

Ecologie, structure et dynamique de population de la Moule perlière (*Margaritifera margaritifera*, Linnaeus, 1758) sur la haute vallée de la Vienne (Limousin, France).

Ecology, structure and dynamic of a Pearl mussels population (*Margaritifera margaritifera*) on the high Vienne' valley (Limousin, France).

Cyril LABORDE^{1*} et Brice LABORDE^{2*}.

^{1*} Ingénieur écologue – entrepreneur salarié d'Oxalis SCOP SA. Marcouyeux, 19300 Le Jardin. c.laborde@oxalis-scop.org, 06 67 24 50 30

^{2*} Donzenat, 87100 Nedde (ipnoz1@hotmail.com; 06 30 65 65 36)

Mots clés : *Margaritifera margaritifera* – Moule perlière, écologie, conservation, suivi de population, estimation.

Résumé :

Nous avons étudié l'écologie, la structure et la dynamique de la population de Moule perlière sur la haute vallée de la Vienne, espèce en danger critique d'extinction (UICN Monde et Europe) et vulnérable en France.

L'échantillonnage de suivi a permis de mettre en évidence que la métapopulation du bassin de la Vienne amont s'étale sur plus de 65 km de linéaire de Peyrelevade (19) à Bujaleuf (87) pour un total de 822 individus découverts. La découverte de 19 pavages et 140 stations de moules groupées est remarquable.

Un secteur de 15 km a été étudié plus finement (entre Tarnac (19) et Nedde (87)) où nous avons recensé 746 individus de tous âges sur 2.44 km, et réalisé une première estimation de population à 4017 individus (+/- 199) avec présence de nombreux juvéniles (1140 +/- 74). La plus petite Moule perlière découverte mesurant 1.8 cm, la proportion de juvéniles avoisinant les 30 %, et la reproduction étant avérée (présence régulière de glochidies sur les Truites fario (*Salmo trutta fario*, Linnaeus, 1758), cette population apparaît comme un secteur « source » du bassin en relatif bon état de conservation et donc fonctionnelle.

De plus, cette population pourrait être la plus importante connue en région Limousin ainsi que l'une des 5 dernières populations fonctionnelles Française, avec un recrutement avéré (taux de 1.03 sur les 19 pavages découverts).

Key Words : *Margaritifera margaritifera* – Pearl mussel, ecology, conservation, following population, estimation.

Abstract :

A high biological monitoring has been implemented in order to better study a Pearl mussel population on the Vienne river, a specie critically endangered (IUCN World) and vulnerable in France.

The results of this study are very promising since the follow-up sampling permits to demonstrate that the metapopulation of the Vienne Bassin is found over 65 km of watercourse between Peyrelevade (19) and Bujaleuf (87) for a total of 822 mussels found.

A sector of 15 km long has been more deeply studied, where we found 746 individuals of all ages on 2.5 km, and the population has been estimate for the firt time of around 4017 individuals (+ / - 199) with the presence of many juveniles (1140 + / - 74), and a proven reproduction (regular presence of glochidia on trout, and juvenile of all ages, the smallest pearl Mussel discovered measuring 1.8 cm). This population appears to be a biological "source" of the basin in a relative good conservation statut. This population is the biggest in Limousin and in the five first population in France.

1 / Introduction

Le Limousin est une des régions formant les contreforts Ouest du Massif Central. Au cœur de cette région, le Plateau de Millevaches, territoire du PNR, est un massif granitique ancien, caractérisé par la présence de très nombreuses sources, et d'un réseau hydrographique ologitrophe très dense (1.95 km de cours d'eau au km² sur le PNR, contre 0.87 sur Loire Bretagne et 1.03 sur Adour Garonne), donnant naissance à des rivières du bassin Adour-Garonne (Chavanon, Vézère, Luzère... affluents de la Dordogne) et du bassin Loire-Bretagne (Thaurion, Maulde, Combade... qui se jettent dans la Vienne).

Ce territoire, très favorable à une espèce comme la Moule perlière (*Margaritifera margaritifera*), présente au moins 32 rivières occupées par l'espèce, mais cette dernière est largement méconnue, car sous prospectée (à l'échelle des communes, le linéaire prospecté ne représente jamais plus de 1% du linéaire favorable à l'espèce (Onema 2009) et est probablement encore bien présente sur bon nombre de cours d'eau.



