mulette par la réalisation d'une station d'élevage, action phare, qui permettra de disposer d'individus de différentes classes d'âge dans le but de prévenir de leur disparition du milieu naturel.

L'intérêt de conserver la mulette perlière vient de son cycle de vie complexe, ses exigences écologiques et sa grande longévité. Ces éléments font d'elle une espèce « parapluie » : en la protégeant, on protège tout un écosystème. Au sein du vaste réseau qui constitue la biodiversité, la santé de la mulette perlière revêt ainsi une importance toute particulière.

Les acteurs et les gestionnaires des cours d'eau sont des alliés indispensables, accompagnés par le programme dans leurs démarches de « re-naturation » des rivières et d'amélioration de la qualité de l'habitat. Au-delà de l'aspect lié à la conservation de cette espèce à très fort intérêt patrimonial, le projet compte aussi intervenir sur des aspects pédagogiques auprès du grand public, d'élus et de professionnels : visites de sites, réalisation d'un film sur le projet, édition de documents de sensibilisation et de communication, etc.

À terme, la fédération des acteurs et du grand public autour de la restauration de l'habitat permettra de donner toutes les chances à la mulette de retrouver la qualité des cours d'eau dont elle a besoin.

Zone Natura 2000	Nom du cours d'eau	Département	Région	Population de moules perlières en 2016	Proportion des populations du Massif armoricain
FR530C013	Elez	Finistère	Bretagne	1000 - 1500	27,8 %
FR530C007	Loc'h	Côtes-d'Armor	Bretagne	100 - 200	2,8 %
FR530C025	Bonne Chère	Morbihan	Bretagne	2000 - 3000	55,6 %
FR250C113	Airou	Manche	Normandie	200 - 300	5,6 %
FR250C091	Rouvre	Orne	Normandie	100 - 200	2,8 %
FR2502015	Sarthon	Orne	Normandie	200 - 300	5,6 %

Les partenaires et co-financeurs

Deux partenaires se joignent ainsi à Bretagne Vivante : la Fédération de pêche du Finistère pour assurer la conservation *ex-situ* des moules perlières et le CPIE des collines normandes, relais pour la coordination et la réalisation des actions de terrain et de communication en Normandie.

Les actions en Normandie sont aussi relayées par le Syndicat intercommunal d'aménagement et d'entretien de la Sienne et par le Parc naturel régional Normandie-Maine, respectivement pour l'Airou et le Sarthon.

Ce projet est financé grâce aux programmes européens Life+ et Natura 2000 mais également par les Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de Bretagne et de Normandie, les régions Bretagne et Normandie, les Conseils Départementaux des Côtes-d'Armor, du Finistère et de la Manche ainsi que l'Agence de l'eau Seine-Normandie.

D'autres acteurs ont également été essentiels au bon déroulement du projet et de ses actions, comme notamment le Syndicat du Blavet, le Syndicat du Scorff, la Communauté de communes Callac-Argoat et le Parc Naturel Régional d'Armorique.

Pourquoi ce recueil ?

Le recueil d'expériences est un moyen de partager notre expérience au terme des 6 ans du LIFE, en espérant faciliter la réflexion d'autres organismes et structures face à cette espèce et favoriser la survie de la mulette perlière.

Après un état des lieux de la situation dans le Massif armoricain, nous détaillerons les méthodes de suivi des populations utilisées, des conditions environnementales et la thématique de la restauration de l'habitat.

Nous développerons également nos techniques d'élevage *ex-situ* et celles de renforcement des populations.

Pour conclure, nous décrirons les outils de sensibilisation et de communication que nous avons développé pour mener à bien notre projet, ainsi qu'un focus sur les plans d'actions régionaux bretons et normands.

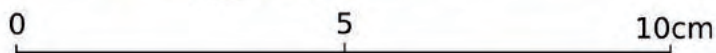
État des lieux



Description

La moule perlière est un mollusque bivalve d'eau douce autrefois commun dans les rivières oligotrophes de France (cf. glossaire). Cet organisme appartient à l'ordre des Unionida. Autrement appelés Nayades, cet ordre compte onze espèces de

moules d'eau douce en France. Parmi celles-ci, la famille des Margaritiferidés comprend deux espèces en France dont *Margaritifera margaritifera*, la moule perlière, qui nous intéresse ici.



Différents bivalves d'eau douce, de haut en bas : anodonte des étangs (*Anodonta cygnea*), moule méridionale (*Unio mancus*), moule perlière (*Margaritifera margaritifera*).

De forme allongée, la coquille de la moule perlière est de couleur noire pour les adultes et brune pour les jeunes individus. La longueur de la coquille des adultes est très variable d'un cours d'eau à l'autre et peut atteindre 150 mm. Leur largeur est comprise entre 40 et 50 mm. La détermination spécifique de la moule perlière s'effectue par l'examen des dents qui s'emboîtent lors de la fermeture de la coquille. Chez la moule perlière, deux dents cardinales sont

présentes sur la valve gauche et une seule sur la droite. Les dents latérales sont absentes.

Pouvant vivre au-delà de 100 ans, la moule perlière a une durée de vie exceptionnellement longue.

Pour se nourrir, la moule perlière filtre passivement les particules en suspension véhiculées par l'eau des rivières. Chaque individu peut filtrer environ 50 L d'eau par jour.

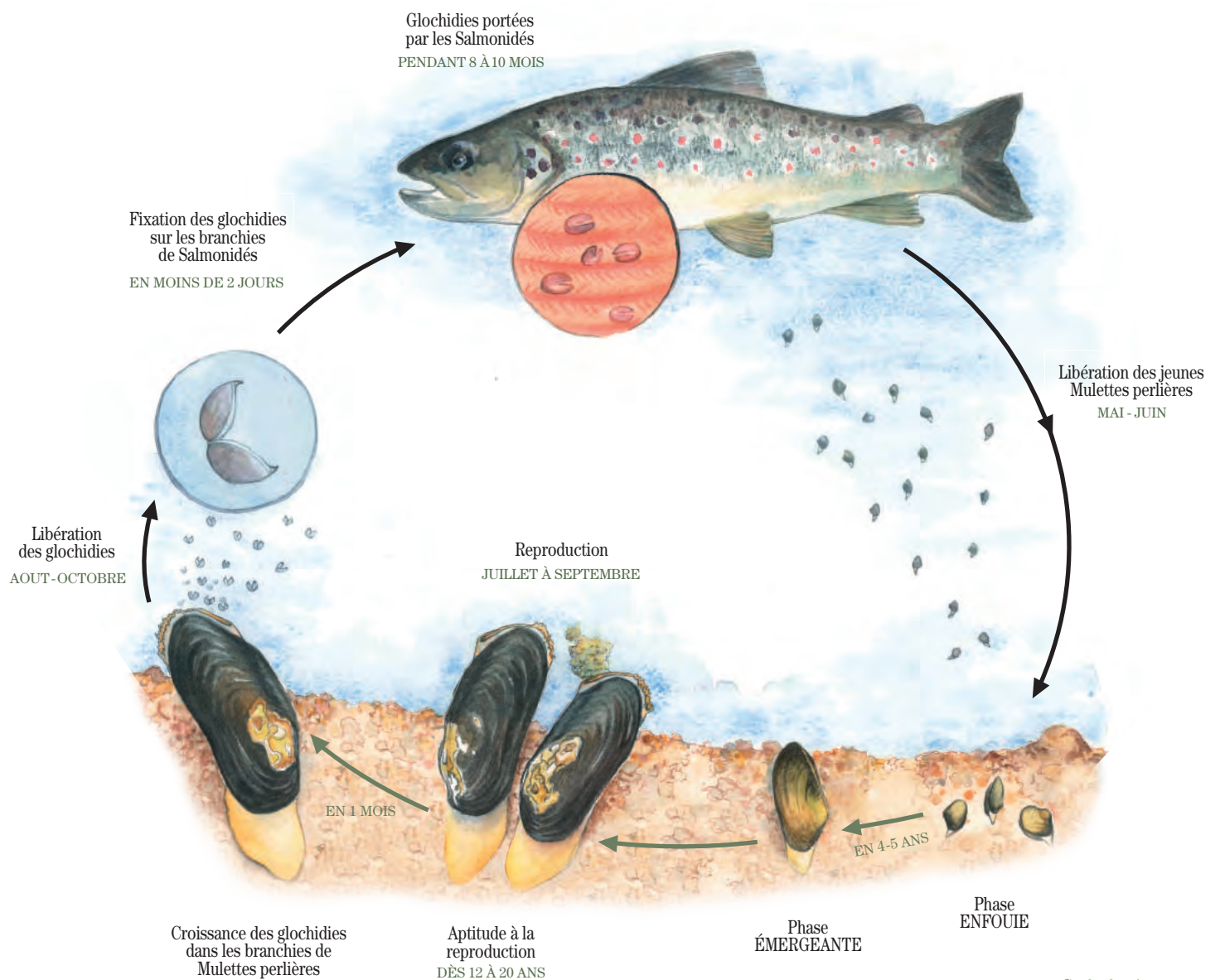
Cycle de vie

Vers 15-20 ans, les moules sont en âge de se reproduire par voie sexuée (voir figure ci-dessous). Les mâles et les femelles sont donc différenciés. Les mâles libèrent leurs spermatozoïdes que les femelles vont intercepter par simple filtration. La fécondation a lieu à la fin du printemps ou pendant l'été selon les secteurs géographiques. Dans des conditions particulières (stress ou très faible densité), les moules peuvent devenir hermaphrodites (Bauer, 1987).

Les larves formées (glochidies) sont conservées au sein des branchies des moules femelles, où elles

y sont naturellement oxygénées. Les glochidies (60-70 µm) sont libérées de juin à octobre pour aller ensuite se fixer sur les branchies d'un poisson-hôte (truite fario ou saumon atlantique) et y rester enkystées environ 10 mois (Bauer, 1994).

Une fois formée, la jeune moule (500 µm) se décroche de son poisson-hôte au printemps suivant et se laisse tomber sur le substrat avant de s'y enfouir et poursuivre sa croissance pendant au moins 5 ans. Ensuite, sa croissance continue à la surface, à demi-enfouie, comme les adultes.



Cycle de vie de la moule perlière.

[CPIE des Collines normandes, Manuela Tétré]

Habitat

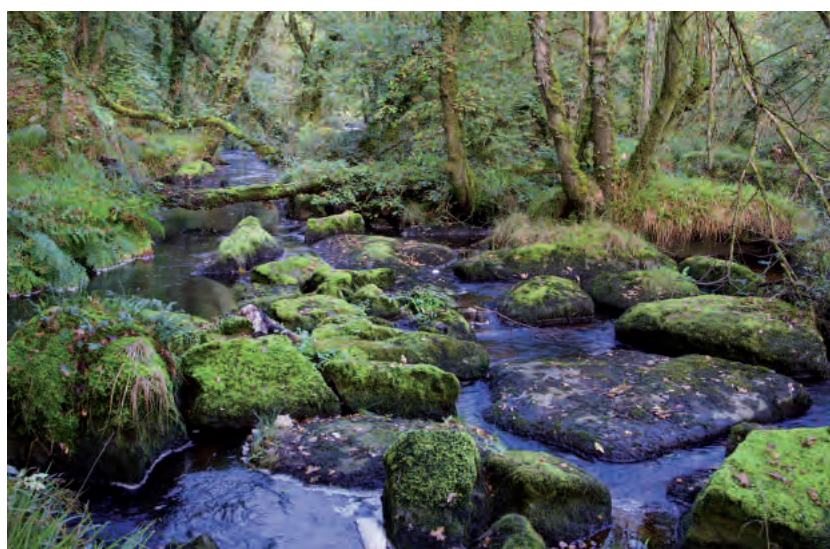
En France, la moule perlière se rencontre dans les rivières courantes à caractère oligotrophe, sur terrain siliceux et abritant des populations fonctionnelles de saumons atlantiques (*Salmo salar*) ou de truites farios (*Salmo trutta*), poissons-hôtes du mollusque.

Son habitat doit être composé de zones sablonneuses stabilisées ou gravillonneuses avec des éléments plus structurants comme des pierres ou des blocs. Le courant ne doit pas être trop fort comme dans les zones de radiers. Les moules peuvent aussi s'observer derrière des pierres stabilisées pour s'abriter du courant.

La qualité de l'habitat, et surtout du sédiment, est primordiale pour la jeune moule. Elle doit pouvoir s'y enfouir à une profondeur de plusieurs centi-

mètres et y trouver une oxygénation suffisante pour survivre là durant au moins 5 ans (Geist, 2005). Les sédiments ne doivent donc pas être colmatés mais doivent permettre des échanges suffisants entre l'eau libre et l'eau interstitielle et également être relativement stables dans le temps.

La qualité de l'eau a aussi son importance pour la survie de la moule perlière, notamment au stade adulte. Elle est en effet sensible à la température de l'eau, à son oxygénation, son pH, et à la teneur en éléments minéraux. L'habitat adéquat pour une population fonctionnelle de moules perlières semble cependant dépendre plus dans la qualité physique du substrat que dans la qualité chimique du milieu (Geist & Auerswald, 2007).



Rivières et habitats favorables à la moule perlière en Bretagne.

[Hervé Ronné]

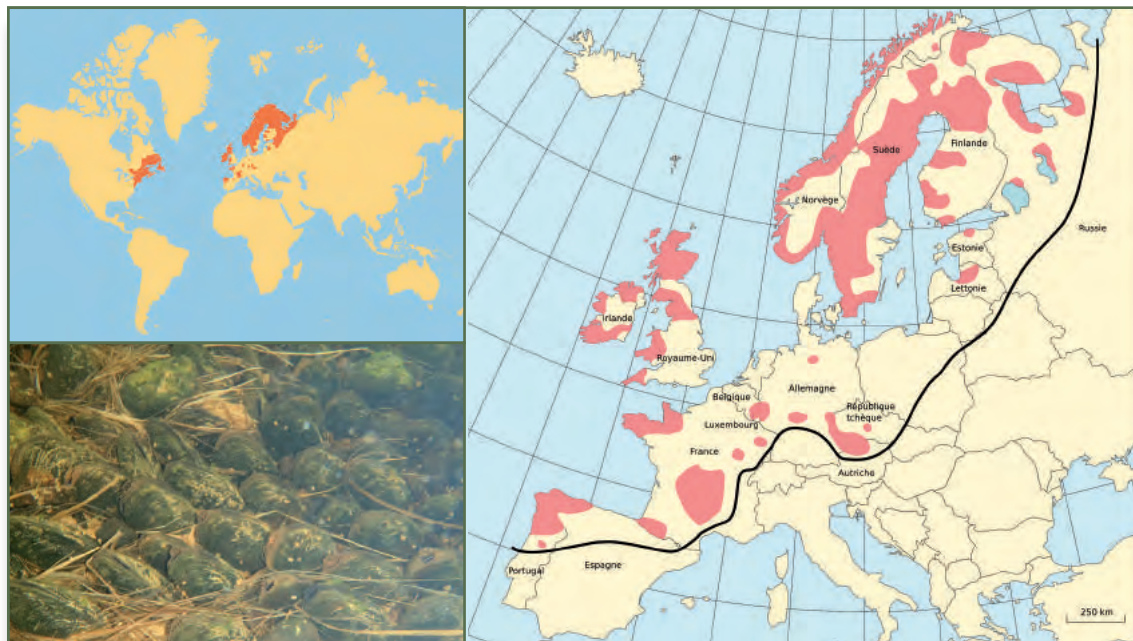
Répartition et état des populations

À l'échelle mondiale (voir figure ci-dessous), la répartition de la mulette perlière est globalement corrélée avec la répartition du saumon atlantique, un des poissons-hôtes de l'espèce. On retrouve ainsi la mulette perlière en Amérique du Nord (Canada et États-Unis) et sur la frange occidentale de l'Europe, de l'Espagne à la Scandinavie. Des populations existent aussi en Europe centrale comme en République tchèque, en Autriche ou en Allemagne.

À l'échelle française, sa répartition s'est largement fragmentée au cours du XIX^e siècle. La population totale est évaluée à 100 000 individus. Les effectifs

ont en effet décliné rapidement depuis un siècle. L'espèce occupait probablement toutes les rivières oligotrophes s'écoulant sur des massifs cristallins. La mulette perlière aurait disparu de plus de 60 % des cours d'eau et les effectifs auraient diminué d'au moins 90 % (Cochet, 2004).

La majorité des populations de mulette perlière se reproduit encore mais c'est l'absence de jeunes (c'est-à-dire de recrutement) et le vieillissement des populations qui conduisent à agir aujourd'hui urgemment pour conserver l'espèce dans nos rivières.



Pays	Estimation nb. de population	Estimation nb. d'individus	Références
Norvège	380	143 000 000	Larsen (2010)
Suède	618	39 000 000	Söderberg <i>et al.</i> (2012)
Finlande	100	1 500 000	Oulasvirta (2010), Oulasvirta <i>et al.</i> (2015)
Russie	110	143 500 000	Mahkrov <i>et al.</i> (2014), Popov & Ostrovsky (2014)
Estonie	1	35 000	<i>cf.</i> Geist (2010)
Lettonie	8	25 000	Rudzite <i>et al.</i> (2015)
Allemagne	69	144 000	Geist (2010), Altmüller (2015)
République tchèque	5	16 000	Simon <i>et al.</i> (2015)
Autriche	20	35 000	Csar <i>et al.</i> (2012)
Belgique	5	2 500	Motte <i>et al.</i> (2013)
Luxembourg	1	60	Arendt <i>et al.</i> (2010)
Écosse (UK)	115	12 000 000	Cosgrove <i>et al.</i> (2016)
Irlande du Nord (UK)	6	22 000	Reid <i>et al.</i> (2012)
Pays de Galles (UK)	12	2 000	Killeen I. (comm. pers.)
Angleterre (UK)	10	550 000	Killeen I. (comm. pers.)
Irlande	139	12 000 000	Moorkens (2010)
France	82	100 000	Cochet (2004)
Espagne	54	188 000	Lois <i>et al.</i> (2014)
Portugal	8	1 000 000	Reis (2003), Sousa <i>et al.</i> (2015)

Distribution de la mulette perlière dans le Monde et en Europe.

Situation dans le Massif armoricain

Le Massif armoricain, d'une superficie de 58 000 km², constitue une région naturelle, d'une part en raison de l'unité géologique de son sous-sol composé exclusivement de terrains primaires et d'autre part à cause de son isolement des autres massifs primaires par des plaines secondaires ou tertiaires (les bassins parisien et aquitain).

Le relief actuel est donc peu élevé dans l'ensemble. Il oscille entre 100 m et 400 m dans la partie ouest de la Bretagne (Montagnes Noires, Monts d'Arrée). En Normandie, les collines de Normandie et du Bas-Maine ont des altitudes à peu près équivalentes, mais dépassent localement les 400 m (notamment aux Monts des Avaloirs, mesurant 417 m, point culminant du Massif armoricain).

L'ouest de la Bretagne présente donc un relief vallonné sur des roches majoritairement granitiques et les précipitations y sont supérieures à 900 mm par an, comme sur les Collines de Normandie et du Bas-Maine. À l'est de la Bretagne et sur le reste du Massif armoricain, le relief est moins accidenté, le support est schisteux et les précipitations sont inférieures à 800 mm par an.

Les rivières de l'ouest de la Bretagne, des Collines de Normandie et du Bas-Maine ressemblent en bien des points aux rivières de montagne : forte pente, débit soutenu et température fraîche en été.



Distribution de la mulette perlière dans le Massif armoricain (en rouge : rivières hébergeant une population de mulette avant 2010, en vert : rivières hébergeant encore une population de mulette après 2010).

[Pasco & Hesnard, 2015 – mise à jour 2016]

Historiquement, pour l'ensemble du Massif armoricain, au moins 52 rivières réparties sur 29 bassins-versants ont accueilli une population de mulette perlière (voir ci-contre).

Actuellement, 24 rivières réparties sur 11 bassins-versants hébergent encore la mulette perlière. Pour 14 rivières, l'effectif est inférieur à 100 individus, avec une absence de recrutement récent. Seulement

10 rivières ont donc une population supérieure à 100 individus (voir tableau ci-dessous) avec la présence de quelques jeunes individus, notamment sur le sous-bassin de la Sarre.

La population totale est estimée entre 5 000 et 6 000 individus. Les bassins-versants de l'Aulne et du Blavet hébergent plus de la moitié de cette population.

