

Conservation et restauration des populations et de l'habitat de la mulette perlière en Europe



Actes du colloque international

PENN AR BED

n° 222

octobre 2015

Colloque international « Conservation et restauration des populations et de l'habitat de la moule perlière en Europe »

Programme européen LIFE 09NAT/FR/000583

Comité scientifique :

Juergen Geist : Université de Munich - Ecologie et gestion des écosystèmes aquatiques, Allemagne

Frankie Thielen : Natur & Umwelt, Luxembourg

Guillaume Evanno : INRA - Conservation et restauration des écosystèmes aquatiques, France

Frédéric Bioret : Université de Bretagne occidentale - Institut de Géoarchitecture, France

Julien Thébault : Université de Bretagne occidentale - LEMAR, France

Vincent Prié : BIOTOPE, France

Pierre-Yves Pasco : Bretagne Vivante - SEPNB, France

Comité d'organisation :

Maëva Aulfray, Marie Capoulade & Alexis Wargniez : Bretagne Vivante - SEPNB

Jérôme Sawtschuk & Chantal Hily-Mazé : Université de Bretagne occidentale - Institut de Géoarchitecture

Maria Ribeiro : CPIE des Collines normandes

Lise Le Bihan : Fédération du Finistère pour la pêche et la protection du milieu aquatique

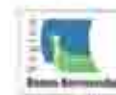
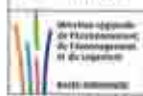
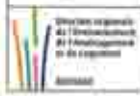
Nicolas Ampen : DREAL Bretagne

Partenaires et financeurs :

Cet événement est organisé dans le cadre du programme LIFE+ « Conservation de la moule perlière d'eau douce du Massif armoricain » co-financé par la Commission européenne.



COLLINES NORMANDES



Remerciements :

Les partenaires du programme LIFE moule, les étudiants du Master Gestion et Conservation de la Biodiversité de l'Université de Bretagne Occidentale, les bénévoles, les salariés et les volontaires de service civique de Bretagne Vivante - SEPNB ainsi qu' Hervé Ronné, le photographe officiel du colloque, sont chaleureusement remerciés.

En tant que membres des comités d'organisation et scientifique, nous remercions l'Institut de Géoarchitecture et l'Université de Bretagne Occidentale d'avoir accueilli ce colloque. Nous tenons à remercier pour leur présence les nombreux participants à ce colloque, les intervenants principaux de chaque session ainsi que ceux de la table ronde, les animateurs de session, les intervenants des communications orales et les présentateurs de posters.

Un grand merci également au Restaurant Universitaire et au Bureau de Traduction de l'Université pour l'interprétariat pendant le colloque, ainsi que pour la traduction du livre de résumés et des actes du colloque.



Localisation des secteurs d'étude présentés lors des communications orales

A : rivière Dee, Écosse, Royaume-Uni ; **B :** réseau hydrographique de Finlande ; **C :** rivières aux alentours de Saint-Petersbourg, Russie ; **D :** rivières du Massif armoricain, France ; **E :** régions Bourgogne et Franche-Comté, France ; **F :** rivière de la Dronne, France ; **G :** rivière de la haute Vienne, France ; **H :** rivière de l'Our, Luxembourg ; **I :** rivière Lutter, Allemagne ; **J :** rivière Schondra, Allemagne ; **K :** rivière Aist et Naarn, Autriche ; **L :** rivière Ulla, Espagne.



Avant-Propos

*Degemer mat d'an holl
da re vras ha da re vunut
e Skol veur Breizh izel.¹*

Chers collègues, chers amis,

Tout d'abord, je voudrais vous souhaiter la bienvenue en Bretagne, et plus particulièrement à Brest, que probablement certains d'entre vous découvrent pour la première fois.

Bienvenue également au sein de l'Université de Bretagne occidentale qui a le plaisir d'accueillir ce colloque international sur la mulette perlière.

Le laboratoire de recherche Géoarchitecture « Conception, aménagement et gestion du cadre bâti de l'environnement. Doctrines et pratiques », que je dirige, s'est constitué à la suite de la création de l'Institut de Géoarchitecture, fondé en 1976 au sein de cette Faculté des sciences. Dès son origine, l'Institut de Géoarchitecture s'est intéressé, du point de vue de l'enseignement et de la recherche, aux thématiques environnementales, et plus particulièrement à la prise en compte de l'environnement et de la biodiversité dans l'aménagement du territoire. Rappelons que la première loi sur la protection de la nature en France remonte également à 1976 et que c'est cette même loi qui instaura la possibilité de mettre en œuvre des listes d'espèces animales et végétales protégées aux échelles nationale et régionale, ainsi que l'obligation de réaliser les études d'impacts environnementales pour tout projet d'aménagement.