Figure 1 : répartition Européenne de la Moule perlière (d'après Larsen, 2005) et situation de la zone d'étude.

Depuis plus de 8 ans, la présence de la Moule perlière (figure n°1), espèce protégée en France, et d'intérêt communautaire est connue sur la haute vallée de la Vienne (Cochet 2004). Jusqu'à la fin 2010, peu de moyens d'intervention étaient mobilisables pour agir en faveur de cette espèce très sensible. Aujourd'hui, l'animation du site Natura 2000 portée par le Parc Naturel Régional de Millevaches en Limousin peut permettre la prise en compte de cette espèce, et la mise en œuvre d'actions en faveur de cette dernière. Dans ce cadre, un suivi biologique a été mis en œuvre de manière à mieux connaître cette population, et pouvoir intervenir plus efficacement en sa faveur.

2 / Matériel et méthodes

L'objet de l'étude a consisté à échantillonner le bassin de la Vienne amont à la recherche de *Margaritifera margaritifera* de manière à valider l'hypothèse de la présence d'une population source sur un ou plusieurs « secteurs d'étude » et d'en étudier les caractéristiques. La base de l'échantillonnage est la prospection de 100 mètres de cours d'eau tous les 500 mètres de manière intégrale à l'aide d'un bathyscope. Cette méthode est assouplie ponctuellement en fonction des paramètres du terrain (accessibilité, topographie du cours d'eau). Lorsqu'une station est découverte, elle est décrite de manière précise (nb. d'individus, de juvéniles, type de répartition, taille, substrat...) selon le protocole MOL_03 (Laborde 2011). Les tronçons non prospectés au bathyscope le sont à pieds depuis la berge, et font l'objet d'une description hydro-morphologique selon le protocole MOL_04 (Laborde 2011).

En parallèle de ces protocoles, une enquête auprès des pêcheurs (2009 – 2011) a été réalisée pour intégrer les données de glochidies fixées aux branchies des truites.

Des mesures biométriques ont été effectuées *in situ* pour les individus vivants sans les sortir du substrat et *ex situ* pour les coquilles vides. Ces mesures ont été réalisées au pied à coulisse. Nous avons également dénombrés précisément les stries d'accroissement à la loupe binolaire selon K. Groh (In Vrignaud 2007) qui stipule que la Moule perlière réalise 2 à 3 stries par an observables sur la couche externe du périostracum.

Une analyse bibliographique des données physico-chimiques de l'eau a été réalisée. Nous avons sur la zone d'étude 4 stations de suivis Agence de l'Eau Loire Bretagne pour lesquelles les données sont disponibles sur 2 à 15 ans.

Pour réaliser l'estimation de population sur l'ensemble des tronçons (MOL_03 et MOL_04) du secteur d'étude, nous avons réalisé une classification hiérarchique ascendante avec la méthode des Distances Euclidiennes par agrégation en saut minimum. Les paramètres pris en compte pour ce classement sont : le faciès d'écoulement, la végétation rivulaire, l'ombrage, le substrat dominant, l'abondance de la végétation aquatique et le colmatage du substrat.

Cette classification a permis de discriminer les tronçons par groupes (21) de milieux écologiquement similaires. A partir de l'échantillonnage de tronçons prospectés selon le protocole MOL_03, nous avons appliqué la moyenne des densités connues sur les tronçons prospectés à l'ensemble des tronçons écologiquement similaires de chaque groupe.

3 / Résultats

Sur l'ensemble du bassin de la Vienne amont, et ce depuis 2004, 35 kilomètres de linéaires ont fait l'objet d'une recherche de l'espèce selon le protocole MOL_03 et 55 kilomètres de diagnostic hydro morphologique de l'habitat d'espèce selon le protocole MOL_04.