Région	Bassin-versant	Sous-bassin	Effectif estimé
Bretagne	Aulne	Elez	1000 - 1500
		Fao	100 - 200
	Ellé	Aër	100 - 200
	Blavet	Loc'h	100 - 200
		Sarre	2000 - 2300
		Brandifrou	100 - 200
		Tarun	100 - 200
Normandie	Sienne	Airou	200 - 300
	Orne	Rouvre	100 - 200
	Loire	Sarthon	200 - 300

Rivières avec un effectif supérieur à 100 individus (2016).

En considérant l'ensemble des populations de mulettes actuelles, les témoignages de présence ou les coquilles retrouvées et en estimant les effectifs du début du XX^e siècle à environ 2 000 individus par population, ce qui semble être raisonnable,

on observerait un déclin de 95 % minimum de la population du Massif armoricain en l'espace de 50 ans, en matière d'effectifs.

Menaces

Comme ailleurs en Europe (Lopes-Lima *et al.*, 2016), les causes de ce déclin sont diverses : au début du XX^e siècle, avec la pêche aux perles et dans la deuxième partie du XX^e siècle, avec la dégradation de la qualité de l'eau et les dysfonctionnements des cours d'eau, notamment dus aux modifications hydromorphologiques.

La première de ces causes n'est plus d'actualité en France aujourd'hui où l'espèce est intégralement protégée par la loi. Il reste donc les problématiques liées aux dysfonctionnements des cours d'eau dont les causes sont multiples : la continuité écologique, la dégradation des masses d'eau, le colmatage, les pollutions diffuses, etc. Les causes de déclin ne semblent pas les mêmes selon les cours d'eau ou les bassins-versants. Elles sont la plupart du temps multifactorielles, complexes et malheureusement pas toujours bien identifiées.

Les problèmes peuvent intervenir aux différentes étapes du cycle de reproduction complexe de l'espèce ou de son poisson-hôte.

En premier lieu, l'occupation du sol peut avoir un impact non négligeable sur le fonctionnement du cours d'eau, notamment par l'apport de sédiments fins dû à l'érosion des sols nus. Ces particules fines peuvent provoquer ensuite un colmatage des frayères du poisson-hôte ce qui entraîne une mortalité des œufs. Cela peut avoir les mêmes conséquences sur les zones accueillant des jeunes mulettes enfouies dans les sédiments. De plus, l'occupation du sol a probablement une influence sur la production primaire du cours d'eau, source de *nourriture* des mulettes.

La présence d'une population fonctionnelle de son *poisson-hôte* est indispensable ; cette fonctionnalité peut être altérée, entre autre, par des *obstacles* à la libre circulation des poissons vers les zones indispensables à leur reproduction, leur croissance, leur alimentation ou leur abri.

Bien que la mulette perlière a peu de *prédateurs* naturels, les introductions du rat musqué et du raton laveur représentent des menaces.

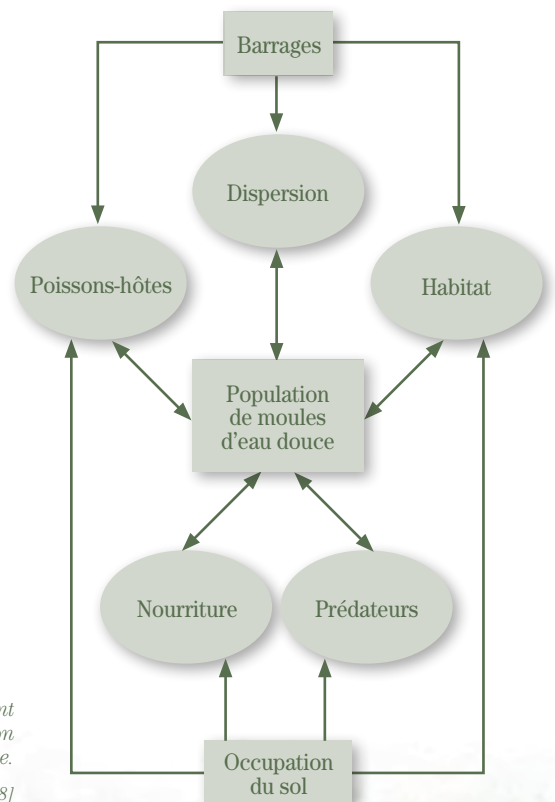
Les différents facteurs qui interviennent et interagissent dans le fonctionnement des populations de moule d'eau douce peuvent être regroupés comme le propose Strayer (2008) sur la figure ci-dessous.



Perles de mulettes perlières.



Abreuvement d'un bovin provoquant une altération de la berge.



Facteurs influençant le fonctionnement d'une population de moules d'eau douce.

[d'après Strayer, 2008]

Statut

La mulette perlière est une espèce d'intérêt communautaire inscrite aux annexes II et V de la Directive « Habitats-Faune-Flore » ainsi qu'à l'annexe III de la Convention de Berne. Elle est protégée par la loi française (arrêté du 23 avril 2007).

Extrait de l'article 2 de l'arrêté du 23 avril 2007 :

« sont interdits sur le territoire métropolitain et en tout temps la destruction, l'altération ou la dégradation du milieu particulier (...), la destruction, la perturbation intentionnelle d'individus (...), leur colportage, leur mise en vente, leur vente ou leur achat ».

L'UICN (cf. glossaire) classe jusqu'à présent la mulette perlière dans la catégorie « *endangered* » (en voie d'extinction) à l'échelle mondiale. Depuis 2011, cette ONG mondiale de conservation de la nature la classe en Europe dans la catégorie « *critically endangered* » (en danger critique d'extinction), le stade suivant étant « *extinct in the wild* » (éteint en milieu naturel).

Sites d'étude

En Bretagne, ce sont trois rivières qui abritent les principales populations restantes. La rivière de l'Elez serpentant dans les landes tourbeuses des Monts d'Arrée, la rivière du Bonne Chère dans la partie amont du bassin-versant de la Sarre et le ruisseau de l'étang du Loc'h se déversant dans le réservoir d'eau potable de Kerné Uhel.

En Normandie, les principales populations de moules perlières ont été dénombrées et identifiées dans trois cours d'eau : la rivière de la Rouvre traversant la Suisse normande, la rivière du Sarthon en provenance des hauteurs de la forêt d'Écouves et la rivière de l'Airou exprimant de façon remarquable son potentiel naturel vis à vis de la reproduction du saumon Atlantique.



Elez

La rivière de l'Elez et le Roudoudour, l'un de ses affluents sont inscrits au site Natura 2000 « Monts d'Arrée centre et est » n° FR5300013 (Finistère, Bretagne). En 1997, Bretagne Vivante inventorie les différentes stations bretonnes du mollusque. Celle de l'Elez compte alors 2 000 individus. En 2004, une nouvelle étude rapporte que la population n'est plus que de 500 individus. Tous les individus répertoriés et échantillonnés ont plus de 80 ans ce qui démontre une absence ou un échec de recrutement depuis les années 1920. Ils sont quasiment tous concentrés en une seule zone en amont de la queue d'étang de Saint-Herbot, au niveau d'un chaos rocheux.

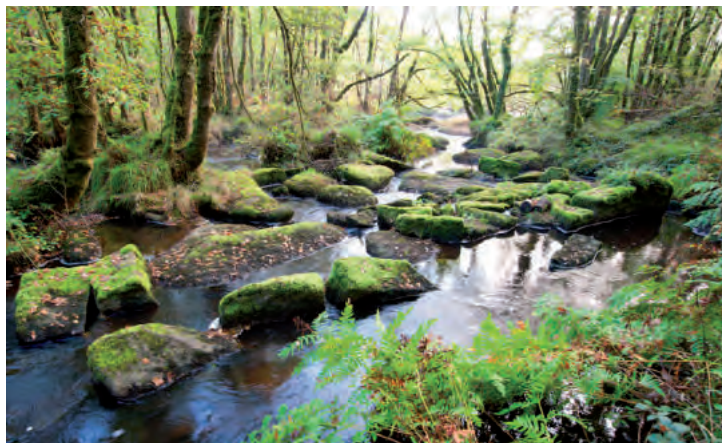
L'absence de poisson-hôte est la principale menace identifiée sur ce site. Entouré de deux ouvrages hydrauliques depuis les années 1920, la gestion du débit du cours d'eau est aussi très importante (suite à la sécheresse de 2003 et à une mauvaise gestion des niveaux d'eau, l'Elez s'est retrouvé pratiquement à sec) et se trouve maintenant régulé par un arrêté préfectoral. La qualité de l'eau est relativement bonne mais encore améliorable et les principaux points noirs semblent avoir été identifiés : étangs privés, effluents de stations d'épuration, de carrière...

Loc'h

Le ruisseau de l'étang du Loc'h est inscrit au site Natura 2000 « Têtes des bassins du Blavet et de l'Hyères » n° FR5300007 (Côtes-d'Armor, Bretagne). 180 individus ont été dénombrés en 2008. La forme générale de la pyramide des âges à la base rétrécie, dénote un déclin de la population et un dysfonctionnement dans le cycle de vie de la moule. Les pêches électriques menées en 2008 montrent une population de truitelles présente et dont les branchies se sont révélées occupées par des larves de mulettes.

Des mesures de la qualité de l'eau montrent des variations de 10 à 20 mg/L de nitrates au cours de l'année. Des forêts d'épicéa bordent le cours d'eau sur de nombreuses parcelles provoquant la fermeture du milieu et contribuent à fragiliser les berges.

Station de mulettes perlières de l'Elez.



Mulettes perlières de l'Elez.



Station de mulettes perlières du ruisseau du Loc'h.



Mulettes perlières du ruisseau du Loc'h.



Bonne Chère

Le ruisseau de Bonne Chère est inscrit au site Natura 2000 « Rivières du Scorff et de la Sarre, forêt de Pont-Calleck » n° FR5300026 (Morbihan, Bretagne). En 2000, la population était estimée à 620 individus.

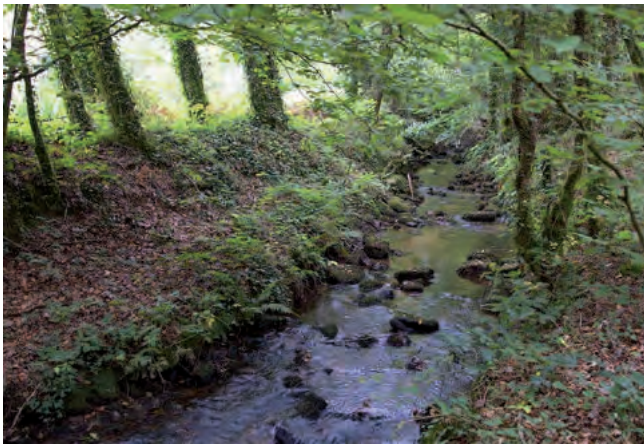
Les moules étaient regroupées en certains endroits allant jusqu'à former des pavages. Une actualisation de l'inventaire en septembre 2009 porte à environ 1 000 individus la population de mulette de ce cours d'eau. Leur répartition est corrélée avec la présence de rives boisées et la densité maximale observée se trouve dans une portion assez courante. Des pêches électriques réalisées en 2008 ont montré la présence de truitelles possédant des glochidies sur leurs branchies.

Airou

La rivière de l'Airou est inscrite au site Natura 2000 « Bassin de l'Airou » n° FR2500113 (Manche, Normandie). En 2008, 59 moules perlières ont été dénombrées. Les mulettes sont âgées et aucun indice de reproduction n'a été constaté.

Les mesures de qualité de l'eau montrent une pollution organique relativement forte et persistante depuis 20 ans : culture de maïs, piétinement des berges, érosion des berges, apport d'engrais sur les prairies permanentes ou temporaires, etc. D'autres perturbations existent comme par exemple la carrière de Bourguenolles avec ponctuellement des effluents au pH faible et à la conductivité très élevée en raison de la présence de filons de pyrite, dans la roche exploitée.

Station de mulettes perlières du ruisseau de Bonne Chère.



Mulette perlière du ruisseau de Bonne Chère.



Station de mulettes perlières de la rivière de l'Airou.



Mulettes perlières de la rivière de l'Airou.



Rouvre

La rivière de la Rouvre est inscrite au site Natura 2000 « Vallée de l'Orne et ses affluents » n° FR2500091 (Orne, Normandie). En 2002, la population de moule perlière a été estimée à 110 individus et s'étale sur 10 km. Aucun renouvellement de population n'est observé et les individus sont âgés. Une pêche électrique menée en mai 2009 a montré la présence de truitelles porteuses de glochidies de mulettes.

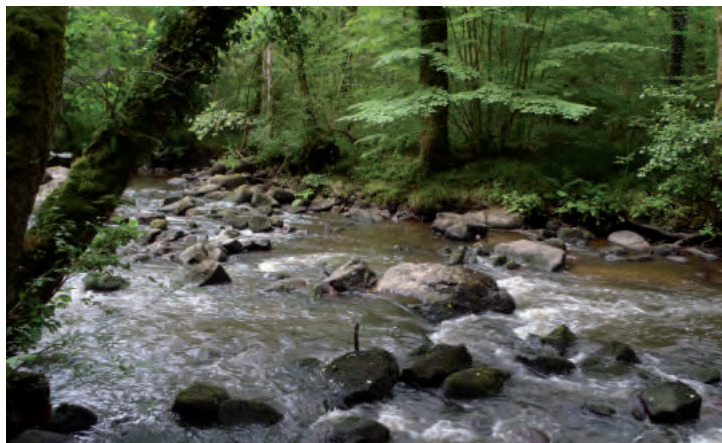
Une grande partie de la population de mulette perlière est située à l'intérieur du périmètre du site Natura 2000. Néanmoins, la plus grosse menace qui pèse sur cette population se situe sur la partie amont du bassin-versant (hors zone Natura 2000), plus plate et où une agriculture plus intensive s'est développée. La qualité de l'eau et du milieu sont médiocres : taux importants de nitrate, pesticides, turbidité importante provenant du lessivage des terres agricoles situées à l'amont du bassin.

Sarthon

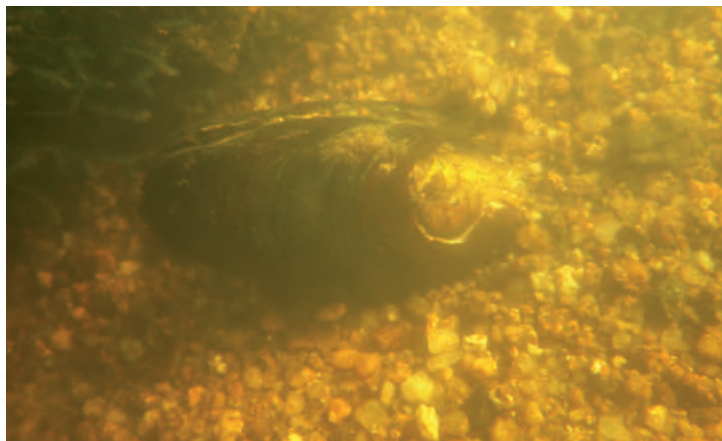
La rivière du Sarthon est inscrite au site Natura 2000 « Vallée du Sarthon et affluents » n° FR2502015 (Orne, Normandie). En 2006, 152 moules perlières ont été dénombrées sur le Sarthon et l'un de ses affluents, le Roche-Elie, et aucun renouvellement de population n'a été observé. En effet, la population, composée de vieux individus, est essentiellement concentrée sur une portion de cours d'eau de 4 km.

Les principales menaces qui pèsent sur les moules perlières de ce site sont la trop grande quantité d'intrants issus de l'agriculture et des effets pervers qui en découlent (lessivage des sols, érosion des berges, etc.).

Station de mulettes perlières de la rivière de la Rouvre.



Mulette perlière de la rivière de la Rouvre.



Station de mulettes perlières de la rivière du Sarthon.



Mulette perlière de la rivière du Sarthon.



Rivière	Largeur moyenne du cours d'eau (m)	Rang de Strahler	Débit moyen (m ³ /s)	Altitude (m)	Surface du bassin versant (km ²)
Elez	8	3	1,5	210 - 220	61
Loc'h	4	2	0,33	220 - 230	18
Bonne Chère	4	2	0,25	120 - 130	17
Airou	10	2	1,96	30 - 40	115
Rouvre	12	4	3,5	100 - 130	324
Sarthon	7	3	0,7	200 - 230	120

Caractéristiques des rivières et bassins-versants étudiés. Les valeurs sont prises au niveau des stations mulettes sauf pour la surface du bassin-versant.



Suivi des populations



Dans tout programme de conservation d'une espèce, il est indispensable de recueillir différents éléments sur les populations de cette espèce : répartition, taille et évolution de la population, structure de la population, éléments liés à la reproduction...

Inventaire préliminaire

À partir des informations déjà disponibles sur chaque site, nous avons essayé de préciser la localisation des populations de moule perlière, notamment pour définir les limites amont et aval des différents noyaux de populations et de faire une estimation de la taille des populations.

Les prospections se font d'aval en amont, en binôme le plus souvent, à l'aide d'un hydroscope, encore appelé aquascope. Dans certains cas, une lumière a été ajoutée à l'intérieur de l'aquascope dans le but

d'augmenter la détectabilité de l'espèce. Lorsque la rivière était trop profonde, comme sur l'Elez, les prospections ont été faites en plongée avec masque et tuba.

La période la plus propice pour l'observation du fond des rivières est l'étiage, moment où le niveau d'eau est le plus bas et où le courant est le plus faible. Cette période correspond le plus souvent aux mois de juin à septembre.

Rivière	Distance prospectée (m)	Largeur moyenne du cours d'eau (m)	Surface prospectée (m ²)	Nombre de moules observées	Densité en nombre de moules/m ²
Elez	350	8	2 800	1 160	0,414
Loc'h	800	3,75	3 000	180	0,060
Bonne Chère	1 000	3	3 000	2 320	0,773
Airou	9 000	10	90 000	223	0,002
Rouvre	12 170	12	146 040	92	0,001
Sarthon	5 400	7	37 800	268	0,007

Tableau des résultats des inventaires effectués.

Environ 30 kilomètres de cours d'eau ont été prospectés. Cela a permis d'observer plus de 4 000 moules perlières. Plus de 80 % de l'effectif total se trouve sur 2 rivières l'Elez et le Bonne Chère. Les

densités les plus importantes l'ont également été sur ces 2 cours d'eau. Sur le Bonne Chère, des densités de 30 à 40 ind. / m² ont même été observées.



Secteur à forte densité sur la ruisseau de Bonne Chère.

Suivi des stations témoins

Pour avoir une évaluation plus précise des effectifs et pour suivre, dans le temps, l'évolution de ceux-ci, nous avons sélectionné des tronçons représentatifs sur chaque cours d'eau et ensuite nous avons utilisé la méthode de Capture - Marquage - Recapture.

Sur ces zones, nous avons réalisé plusieurs prospections et lors de chaque passage, chaque

nouvel individu observé a été marqué. En fonction du nombre de passages effectués (entre 2 et 4), différents indices peuvent être utilisés pour estimer la taille de la population. À partir des données récoltées, la détectabilité de l'espèce peut également être estimée ainsi que des densités moyennes.

Rivière	Secteur	Surface échantillonnée (m ²)	Nombre de passage	Indice de Seber	Indice de Bailey	Indice de Schnabel	Intervalle de confiance	Détectabilité moyenne	Densité moyenne
Elez	1	45	2	117	117	--	109-128	0,86	2,60
	2	116,1	4	45	44	46	31-79	0,58	0,40
Loc'h	1	87,4	4	25	25	23	15-34	0,65	0,26
	2	82,8	4	18	17	16	10-25	0,69	0,19
	3	86,4	4	17	17	17	10-26	0,86	0,20
	4	101,2	2	18	18	--	16-24	0,94	0,18
Bonne Chère	1	56	2	345	344	--	16-24	0,60	6,14
	2	58	4	13	12	10	5-18	0,60	0,17
	3	58	3	39	38	26	17-38	0,65	0,45
Airou	1	640	4	9	9	8	6-13	0,97	0,01
Rouvre	1	1680	4	11	10	11	7-21	0,52	0,01
Sarthon	1	290	4	34	33	30	24-40	0,75	0,10
	2	353	4	23	23	22	17-314	0,76	0,06
	3	246	4	20	20	17	13-25	0,81	0,07

Résultats des suivis par CMR sur les secteurs témoins.