Le laboratoire Géoarchitecture est une équipe pluridisciplinaire rassemblant 22 enseignants-chercheurs, 15 chercheurs associés, 15 doctorants et 3 techniciens, relevant des disciplines de l'urbanisme et de l'aménagement, de l'écologie, de la géographie, de l'économie, de la sociologie, du droit...

Deux axes principaux de recherche sont développés : un axe consacré aux thématiques urbaines et à l'urbanisme et un axe centré sur les thématiques environnementales.

Ce second axe développe les thématiques suivantes :

- évaluation des habitats et des complexes d'habitats : typologie, évaluation patrimoniale, évaluation de l'état de conservation et cartographie ;
- restauration écologique des milieux naturels dégradés : milieux littoraux, zones humides ;
- gestion des espaces naturels : plans de gestion, diagnostics écologiques.

L'histoire de l'Institut de Géoarchitecture est en partie liée à celle de Bretagne Vivante – SEPNB. La Société pour l'étude et la protection de la nature en Bretagne, dont l'origine remonte à 1953, qui est reconnue comme l'association régionale de la protection de la nature pionnière en France, notamment pour la création d'un réseau régional

¹ - Bienvenu à tous, aux connaisseurs et aux amateurs, à l'Université de Basse Bretagne

d'espaces protégés, a eu pendant de longues années son siège social à la Faculté des sciences de Brest. La SEPNB a compté, jusqu'au début des années 1990, tous les naturalistes des universités de Caen, Rennes, Nantes et Brest parmi les membres de son conseil d'administration.

Certains naturalistes universitaires brestois ont jalonné l'histoire de la SEPNB, à commencer par l'un de ses co-fondateurs, le Professeur Albert Lucas, biologiste marin mais avant tout naturaliste passionné. Il faut bien évidemment citer également Jean-Yves Monnat, Maurice Le Démézet, Max Jonin, Maurice L'Her et Michel Glémarec.

C'est donc tout naturellement qu'un rapprochement et une collaboration se sont opérés entre Bretagne Vivante – SEPNB et l'Institut de Géoarchitecture : la plupart de ces naturalistes universitaires brestois ont participé activement aux enseignements pluridisciplinaires dans les domaines de l'écologie et des sciences de l'environnement, développant une approche de terrain permettant aux étudiants de réaliser un diagnostic de territoire. Certains de ces naturalistes universitaires ont fait partie de l'équipe de recherche.

À partir de 1970, la SEPNB a réalisé un certain nombre de contrats d'études environnementales : études d'impacts, diagnostics écologiques, propositions d'aménagement et de restauration de sites naturels sensibles, études préalables à la mise en place d'espaces protégés... dont une partie en collaboration étroite avec l'Institut de Géoarchitecture.

Les collaborations actuelles se poursuivent de manière plus ponctuelle :

- participation à l'élaboration et à l'évaluation des plans de gestion des réserves naturelles gérées par Bretagne Vivante – SEPNB ;
- des suivis à long terme sont menés sur les réserves naturelles nationales de Saint-Nicolas-des-Gléan et de François le Bail – Île de Groix ;
- une thèse qui a commencé en 2014 sur la biologie de la conservation d'*Eryngium viviparum*, espèce végétale menacée à l'échelle européenne, dont la seule population française se trouve sur un site protégé, géré par Bretagne Vivante – SEPNB.

C'est avec plaisir que nous avons accepté d'être associés à l'organisation de ce colloque, en permettant qu'il se tienne dans les locaux de l'Université de Bretagne occidentale.

Les thématiques de ce colloque consacré à *Margaritifera margaritifera*, espèce emblématique des cours d'eau de Bretagne et du Massif Armoricaïn et menacée à l'échelle européenne, permettront de faire le point sur la biologie et l'écologie de cette espèce, mais également sur sa protection et les stratégies à mettre en œuvre pour maintenir ou restaurer les populations. Les questions qui seront abordées seront liées à la qualité des eaux, à la gestion et à la restauration des cours d'eau. Elles démontreront que la gestion conservatoire d'une espèce menacée, dont le cycle est inféodé aux salmonidés, dépasse largement des préoccupations strictement biologiques ou naturalistes, mais nécessite une approche globale à l'échelle des bassins versants, qui passe par une prise de conscience et une appropriation de la part des politiques, des gestionnaires et des usagers du territoire ainsi qu'un rapprochement et une co-construction avec les naturalistes et les scientifiques. La tâche est immense mais gageons que vos travaux et ce colloque y contribueront en créant une réelle dynamique.