Un secteur a rapidement été identifié comme hotspot et a donc fait l'objet d'une prospection approfondie, entre Tarnac (19) et Nedde (87). Sur l'échantillonnage de ce secteur d'étude identifié comme « hotspot », 2442 mètres linéaires ont été prospectés à la recherche de

l'espèce. 746 Moules perlières y ont été observées selon le protocole MOL_03, et ce, avec des densités d'individus comprises entre 9 et 2488 Moules au kilomètre linéaire. Les 15 km de ce secteur d'étude ont été décrits selon le protocole MOL_04.

Sur la Vienne, 822 individus ont été dénombrés, répartis sur un linéaire de 65 km de long.

3 / 1 Biométrie

Les mesures biométriques de chaque individu observé au cours de l'étude ont permis de dresser un graphique de la répartition de la population en fonction de leur taille (figure 2).

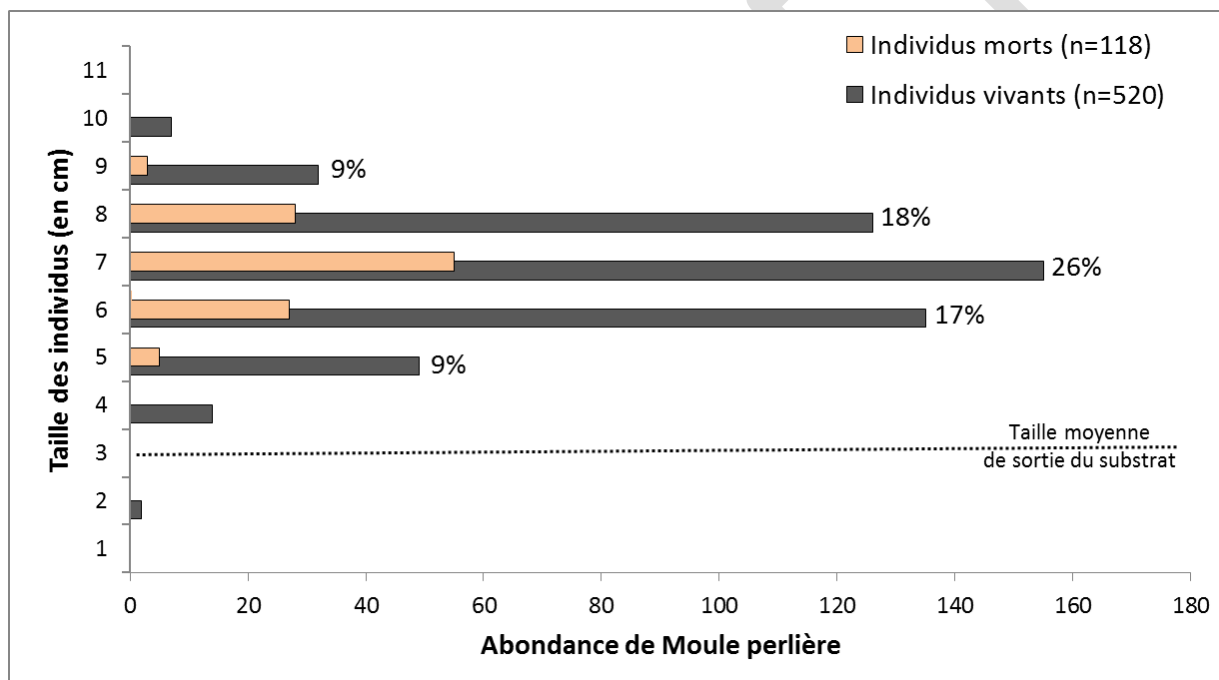


Figure 2 : répartition de la population de Moule perlière et mortalité relative par classe de taille (n = 638) sur la haute vallée de la Vienne.

Il apparaît sur la figure 2 que les moules d'une longueur de 7 cm (+/- 0.5) sont les plus représentées, suivies par les classes de taille 6 et 8 cm. Les proportions d'individus vivants comme morts sont ascendantes entre 4 et 7 cm, puis descendantes jusqu'à 10 cm ce qui illustre un déséquilibre écologique depuis la naissance des moules inférieures à 7 cm. Il est toutefois encourageant d'observer que les juvéniles inférieures à 5 cm sont les moins impactés par la mortalité. Aucun individu de plus de 10 cm n'a été observé sur la Vienne. L'observation de

deux individus inférieurs à 2 cm, dont l'âge peut être estimé à moins de 5 ans, permet de certifier que la Moule perlière se reproduit toujours sur le bassin amont de la Vienne, ce qui est conforté par l'observation régulière de glochidies (Enquête « glochidies » auprès des pêcheurs 2009 - 2012).