Ces résultats reflètent en partie la variabilité des secteurs et des rivières étudiées. La détectabilité varie de 0,52 à 0,97. Elle est la plus faible sur la Rouvre : la turbidité, la profondeur d'eau importante et la faible densité de mulettes sur cette rivière peuvent en grande partie expliquer cela. La nature du substrat mais également l'importance de l'ombre réalisée par la ripisylve semble également jouer sur cette détectabilité. Au contraire, les secteurs avec une forte détectabilité correspondent à des zones de plat courant où la profondeur d'eau est faible en période d'étiage et l'eau très limpide.

Ces résultats montrent que lors d'un seul passage, dans la majorité des cas, toutes les mulettes présentes ne sont pas observées. Par contre, à partir de 2 passages, l'estimation obtenue semble assez proche de la réalité. Plus de passages permet également une meilleure estimation mais la multiplication des passages peut être perturbateur pour l'habitat de la mulette perlière et augmente les risques de piétinement des individus en place.

Dans le cas de suivis annuels ou bisannuels, deux passages suffisent à l'estimation du nombre d'individus sur un tronçon.

Structure des populations

Pour établir la structure des populations, la longueur de la coquille de plusieurs dizaines de moules a été mesurée. Ces données ont ensuite été regroupées par classe de taille de 5 mm. Cette analyse n'a été menée que sur les populations bretonnes.

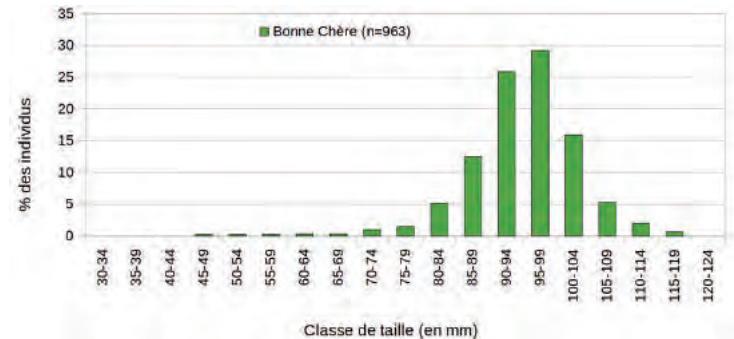
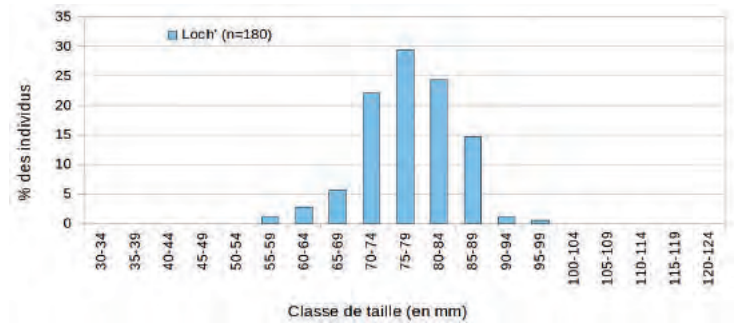
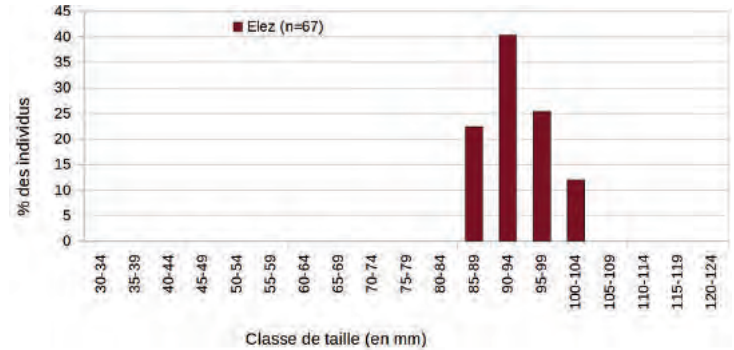
Ces graphes montrent une absence de recrutement pour l'Elez et le Loc'h, alors que pour le Bonne Chère un petit recrutement existe, ce qui a d'ailleurs été vérifié récemment par l'observation d'individus de taille inférieure à 30 mm.

Pour les cours d'eau de Normandie, tous les individus observés sont dans les mêmes classes de tailles et une absence de recrutement récent a également été constaté.

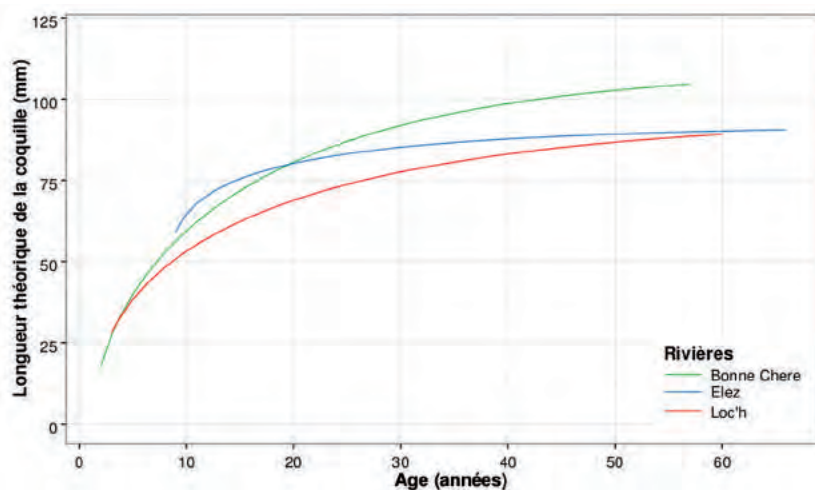
Avec l'aide de l'Institut Universitaire Européen de la Mer (UBO), une étude sclérochronologique de coquilles vides a permis de réaliser des courbes de croissance théorique des différentes populations (Thebault *et al.*, 2015). Cette étude a permis de mettre en relation la longueur de la coquille avec l'âge de l'individu.



Mesure d'une moule à l'aide d'un pied à coulisse.



Répartition d'un échantillon de moule pour chaque rivière, par classe de taille.



Modèle de croissance de Von Bertalanffy pour les 3 populations bretonnes.

Analyse génétique des populations

En 2011, Jürgen Geist (Université de Munich, Allemagne) est venu échantillonner les différentes populations de mulette perlière des 6 cours d'eau, en vue d'en réaliser des analyses génétiques.

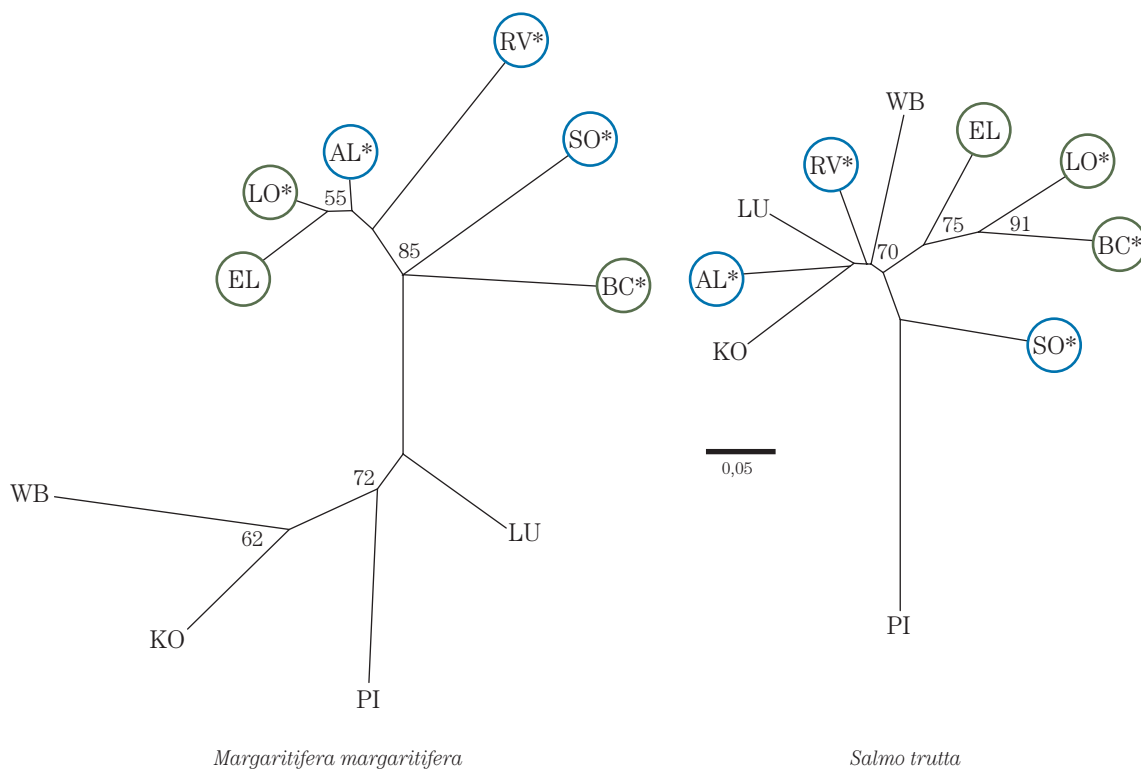
En 2013, d'autres prélèvements ont été réalisés sur les populations de truite fario de chacun des cours d'eau pour des analyses génétiques.

Il y a une logique géographique dans la différenciation génétique des populations de truites ; cette différenciation est moins claire chez la mulette.

Les 3 populations de truites de Bretagne sont relativement proches génétiquement et les 3 populations de Normandie sont très différentes

en accord avec la distance géographique entre les bassins versants étudiés : Sienne, Orne et Loire

À l'inverse, pour les mulettes, deux populations bretonnes, le Loc'h et l'Elez sont proches génétiquement, mais le Bonne Chère est très différente de toutes les autres populations. De plus, l'Airou apparaît plus proche du Loc'h, qui est une population bretonne, que de la Rouvre qui est pourtant plus proche géographiquement.



Phénogrammes de neighbour-joining (Nei et al., 1983) indiquant la distance génétique entre différentes populations de mulette perlière (à gauche) et truite fario (à droite).

Les populations bretonnes (BC, EL, LO) et normandes (AL, RV, SO) sont signalées par des cercles verts et bleus [WB : Wolfsbach (Allemagne) ; KO : Danube (Allemagne) ; PI : Kemijoki (Finlande) ; LU : Lutter (Allemagne)].

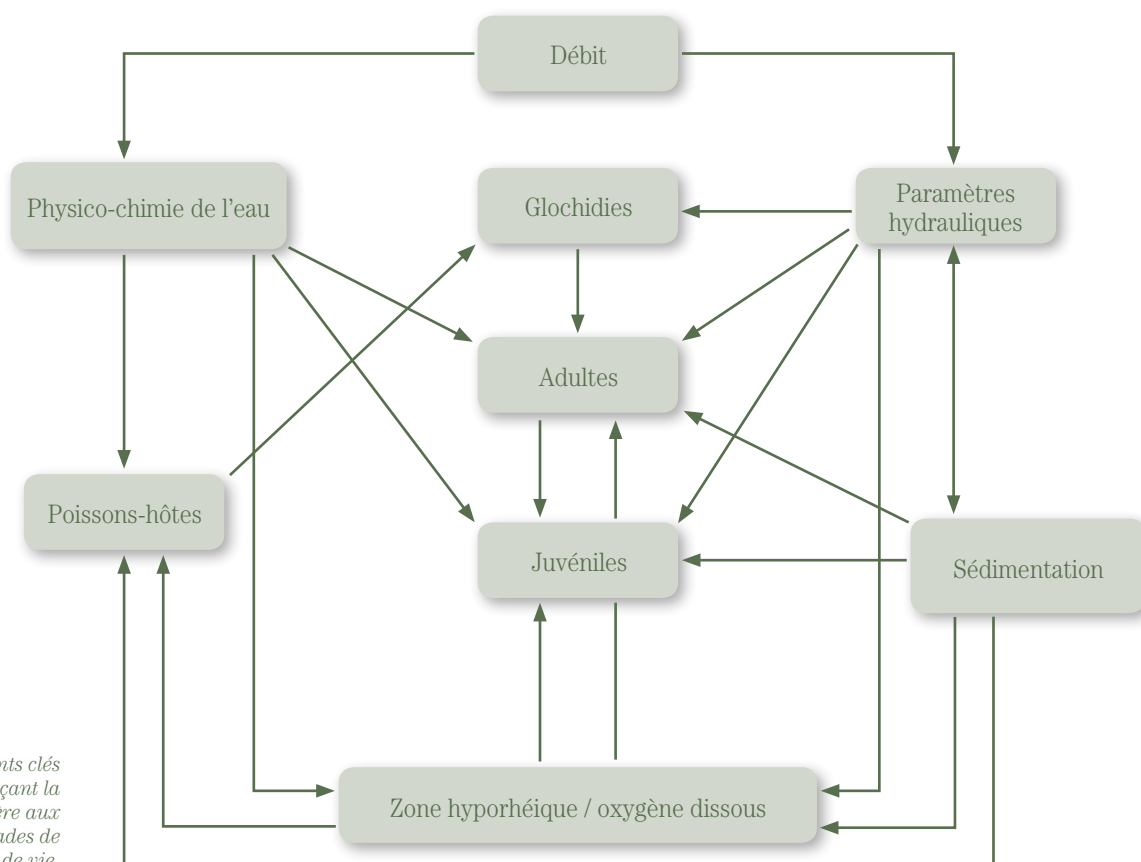
[d'après Geist, 2014]

Suivi des conditions environnementales

La mulette perlière est très sensible à la qualité de son milieu aux différentes étapes de sa vie. Son habitat fonctionnel doit donc pouvoir convenir aux trois stades du cycle biologique de l'espèce :

- glochidie (phase libre, puis fixée sur les branchies d'un salmonidé),
- juvéniles (phase enfouie),
- adultes (phase semi-enfouie).

Les adultes sont cependant plus tolérants à de légères variations de ces conditions que ne le sont les juvéniles. L'état de son habitat dépend de divers paramètres dont les principaux sont décrits ci-dessous. Un suivi de ces paramètres doit aider à identifier les causes possibles d'un dysfonctionnement dans une population.



Qualité de l'eau

La moule perlière est un animal filtreur, la qualité de l'eau est donc importante pour sa survie. Le suivi régulier des principaux paramètres physico-chimiques de l'eau est donc fortement recommandé.

Paramètres physico-chimiques

Plusieurs paramètres physico-chimiques ont été choisis pour leur représentativité d'une qualité générale, de leur importance dans l'écologie de la moule perlière d'eau douce et de leur signification vis-à-vis des perturbations pressenties.

Les paramètres retenus sont les suivants : la température, le pH, l'oxygène dissous, la conductivité à 25°C, les nitrates (en NO_3^-) et les ortho-phosphates (en PO_4^{3-}). Pour chaque site d'étude, le lieu de mesure et de prélèvement est situé en amont de la station de moulette (ou de la zone avec la plus forte densité).

Chaque paramètre a été mesuré une fois par mois pendant toute la durée du projet, à l'exception de la température qui a été relevée toutes les heures à l'aide d'une sonde installée sur chaque site. L'alcalinité a été mesurée à plusieurs reprises pendant la durée du projet à des périodes présentant des débits différents. Plusieurs campagnes de recherches de pesticides ont également été réalisées.

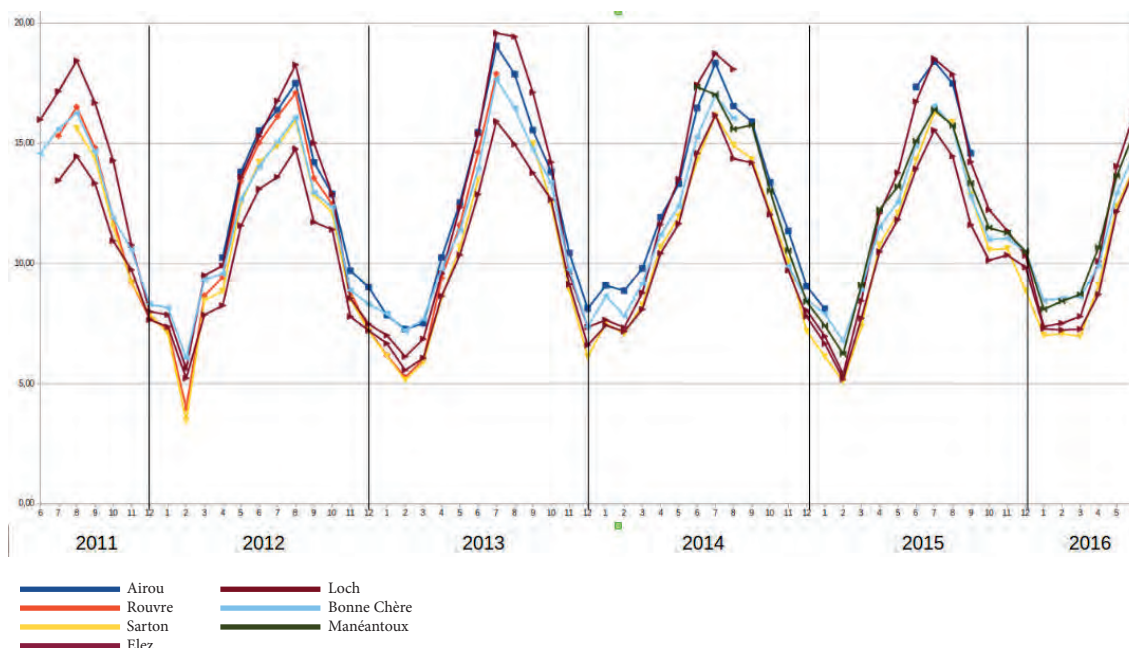
L'oxygène dissous, la conductivité et le pH ont été mesurés *in-situ* avec l'aide d'un appareil multiparamètre HANNA HI9828. La température a été mesurée à l'aide de sondes de la marque HOBO. Les autres paramètres ont été mesurés au laboratoire à partir de prélèvements d'eau.



Matériel: multiparamètre, flacon de prélèvement et enregistreur de température HOBO.



Évolution de la température moyenne mensuelle de l'eau des rivières étudiées.



Moyennes (\pm écart-type) des différents paramètres physico-chimiques suivis.

	Conductivité à 25°C (µS/cm)	pH	Nitrates (NO ₃ ⁻ mg/l)	Nitrates (N mg/l)	Ortho-phosphates (PO ₄ ³⁻ mg/l)	Ortho-phosphates (Pmg/l)	Oxygène dissous (O ₂ mg/l)	Alcalinité (Ca mg/l)	Alcalinité (CaCO ₃ mg/l)
Elez	71 ± 18	6,2 ± 0,6	2,6 ± 1,2	0,6 ± 0,3	0,03 ± 0,01	0,01 ± 0,004	10,6 ± 1,8	1,7 ± 1,3	4,3 ± 3,2
Loch	131 ± 21	6,8 ± 0,3	11,2 ± 3,5	2,5 ± 0,8	0,07 ± 0,02	0,02 ± 0,008	10,6 ± 1,8	4,8 ± 3,9	11,9 ± 9,7
Bonne Chère	158 ± 24	6,6 ± 0,4	22,6 ± 4,4	5,1 ± 1,0	0,11 ± 0,09	0,04 ± 0,029	10,4 ± 1,6	5,6 ± 4,2	13,9 ± 10,4
Airou	194 ± 89	7,4 ± 0,5	19,5 ± 2,6	4,4 ± 0,6	0,08 ± 0,05	0,03 ± 0,018	9,6 ± 1,6	13,7 ± 3,8	34,2 ± 9,5
Rouvre	256 ± 76	7,2 ± 0,6	17,4 ± 6,0	3,9 ± 1,3	0,22 ± 0,20	0,07 ± 0,064	11,0 ± 3,2	14,7 ± 0,5	36,8 ± 1,1
Sarthon	109 ± 15	7,2 ± 0,5	15,7 ± 7,8	3,5 ± 1,8	0,06 ± 0,03	0,02 ± 0,012	10,1 ± 2,4	9,4 ± 2,4	23,4 ± 4,2

Indicateurs biologiques de la qualité de l'eau

Macro-invertébrés

La santé de l'habitat d'une rivière peut être mesurée par la composition de la communauté de macro-invertébrés benthiques. Ce peuplement intègre dans sa structure toute modification, même temporaire, de son environnement (perturbation, physico-chimique ou biologique d'origine naturelle ou anthropique). Il constitue d'autre part un maillon essentiel de la chaîne trophique de l'écosystème aquatique.