Je vous souhaite de fructueux échanges et un excellent colloque.

Discours de bienvenue de Frédéric BIORET

Directeur de l'équipe de recherche EA 2219,
Institut de Géoarchitecture, Brest, France



H. Bonnié

[1] La mulette perlière d'eau douce vit semi-enfouie dans le substrat des rivières salmonicoles.

L'association Bretagne Vivante – SEPNB œuvre depuis 55 ans pour la protection de la nature en Bretagne. Pour cela, elle unit les efforts de près de 3 000 adhérents, de 19 groupes locaux et de 68 salariés sur les 5 départements de la Bretagne historique. Les missions de Bretagne Vivante – SEPNB portent sur l'amélioration des connaissances naturalistes et leur partage à travers des actions d'éducation à l'environnement, la protection de sites naturels ainsi que le militantisme. Bretagne Vivante – SEPNB est membre de France Nature Environnement et fait partie du réseau des Réserves naturelles de France (elle gère 5 réserves naturelles d'État et une centaine de réserves associatives). Dans le cadre de ses missions, l'association œuvre dans la mise en place de projets de reconquête écologique. À ce titre, elle porte, depuis 2010, un programme de sauvegarde de la mulette perlière, bivalve d'eau douce, sur le Massif armoricain.

La moule perlière d'eau douce (*Margaritifera margaritifera*) ou mulette perlière, est une espèce clé, indicatrice de la qualité de l'écosystème des rivières [1]. Son cycle de vie possède une phase planctonique et une phase parasitaire. La seconde phase se déroule sur les branchies d'un poisson-hôte (truite fario ou saumon de l'Atlantique). Son cycle de vie complexe, ses exigences écologiques et sa grande longévité (une centaine d'années) font d'elle une espèce « parapluie » : en la protégeant, on protège tout un écosystème.

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 (arrêtés du 16 décembre 2004 et du 23 avril 2007).

L'UICN classe la mulette perlière 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 puisqu'une réduction d'au moins 50 % de sa population en 10 ans a été notée par les scientifiques regroupés dans cette association internationale.

On estime que 90 % des populations de mulette perlière ont disparu d'Europe centrale au cours du XX^e siècle. Les diverses études en Bretagne et en Basse-Normandie ont constaté la même situation d'urgence pour les populations de mulette perlière de



[2] Le programme LIFE+ vise à conserver les six principales populations restantes de *Margaritifera margaritifera* sur le Massif armoricain.

l'ouest de la France : disparition progressive et vieillissement. Le fort intérêt patrimonial de l'espèce, véritable témoin du creusement des vallées du Massif armoricain, ainsi que ses caractéristiques bio-indicatrices très exigeantes et ses propriétés d'espèce parapluie, font de la moule perlière une espèce à préserver.

Face à ce besoin urgent, un programme LIFE+ a été confié à Bretagne Vivante – SEPNB, en partenariat avec la Fédération de pêche et de protection du milieu aquatique du Finistère, le centre permanent d'initiatives pour l'environnement (CPIE) des Collines normandes, le Syndicat Intercommunal d'aménagement et d'entretien de la Sienne et le Parc naturel régional Normandie-Maine. Le programme LIFE+ (2010-2016), en parfaite cohérence avec le Plan national d'action, s'attelle principalement à la mise en élevage des six principales souches restantes de moules perlières [2], au suivi de la qualité du milieu, au renforcement des populations et à l'émergence d'une prise de conscience pour tenter de sauver les dernières populations du Massif armoricain.

Le programme LIFE+, d'un montant total d'environ 2,5 millions d'euros, est subventionné à hauteur de 50 % par la Commission européenne. Participent également les DREAL Basse-Normandie et Bretagne, les Conseils régionaux de Basse-Normandie et de Bretagne, les Conseils généraux des Côtes-d'Armor, du Finistère et de la Manche ainsi que l'Agence de l'eau Seine-Normandie.

C'est dans le cadre de ce programme LIFE+ que s'est déroulé le colloque international « Conservation et restauration des populations et de l'habitat de la moule perlière en Europe » les 26, 27 et 28 novembre 2014, dont les actes sont retranscrits ici.