Ces mesures ont également permis de mettre en évidence les corrélations entre la longueur, la largeur et la profondeur des valves. Ces ratios suivent des régressions linéaires avec de bons coefficients de corrélation (R^2 compris entre 0.55 et 0.77). Elles permettent également de pouvoir évaluer la longueur des individus vivants dans les cours d'eau en n'ayant à mesurer que leur largeur.

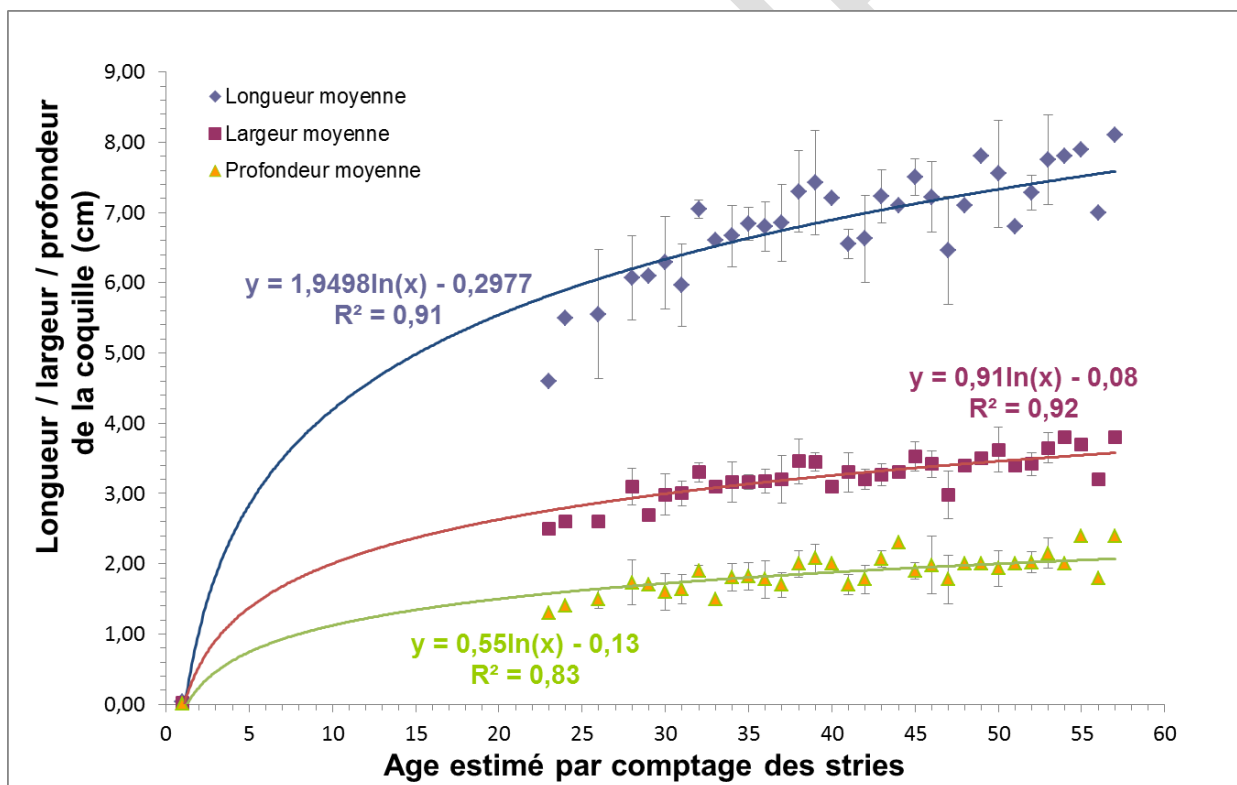


Figure 3 : modélisation de la courbe de croissance de l'espèce sur la haute vallée de la Vienne (n = 146).