Chaque pays a son propre système de mesure de la qualité du peuplement en macro-invertébrés. En France, l'IBG – DCE (Indice Biologique Global) est une méthode normalisée par l'AFNOR :

- il permet de caractériser la qualité générale du milieu résumée par une note chiffrée de 1 à 20.

On lui associe très souvent le coefficient d'aptitude biogène (Cb2) prenant en compte la capacité biogène et la qualité de l'eau de la station.

5 des sites étudiés sont en « très bonne » qualité au regard de l'indice IBGN, sauf le Sarthon qui est « bonne » qualité.



Réalisation d'un prélèvement de macro-invertébrés sur l'Elez.



Larve de plécoptère.
(F. Parais - DREAL Normandie)

Rivière	IBGN	Cb2
Elez	18	17
Loc'h	19	17
Bonne Chère	19	18
Airou	18	17
Rouvre	18	16,5
Sarthon	16	15

Résultats obtenus sur les différentes rivières en 2014.



Larve d'éphémère.
(F. Parais - DREAL Normandie)

Indice diatomés

Les diatomées sont des algues microscopiques brunes constituées d'un squelette siliceux. Elles sont une composante majeure du peuplement algal des cours d'eau et des plans d'eau. Considérées comme étant les algues les plus sensibles aux conditions environnementales, elles réagissent à différentes types de pollutions.

En France, l'Indice Diatomés est une méthode normalisée (NF T90-354 (2007)). Cet indice indique une « excellente » qualité générale de l'eau pour l'Elez et une « bonne » qualité pour le Loc'h et le Bonne Chère.

Rivière	Indice Biologie Diatomés (IBD)
Elez	17
Loc'h	14,6
Bonne Chère	14,3

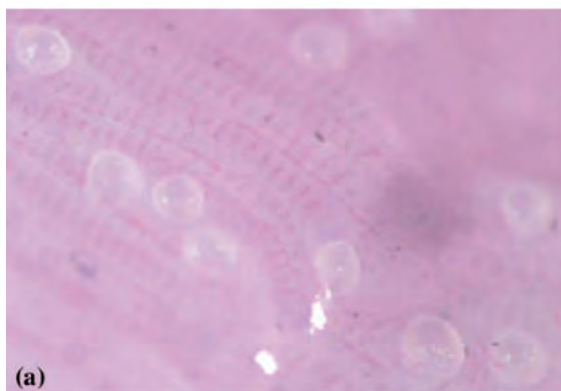
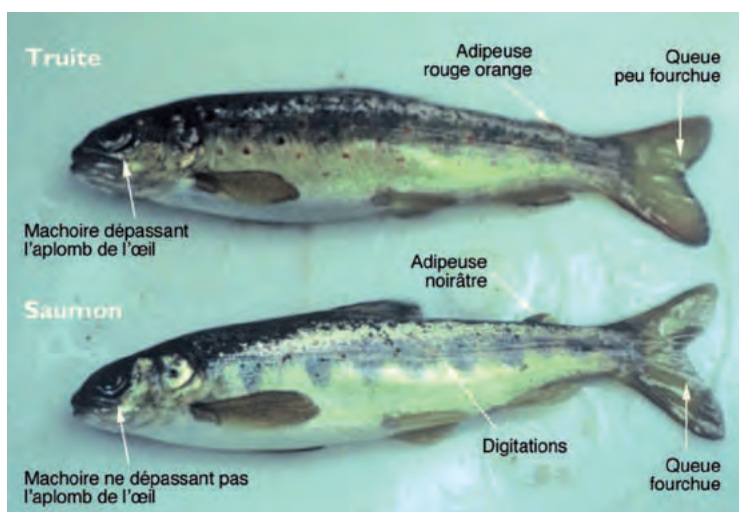
Résultats d'IBD sur les cours d'eau bretons.

Poissons-hôtes

Poisson-hôte de la mulette perlière

Des études ont été menées par l'INRA en 2012 sur le Bonne Chère (Evanno, 2013) en Bretagne et en 2014 sur l'Airou en Normandie. Elles visaient à préciser l'hôte préférentiel des mulettes sur ces cours d'eau (saumon atlantique ou truite fario).

Les résultats de ces études montrent que les glochidies ont eu de meilleures performances sur la truite fario que sur le saumon atlantique, et ils suggèrent donc que la truite fario est l'hôte préférentiel de la mulette perlière sur le Bonne Chère et l'Airou.



Photographies de glochidies fixées sur des branchies de truite fario (a) et de saumon atlantique (b).

(photo : INRA)

Ci-dessus, juvéniles de truite fario et de saumon atlantique.

(photo : INRA)

Etat des populations de poissons-hôtes

Pour connaître la fonctionnalité des populations de truite fario sur les différents bassin-versants concernés, des pêches électriques ont été réalisées. Lors de ces opérations, les poissons capturés sont mesurés, ce qui permet de connaître leur âge et d'évaluer la quantité de juvéniles présents.

Rivière	Densité moyenne (ind. / 100 m ²)	
	0+	1+
Elez	4,8	2,8
Loc'h	4,6	12,6
Bonne Chère	12,1	4,7
Airou	6,4	5,7
Rouvre	7,9	6,5
Sarthon	3,2	6,8

Densité moyenne de truite fario (individus/100 m²) (0+ : poisson né dans l'année / 1+ : poisson de plus de 1 an).



Pêche électrique sur le ruisseau du Loc'h.

Recherches de larves sur les branchies du poisson-hôte

D'autres pêches électriques ont été réalisées, au printemps, en aval des populations de moule perlière. À cette occasion, les branchies des poissons capturés ont été inspectées visuellement pour vérifier la présence de glochidies enkystées.

Des poissons porteurs de glochidies enkystées ont été observés sur tous les sites, sauf sur l'Elez. Les densités de glochidies observées sont néanmoins très faibles, à part sur le Bonne Chère (cf. photo ci-contre).



Glochidies enkystées (points blancs) sur les branchies d'une truite fario, sur le Bonne Chère.



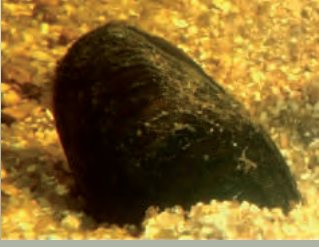

Mesure d'une truite fario.



Truite dans son milieu naturel.

Hydromorphologie

Différents paramètres hydro-morphologiques sont importants pour qu'un habitat soit favorable à la mulette perlière lors des différents phases de son développement. Ils sont présentés sur le schéma ci-dessous.

<p>Courant : assez lent pour permettre le bon développement des juvéniles ; assez fort pour apporter des nutriments</p>		<p>Température : pas trop élevée pour éviter une mortalité ou un stress ; assez élevée pour permettre une croissance et la reproduction</p> 
<p>Sédiments : stable durant les crues et humide durant l'étiage ; assure un maintien mais non compacte</p>		<p>Circulation interstitielle : fournit assez de nourriture pour les juvéniles ; peu de toxines, ammoniac inclus</p>

Paramètres importants pour un habitat favorable à la mulette perlière.
(d'après Strayer, 2008)

Structure physique de l'habitat et écoulement

La mulette affectionne généralement les cours d'eau sur terrain siliceux, avec une faible profondeur, du courant et une eau oligotrophe limpide. Cependant, la variété des habitats est grande et seule la présence de sédiments meubles et oxygénés garantit son enfouissement et sa survie.

Les travaux menés sur la caractérisation du micro-habitat des adultes et surtout sur celui des juvéniles

sont peu nombreux, assez hétérogènes au niveau méthodologique et basés essentiellement sur des observations et des corrélations faites sur le terrain. Peu de choses sont connues sur les processus qui contrôlent les corrélations observées entre les conditions d'habitat et l'abondance de la mulette perlière (Quinlan *et al.*, 2015).



Sur l'Aër (56), à gauche, habitat à juvéniles, à droite, juvénile.



Le courant en période d'étiage doit rester suffisamment important afin d'assurer l'oxygénation de l'eau, éviter le colmatage par la sédimentation des particules ou la formation d'un film algal et éviter l'augmentation de la température, néfaste pour les moules. Pour cette période d'étiage, Moorkens & Killeen (2014) évoquent une vitesse optimale du courant au fond de la rivière autour d'une valeur de 0,30 m/s et une vitesse autour de 0,40 m/s à 60 % de profondeur. En revanche, en période de crue, lors d'une augmentation du débit (et de la vitesse du courant), les moules ont tendance à s'enfoncer plus profondément dans le substrat mais, dans certaines conditions, certains individus peuvent être délogés par le courant (Clements, 2015).

Plusieurs auteurs évoquent que la mesure des contraintes de cisaillement ("critical shear stress") pourrait être utile pour évaluer cette stabilité (Allen & Vaughn, 2010 ; Gangloff & Feminella, 2007).

Toutes activités et tous travaux sur un cours d'eau susceptibles de modifier le courant, le débit, la température, le transport sédimentaire, les teneurs en matières fines, etc. doivent être suivis afin d'évaluer l'impact environnemental.

Dans le cadre de notre projet, nous n'avons pas étudié ce compartiment mais il nous semble très important, à l'avenir, d'y travailler.

Qualité du substrat

La nature du substrat et du sous-écoulement revêt une grande importance pour la santé des populations et la possibilité du recrutement en juvéniles. C'est le meilleur paramètre physique pour décrire l'habitat de la moule perlière (Geist & Auerswald, 2007). Si les adultes peuvent tolérer la présence ponctuelle de vase ou de boue, les juvéniles ne se rencontrent que dans les milieux de galets et de graviers, rochers stabilisés avec assez de sable pour s'enfoncer (Wahlström, 2006).

La phase où les juvéniles s'enfouissent dans le sédiment est la phase la plus critique du cycle de vie de la moule perlière (Bauer *et al.*, 1980). Il est

donc important que le sédiment soit peu chargé en matière organique et permette les échanges entre l'eau libre et l'eau interstitielle. Les juvéniles doivent pouvoir retrouver dans le sous-écoulement, la même qualité d'eau que celle de la rivière, au moins dans les 5 à 10 premiers centimètres (Geist & Auerswald, 2007).

Selon Geist & Auerswald (2007), quelques mesures peuvent être effectuées pour caractériser les zones de vie des moules et rechercher de potentielles zones de renforcement (tableau ci-dessous).

	Sites fonctionnels	Sites non fonctionnels
Pénétrabilité	Homogénéité des valeurs 0,04-0,39 kg/cm ² (moy = 0,16 kg/cm ²)	Hétérogénéité des valeurs 0,001-4,00 kg/cm ² (moy = 0,18 kg/cm ²)
Potentiel red-ox	> 300 mV	< 300 mV
Gradient en conductivité	< 20 %	> 20 %
Gradient en pH	< 20 %	> 20 %
Gradient en potentiel red-ox	< 20 %	> 20 %

Tableau des différentes valeurs « guides » selon la fonctionnalité d'un site à moule perlière.

Un gradient prononcé en potentiel red-ox, une divergence dans la conductivité électrique entre l'eau de surface et interstitielle, ainsi qu'une pénétrabilité trop élevée (ou trop faible) suggèrent un cloisonnement entre la surface et l'eau interstitielle et caractérisent un site non-fonctionnel.

Les caractéristiques de la colonne d'eau ne suffisent pas pour déterminer l'habitat favorable aux moules perlières. La qualité du sédiment est

en effet déterminante pour la survie des juvéniles. D'une façon générale, l'eau interstitielle et l'eau courante doivent être de bonne qualité avec des valeurs très proches.

Pour ce faire, pour mesurer la pénétrabilité, nous avons utilisé un pénétromètre de poche (0-500 kN/m²) et 4 disques de diamètre différent (Ø 15, 18, 20 et 25 mm) utilisés en fonction de la granulométrie du fond du cours d'eau ; pour le potentiel d'oxydo-réduction, un pH-mètre WTW 3110 associé à une



Pénétrömètre.



pH-mètre avec sonde Pt.



Seringue équipée pour prélever de l'eau interstitielle.



Utilisation du matériel lors d'une série de mesures.

1 - La sonde platine Pt a été réalisée par Paleoterra : <https://paleoterra.nl/>

2 - Une version française de cet article est disponible dans le numéro 215 de *Penn ar Bed*, revue éditée par Bretagne Vivante.

sonde platine¹ et à une sonde de référence Ag/AgCl. L'appareil multiparamètres HI 9828 a été utilisé pour mesurer la conductivité et le pH. Une seringue équipée d'un tuyau en plastique au bout duquel un tube en métal a été fixé a permis de prélever de l'eau interstitielle à différentes profondeurs.

Le protocole suivi² pour ces différentes mesures est celui préconisé par Geist & Aueswald (2005)².

Les mesures ont été effectuées à l'étiage, période où les conditions semblent être les plus critiques. Sur chaque station, la mesure de la pénétrabilité est effectuée à 3 points différents, tandis que les mesures de conductivité, de pH et de potentiel red-ox sont réalisées à 3 profondeurs différentes : au fond de la rivière (0 cm) et à 5 et 10 cm de profondeur dans les sédiments.

Corrections à apporter aux mesures en fonction de l'utilisation des disques.

Diamètre du disque (mm)	Aucun disque	15	18	20	25
Surface (cm ²)	1	1,77	2,54	3,14	4,91
Correction à appliquer	n/a	valeur lue ÷ 1,77	valeur lue ÷ 2,54	valeur lue ÷ 3,14	valeur lue ÷ 4,91

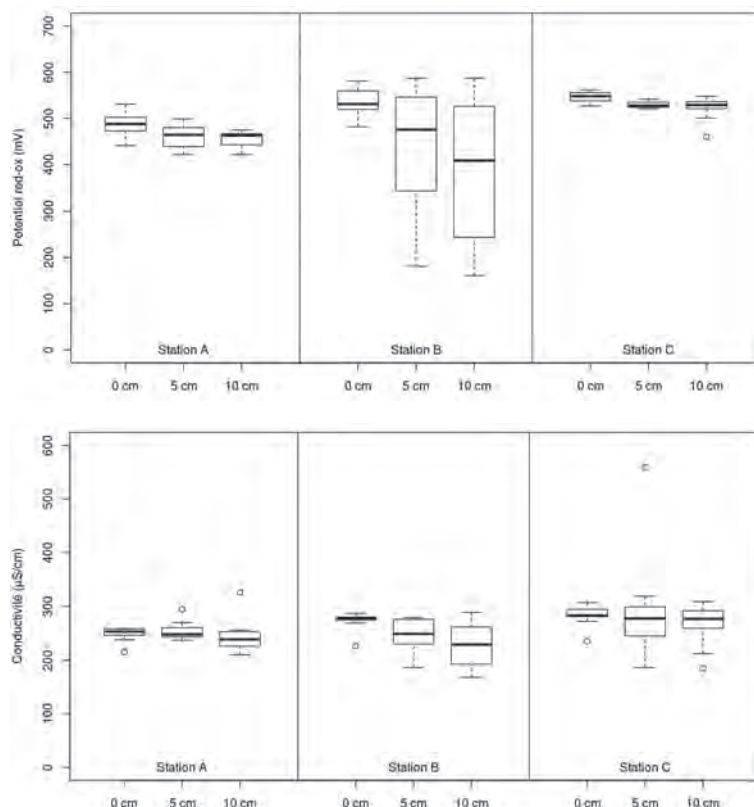
$$\text{Potentiel red-ox (Eh)} = \text{Potentiel mesuré (Em)} + \text{Correction à appliquer (Eref)}$$

Tableau des corrections à apporter. Par exemple, une mesure (Em) de 220 mV à 12°C correspond à une correction (Eref) de 217 mV. La mesure de potentiel red-ox au niveau de l'électrode est de 437 mV.

Température en °C	Eref en mV
0-5	+224
5-10	+221
10-15	+217
15-20	+214
20-25	+210
25-30	+207
30-35	+203

Pour illustrer une partie des résultats obtenus, les graphiques ci-contre présentent les mesures de conductivité et de potentiel red-ox pour 3 stations échantillonnées sur l’Airou. Pour ces 2 paramètres, les résultats des stations A et C sont compatibles avec les « valeurs-guides » indiquées plus haut.

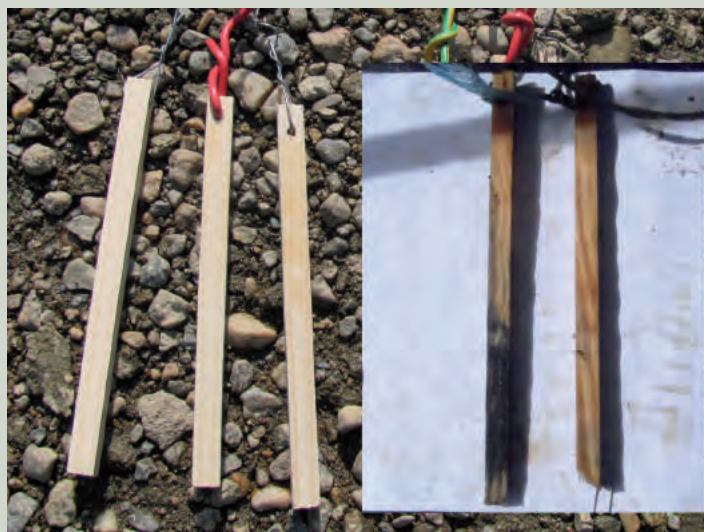
Sur chaque rivière, plusieurs sites respectant les « valeurs-guides » pour les différents paramètres étudiés ont pu être identifiés.



Boîtes à moustaches des mesures de conductivité et de potentiel red-ox pour 3 stations de l’Airou

Estimation du colmatage des sédiments pour la méthode des « bâtons de pins »

La présence d’oxygène dans le substrat des cours d’eau est primordiale pour assurer son bon fonctionnement écologique. Tout colmatage empêche les échanges entre l’eau libre et les premiers centimètres du substrat. Marmonier *et al.* (2004) propose une technique simple et peu coûteuse pour mesurer la profondeur d’oxygénation du substrat. Cette méthode consiste à enfoncer dans le substrat une baguette de pin ou de sapin non traitée, de 1 cm de côté pour une longueur de 30 cm, pour une durée d’un mois. En présence d’oxygène, le bois conserve sa couleur tandis qu’en absence d’oxygène la surface du bâton devient d’un gris plus ou moins intense.



Pose de « bâtons de pins » dans les sédiments de la Rouvre (à gauche : avant installation ; à droite : 3 semaines après l’installation).

(CPIE des Collines normandes)

Mises en garde et recommandations

Dans le cadre du programme LIFE « mulette », l'action de contrôle de la qualité du milieu avait pour objectifs :

- d'obtenir une évaluation globale de la qualité du milieu et son évolution dans le temps ;
- de rechercher des zones favorables au renforcement des jeunes moules perlières ;
- d'identifier de nouvelles sources de pollution ou de nouveaux points à résoudre.

Paramètres de la colonne d'eau	valeurs
pH	6,3-8
Nitrates N-NO ₃ (mg/L)	< 2
Orthophosphates P-PO ₄ ³⁻ (mg/L)	< 0,15
Conductivité (µS/cm) à 25°C	< 150 µS/cm
Oxygène dissous (mg/L)	> 9
Température (°C)	< 19

Valeurs « guides » de la colonne d'eau.

Pour pouvoir décider de renforcer les populations de mulettes, il est pris en compte des valeurs-guides tirées des différentes études de qualité de milieu des populations fonctionnelles de mulettes perlières (tableaux ci-après).

Paramètres du substrat	valeurs
pH	6,3-8
Conductivité (µS/cm) à 25°C	< 150 µS/cm
Potentiel red-ox corrigé (mV)	~ 300
Gradient en potentiel red-ox	< 20 %
Température (°C)	< 19

Valeurs « guides » du substrat.

Il est important de souligner le caractère imparfait de ces mesures pour caractériser un environnement « de bonne qualité » pour l'espèce et finalement la difficulté d'y parvenir quels que soient les moyens que nous aurions à disposition.

En effet, ces valeurs guides dépendent des circonstances à un instant « t » mais ne garantissent pas forcément le bon fonctionnement continu de l'écosystème et des populations. Les différentes mesures, quelles qu'elles soient, ne révèlent qu'une petite partie du fonctionnement de l'écosystème et probablement une infime partie des paramètres requis par la moule perlière d'eau douce.