Marie CAPOULADE

Coordinatrice du programme LIFE+

« Conservation de la moule perlière d'eau douce du Massif armoricain »,
Association Bretagne Vivante – SEPNB, Brest, France



Étude de la dynamique de population de la mulette perlière sur la Vienne par des modèles d'abondance à mélange N-mixture

Cyril LABORDE, David NAUDON, Cloé MARCILLAUD & Aurélien BESNARD



C. Laborde

Le Limousin est le contrefort ouest du Massif Central. Ce massif granitique est caractérisé par la présence d'un réseau hydrographique très dense. Ce territoire favorable à la mulette perlière (*Margaritifera margaritifera*) présente au moins 46 rivières occupées par l'espèce. Mais cette dernière est largement méconnue, car moins de 1 % du linéaire favorable à l'espèce (ONEMA, 2009) a été prospecté (Naudon, 2015).



D. Naudon



C. Marcillaud



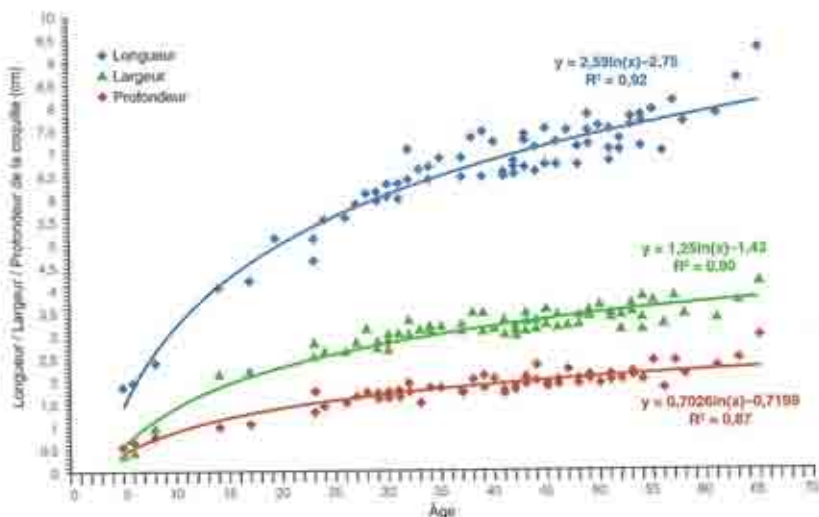
A. Besnard

Une étude récente (Laborde, 2011) avait mis en évidence un secteur de 15 km (entre Nedde et Tarnac) où nous avons recensé 746 individus sur 2,44 km. La plus jeune mulette observée mesure 1,8 cm [1], la proportion de juvéniles (< 6 cm) est de 43 %, et la reproduction est avérée (présence régulière de glochidies sur les truites fario). Cette population apparaît comme un « hotspot » du bassin de la Vienne et est en relativement bon état de conservation du point de vue démographique [2].

En 2013, une étude génétique a été menée (Kuehn & Geist, 2014). D'après Geist, la population de la Vienne présente « une très grande variabilité génétique et une faible influence de la dérive génétique



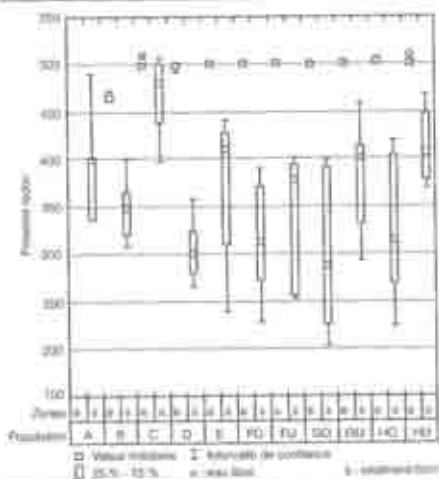
[1] Cliché d'un juvénile de mulette perlière de 1,8 cm observé à Nedde



[2] Courbe de croissance de la moule perlière dans la haute vallée de la Vienne

[...]. La qualité du substrat [...] correspond à la qualité observée dans les populations fonctionnelles, [...] cette population mérite une haute priorité de conservation » [3].

Afin de suivre la dynamique de population, un suivi par comptages répétés a été engagé en 2014 sur un échantillonnage aléatoire systématique de tronçons de rivières entre Nedde et Tarnac qui prend en compte la détectabilité de l'espèce [4]. Ces travaux ont été réalisés sous couvert d'une autorisation préfectorale.



[3] « Boîte à moustache » du potentiel redox dans l'eau libre et à 5 cm de profondeur dans le substrat des populations de *Margaritifera margaritifera* de la région Limousin (France). Le site « C » est la Vienne à Nedde (Kuehn & Geist, 2014).