A partir du dénombrement des stries d'accroissement pour chaque coquille ; il est possible d'estimer approximativement l'âge des individus, avec une incertitude de 16.5 %. On observe que les mensurations des moules en fonction de leur âge (figure n°3) suivent une régression

logarithmique (R^2 compris entre 0.83 et 0.92) ce qui s'inscrit pleinement dans les résultats de Helama & Valorita (2007) sur les courbes de croissance en Europe.

Il apparaît que les individus morts recueillis au cours de l'étude sont âgés de 23 à 57 ans (+/- 16.5%), respectivement pour des moules de 4.6 à 8.1 cm. Notons que la population de truite fario sur la Vienne a régressé de 68% en 26 ans (FD 87 2011) ce qui doit, en partie expliquer le déficit d'individus de moins de 6 cm.

3 / 2 Ecologie de l'espèce et physico-chimie de l'eau

La Moule perlière est très sensible à la qualité et à la température de l'eau, en particulier au stade juvénile. Elle se retrouve en général dans des eaux de 0 à 23°C, ne survivant que quelques dizaines de minutes à une eau à 28°C (Araujo & Ramos 2001a). La température serait le principal facteur de mortalité des juvéniles, suivie par les concentrations en magnésium et ammoniacale. Il apparaît que la croissance et la survie des juvéniles sont inversement corrélées à la conductivité, la concentration en ammoniacale, nitrates, phosphates, sodium, potassium, calcium et magnésium ; tous ces paramètres étant des indicateurs d'eutrophisation (Buddensiek 1995).

Les données issues d'études scientifiques menées au Royaume-Uni, en Allemagne, en Scandinavie et en Russie sur les exigences de la Moule perlière ont été rassemblées lors d'une mise en commun au sein d'une commission du Conseil de l'Europe. Il apparaît que la Moule perlière ne peut plus se reproduire dès lors que la concentration en nitrates de l'eau dépasse 1 mg/L. Les individus adultes deviennent sensibles à partir de 7 mg/L, et des concentrations de 13 mg/L augmentent de 50% la mortalité (Cochet et Paris 2001). Pour les phosphates, la concentration à ne pas dépasser est de 0.03 mg/L. Le pH doit rester inférieur à 7.5, mais en dessous de 6.0, la trop forte acidité devient également létale.

La haute vallée de la Vienne présente des pH moyens compatibles avec le développement de l'espèce (figure 4) avec une moyenne de 6.3 sur Saint Setiers, aux sources (19) entre 1995 et 2011 et de 6.7 sur Bujaleuf (87) à l'aval de la zone d'étude, entre 2001 et 2011. Ces valeurs de pH sont stables depuis 1995, avec un cycle annuel classique, le pH diminuant l'hiver de part la température de l'eau et la réaction d'oxydo – réduction qui en découle. Notons que sur 211 points de mesures de l'Agence de l'Eau, 34 affichent des valeurs de pH inférieures à 6, comprises entre 5.0 et 6.9, ce qui provoquerait une mortalité hivernale selon Cochet.

