

Prié, V. *et al.* 2008. Une population majeure de la très rare Grande Mulette *Margaritifera auricularia* (Spengler, 1793) (Bivalvia : Margaritiferidae) dans le fleuve Charente (France). *MalaCo*, 5 : 231-240.
Publié sur www.journal-malaco.fr

Une population majeure de la très rare Grande Mulette *Margaritifera auricularia* (Spengler, 1793) (Bivalvia : Margaritiferidae) dans le fleuve Charente (France)

A major population of the very rare Giant Pearl Mussel *Margaritifera auricularia* (Spengler, 1793) (Bivalvia: Margaritiferidae) in the Charente river (France)

Vincent PRIÉ¹, Laurent PHILIPPE², Gilbert COCHET³, Harold RETHORET⁴, Remy FILALI⁴

¹ Biotope, Pôle Recherche et Développement, 22 Bd Maréchal Foch, BP58, F-34140 Mèze

² Biotope, Antenne Orléans, 36b rue Jean Jaurès, F-45400 Fleury-les-Aubrais

³ Le Village, F-07130 Saint-Romain-de-Lerps

⁴ EPTB Charente, 37 rue de l'Alma, F-17100 Saintes

Correspondance : vprie@biotope.fr

Soumis le 11/02/2008, accepté le 21/03/2008

Résumé — Lors d'une étude d'impact concernant le projet de désenvasement du fleuve Charente, nous avons découvert une population majeure de Grande Mulette *Margaritifera auricularia* (Spengler, 1793). Nous estimons la taille de cette population à plus de 20 000 individus sur la zone d'étude à partir d'un comptage réalisé en plongée, soit nettement plus que le nombre total de Grandes Mulettes actuellement estimé dans le monde. Nous discutons des caractéristiques de la population Charentaise, des méthodes employées pour estimer sa taille, du statut global de conservation de l'espèce et de la gestion future du site.

Mots clés — Grande Mulette, *Margaritifera auricularia*, Charente, enjeu de conservation, taille de population

Abstract — During an environmental impact study concerning a scraping project on the Charente river, we discovered a major population of Giant Pearl Mussel *Margaritifera auricularia* (Spengler, 1793). We evaluate the population size to be over 20 000 individuals in the studied area from scuba diving counting, i.e. a lot more than the total number of Giant Pearl Mussels estimated worldwide. We discuss the characteristics of the Charente population, the methods used to estimate its size, the global conservation issues and the future management of the site.

Key-words — Giant Pearl Mussel, *Margaritifera auricularia*, Charente, conservation issues, population size.

Extended abstract

Introduction — The River Charente in France is one of the 5 rivers known worldwide containing the Giant Pearl Mussel *Margaritifera auricularia* (Spengler, 1793). Previous records from this river were based on shells (Nienhuis 2003), with a single living individual observed (P. Jourde, *pers. com.*). A dam has been built on this river in order to maintain high water levels, which has hampered the sediment transfer, leading to a massive silting of the river bed. We undertook an environmental impact study on a dredging project on the river Charente. The aim of the study was to establish the population of the Giant Pearl Mussels within the study area and to map suitable habitats.

Materials and Methods — The study area stretches from a dam in the salted-water influence a distance of 16 km upstream (Figure 1). We performed transects (using scuba-diving equipment) from the bank every kilometer. This allowed to map suitable habitat, largely zones free from silting, within the study area. Within the favourable habitats, living individuals were counted on 2m wide transects across the river. The density on each zone was then estimated, taking into account the probability of detection deducted from iterative sampling. As the distribution does not seem to be aggregated, estimation of the population size is given by multiplying the average density from transects by the area of suitable habitat (Tables 1, 2 and 3).

Results — The impact from silting extends 10 km upstream from the dam, with some zones free from silting (Figures 2 and 3). We evaluate the population size within the study area to be over 20 000 individuals. This is greater than the total number of Giant Pearl Mussels estimated worldwide in previous studies. However, the Charente population is believed to be senescent as no juveniles have been discovered (Figure 4B).