Matériel et méthodes

Les modèles d'abondance à mélange

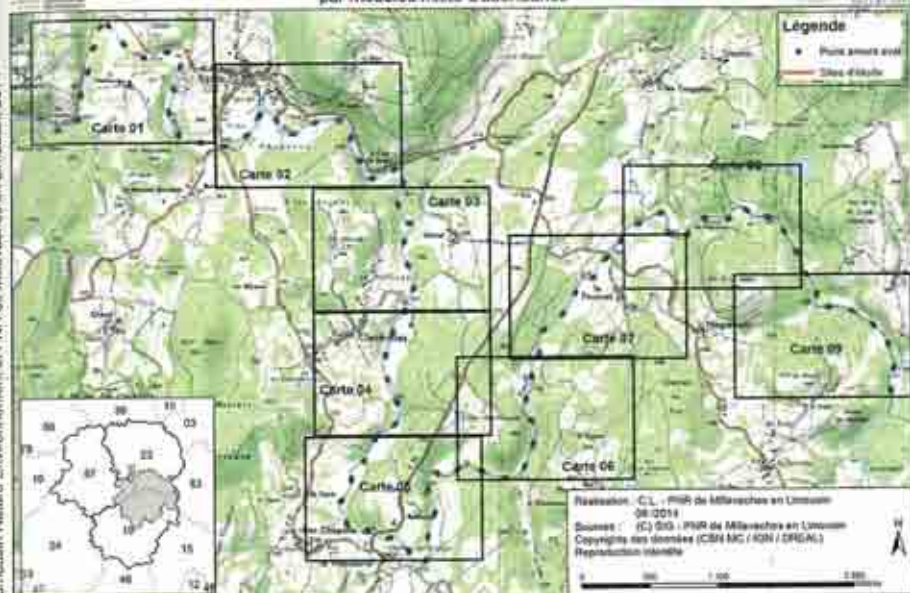
Les modèles d'abondance à mélange ou N-Mixture (Royle, 2004) reposent sur un échantillonnage aléatoire et un comptage répété sur plusieurs sites. Ce modèle implique que les abondances locales suivent une loi de Poisson et que la répartition et le comptage des individus soient indépendants du temps. Il permet d'obtenir une estimation de l'abondance moyenne par site, du taux d'occupation des sites, et la probabilité de détection des individus. La méthode permet d'observer l'évolution démographique de cette population à chaque répétition du suivi (mortalité, natalité, colonisation, extinction...).

Les hypothèses d'utilisation de cette méthode sont :

- La population est fermée au cours de chaque année d'étude.
- Les détections, au sein de chaque site, sont constantes et indépendantes entre les visites. Des variations peuvent être modélisées à l'aide de co-variables.
- Le facteur d'intégration K doit être défini (limite haute de l'abondance par site).

Le protocole mis en œuvre

84 sites d'étude ont été sélectionnés par un tirage aléatoire systématique en prenant un tronçon de 20 m linéaires (par 20 m de large) tous les 200 m, sur un linéaire de 15 km (la zone d'étude). Une



[4] Zone d'étude et échantillonnage aléatoire systématique

prospection du fond de la rivière est réalisée au bathyscope sur chaque site en 30 minutes et à 3 reprises [5].

Il s'agit de faire 4 allers-retours dans la rivière en couvrant toute la surface et de noter l'abondance observée (mortes et vivantes). Chaque tronçon est localisé au GPS et est marqué à la peinture. L'hydromorphologie du cours d'eau et de ses abords est également relevée.

faire, les analyses ont été reproduites dans le cadre bayésien pour améliorer la fiabilité des résultats et ce, au regard de la variabilité de l'abondance, imputable, entre autres, aux phénomènes d'enfouissement. Ainsi, la probabilité de détection et l'abondance observées sont autorisées à varier autour d'une moyenne, en suivant une loi normale.