	Commune	Saint Setiers (7 km des sources)	Rempnat (35 km des sources)	Bujaleuf (70 km des sources)	Masleon (85 km des sources)
	Code OSUR	4075700	4075840	4075850	4075883
	Période	1997 - 2011	2010 - 2011	2001 - 2008	2010 - 2011
Analyse	Unité	Valeurs (Min / Max / Moy / Med)			
Oxygène dissous	mg O2/L	6,0 / 14,0 / 10,3 / 10,2	9,1 / 12,7 / 11,0 / 10,8	8,2 / 15,3 / 10,6 / 10,2	8,5 / 12,1 / 10,1 / 10,2
Oxygène dissous	% satur	55 / 111 / 99 / 100	86 / 104 / 97 / 97	85 / 116 / 100 / 100	78 / 98 / 93 / 95
pH	u.pH	5,0 / 7,6 / 6,3 / 6,2	5,8 / 7,7 / 6,8 / 6,9	5,7 / 7,4 / 6,7 / 6,7	6,4 / 8,0 / 7,0 / 6,9
Température	°C	1,2 / 22,2 / 9,9 / 9,7	1,0 / 15,8 / 8,0 / 6,8	0,7 / 21,4 / 11,8 / 13,4	1,0 / 17,4 / 9,4 / 9,8
Conductivité	µs/cm	18 / 68 / 32 / 32	25 / 40 / 33 / 34	21 / 86 / 39 / 39	33 / 53 / 46 / 45
MES	mg/L	0,6 / 60,0 / 4,1 / 3,0	2,0 / 33,0 / 8,7 / 3,0	1,0 / 67,0 / 7,6 / 4,0	2,0 / 240,0 / 23,4 / 4,0
Nitrates	mg NO3-/L	1,0 / 4,5 / 2,2 / 2,0	1,7 / 4,0 / 2,7 / 2,3	2,0 / 6,0 / 4,2 / 4,2	3,1 / 5,9 / 4,7 / 4,7
Ammoniums	mg NH4/L	0,01 / 0,44 / 0,04 / 0,03	0,03 / 0,03 / 0,03 / 0,03	0,03 / 0,10 / 0,06 / 0,05	0,03 / 0,03 / 0,03 / 0,03
Orthophosphates	mg PO4/L	0,02 / 0,18 / 0,05 / 0,03	0,10 / 0,10 / 0,10 / 0,10	0,02 / 0,43 / 0,08 / 0,03	0,10 / 0,10 / 0,10 / 0,10
D.B.O.5	mg O2/L	1,0 / 3,7 / 1,5 / 1,2	2,0 / 2,4 / 2,1 / 2,0	1,0 / 5,0 / 1,7 / 1,3	2,0 / 4,3 / 2,3 / 2,0

Figure 4 : valeurs des concentrations relevées depuis le début des prélèvements en lien avec l'espèce étudiée sur la Vienne amont. (Sources : AELB, 2011)

Les températures sont également tout à fait convenables pour la survie de l'espèce avec des extrêmes allant de 0.7 à 22.2°C sur un suivi de 15 ans. Concernant les intrants chimiques (azotes, phosphores), seuls les nitrates pourraient poser problème au bon développement de cette espèce. En effet, des les sources, on relève 2.2 mg .L⁻¹ et environ 4.5 mg .L⁻¹ passé Eymoutiers, la population source se situant entre les deux points de mesures. Cependant, la reproduction récente de l'espèce (présence d'individus de moins de 5 ans) laisse entendre que l'espèce parvient tout de même à assurer sa reproduction et son recrutement. Pour les

phosphates, les doses sont trop infimes pour être mesurées de manière significative et n'ont donc pas d'incidence sur l'espèce.

3 / 3 Recherche des causes de mortalité

Selon Cochet (2004) et Autier (2009), une coquille de Moule perlière met entre 9 et 12 mois à se dissoudre intégralement dans les eaux acides (pH moyen sur 15 ans compris entre 6.26 et 7.00). Nous avons donc daté les coquilles trouvées en mai, juin et juillet 2011, en fonction de leur état de dégradation (figure 5). Nous avons mis en évidence une variation cyclique de la mortalité, avec des pics en hiver ($R^2 = 0.89$).