Un dépassement ponctuel des valeurs guides ne rend pas le paramètre limitant à lui seul pour les populations de mulettes. En revanche, un

dépassement récurrent des valeurs guides et le cumul de paramètres limitants est plus inquiétant pour l'espèce. Il ne faut en aucun cas considérer les valeurs guides comme étant la condition *sine qua non* du retour de l'espèce.

D'une rivière à une autre, les valeurs ne sont pas forcément limitantes pour l'espèce mais sont des indicateurs de dysfonctionnement sur les bassins où se trouve encore la mulette perlière.

C'est un bon paramètre pour identifier des causes de dégradation du milieu et initier des actions de restauration.

Restauration de l'habitat

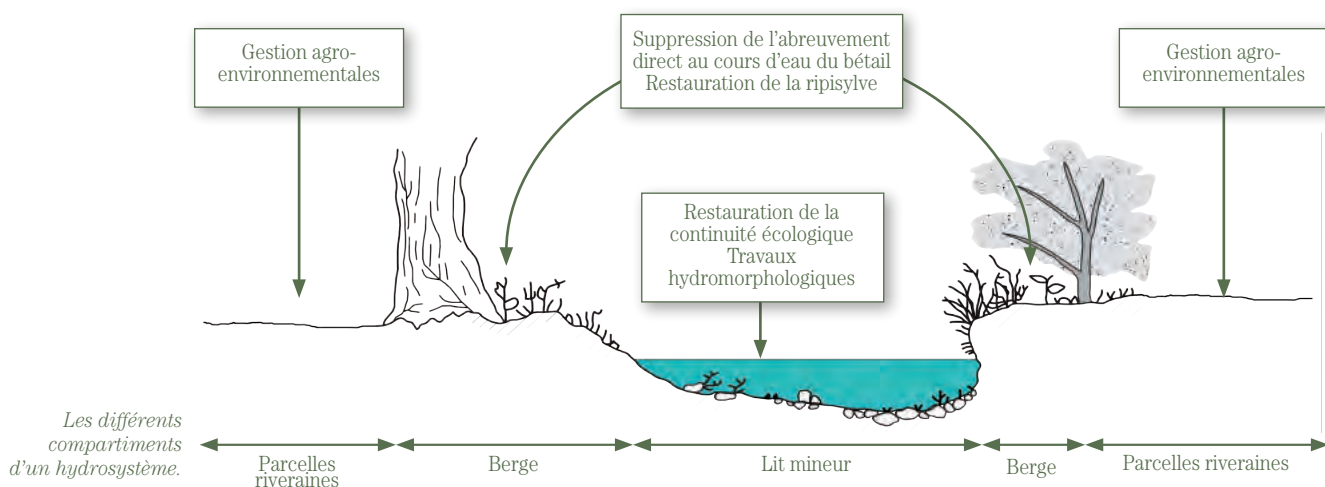


Préserver les populations de mulettes perlières passe également par la restauration de l'habitat de l'espèce : qualité de l'eau, du substrat, quantité de poissons-hôtes, préservation des abords du cours d'eau, etc. Tous les acteurs sont concernés : élus, associations, usagers, citoyens, propriétaires, syndicat de bassins, ...

La majorité des actions de restauration entamées sur les différents bassins-versants concernés a été portée par les acteurs les plus légitimes pour mener ces actions sur leur territoire, c'est-à-dire dans la majorité des

cas, les structures de bassins-versants, les communautés de communes ou les opérateurs Natura 2000. Toutefois, ces actions ont été accompagnées par le Life et certaines ont été initiées par le projet.

Pour mener ces actions de restauration, il est indispensable de travailler sur les différents compartiments de l'hydrosystème : le lit mineur du cours d'eau, ses berges, les parcelles riveraines au cours d'eau et également toutes les éventuels dysfonctionnements que peuvent provoquer des activités se trouvant sur le bassin-versant.



Au début du projet, un travail de terrain a permis d'identifier et de localiser sur chaque bassin-versant les problèmes liés à la conservation de la mulette perlière. La surface des bassins-versants et leur état de conservation n'étant pas le même, le nombre de problèmes identifiés diffère suivant les sites.

Toutefois, une concertation avec les acteurs de chaque bassin-versant a été réalisée pour essayer de trouver les moyens techniques et financiers d'en résorber un maximum.

La synthèse de ces réalisations est listée ci-dessous :

	Elez	Loc'h	Bonne Chère	Airou	Rouvre	Sarthon
Rétablissement de la continuité écologique		X	X		X	X
Travaux hydromorphologiques						X
Suppression de l'abreuvement direct			X	X	X	X
Restauration de la ripisylve	X	X	X	X		X
Gestion agro-environnementales	X	X	X	X	X	X
Autres		X	X		X	X

Des exemples de réalisations sur les différents bassins-versants sont présentées ci-dessous.

Lit mineur du cours d'eau

Rétablissement de la continuité écologique

La continuité écologique d'un cours d'eau est définie comme la libre circulation des organismes vivants et leur accès aux zones indispensables à leur reproduction, leur croissance, leur alimentation ou leur abri, le bon déroulement du transport naturel des sédiments ainsi que le bon fonctionnement des réservoirs biologiques (connexions, notamment latérales, et conditions hydrologiques favorables).

Ainsi restaurée, la continuité écologique permet aux rivières de suivre naturellement leur cours de l'amont vers l'aval et d'occuper le lit majeur en période de crues.



Suppression d'un seuil de moulin, sur la Rouvre.



Remplacement d'une buse, sous-dimensionnée et provoquant un obstacle infranchissable pour les poissons, par un Ecopal, sur un affluent du Loc'h.



Remplacement d'une buse en métal, sous-dimensionnée, (à gauche) par un pont-cadre (à droite), sur le Bonne Chère.



Installation d'un pont-cadre sur un affluent de la Rouvre.

Travaux hydromorphologiques

Des solutions existent pour accompagner le retour d'un cours d'eau vers un écoulement plus naturel. Toutefois, ces opérations ne peuvent être engagées qu'au cas par cas, leur réussite étant liée à la capacité de résilience du milieu.

Ce critère dépend en particulier du débit et de la pente du cours d'eau mais aussi de la nature des sols. Un accompagnement des acteurs locaux est le plus souvent nécessaire pour ces travaux car ils sont souvent mal vécus et perçus comme un retour en arrière par les usagers locaux.

Recharge en granulats sur le ruisseau du Pas d'Ânes, sur le bassin du Sarthon (avant/après).



Remise en fond de vallée du ruisseau de la Croix-Sellos, sur le bassin du Sarthon (avant/après).



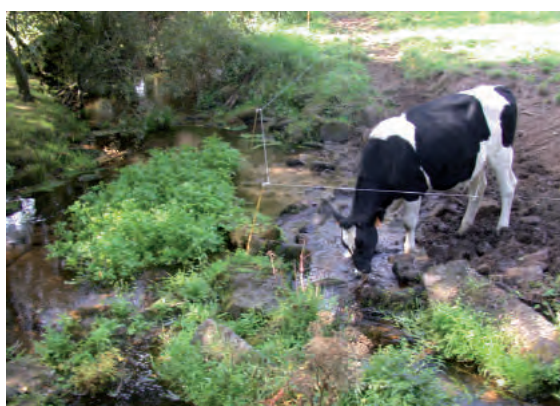
Berges du cours d'eau

Suppression de l'abreuvement direct au cours d'eau du bétail

Sur certains secteurs de cours d'eau, le piétinement des bovins altère ses berges. Ces altérations provoquent un départ de particules fines (sable et terre) dans le cours d'eau, cela participe au colmatage du fond des rivières.

Les propriétaires riverains ayant des bêtes en abreuvement direct au cours d'eau ont été contactés pour mettre en place des dispositifs d'abreuvement

au bétail respectueux de la rivière ainsi que des clôtures pour empêcher les bêtes d'endommager les berges. Dans certains cas, pour accélérer la stabilisation des berges des fascines en saule ont été réalisées.



Abreuvement direct au cours d'eau sur le Loc'h (à gauche) et sur le Bonne Chère (à droite).



Suppression d'un abreuvement direct au cours d'eau par l'installation de pompe à museau et la pose de clôtures, sur l'Airou.



Restauration d'une berge altérée par un abreuvement (à gauche) par la réalisation d'un fascinage en saule (à droite), sur le Bonne Chère.

Ripisylve

La ripisylve correspond à l'ensemble des formations boisées et buissonnantes présentes sur les rives d'un cours d'eau. La restauration de la ripisylve sur des secteurs dégradés consiste à entretenir et/ou planter des essences locales adaptées. Cela permet de diversifier les habitats, de préserver les berges fragiles contre l'érosion, de maintenir les capacités naturelles d'écoulement des cours d'eau, de freiner la vitesse de l'eau lors des crues, de réguler la température de l'eau par l'ombrage et améliorer la qualité des eaux par l'épuration d'une partie des éléments polluants provenant des versants.

D'autre part, les plantations de résineux ne constituent pas une ripisylve fonctionnelle sur le bord de nos cours d'eau ; du fait de leur faible enracinement, ces essences ne maintiennent pas efficacement les berges contre l'érosion et provoque, par ailleurs, une barrière totale à la lumière, ce qui est défavorable pour le fonctionnement global de la rivière. Il est souhaitable de remplacer ces plantations, sur une bande d'un mois 10 à 20 m par une ripisylve d'essences locales.

Entretien de la ripisylve sur les berges du Sarthon.



Plantations d'essences locales sur les berges du Bonne Chère.



Suppression de plantations d'épicéa de Sitka sur des parcelles riveraines du Loc'h.



Parcelles riveraines des stations de mulettes perlières et l'ensemble du bassin-versant

Gestion agro-environnementale

L'importance des zones humides riveraines des cours d'eau est fondamentale pour leur fonctionnement. Elles font partie intégrante de l'hydrosystème, contribuent fortement au maintien du débit des cours d'eau tout au long de l'année et constituent une zone tampon entre les activités se situant sur les parcelles situées plus loin du cours d'eau et le cours d'eau lui-même.

Le maintien de zones humides peuvent être favorisé par des mesures agro-environnementales ou des contrats Natura 2000. Cela peut se traduire, par exemple, par la limitation d'engrais sur les parcelles proches de la rivière, par un retard de fauche avec export de prairies humides ou encore le maintien de la fauche de landes humides.



Prairie humide riveraine du Bonne Chère bénéficiant d'une Mesure-Agro-Environnementale.

Autres sources de perturbations

Des ouvrages, qui peuvent être localisés très en amont des populations de moule perlière, peuvent néanmoins avoir un impact sur le fonctionnement du cours d'eau et donc potentiellement avoir un impact sur ces populations. Par exemple, les plans d'eau ou d'autres types de retenues situés sur le cours principal des rivières constituent de obstacles infranchissables pour les poissons mais ont également une influence sur le transit sédimentaire et provoque également une augmentation anormale de la température de l'eau des cours d'eau.

D'autre part, les stations d'épuration ont permis de réels progrès en matière de qualité de l'eau, mais elles ne peuvent généralement traiter totalement les nitrates et les phosphates ; ces installations peuvent donc contribuer à apporter des nutriments au cours d'eau situé en aval de leur rejet. Néanmoins certains aménagements supplémentaires peuvent permettre d'augmenter la capacité de traitement de ces installations.



Barrage de Nestavel sur le cours principal de l'Elez.



Lagunages de la station d'épuration de Malguénac, sur le bassin du Bonne Chère.



Station d'épuration de la Carneille sur le bassin-versant de la Rouvre.

Élevage et conservation *ex-situ*



Cette action, mise en œuvre par la Fédération de pêche du Finistère, a pour but de préserver en *ex-situ* les différentes populations de moules perlières du programme. C'est la première station d'élevage de mulettes réalisée en France.

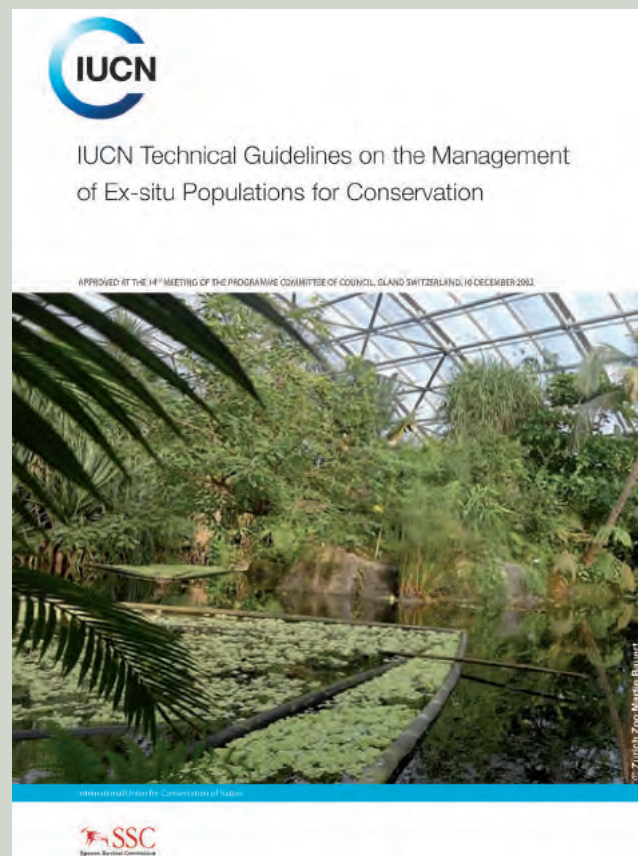
Note sur l'élevage et le renforcement

D'après l'Union internationale de conservation de la nature (UICN), l'un des buts de la conservation est le maintien de la diversité génétique existante et de populations viables de tous les taxons à l'état sauvage afin de maintenir les interactions biologiques, les processus et fonction écologiques. Pour cela, les gestionnaires en charge des activités de conservation et les décideurs doivent adopter une approche réaliste et intégrée de la mise en œuvre de la conservation. Les menaces pesant sur la diversité biologique *in-situ* s'accroissent sans cesse et les taxons doivent survivre dans des environnements de plus en plus modifiés par l'homme.

La réalité de la situation actuelle est telle qu'il ne sera pas possible d'assurer la survie d'un nombre croissant de taxons menacés sans utiliser efficacement un ensemble divers d'approches et de techniques de conservation complémentaires parmi lesquelles, pour certains taxons, l'accroissement du rôle et de l'utilisation pratique des techniques *ex-situ*. Ces mesures de conservation sont considérées comme un outil permettant d'assurer la survie de la population sauvage. Elles ne sont pas une solution de remplacement des mesures impératives de gestion *in-situ*, et une intégration effective entre les approches *in-situ* et *ex-situ* doit être recherchée partout où cela est possible. La restauration et la gestion de l'habitat ainsi que la réintroduction et

le soutien des populations sauvages font partie de ces actions complémentaires.

Dans notre cas, l'absence de recrutement connu sur les 6 populations concernées au début du programme LIFE nous a poussé à entreprendre une mise en élevage d'urgence. Nous sommes conscients aujourd'hui que ces efforts de conservations *ex-situ* doivent impérativement être accompagnés de mesures phares de restauration d'un habitat sauvage favorable aux mulettes.



Bref historique de l'élevage de la moule perlière en Europe

(d'après Thielen, 2015)

En Europe, Hruska fut le premier à s'essayer à la culture de *Margaritifera margaritifera* entre 1980 et 1990 en République tchèque (Hruska, 1992, 1999). En 1995, Buddensiek a poursuivi le travail avec une série d'essais *in-situ* qui faisaient appel, pour la première fois, au concept de cages « à trous », ou « cages Buddensiek » (Buddensiek, 1995). Entre 1999 et 2001, les premières tentatives d'élevage eurent ensuite lieu en Écosse, sous la supervision

de Hastie (Hastie & Young, 2003). C'est Michael Lange qui, dans le land de Saxe en Allemagne, a amélioré les méthodes employées par Hruska et a développé des protocoles très utiles sur la façon d'élever les jeunes moules en cages Buddensiek ou en boîtes de graviers (Lange & Selheim, 2011). Depuis, d'autres activités d'élevage ont également vu le jour et plusieurs sont actuellement en cours dans 14 pays européens.



Pays européens pratiquant l'élevage de la moule perlière (en orange) et date de première mise en élevage.



La station d'élevage de moule perlière du Luxembourg.

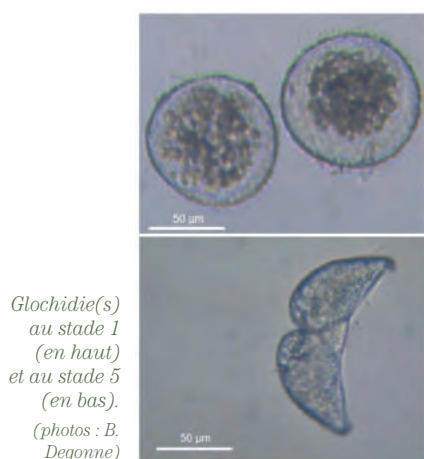


La station d'élevage de moule perlière de Bergen (Norvège).

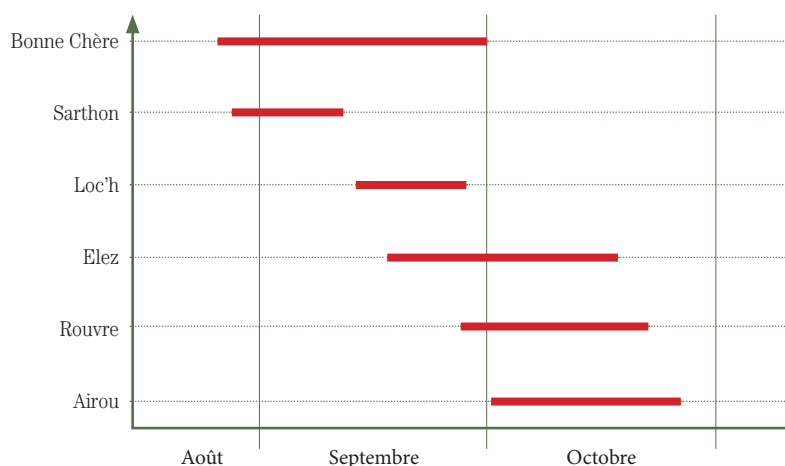
Collecte de glochidies *in-situ*

Dans le Massif armoricain, la période de développement des glochidies s'étend de juillet à octobre. Pendant cette période, sur le terrain, différentes moules adultes sont contrôlées pour déterminer si elles sont gravides ; dans ce cas, elles sont marquées avec des étiquettes pour un contrôle ultérieur. Le développement des glochidies durent 3 à 4 semaines et passent par 5 stades différents (Scheder *et al.*, 2011) (photos ci-dessous).

Pendant cette période, des contrôles, de plus en plus rapprochés vers la fin de développement, sont effectués. Quand les larves sont mûres, elles sont récoltées puis transportées à la station d'élevage. La période de gravidité diffère de quelques semaines, la même année, d'un cours d'eau à l'autre ; elle varie également d'une année à l'autre sur le même cours d'eau (figure ci-dessous).



Glochidie(s) au stade 1 (en haut) et au stade 5 (en bas). (photos : B. Degonne)

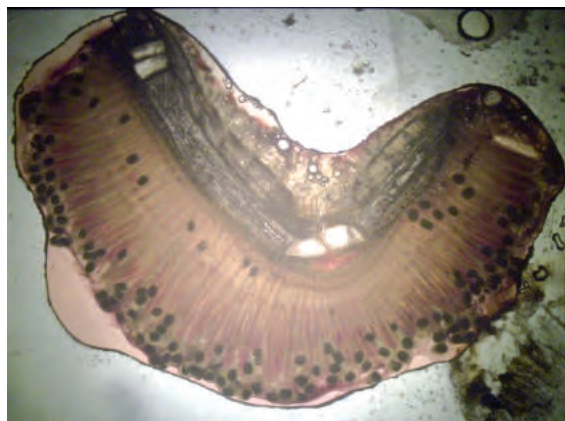


Étalement de dates de collecte de glochidies de 2011 à 2015 sur les différents cours d'eau.

Mise en contact avec les poissons

La truite fario (*Salmo trutta*) est utilisée comme poisson-hôte à la station d'élevage. Ce choix a été conforté par des études réalisées en 2012 et 2014 et qui ont montrées que la truite fario était l'hôte préférentiel de la moule perlière en Bretagne et en Normandie (Evanno, 2013 & 2016).