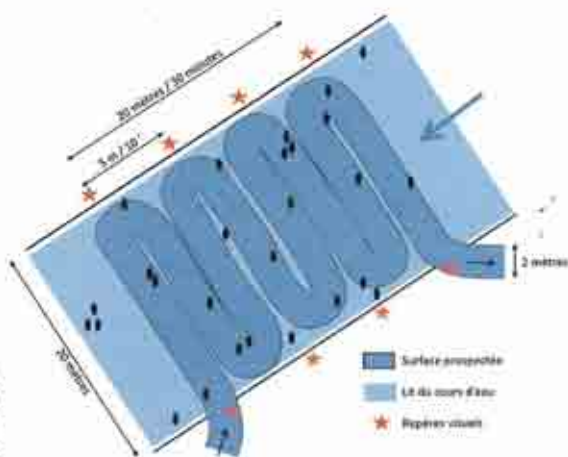
L'analyse des données (N-Mixture)

Les modèles de « N-Mixture » sont des outils statistiques robustes qui vont estimer l'ensemble des probabilités calculables sur les tronçons étudiés. Plusieurs modèles peuvent être comparés, notamment pour explorer l'impact de co-variables sur la probabilité de détection des individus ou sur l'abondance locale.

Le « critère d'information d'Akaike » est utilisé pour comparer les modèles. Ce critère permet de retenir le modèle qui décrit le mieux les données avec le moins de paramètres possibles. Il est fourni avec les estimations dans le logiciel PRESENCE © (Hines, 2006).

Nous testons ensuite l'adéquation du modèle avec les données, à l'aide d'un « Goodness-of-fit test ». Suite à ces tests, des effets aléatoires sur la détection et sur l'abondance ont été introduits. Pour ce

Limousain Nature Environnement et PNR de Millevaches en Limousain, 2014



[5] Protocole de prospection par site d'étude de 400 m²

Résultats

Résultats bruts du modèle N-Mixture

Le suivi a permis de réaliser 3 passages sur 51 tronçons. Les tronçons non prospectés l'ont été faute de temps et/ou d'accessibilité. Les résultats bruts sont présentés dans le [Tableau 1].

Concernant l'analyse des données, le facteur K a été fixé à 200. La co-variable retenue est le code tronçon. Nous avons utilisé le modèle de « Royle's biometric – Repeated Count Data » de PRESENCE (Hines, 2006). L'analyse a été réalisée à trois reprises : vivants, coquilles vides et les deux [6]. Les coquilles vides peuvent « sortir » ou « entrer » dans la population d'étude, conduisant à un non-respect de

un site à 3 reprises, il y a très probablement 3 à 4 individus.

La probabilité de détection individuelle des mulettes perlières est comprise entre 0,00 % et 19,32 % selon les sites et les passages. En réalisant 3 passages de 30 minutes sur 400 m², nous « ratons » en moyenne 84 individus sur 100 à chaque passage avec une détectabilité globale sur l'étude de 15,57 %.

Nous avons recherché les corrélations entre la détectabilité et les paramètres hydro-morphologiques relevés. La figure [7] illustre la baisse de la détectabilité lorsque la profondeur du cours d'eau dépasse 80 cm. La visibilité devient très mauvaise. Dans une moindre mesure, un ombrage fort fait chuter la détectabilité.

Abondance et densité

Il y a plus de 95 % de chance de trouver entre 177 et 255 individus lors d'un passage sur les tronçons d'étude alors que le cumul des observations permet d'affirmer qu'il y a eu au moins 321 individus distincts observés au cours des 3 passages.

Lors de chaque passage, nous avons compté successivement 188, 254 et 205 individus vivants. Le modèle nous indique, quant à lui, que l'abondance réelle est de l'ordre de 2 974 individus vivants (avec un intervalle de confiance à 95 % très large,

AIC = 1291,8			
Taux d'occupation apparent : 0,8039			
Abondance totale apparente : 321 (vivants)			
Taux d'occupation estimée (psi) : 0,9999			
Occupation estimée (psi)	std. err.	95 % intervalle de confiance	
psi (site) : 0,9999	0,0000	0,9999 - 0,9999	
Abondance totale estimée (N) : 2974 individus (vivants)			
Abondance totale estimée		95 % intervalle de confiance	
N(site) : 2974		455-14040	

Limousin Nature Environnement et PNIR du Massif central en Limousin, 2014

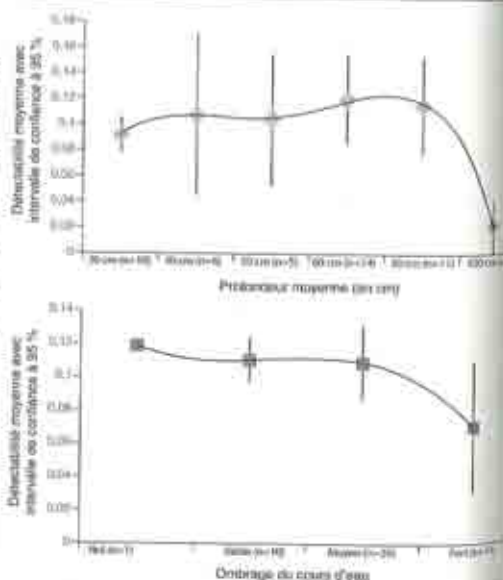
[6] Résultats de l'analyse par modèle d'abondance en mélange obtenu pour les individus vivants sous PRESENCE ©

l'hypothèse de population close entre les passages. La forte variabilité des observations de coquilles au cours des trois passages rend caduque toute analyse de ces données. Nous ne poursuivrons donc pas sur l'interprétation de ces coquilles.