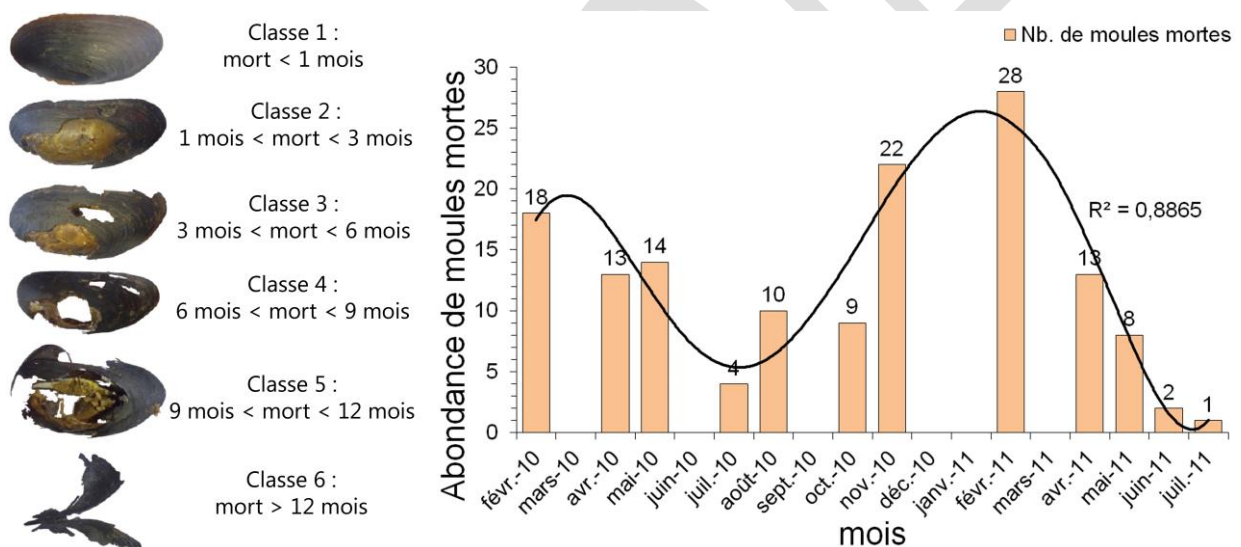


Figure 5 : classes de mortalité et analyse de la mortalité dans le temps des individus trouvés en mai, juin et juillet 2011 (n = 146).

Cette mortalité hivernale accrue concorde avec les travaux de Cochet (2004) et semble indiquer une mortalité plutôt liée à des paramètres naturels (pH très acide, froid, crues, mouvements d'embaclées...).

3 / 4 Estimation de la population de Moule perlière sur le secteur d'étude

La plupart des populations animales fonctionnent selon le principe des métapopulations (Blondel 1979). Nous partons du postulat que le secteur d'étude est une zone source pour la métapopulation de la Vienne, de part l'abondance d'individus et les densités élevées de juvéniles.

L'analyse réalisée nous a permis d'estimer la population à 4017 individus (+/- 199) sur 15 km entre Tarnac (19) et Nedde (87), avec une proportion de 43% de juvéniles ce qui fait de ce secteur un enjeu majeur pour la préservation de l'espèce au niveau national.

4 / Discussion

Comme partout sur le territoire national, nos rivières ont subi bon nombres d'atteintes : qui peuvent expliquer le déclin de la population de Moules perlières sur la Vienne :

- La **disparition des stocks de Saumon atlantique** (*Salmo salar*), sur la Vienne amont depuis 1822 (construction du barrage de Châtelleraut),
- La **régression des stocks de Truites fario** (*Salmo trutta fario*) de 68% en 26 ans (FD 87 2011).
- La **dégradation de la qualité des eaux**, notamment des concentrations en nitrates (2.5 à 4 mg.L⁻¹) sur le secteur d'étude qui limite sa reproduction. Cependant, il est notable que le recrutement est encore très important (sur les pavages, 1.03 juvéniles pour 1 adulte).

Pour comparaison, la Dronne, qui prend ses sources en Haute Vienne, herberge une population de près de 15 000 individus sur 25 km, avec un recrutement très faible ($T = 0.009$), (PNR PL & APHLP 2003) alors que les concentrations moyennes en nitrates sont de l'ordre de 7 mg.L⁻¹ (SIE 2011 ; AEAG 2011).

- Un **déficit hydrologique** depuis 1949, puisqu'à 11 kilomètres des sources de la Vienne, un lac géré par EDF permet le prélèvement d'eau de la Vienne pour $9/10^{\text{ème}}$ de son débit.

- Les **fortes amplitudes de pH** relevées entre l'hiver et l'été sont liées à la nature granitique du socle et également aux fortes amplitudes interannuelles de température de l'eau. Néanmoins, elles peuvent être accentuées par les pluies acides et les importantes plantations de résineux après la seconde guerre mondiale, qui ont un pouvoir d'acidification plus fort que les tourbières et landes qu'elles ont remplacées.