Une fois transportées à la station d'élevage, les glochidies sont mises en contact avec de jeunes truitelles de l'année (environ 1 000 glochidies par poisson) pendant 30 à 60 mn. Une fois la mise en contact effectuée, les poissons sont maintenus dans les conditions traditionnelles d'élevage durant huit à dix mois (photos ci-dessous).



Branchie de truite fario avec des larves enkystées.



Bassins d'élevage des poissons « infestés ».

L'élevage

Station d'élevage

Le bâtiment a été construit sur le site de la pisciculture du Favot à Brasparts (29). Sa surface est d'environ 300 m². Il est équipé de deux salles destinées à l'élevage de mulettes, d'une salle de production d'algues et, d'une salle dédiée à la mise en quarantaine des souches normandes, d'une salle de réunion et d'un laboratoire (photos ci-contre et ci-dessous).



Vue aérienne de la pisciculture du Favot.



Bâtiment d'élevage des mulettes.



Salle de quarantaine.

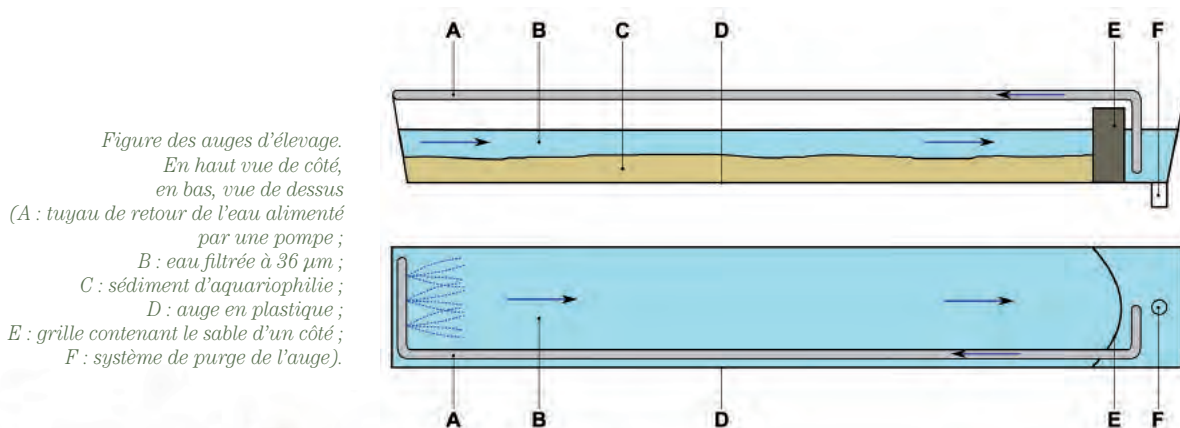
Système d'élevage utilisé

Le système d'élevage utilisé est constitué d'auges de 100 à 200 L remplies de substrat d'aquariophilie (2 à 3 cm d'épaisseur) dans lesquelles un courant est assuré de manière continue par une pompe (figure ci-après). L'eau circule donc en circuit fermé dans chaque système d'élevage. Chaque semaine, 80 % de l'eau des auges est renouvelée après brassage des sédiments (pour éliminer les algues).

L'eau utilisée est préalablement filtrée à 36 µm puis décantée. L'eau des auges est maintenu à température ambiante (entre 10 et 16°C). Les paramètres physico-chimiques sont surveillés

régulièrement, en particulier la température, l'oxygène dissous et les nitrites.

Les décrochages des jeunes mulettes des poissons-hôtes ont eu lieu durant les mois de mai et de juin et peuvent s'étaler sur plusieurs semaines. Les mulettes récoltées sont triées, comptées puis directement placées dans les systèmes d'élevage. Chaque auge peut accueillir plus de 20 000 mulettes venant de se décrocher des poissons-hôtes. Chaque souche est élevée dans une auge différente des autres.





Mulettes d'un an apparaissant à la surface des sédiments dans une des auges de la station.

Pour l'alimentation des mulettes, malgré la présence de matériel et de compétences pour produire des micro-algues d'eau douce sur place, nous ne produisons malheureusement pas nos propres micro-algues. Pour palier à cela, des micro-algues vendues dans le commerce sont utilisées. Un apport de nourriture journalier est réalisé dans

chaque auge ; il est composé de 1 mL de « Shellfish diet 1800 » et de 1mL de « Nanno » (cf glossaire).

La station d'élevage accueille aujourd'hui plus de 100 000 moules (tableau ci-dessous). Elle joue pleinement son rôle de conservatoire des différentes souches de mulettes du Massif armoricain.



	Elez	Bonne Chère	Loc'h	Airou	Sarthon	Rouvre	Total
Cohorte 0+ (0-1 an) - 2016	-	10 000	10 000	10 000	-	6 000	36 000
Cohorte 1+ (1-2 ans) - 2015	10 000	10 000	-	2 000	5 000	15 000	42 000
Cohorte 2+ (2-3 ans) - 2014	10 000	8 600	1 155	40	1 500	0	21 295
Cohorte 3+ (3-4 ans) - 2013	5 000	5 000	2 400	-	-	-	12 400
Cohorte 4+ (4-5 ans) - 2012	1 220	5	30	-	-	-	1 255
Total	26 220	33 605	13 585	12 040	6 500	21 000	112 950

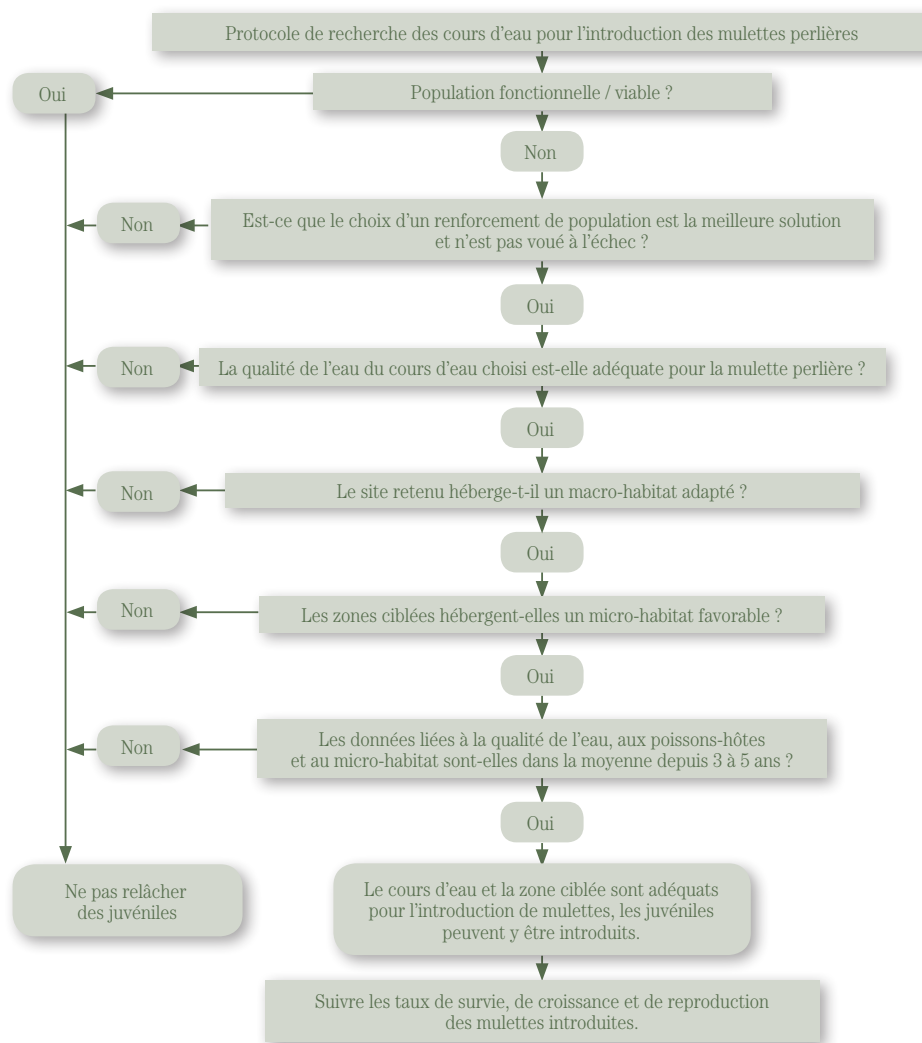
Tableau du nombre de mulettes à la station d'élevage en juin 2016.

Renforcement des populations



Dans le cadre du programme, le renforcement des populations sauvages de moules perlières se doit d'être l'anticipation d'une recolonisation spontanée. Le succès des actions concrètes de restauration de la qualité du milieu, menées par de nombreux partenaires, est la condition de la réussite de cette opération. Il ne sera question de procéder à du renforcement que lorsque l'habitat sera d'assez bonne qualité pour accueillir les moules perlières issus de l'élevage.

En effet, le renforcement doit permettre d'accélérer un processus qui se serait produit, mais très lentement (Chatain & Choisy, 1990).



Détermination de lieux adéquats pour la réintroduction de moules juvéniles. (d'après Bolland et al., 2010)

Par précaution, le renforcement se fait uniquement à partir d'individus (générateurs) issus du même cours d'eau.

Selon la qualité du milieu rencontré, il est possible d'employer des techniques différentes de renforcement de population *in-situ* comme :

- la mise en contact des poissons-hôtes locaux avec des glochidies récoltées sur place ;
- le relâcher direct de jeunes moules d'âges différents, dans le substrat ;
- la mise en place de systèmes d'élevage *in-situ*.

La combinaison de ces différentes techniques peut être employée pour optimiser les chances de réussite.

On parle ici de renforcement et pas de réintroduction. Les moules remises dans le milieu

le seront à proximité immédiate de noyaux de population connus.

Le choix des zones de renforcement s'est effectué sur la base des données récoltées dans le contrôle de la qualité du milieu et en affinant les mesures localement.

Les relâchers directs dans le substrat ne permettent pas de juger de son efficacité en terme de survie et de croissance avant l'apparition des moules à la surface, soit environ après 4-5 ans. C'est pourquoi, en plus de ces relâchers directs, nous avons mis en place des systèmes de conservation *in-situ* afin de pouvoir avoir une évaluation de l'efficacité du renforcement effectué.

Pêche de mises en contact

Au préalable, un suivi de gravidité de la population de mulettes est nécessaire. Il permet de détecter des individus porteurs de glochidies, d'évaluer le niveau de développement de ces glochidies et d'ensuite réussir à prélever des glochidies matures. Le même jour que le prélèvement de glochidies, il faut entreprendre une pêche électrique pour capturer des poissons-hôtes locaux (de préférence des juvéniles). Ils sont ensuite mis en contact avec

les glochidies pendant une durée de 45 mn. Une quantité de 350 à 7 000 glochidies par poisson (ou entre 5 et 100 glochidies par g. de poisson) est recommandé par Taeubert & Geist (2013). Les poissons sont ensuite relâchés dans leur milieu d'origine.



Pêche électrique.



Mise en contact avec des glochidies.

Cours d'eau	Nombre de truites locales infestées et relâchées
Elez	32
Loc'h	30
Bonne Chère	321
Airou	80
Rouvre	102
Sarthon	63

Renforcement direct

Quand les jeunes mulettes atteignent une taille d'environ 2,0 à 2,4 mm, elles commencent à se nourrir par filtration (Schartum *et al.*, 2016) et elles pourraient être moins sensibles au transfert. Idéalement, il faudrait attendre que les jeunes mulettes atteignent cette taille pour réaliser un déplacement vers les zones de renforcement. Cependant, les capacités de la station d'élevage sont limitées et l'ensemble des mulettes ne peuvent être conservées. En conséquence, chaque année, une fraction de chaque cohorte est disponible pour réaliser des renforcements.

Les jeunes mulettes ont été renforcés dans le milieu en utilisant deux méthodes différentes :

- La première méthode consiste à enfoncer un tuyau PVC d'une quinzaine de centimètre de diamètre dans le substrat du cours d'eau et de verser la solution de jeunes mulettes à l'intérieur. Le tuyau est ainsi laissé environ 45-60 minutes pour laisser le temps aux jeunes mulettes de s'enfouir naturellement dans le substrat.
- La seconde méthode utilisée consiste à injecter les jeunes mulettes à l'aide d'une grosse seringue dans le substrat.

En fonction de la quantité de glochidies récoltées et de la réussite de la mise en contact avec les poissons à la station d'élevage, certaines années et sur certaines populations, le nombre de jeunes

mulettes récoltées lors de l'exkystement peut être très important et dépasser largement les objectifs d'élevage que nous nous étions fixés. Dans ce cas, ces mulettes (0+) sont relâchées dans le cours d'eau d'origine. Cela explique le nombre important de mulettes de la cohorte 0+ relâchées sur les différents sites.

Les réintroductions directes dans le substrat ne permettent pas de juger de l'efficacité de cette opération en terme de survie et de taux de croissance avant l'apparition des mulettes à la surface, soit environ après 4-5 ans au minimum.

Jeune mulette de 4 mois juste avant son renforcement dans le milieu.



Deux méthodes de renforcement ont été utilisées : à gauche, décantation (tuyau PVC) et à droite, directe (seringue plastique). (© Bretagne Vivante)



Mulettes marquées avec des étiquettes plastiques avant d'être relâchées dans l'Elez.

Cohorte	Nombre de mulettes directement relâchées dans les sédiments
0+	> 5 millions
1+	180 000
2+	4 000
3+	0

Tableau du nombre de mulettes directement relâchées.

Système d'élevage *in-situ*

Les réintroductions directes dans le substrat ne permettent pas de juger de l'efficacité de cette méthode en terme de survie et de taux de croissance avant l'apparition des mulettes à la surface, soit

environ après 4-5 ans au minimum. C'est pourquoi, en plus de ces renforcements directs, plusieurs systèmes de conservation *in-situ* permettent d'avoir une idée de l'efficacité du renforcement.

Silos

La technique des silos en béton a été développée, aux Etats-Unis, par Chris Barnhart pour élever des jeunes moules d'eau douce directement dans les rivières (Barnhart *et al.*, 2007).

Elle consiste à réaliser une structure en béton au milieu de laquelle un vide est créé pour installer une cage contenant des moules.

Cette méthode a été testée sur l'Elez ; après 5 mois d'installation, le taux de survie des jeunes mulettes était de 46 %.

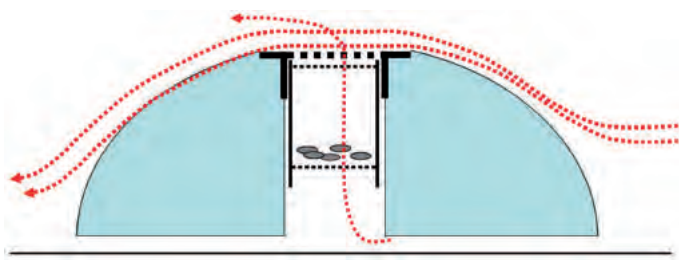
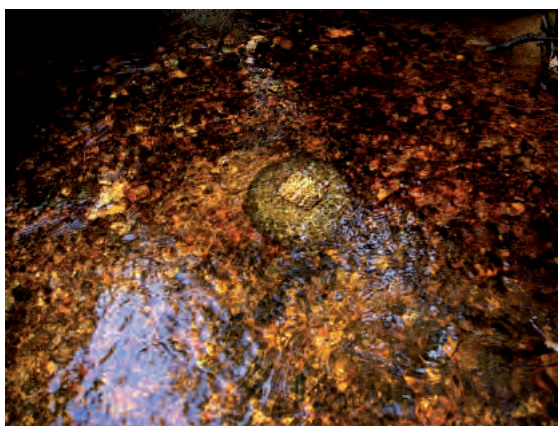


Schéma d'un silo à mulettes.



Silo (vue de dessus).



Silo installé dans l'Elez.



Silo (vue de dessous).

Boîtes plastiques

La technique d'élevage *in-situ* en boîtes plastiques est employée en République tchèque et en Allemagne depuis plusieurs années (Spisar O., Lange M., comm. pers.). Sur toutes les faces de la boîte des trous sont réalisés et sont remplacés par un grillage plastique avec un vide de maille de 1mm. Les mulettes mises dans ces boîtes sont des mulettes dont la taille fait au moins 2 mm. Pour l'instant, nous avons installé ce type de boîtes, sur l'Elez et le Loc'h.



Boîte installée dans le Loc'h.

Tubes grillagés

La méthode des tubes grillagés a été développée par l'INRA pour tester la survie des oeufs de salmonidés dans les sédiments des rivières (Dumas & Marty, 2006). Des tubes similaires ont été utilisés pour tester la survie et la croissance des jeunes mulettes *in-situ*. Ils ont été fabriqués par la société Gantois³. Les tubes font 50 mm de long et 11 mm de diamètre avec un vide de maille de 0,42 mm ou 0,80 mm. Ils sont obturés, à chaque extrémité, par des bouchons en plastique. Un fil en nylon d'environ 40 cm est relié à l'un d'eux pour faciliter la localisation des tubes lors des contrôles.

Sur chaque rivière, cinq stations, distantes de quelques dizaines à centaines de mètres, ont été sélectionnées sur la base des mesures de qualité du substrat. Sur chaque station, 4 tubes grillagés, comprenant chacun 10 jeunes mulettes, ont été installés. Les tubes ont été mis en place en juillet 2015 sur l'ensemble des sites. Des contrôles ont été réalisés 2, 10 et 12 mois après installation.

3 - Société Gantois -
Saint-Die-Les Vosges
(88) / France /
www.gantois.com

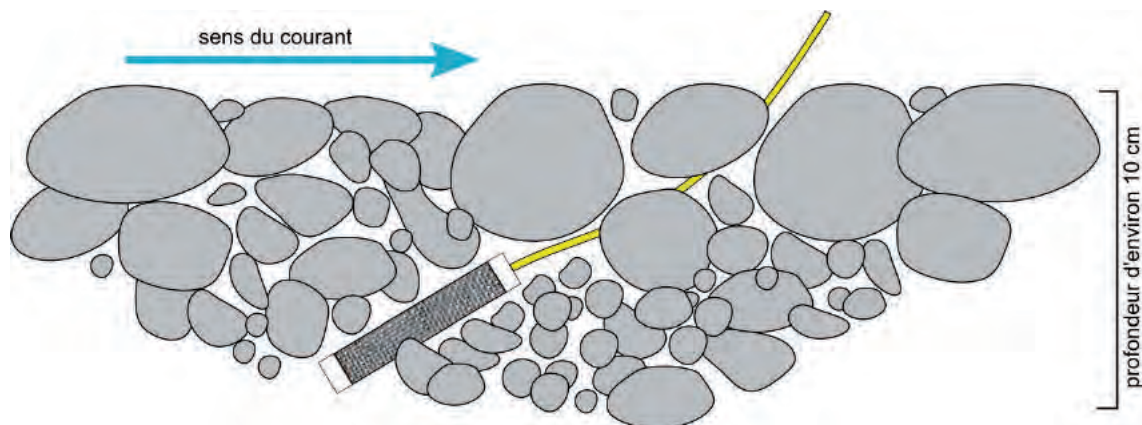
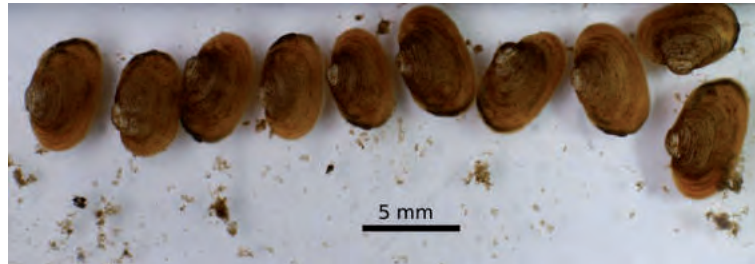
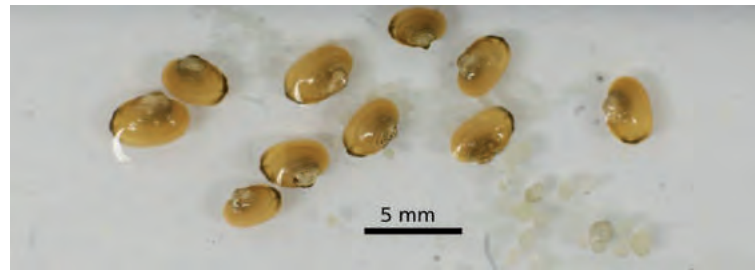


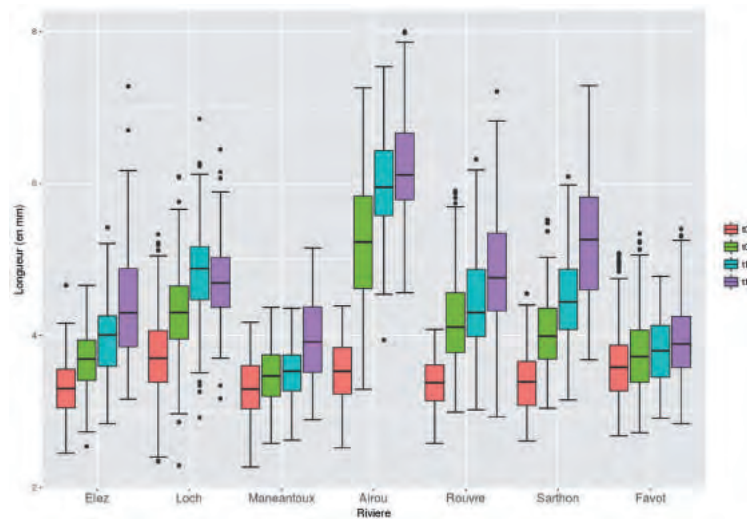
Schéma d'installation d'un tube grillagé.