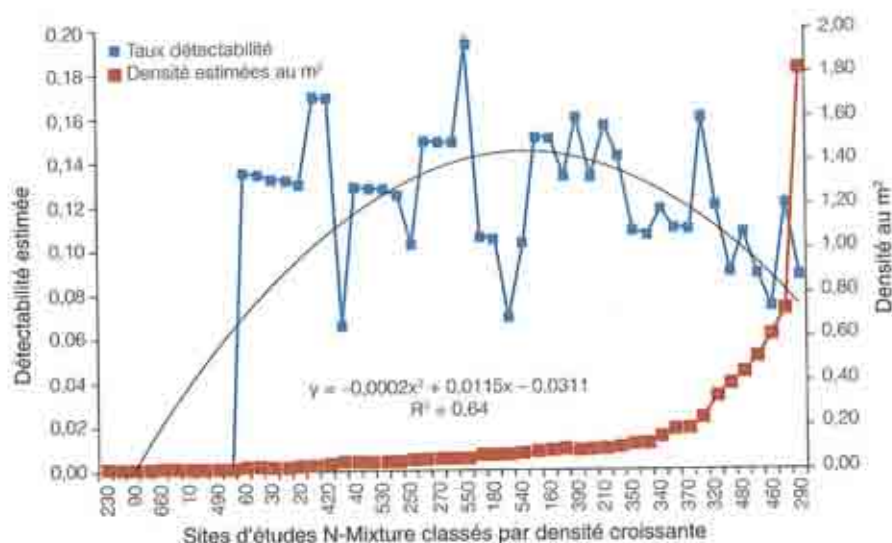
Suite aux « Goodness-of-fit test », peu concluant sur le jeu de données, nous avons ajouté des effets aléatoires en « bayésien » [Tableau 2], afin de mieux prendre en compte les phénomènes d'enfouissement.

Occupation des sites et détectabilité

Lors de chaque passage, nous avons eu 32, 37 puis 27 sites où l'espèce a été détectée. Le cumul des passages permet d'affirmer qu'au moins 80 % des sites sont occupés. En un passage, on détecte donc l'espèce 5 à 7 fois sur 10. Le modèle « N-Mixture » retenu nous indique, lui, que 99,99 % des sites seraient occupés mais avec des abondances variables. Lorsque l'on n'observe aucune mulette perlière sur



[7] Effet de la profondeur (en haut) et de l'ombrage (en bas) sur la détectabilité



[8] Corrélation entre détectabilité et densité de mulettes perlières (n = 51)

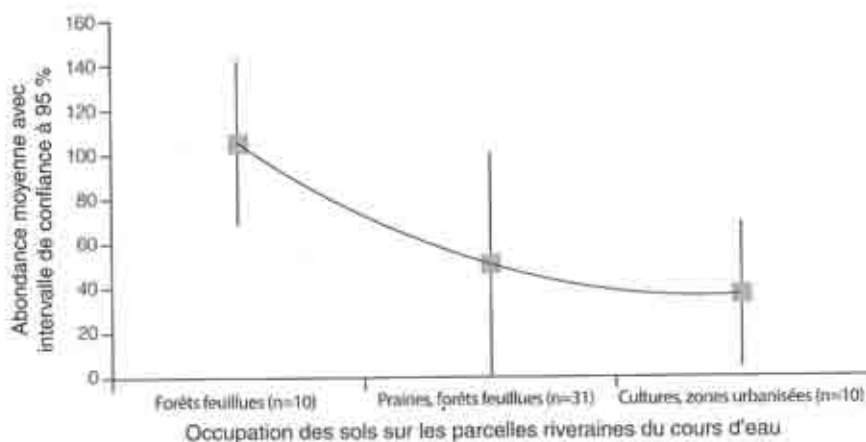
Discussion

Ce suivi présente des limites : biais observateur, phénomène d'enfouissement... La fourchette très large de l'estimation illustre ces biais. Pour les compenser, nous avons rendu la détectabilité et l'abondance variables dans notre modèle, permettant à ce dernier de prendre en compte les individus ayant passé une partie du suivi enfouis. Mais que faire des individus poten-

tiellement restés enfouis tout au long des 3 passages ?