Cette étude a permis de mettre en évidence **la plus importante population connue de Moules perlières de la région Limousin** s'étendant sur plus de 65 km de linéaire. Le milieu semble encore propice au bon développement de l'espèce. Cette population, estimée à plus de **4 000 individus** sur le seul secteur Tarnac (19) – Nedde (87) de la Vienne, comprend un **taux important de juvéniles** (30% des individus entre 18 et 70 mm) sur l'ensemble de la haute vallée de la Vienne, ce qui en fait une des 5 dernières populations de France qui recrute. Pourtant, au regard des figures 2 et 3, la mortalité est élevée, et le recrutement semble fortement fréné depuis au moins 35 à 45 ans.

La Moule perlière est encore très mal connue sur des territoires comme celui du PNR de Millevaches en Limousin. Il est à noter que les nouvelles prospections à la recherche de cette espèce sont quasiment toujours positives, ce qui laisse penser qu'il reste de nombreuses populations à découvrir.

Bibliographie :

AELB. 2011. Données des analyses physico chimiques sur le bassin de la Vienne.

http://www.eau-loire-bretagne.fr/informations_et_donnees/donnees_brutes/osur_web

AEAG. 2011. Données des analyses physico chimiques sur le bassin de la Drôme.

<http://adour-garonne.eaufrance.fr/>

APHLP. 2003. Etude de la population de Moules perlières *Margaritifera margaritifera* sur la Dronne cristalline en Dordogne. Rapport d'étude pour le PNR Périgord Limousin. 26pp.

ARAUJO, R. & RAMOS, M. A. 2001. - Action plans for *Margaritifera auricularia* and *Margaritifera margaritifera* in Europe. Council of Europe Publishing, Strasbourg, 64 pp.

Archambaud G., Giordano L., Dumont B., 2005 : Description du substrat minéral et du colmatage. Note technique. Cemagref Aix-en-Provence, UR Hydrobiologie.

AUTIER, C. 2009. Etude de populations de Moules perlières et des milieux associés sur la Haute Cure, Parc Naturel Régional du Morvan, 37pp.

BUDDENSIEK, V. 1995. - The culture of juveniles freshwater pearl mussels *Margaritifera margaritifera* L. in cages: a contribution to conservation programmes and the knowledge of habitat requirement. Biological Conservation 74: 33-40.

COCHET, G. 2004. La Moule perlière et les nayades de France. Histoire d'une sauvegarde. Christian Bouchardy, Nohanent, 32 pp.

COCHET, G. & Paris, L. 2005 : La moule perlière (*Margaritifera margaritifera*) dans le Morvan. – Cahiers scientifiques du Parc Naturel Régional du Morvan, 3, 22 pp.

FD 87. 2011. Analyse de l'état actuel et évolution historique des populations de truite fario de Haute-Vienne. Plaquette 4pp.

GEIST J. & PORKKA M. & KUEHN R. 2006. - The status of host fish populations and fish species richness in European freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) streams. In Wiley InterScience, Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst. 16: 251–266.

HELAMA, S. & I. VALORITA 2007. - Shell morphometry, pre-mortal taphonomy and ontogeny-related growth characteristics of freshwater pearl mussel in northern Finland. *Ann. Zool. Fennici* 44: 285-302.

LABORDE B., (2011). « Diagnostic hydromorphologique des milieux aquatiques, inventaires des espèces d'intérêt communautaire (*M. margaritifera*) et élaboration d'un catalogue d'actions visant la restauration des biotopes ». PNR de Millevaches en Limousin, Meymac (19). 29pp. + annexes.

LARSEN, B.M., 2005. Handlingsplan for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge. Innspill til den faglige delen av handlingsplanen. NINA Rapport 122. 33 pp.

LOGRAMI. 2011. Données piscicoles du barrage de Chatelerault.

<http://logrami.fr/>

MEP. 2009. – Synthèse des pêches électriques sur le bassin amont de la Vienne. 22 pp.

ONEMA. 2009. Note méthodologique de localisation et de caractérisation des cours d'eau à *Margaritifera margaritifera* dans le Massif Central V1. 125 pp.

VRIGNAUD, S. 2007. Différentes techniques de détermination de l'âge et du sexe des moules perlières, *Margaritifera margaritifera* (Linnaeus, 1758) (Mollusca, Bivalvia, Margaritiferidae). *MalaCo*, 4 : 222-224.

Figures :