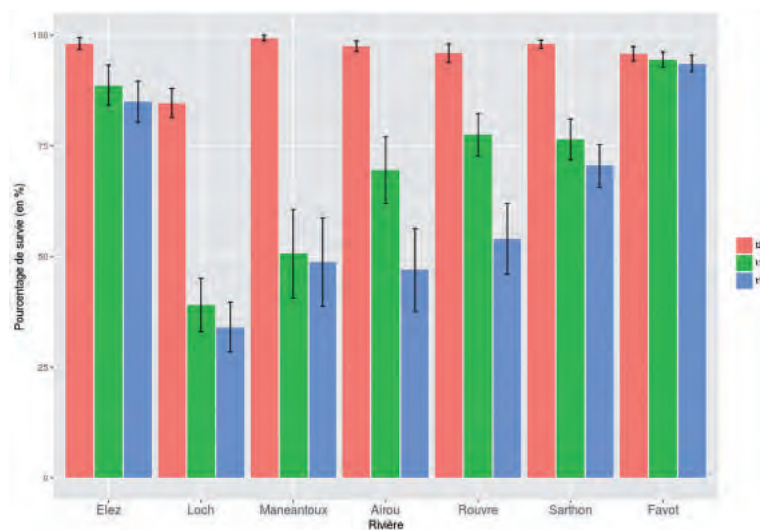
Tubes grillagés avec un vide de maille 0,42 mm (en haut) et de 0,80 mm (en bas).



Ci-contre, mulettes à t0 (en haut) et à t+12 mois (en bas) sur une des stations de l'Airou.



Longueur de la coquille des mulettes, par rivière, à t0 (juin 2015), t2 (septembre 2015), t10 (avril 2016) et t12 (juin 2016).



Pourcentage de survie, par rivière, à t2 (septembre 2015), t10 (avril 2016) et t12 (juin 2016). Les barres d'erreur représentent l'erreur standard.

Le taux de survie varie entre 35 % et 85 % et le taux de croissance entre 0,6 et 2,5 mm selon les rivières, après 12 mois d'expérimentation. Ces premiers

résultats montrent que des jeunes mulettes peuvent survivre dans chaque rivière et ils sont donc encourageants pour la suite du projet.

Sensibilisation des acteurs et du grand public

La conservation de la moule perlière passe également par des actions de sensibilisation du public et des supports de communication permettant de faire connaître l'espèce.

Cette partie décrit les supports de communication et les moyens mis en œuvre à cet effet.

Grand public

La sensibilisation du public développée dans le cadre du programme LIFE avait pour principal objectif de faire découvrir la moule perlière au

grand public et aux acteurs du territoire qui ne connaissaient pas l'espèce.

Film de sensibilisation et d'introduction à l'espèce

Un film de 15 minutes intitulé « Les moules perlières du Massif armoricain » a été créé par Hervé Ronné dans le cadre du projet, pour faire découvrir la moule perlière.

Il a été imprimé et pressé à 1 000 exemplaires à la fin de l'année 2014 et à l'heure actuelle, il a déjà été diffusé via notre liste de diffusion et distribué ponctuellement au cours de nos réunions et de nos actions de sensibilisation.

Ce film a été présenté au cours de cafés nature, de fêtes thématiques, de festivals et dans quelques médiathèques de Bretagne et de Normandie.

L'ensemble des films produits dans le cadre du programme ont été mis en ligne sur Youtube www.youtube.com/user/LifeMulette.



Panneaux sur site

Sept modèles de panneaux ont été réalisés selon la charte graphique et sur la même base, un pour chaque site breton et normand et un pour la station d'élevage.

Ces encarts décrivent les objectifs du projet, l'histoire de la mulette perlière et des informations propres au site où le panneau est implanté.

Ils ont été imprimés en un seul ou plusieurs exemplaires selon les sites. Ces panneaux ont également été traduits en breton sur les différents sites bretons.

Exemples de panneaux près de l'Elez (Bretagne) et de l'Airou (Normandie).



Site internet

Un site internet dédié au programme LIFE moulette (<http://www.life-moule-perliere.org/accueilmoule.php>) a été régulièrement mis à jour tout au long du projet. Il présente le programme LIFE, les espèces étudiées, les sites d'étude et les actions menées avec les partenaires.

Le site permet également aux visiteurs de découvrir les actualités liées au projet, d'en apprendre davantage sur les partenaires et les co-financeurs et de télécharger les rapports destinés à la Commission européenne et les comptes-rendus de réunions.

Certains onglets sont dédiés à des actions phares du projet moulette comme celui de la station, pour permettre aux personnes qui le souhaitent de visiter

la structure, et un deuxième consacré au colloque international qui fut organisé à Brest, où on y retrouve les présentations, les posters et les actes du colloque (en français et en anglais, disponible en téléchargement gratuit et illimité).



Visites de la station d'élevage

La station d'élevage est un outil de sensibilisation du public à part entière. Nous avons donc organisé un programme de visites tout au long du projet.

Depuis la construction de la station, 500 personnes ont pu la visiter lors de 35 animations différentes.



Un groupe lors d'une visite le 26 juin 2016.

Animations scolaires en Normandie

En Normandie, les efforts ont été très importants pour la sensibilisation des scolaires. Les animations scolaires ont un impact non négligeable sur la découverte et la connaissance de l'espèce au sein du jeune public et pour la prise en compte de l'espèce localement.

Ce sont en tout environ 2 000 scolaires qui ont été touchés au cours de 75 animations en Normandie depuis le début du programme.

Dans ce cadre-là, plusieurs supports d'animation ont été créés : des spécimens de moule d'eau douce en résine et en taille réelle, une maquette de l'anatomie de la moulette perlière et un poster sur les bivalves d'eau douce et leurs poissons-hôtes.



Groupe d'enfants en visite sur l'Airou.

Production de documents et diffusion

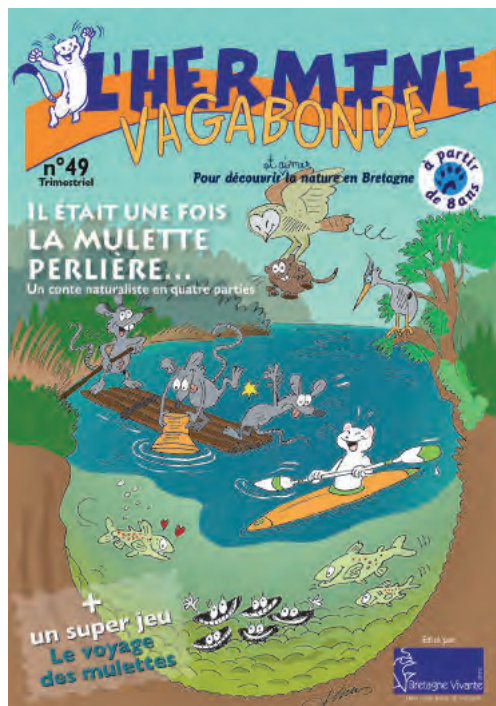
Divers outils de communication ont été édités et créés afin de diffuser les informations relatives au projet au plus large public. Ils ont été diffusés à diverses étapes du projet pour assurer une continuité dans la diffusion de nos actions.

Nous avons édité un numéro spécial de l'Hermine Vagabonde sur la mulette perlière, revue destinée à tous les petits curieux de la nature.

L'Hermine Vagabonde n° 49 - Il était une fois la mulette perlière (publiée en janvier 2014), nous raconte l'histoire surprenante de la moule perlière d'eau douce qui mène une vie paisible mais à hauts risques au fond de quelques rivières bretonnes.

Bretagne Vivante possède sa propre revue naturaliste (*Penn Ar Bed*) qui est diffusée auprès d'un public très large et varié.

Le *Penn Ar Bed* n° 215 - Sauvons la mulette perlière du massif armoricain (publié en décembre 2013) présente l'état des lieux de la situation de la mulette perlière dans le Massif armoricain, certaines actions menées au cours du projet et des éléments de compréhension du déclin de l'espèce.



Couvertures de l'Hermine Vagabonde n° 49 et du Penn Ar Bed n°215, tous deux dédiés à la mulette perlière.



Acteurs et autorités locales

Lettre d'information

La lettre d'information annuelle nous a permis de communiquer sur le projet auprès des gestionnaires et des administrations concernées et a également été mise en ligne sur le site internet pour que les personnes qui le veulent puissent la télécharger.

Publiée chaque année pendant six ans, cette lettre d'information a mis en avant les actions menées au cours du projet, les différentes méthodes employées et les étapes phares qui se déroulaient au moment de la publication.



Couvertures des lettres d'information annuelle n° 5 et 6.

Réunions bilan par site

Pour mener à bien notre projet, il était important que nos actions soient pleinement comprises, acceptées et soutenues par les collectivités locales et les acteurs de terrain.

Afin de faire connaître nos actions, des rencontres ont été organisées chaque année par bassin versant.

Elles ont été l'occasion de présenter le programme, ses objectifs et ses attentes en matière de qualité d'habitat pour la moule perlière d'eau douce.

Ces réunions nous permettent d'expliquer les actions entreprises pour le projet et d'assurer la pérennité de celles-ci.



Réunion à Gavray (Normandie) avec les acteurs locaux et les co-financeurs (juin 2016).

Échanges nationaux et internationaux

Compte tenu du nombre de projets engagés sur la conservation de la moule perlière d'eau douce en Europe et notamment à travers des programmes LIFE, des échanges sont nécessaires pour bénéficier d'un retour d'expérience optimal.

Organisation d'un colloque thématique

Les partenaires du projet et le Laboratoire Géoarchitecture de l'Université de Bretagne Occidentale (UBO) ont organisé un colloque international intitulé « Conservation et restauration des populations et de l'habitat de la moule perlière en Europe », les 26 et 27 novembre 2014 à Brest.

Ce colloque, de portée européenne, avait pour objectif d'apporter des éléments sur l'état de conservation des populations de la moule perlière en Europe et de présenter des expériences de restauration en faveur de l'espèce. Des présentations sur la restauration de l'habitat de ses poissons-hôtes et des rivières qui les accueillent ont également été développées.

Il s'adressait à l'ensemble des acteurs impliqués dans la restauration des cours d'eau salmonicoles : scientifiques, gestionnaires, techniciens, chargés de mission de différentes structures (collectivités, bureaux d'études, associations...).

Au cours des deux jours du colloque, 17 communications orales ont été présentées et 13 posters ont été exposés.

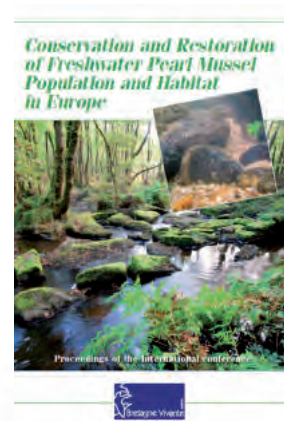
Les actes du colloque ont été envoyés aux participants et sont téléchargeables sur le site du projet (en français et en anglais).



Plus de 150 personnes de 9 pays différents ont participé à ce colloque.



Couverture des actes du colloque en version française et en version anglaise.



Participations à des colloques à l'étranger

Il nous semble important de participer à de tels séminaires car c'est l'occasion de rencontrer des experts et des acteurs travaillant à la préservation de l'espèce, mais également des personnes intéressées par ce sujet.

L'échange de connaissances et d'expériences aide à améliorer les pratiques de terrain mais aussi à perfectionner les techniques d'élevage.

Chacune de nos participations a donné lieu à la présentation d'un poster ou d'un exposé oral. Ces interventions sont disponibles sur notre site internet.

Évènement	Lieu	Dates
2 nd International Seminar Rearing of unionoid mussels	Clervaux, Luxembourg	24 - 27 Novembre 2015
2 nd International meeting on biology and conservation of freshwater bivalves	Buffalo, USA	4 - 8 Octobre 2015
International Meeting « Improving the environment for the Freshwater Pearl Mussel »	Kefermarkt, Autriche	13 - 14 Novembre 2013
1 st International meeting on biology and conservation of freshwater bivalves	Bragança, Portugal	4 - 7 Septembre 2012



Présentation orale lors du colloque à Brest en 2014.



Présentation du poster lors du colloque à Buffalo en 2015.



Présentation lors du séminaire au Luxembourg (2015).

Voyages d'études et partage d'expériences

Nous avons également eu l'occasion de nous rendre dans divers pays européens pour en apprendre davantage sur leur manière de travailler

et d'appréhender la conservation de la mulette perlière.



République tchèque (juin 2011).



Pays de Galles (novembre 2010).



Luxembourg (septembre 2010).

En plus de nos visites à nos partenaires européens, nous avons eu l'occasion de les inviter en Bretagne et Normandie pour leur faire découvrir notre station d'élevage et nos techniques de conservation.



Visite de la station d'élevage avec un groupe tchèque (novembre 2011) et visite de terrain avec un groupe norvégien (avril 2015).





Stratégie de conservation de l'espèce en Bretagne et en Normandie

Les objectifs du Plan régional d'actions

Déclinaison en Bretagne et Normandie du Plan national d'actions pour la mulette perlière (2012-2017), le PRA a pour objectif le maintien des populations actuelles et l'amélioration de l'état de conservation de celles-ci. Pour cela, différents objectifs opérationnels ont été déclinés dans le PRA :

- Améliorer la connaissance sur l'aire de répartition historique et actuelle en Bretagne et Normandie;
- Actualiser les connaissances sur la biologie et l'écologie de l'espèce ;
- Améliorer le fonctionnement général des cours d'eau bretons et normands où l'espèce est présente ;
- Permettre la sauvegarde de l'espèce et le renforcement des populations ;
- Permettre la protection active de l'espèce ;
- Mettre en place les conditions d'un sauvetage rapide de l'espèce ;
- Coordonner les actions, améliorer la communication et la sensibilisation.



Inscrire dans la durée les efforts de conservation déjà engagés

Les actions entreprises sont axées autour de l'amélioration des connaissances de 6 populations et de leur habitat, de la protection des populations, de la restauration de leur habitat, de la mise en place d'une structure d'élevage et du renforcement des populations sauvages si le milieu est considéré comme propice.

En Bretagne, ce programme concerne la conservation de trois populations situées sur l'Elez (Finistère - 29), le Bonne Chère (Morbihan - 56) et le ruisseau de l'étang du Loc'h (Côtes-d'Armor - 22).

Pour la Normandie, ces populations sont situées sur la Rouvre (Orne - 61), le Sarthon (Orne - 61) et l'Airou (Manche - 50).

Ce programme a permis de mobiliser les acteurs locaux pour mener des actions d'amélioration des connaissances et des actions de restauration des cours d'eau en faveur de la mulette.

Le programme LIFE s'achève le 31 août 2016 mais un certain nombre d'actions de ce programme sont à poursuivre pour capitaliser les efforts fournis

et permettre de restaurer durablement l'état de conservation des six populations de mulette.

De plus, les efforts pour la conservation de l'espèce doivent désormais s'étendre aux autres cours d'eau bretons et normands où l'espèce est encore présente aujourd'hui.

Les PRA ont vocation à permettre la continuité des actions de conservation engagées dans le cadre du Life et couvrir l'ensemble des populations bretonnes et normandes de la mulette perlière.



Agir pour le maintien des populations de mulette en Bretagne et Normandie : la priorité à la restauration des habitats

En Normandie, sur les 10 cours d'eau connus historiquement, la mulette perlière est encore présente sur 3 d'entre eux dans le département de l'Orne : La Halouze, la Rouvre et le Sarthon. L'espèce semble avoir disparue de 6 rivières normandes.

Deux cours d'eau non connus pour abriter des populations de mulette perlière ont été découverts en 2006 et 2008 : Le Roche-Elie (61), affluent du Sarthon, et l'Airou (50).

En Bretagne, 45 cours d'eau, répartis dans 23 bassins-versants, ont accueilli la mulette perlière selon les données historiques disponibles.

Actuellement, seules 20 rivières, appartenant à 8 bassins-versants, hébergent encore cette espèce. L'ensemble de la population connue est estimé entre 4 000 et 5 000 individus.

En considérant l'ensemble des populations de mulettes actuelles, les témoignages de présence ou les coquilles retrouvées et en estimant les effectifs du début du XX^e siècle à environ 2 000 individus par population, ce qui semble être raisonnable, on observerait un déclin de 95 % minimum de la population bretonne en l'espace de 50 ans, en matière d'effectifs.

Comme ailleurs en Europe (Lopes-Lima, Sousa, Geist *et al.*, 2016), les causes de ce déclin sont diverses mais essentiellement liées aux dysfonctionnements des cours d'eau : continuité écologique, dégradation des masses d'eau, colmatage, pollutions diffuses, etc. Les causes de déclin ne sont pas les mêmes selon les cours d'eau ou les bassins-versants. Elles sont la plupart du temps multifactorielles, complexes et malheureusement pas toujours bien identifiées.

La qualité de l'eau, du substrat, la fonctionnalité de l'habitat et la présence de poisson-hôte sont donc des éléments primordiaux pour le maintien des populations de mulettes perlières.

La conservation de la mulette perlière passe donc par une bonne connaissance des conditions d'habitat de l'espèce et par des actions de restauration des cours d'eau.

Après 6 ans de programme LIFE, certains éléments de connaissances manquent encore concernant les exigences écologiques de l'espèce en matière d'habitat. Il est donc nécessaire d'améliorer encore les connaissances sur ce qu'est un habitat favorable aux mulettes dans les rivières bretonnes, en particulier pour les jeunes stades de développement et de définir ce qui caractérise une population fonctionnelle et viable.

Il est ensuite indispensable de poursuivre la dynamique d'acteurs autour de l'espèce et autour de l'amélioration de ses conditions de vie. Des plans de restauration identifiant les points noirs sont à établir et à mettre en œuvre pour chaque cours d'eau abritant une population viable de mulette. Compte tenu des exigences écologiques de la mulette perlière, les actions de restauration conduisent à dépasser les seuls critères de bon état écologique de la Directive cadre sur l'Eau.

Retrouver de véritables rivières vivantes bénéficiera non seulement à la mulette mais également à l'ensemble de l'écosystème ainsi qu'aux services éco-systémiques fournis aux sociétés humaines.



Lien avec les partenaires scientifiques et de terrain

Le programme LIFE a su mobiliser à travers son comité scientifique des partenaires scientifiques en France et en Europe. Ce partenariat scientifique est le gage de la solidité des démarches d'amélioration des connaissances et de restauration des milieux engagées. Ce partenariat doit se poursuivre dans le cadre des actions des PRA.

Un comité scientifique sera mis en place. Il devra permettre de cadrer les protocoles d'acquisition de connaissances et de suivi de l'efficacité des actions engagées.

Ce comité sera commun à la Bretagne et à la Normandie pour renforcer la dynamique entreprise jusqu'alors.

Le programme LIFE a suscité un réel intérêt de la part des acteurs agissant en faveur de la restauration des cours d'eau et de la qualité de l'eau. Le PRA prévoit de poursuivre cette dynamique et de faire de la conservation de cette « espèce parapluie » un sujet transversal pour impliquer et responsabiliser toutes les personnes et les entités qui travaillent dans les secteurs où se trouvent les mulettes perlières : riverains, élus, techniciens aussi bien à l'échelle des communes, des communautés de

communes, des pays, des départements ou des régions. Leur implication est nécessaire à la réussite de la sauvegarde de la mulette perlière en Bretagne et en Normandie.