Un taux d'individus enfouis compris entre 24 et 61 % a été observé en Normandie (Beaufils, 2012) sur 3 sites d'étude et sur une période s'étalant de fin mai à fin juillet 2012.

Nous pourrions envisager d'étudier l'enfouissement par Capture-Marquage-Recapture (Otis *et al.*, 1978), ou bien de réaliser les 3 passages sur un site au cours de la même journée, mais ceci ajouterait un nouveau biais sur la détectabilité lié à



[9] Effet de l'occupation des sols sur l'abondance de mulettes perlières

la mémorisation des observations d'un passage à l'autre.

Ces résultats ont été mis en regard avec un suivi similaire basé sur la CMR et réalisé en 2014 (Naudon, 2015), ne prenant en compte que les individus non enfouis. Les deux études sont très cohérentes et apportent un crédit aux modèles statistiques développés ici.

Conclusion

Notre étude a permis d'estimer l'abondance de moules perlières sur notre échantillonnage à 2 974 individus, soit une moyenne de 0,146 individu par m² (entre 0,009 et 1,82 selon les sites). 100 % des sites sont occupés par l'espèce. On peut conclure que détecter la présence de l'espèce sur un site de 400 m² avec les densités en présence est assez aisé.

Concernant l'abondance, sur un cours d'eau large et avec un opérateur unique réalisant 3 passages répétés, la détectabilité de l'espèce reste très faible, et l'opérateur n'observe qu'entre 0 et 19 % des individus. Ceci induit des intervalles de confiance très larges sur les estimations d'abondance. Une étape de modélisation plus précise de la détectabilité et des variations d'abondance entre les sites pourrait permettre d'affiner ces estimations.

Cette étude illustre l'importance de prendre en compte la détectabilité dans le suivi de populations de moules. L'observateur ne contactant que très peu d'individus, seuls des modèles statistiques robustes permettent d'estimer et de suivre dans le temps la dynamique de population d'une espèce comme la moule perlière. ■

Bibliographie

BEAUFILS B. 2012 – *Suivi de populations de Moule perlière par CMR*. Présentation du PNR Normandie-Maine lors des rencontres interrégionales, Nedde, France.

HINES J.E. 2006 – PRESENCE, *Software to estimate patch occupancy and related parameters*. U.S. Geological Survey, Patuxent Wildlife Research Center, Laurel, Maryland, USA.

KUEHN R. & GEIST J. 2014 – *Analyses génétiques de 8 populations de moules perlières (Margaritifera margaritifera) et analyse du substrat des rivières de la région Limousin (France)*. Rapport d'étude pour ASF et Limousin Nature Environnement, 23 p.

LABORDE B. 2011 – Structure et dynamique de population de la Moule perlière (*Margaritifera margaritifera*) sur la haute vallée de la Vienne. *Epops*, 82, pp. 24-48.

NAUDON D. 2015 – *Bilan annuel du Plan Régional d'Action en faveur de la moule perlière en Limousin. Version provisoire*. Rapport du PRA, à paraître.

ONEMA 2009 – *Note méthodologique de localisation et de caractérisation des cours d'eau à Margaritifera margaritifera dans le Massif Central (V1)*. Présentation de l'espèce, caractérisation des sites favorables, méthodologie de prospection. Rapport interne non publié, 125 p.

OTIS D.L., BURNHAM K.P., WHITE G.C. & ANDERSON D.R. 1978 – Statistical inference from capture data on closed animal populations. *Publication of The Wildlife Society, Wildlife Monographs*, 62, 135 p.

ROYLE J.A. 2004 – N-mixture models for estimating population size from spatially replicated counts. *Biometrics*, 60, pp. 108-115.

Cyril LABORDE : Syndicat mixte du Parc Naturel Régional de Millevaches en Limousin, Meymac, France
c.laborde@pnr-millevaches.fr

David NAUDON & Cloé MARCILLAUD : Limousin Nature Environnement, Verneuil-sur-Vienne, France
dnloutre@orange.fr
cioclo.marcillaud@orange.fr

Aurélien BESNARD : CEFÉ UMR 5175, CNRS – Université de Montpellier – Université Paul-Valéry Montpellier – EPHE, laboratoire Biogéographie et écologie des vertébrés, Montpellier, France
aurelien.besnard@cefe.cnrs.fr