Une part importante du PRA est dédiée à des actions d'animation et d'appui des partenaires de terrain dans la mise en œuvre des actions de conservation (sensibilisation des acteurs à la prise en compte de l'enjeu mulette dans les politiques d'aménagement du territoire, appui pour identifier les points noirs à résoudre, aide dans le montage de projets de restauration de milieux, portage le cas échéant de projets, etc).

Il s'agit de manière globale de suivre l'ensemble des projets menés qui pourraient favoriser la conservation de la mulette et de les valoriser à travers le PRA.

Une attention particulière sera portée à la synergie des actions avec les autres politiques environnementales, en particulier les actions de restauration des cours d'eau dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau mais également les actions menées dans le cadre de Natura 2000.



Conserver durablement et sereinement les principales souches

Dans le cadre du programme LIFE, une action de mise en élevage a été mise en œuvre par la Fédération de pêche du Finistère. Il s'agit d'une mesure conservatoire d'urgence vis-à-vis des principales souches de moules du Massif armoricain face à l'état de conservation défavorable de l'espèce (pas ou peu de recrutement).

C'est la première station d'élevage de moules en France. Elle accueille aujourd'hui plus de 100 000 moules. Elle joue un véritable rôle de conservatoire des différentes souches de moules.

Cette action doit se poursuivre dans la mesure où les populations sauvages élevées actuellement

ne sont toujours pas jugées comme étant fonctionnelles. Les efforts de restauration des rivières doivent nécessairement se poursuivre. Quand les conditions d'habitat seront redevenues fonctionnelles, les moules se trouvant à la station pourront servir à renforcer les populations ou être ré-introduites dans des rivières présentant des conditions d'habitats favorables.

Certains individus issus de l'élevage permettront également de participer à des travaux d'amélioration des connaissances sur les habitats à travers des protocoles de ré-introduction en conditions semi-contrôlées.





Conclusion

Le programme LIFE a permis d'initier une bonne dynamique d'acteurs autour de l'espèce et autour de l'amélioration de ses conditions de vie. Certaines souches sont d'ores et déjà sauvées d'une disparition soudaine grâce à la ferme d'élevage qui joue un véritable rôle de conservatoire des mulettes. Les populations sauvages en revanche ne sont pas encore en suffisamment bonne santé pour laisser la nature faire le reste et la majorité des populations n'ont fait l'objet d'aucune mesure spécifique de conservation.

De plus, après presque 6 ans de programme, un certain nombre d'informations nous manquent aujourd'hui.

Nutrition : la nutrition des mulettes dans nos rivières reste une question sur laquelle nous n'avons pas d'informations ; ce facteur pourrait avoir un rôle dans le maintien des populations.

Viabilité : pour définir la viabilité ou la fonctionnalité d'une population, les protocoles diffèrent selon les pays et différentes approches sont envisageables. Il convient de définir et d'adapter ces critères pour les populations du Massif armoricain.

Habitat des jeunes mulettes : bien que la moule perlière soit un des bivalves d'eau douce les plus étudiés au niveau européen, il manque encore des informations sur l'habitat de l'espèce et en particulier sur celui des jeunes mulettes en milieu naturel (Quinlan *et al.*, 2015) ; ces informations sont bien entendues importantes pour la conservation de l'espèce.

Les efforts engagés à travers le LIFE doivent se poursuivre afin d'essayer de sauver la moule perlière en Bretagne et en Normandie.



Bibliographie

- Arendt A., Heinen P., Molitor M., Mullet T. & Thielen F., 2010 – LIFE05 NAT/L/000116 « Restauration des populations de moules perlières en Ardennes ». Rapport d'activité annuel (Période du 1^{er} août au 31 juillet 2010). *Fondation Hëllef fir d'Natur*, 118 p.
- Bauer G., 1987 – Reproductive strategy of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera*. *Journal of Animal Ecology*, 56, pp. 691-704.
- Bauer G., 1994 – The adaptive value of offspring size among freshwater mussels (Bivalvia: Unionoidea). *Journal of Animal Ecology*, 63, pp. 933-944.
- Bauer G., Schrimppff E., Thomas W. & Herrmann R., 1980 – Zusammenhänge zwischen dem bestandsdruckgang des flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera*) in Fichtelgebirge und der Gewässerbelastung. *Archiv für hydrobiologie*, 88, pp. 505-513.
- Bolland J.D., Bracken L.J., Martin R. & Lucas M.C., 2010 – A protocol for stocking hatchery reared freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera*. *Aquatic Conservation : Marine and Freshwater Ecosystems*, 20, pp. 695-704.
- Buddensiek V., 1995 – The culture of juvenile freshwater pearl mussels *Margaritifera margaritifera* L. in cages: A contribution to conservation programmes and the knowledge of habitat requirements. *Biological Conservation*, 74 (1), pp. 33-40.
- Chatain G. & Choisy J.-P., 1990 – Réintroduction d'espèces animales : le rôle de la recherche dans la réussite de l'opération. *Revue de géographie alpine*, 78 (4), pp. 62-73.
- Cochet G., 2004 – La moule perlière et les nayades de France. Histoire d'une sauvegarde. *Catiche production*, Nohanent, 32 p..
- Cosgrove P., Watt J., Hastie L., Sime I., Shields D., Cosgrove C., Brown L., Isherwood I. & Bao M., 2016 – The status of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* in Scotland: extent of change since 1990s, threats and management implications. *Biodiversity and Conservation*, 25 (11), pp. 2093-2112.
- Csar D., Scheder C. & Gumpinger C., 2012 – The freshwater pearl mussel in Austria – current status and prospects for the future. In HENRIKSON L., ARVIDSSON B. & ÖSTERLING M. (eds.). *Proceedings of the International Conference « Aquatic Conservation with Focus on Margaritifera margaritifera » in Sundvall, Sweden*, 12-14 August 2009, pp. 41-60.
- Evanno G., 2013 & 2016 – Comparaison des performances de larves de mulette perlière sur des juvéniles de saumon atlantique et de truite commune sur la Sarre (56) et l'Airou. *Rapport UMR INRA-Agrocampus Ouest Ecologie et Santé des Ecosystèmes / Bretagne Vivante*, p. 13 p. & 7 p.
- Geist J., 2005 – *Conservation genetics and ecology of european freshwater pearl mussels* (*Margaritifera margaritifera* L.). Salzburg, Universität München. 132 p.
- Geist J., 2010 – Strategies for the conservation of endangered freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera* L.): a synthesis of Conservation Genetics and Ecology. *Hydrobiologia*, 644, pp. 69–88.
- Geist J., 2014 – Populations genetics of freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) and the host fish brown trout (*Salmo trutta*) in Rivers of Brittany and Normandy (France). *Rapport Université de Munich / Bretagne Vivante*. 17p.
- Geist J. & Auerswald K., 2007 – Physicochemical stream bed characteristics and recruitment of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*). *Freshwater Biology*, 52, pp. 2299-2316.
- Gordon N. et al., 2004 – *Stream hydrology, an introduction for ecologists*. John Wiley & sons Ltd, pp. 446p.
- Hastie L. & Young M., 2003 – Conservation of the freshwater pearl mussel. I : captive breeding techniques. *Conserving Natura 2000. Rivers Conservation Techniques Series n°2*, English Nature, Peterborough, 25p.
- Hruska J., 1992 – The freshwater pearl mussel in South Bohemia: Evaluation of the effect of temperature on reproduction, growth and age structure of the population. *Archiv für Hydrobiologie*, 126(2), pp.181-191.
- Hruska J., 1999 – Nahrungsansprüche der Flussperlmuschel und deren halbnatürliche Aufzucht in der Tschechischen Republik. *Heldia*, 4(6), pp. 69-79.
- Jansen W., Bauer G. & Zahner-Meike E., 1998 – Glochidial mortality in Freshwater mussels. In Bauer G. and Wächtler K. (2000). *Ecological Studies* Vol 145. Ecology and evolution of the freshwater mussels Unionoidae. Springer-Verlag, Berlin, pp. 143-162.
- Lange M. & Selheim H., 2011 – Growing factors of juvenile freshwater pearl mussels and their characteristics in selected pearl mussel habitats in Saxony (Germany). *Ferrantia*, 64, pp. 30-37.
- Larsen B., 2010 – Distribution and status of the Freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) in Norway. In: IESHKO, E.P. & LINDHOLM, T. (eds.) Conservation of freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* populations in Northern Europe. *Proceedings of the international workshop*, Karelian Research Centre of RAS, Petrozavodzk. ISBN 978-59274-0423-0, pp. 35-43
- Lois S., Ondina P., Outeiro A., Amaro R. & San Miguel E., 2014 – The north-west of the Iberian Peninsula is crucial for conservation of *Margaritifera margaritifera* (L.) in Europe. *Aquat. Conserv. Mar. Freshwater Ecosyst.*, 24, pp. 35–47.
- Lopes-Lima M., Sousa R., Geist J. et al., 2016 – Conservation status of freshwater mussels in Europe : state of the art and future challenges. *Biological Reviews*, doi: 10.1111/brv.12244
- Makhrov A., Bepalaya J., Bolotov I., Vikhrev I., Gofarov M., Alekseeva, Y., Zotin A., 2014 – Historical geography of pearl harvesting and current status of populations of freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (L.) in the western part of Northern European Russia. *Hydrobiologia*, 735, pp. 149–159.
- Marmonier P., Delettre Y., Lefebvre S., Guyon J., Boulton A.J., 2004 – A simple technique using wooden stakes to estimate vertical patterns of interstitial oxygenation in the beds of rivers. *Archiv für Hydrobiologie*, 160 (1), pp. 133-143.
- Moorkens E., 2010 – Addressing the conservation and rehabilitation of *Margaritifera Margaritifera* populations in the Republic of Ireland within the framework of the habitats and species directive. *Journal of Conchology*, Volume 40, n°03, pp. 339-350.
- Moorkens E. & Killeen I., 2014 – Assessing near-bed velocity in a recruiting population of the endangered freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) in Ireland. *Aquatic Conservation : Marine and Freshwater Ecosystems*, 24, pp. 853-862.

- Motte G., Terren S., Bocca S. & Collas P., 2013 – Conservation of habitats of Freshwater Pearl Mussel (*Margaritifera margaritifera*). Presentation at the International meeting on Improving the environment for the Freshwater Pearl Mussel. Kerfermarkt, Austria.
- 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, pp.759-768
- Oulasvirta P., 2010 – Freshwater pearl mussel: distribution and state of the populations in Finland . In : Ieshko, E.P. & Lindholm, T. (eds.) Conservation of freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* populations in Northern Europe. *Proceedings of the international workshop*, Karelian Research Centre of RAS, Petrozavodzk. ISBN 978-59274-0423-0, pp. 54-63.
- Oulasvirta P. (ED.), Taskinen I., Aspholm P.E., Kangas M., Larsen B. M., Luhta P.L., Moilanen E., Olofsson P., Salonen J., Veersalu A. & Valila S., 2015 – Freshwater pearl mussel in northern Fennoscandia. *Nature Protection Publications of Metsähallitus*. Series A 214. ISBN 978-952-295-095-6.
- Pasco P.Y. & Hesnard O., 2015 – État des populations de moule perlière du Massif armoricain. In AUFFRAY M., CAPOULADE M. & PASCO P.-Y. (Éds), Conservation et restauration des populations et de l'habitat de la moule perlière en Europe. Actes du colloque international du LIFE+ « Conservation de la moule perlière d'eau douce du Massif armoricain ». *Penn ar Bed*, 222, pp. 18-23.
- Popov I. & Ostrovsky A., 2014 – Survival and extinction of the southern populations of freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* in Russia (Leningradskaya and Novgorodskaya oblast). *Hydrobiologia*, 735, pp. 161-177.
- Prié V. & Cochet G., 2011 – *Plan national d'actions en faveur de la Moule perlière Margaritifera margaritifera 2012-2017*. MEDDTL, 80 p.
- Quinlan E., Gibbins C., Malcolm I., Batalla R., Vericat D. & Hastie L. 2015 – A review of the physical habitat requirements and research priorities needed to underpin conservation of the endangered freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera*. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 25 (1), pp. 107-124.
- Reid N., Keys A., Preston J., Moorkens E., Roberts D. & Wilson C., 2013 – Conservation status and reproduction of the critically endangered freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) in Northern Ireland. *Aquatic Conservation : Marine and Freshwater Ecosystems*, 23 (4), pp. 571-581.
- Reis J., 2003 – The freshwater pearl mussel [*Margaritifera margaritifera* (L.)] (Unionoida: Bivalvia) rediscovered in Portugal and threats to its survival. *Biological Conservation*, 114, pp. 447-452.
- Rudzite M., Rudzitis M., Birkzaks J., Poppels A. & Onkele A., 2015 – The freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (Linnaeus 1758) in Latvia – assesment of the survival possibilities. *Schriften zur Malakozoologie aus dem Haus der Natur – Cismar*, 28, pp. 17-36.
- Schartum E., Mortensen S., Pittman K. & Jakobsen P., 2016 – From pedal to filter feeding : ctenidial organogenesis and implications for feeding in the postlarval freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (Linnaeus, 1758). *Journal of Molluscan Studies*, DOI:10.1093/mollus/eyw037
- Scheder C., Gumpinger C., Csar D., 2011 – Application of a five-stage field key for the larval development of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*, Linné, 1758) under different temperature conditions – A tool for the approximation of the optimum time for host fish infection in captive breeding. *Ferrantia*, 64, pp. 13-22.
- Simon O., Vanickova I., Bily M., Douda K., Patzenhauerova H., Hruska J. & Peltanova A., 2015 – The status of freshwater pearl mussel in the Czech Republic: Several successfully rejuvenated populations but the absence of natural reproduction. *Limnologica*, 50, pp. 11-20.
- Söderberg H., Henrikson L., Karlberg A. & Norrgrann O., 2012 – The Freshwater Pearl Mussel *Margaritifera margaritifera* (L.) in Sweden - status, changes and threats. In HENRIKSON L., ARVIDSSON B. & ÖSTERLING M. (eds.). *Proceedings of the International Conference « Aquatic Conservation with Focus on Margaritifera margaritifera » in Sundwall, Sweden*, 12-14 August 2009, pp. 41-60.
- Sousa R., Armorin A., Froufe E., Varandas S., Teixeira A. & Lopes-Lima M., 2015 – Conservation status of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* in Portugal. *Limnologica*, 50, pp. 4-10.
- Strayer D. and D. R. Smith, 2003 – *A guide to sampling freshwater mussel populations*. American Fisheries Society, Monograph 8, Bethesda, Maryland.
- Strayer D. 2008 – *Freshwater mussel ecology, a multifactor approach to distribution and abundance*. University of California Press, 204 p.
- Thébault J., Royer C., Jolivet A., Pasco P.Y., Capoulade M., Masquelier P. & Chauvaud L., 2015 – Influence du climat et de l'environnement sur la croissance coquillière de la moule perlière en Bretagne, *Penn ar Bed*, 222, pp. 69-73.
- Thielen F., 2015 – Élevage de moules perlières d'eau douce et contribution à la conservation de l'espèce. In AUFFRAY M., CAPOULADE M., PASCO P.Y. (Éds), Conservation et restauration des populations et de l'habitat de la moule perlière en Europe. Actes du colloque international du LIFE+ « Conservation de la moule perlière d'eau douce du Massif armoricain ». *Penn ar Bed*, 222, pp. 31-36.
- UICN 2002 – *Lignes directrices techniques de l'UICN en matière de gestion des populations ex-situ à des fins de conservation*. 14^e réunion du comité du programme du conseil, Gland, Suisse, 5 p.
- Wahlström K., 2006 – *Sediment Requirements for Freshwater Pearl Mussel (Margaritifera margaritifera) Recruitment*. Karlstads Universitet, Sweden, 17 p.

Glossaire & définitions

AAPPMA : Association agréée de pêche et de protection des milieux aquatiques.

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.

CEMPAMA : Centre d'étude du milieu et de pédagogie appliquée du ministère de l'agriculture (devenu aujourd'hui l'Agrocampus de Beg Meil).

Conservation/introductions bénignes : essai d'établir une espèce afin de la conserver hors de son aire de répartition connue, mais au sein d'un habitat et d'une zone éco-géographique adéquats. Il s'agit là d'un outil de conservation utilisable uniquement quand il ne reste plus de terrain disponible dans l'aire de répartition de l'espèce.

CPIE : Centre permanent d'initiative à l'environnement.

DDPP : Direction départementale de la protection des populations (service préfectoral).

DDT : Direction départementale des territoires (service préfectoral).

DDTM : Direction départementale des territoires et de la mer (service préfectoral).

DREAL : Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement.

FDAAPPMA 29 : Fédération des associations agréées de pêche et de protection du milieu aquatique du Finistère (ou Fédération de pêche du Finistère).

Nanno : solution de micro-algues à une concentration de 750 millions de cellules/mL (taille 1-2 μm) composée de *Nannochloropsis* sp.

Oligotrophe : caractérise un milieu pauvre en éléments nutritifs. Au contraire, un milieu eutrophe est un milieu riche en nutriments.

Réintroduction : essai d'implanter une espèce dans une zone qu'elle occupait autrefois, mais d'où elle a été éliminée ou d'où elle a disparu (l'expression « rétablissement » qui lui est synonyme, suppose que la réintroduction ait réussi).

Renforcement : apport d'individus à une population existante de la même espèce.

Shellfish diet 1800 : solution de micro-algues d'une concentration de 2 milliards de cellules/mL (taille 5-20 μm) composée de *Isochrysis* 40 %, *Pavlova* 15 %, *Tetraselmis* 25 % et *Thalassiosira weissflogii* 20 %.

SIAES : Syndicat intercommunal d'aménagement et d'entretien de la Sienne.

Transfert : déplacement délibéré et provoqué par l'homme d'individus sauvages vers une population existante de la même espèce.

UICN : Union internationale pour la Conservation de la Nature.



Résumé

La moule perlière d'eau douce est une espèce inscrite aux annexes II et V de la Directive « Habitats-Faune-Flore » et à l'annexe III de la convention de Berne. Elle est également protégée par la loi française (arrêté du 23 avril 2007).

La liste rouge de l'Union mondiale pour la nature (UICN) classe cette espèce dans la catégorie « endangered ». Depuis 2011, cette ONG mondiale de conservation de la nature la classe en Europe dans la catégorie « critically endangered » (en danger critique d'extinction), le stade suivant étant « extinct in the wild » (éteint en milieu naturel).

Elle est en effet considérée comme faisant face à un très grand risque d'extinction à l'état sauvage dans un avenir proche. L'espèce aurait disparu de plus de 60 % des cours d'eau français dans lesquels elle était présente au début du XX^e siècle avec des diminutions d'effectifs de plus de 90 %.

De 2010 à 2016, l'objectif du projet était de contribuer à la restauration des populations de moule perlière d'eau douce (*Margaritifera margaritifera*) du Massif armoricain.

Six sites Natura 2000 en Bretagne et Normandie sont concernés par ce projet et sont connus pour abriter les principales populations de moule perlière d'eau douce de l'ouest de la France.

La moule perlière est une espèce clé et indicatrice de la qualité de l'écosystème rivulaire mais aussi une espèce modèle pour la conception de stratégies de conservation. Son cycle de vie possède une phase planctonique et une phase parasitaire sur les branchies d'un poisson-hôte de type salmonidés. Ainsi, l'augmentation de la température, la présence de polluants, l'eutrophisation, même ponctuelle, l'extraction de sédiments, le piétinement des cours d'eau etc. affectent les populations et en particulier les jeunes vivants dans le sédiment du lit des cours d'eau.

Les objectifs majeur du projet LIFE étaient de maintenir et améliorer les effectifs de moule par la réalisation d'une station d'élevage, action phare, qui permet de disposer d'individus de différentes classes d'âge dans le but de prévenir leur disparition du milieu naturel.

Ce recueil d'expériences est un moyen de partager notre expérience au terme de ces six années du LIFE, en espérant faciliter la réflexion d'autres gestionnaires face à des situations analogues et favoriser la protection et le maintien des populations de moules perlières.