Discussion and Conclusion — The remaining populations maybe underestimated in France, as scuba-diving is rarely performed as a survey methodology, but maybe the only reliable way to investigate the species' occurrence. Although in this study population size was estimated from a few transects within a limited study area on the River Charente, we believe that most of the population lies upstream of our study site and that the Charente river should be identified as a major site for this species within Europe. Despite this major discovery, we consider the species is still threatened and should be listed as Critically Endangered CR A2c because of its drastic reduction in population size (Figure 5) and because causes have not ceased. The small range, area of occupancy and fragmentation of these populations also give cause for concern for the future of the species. If the absence of reproduction is confirmed, this population could disappear in less than 50 years. The future management of the site should include the restoration of the natural sediment flushing processes as burial by siltation threatens the downstream part of this population.

Introduction

La Grande Mulette *Margaritifera auricularia* est une moule d'eau douce vivant dans les cours d'eau de basse altitude. Autrefois très répandue dans toute l'Europe de l'Ouest, elle a régressé de manière drastique au cours des deux siècles passés (Araujo & Moreno 1999, Araujo & Ramos 2000a-b). Aujourd'hui, seuls cinq cours d'eau hébergent encore des individus vivants, l'Ebre en Espagne (Altaba 1990, 1997, Araujo & Ramos 1998), la Vienne et la Creuse en France dans le bassin de la Loire (Cochet 2001a-b), une station dans le bassin de la Dordogne (P. Jourde *com. pers.*) et une dernière dans la Charente (ce travail). Des indices laissent penser que d'autres populations relictuelles pourraient subsister dans les bassins de la Seine (Prié *et al.* 2007, Cucherat & Boca 2007) et de la Garonne (Bichain 2005). La Grande Mulette est protégée par l'arrêté du 23 avril 2007 modifiant la loi de 1976 relative à la protection de la nature et l'arrêté du 07 octobre 1992 fixant la liste des mollusques protégés sur le territoire métropolitain. Elle figure à l'annexe IV de la Directive Habitats et à l'annexe II de la convention de Berne, elle est catégorisée en danger critique d'extinction (CR) par l'IUCN. Un plan d'action européen a été rédigé pour la conservation de l'espèce (Araujo & Ramos 2001).

Une étude d'impact concernant un projet de désenvasement du fleuve Charente sur le secteur Saint-Savinien-Taillebourg (Figure 1) a motivé une étude spécifique sur la Grande Mulette ; des valves ayant été précédemment découvertes (Nienhuis 2003) et un individu vivant récolté (P. Jourde *com. pers.*). Notre travail visait à (1) caractériser la population de Grandes Mulettes sur le site, (2) estimer la taille de cette population et (3) cartographier les secteurs à enjeux de conservation. Cet article présente les résultats de cette étude et discute des méthodes employées, des enjeux de conservation et de la gestion future de ce secteur de la Charente.

Matériel et méthodes

Présentation de la zone d'étude

La Charente est un fleuve de l'Arc atlantique situé au Sud de la Loire et au Nord de la Gironde. Fleuve à régime de plaine et océanique, avec des écoulements lents mais très contrastés, un relief très peu marqué et une large vallée, la Charente est aussi caractérisée par une forte influence de la marée dans sa partie aval. Ses effets se font ressentir jusqu'à Cognac, situé à plus de 70 km de l'estuaire, en fort coefficient. Evoluant sur sa partie aval sur des bries issues de la transgression flandrienne, le substrat est largement calcaire avec des réseaux karstiques développés. L'estuaire et le débouché dans le pertuis Marennes-Oléron, liés directement aux apports du fleuve, forment un secteur très riche et singulier pour ses écosystèmes et ses activités.

La zone d'expertise est comprise entre le pont de l'A837 en aval du barrage de Saint-Savinien et le pont de l'autoroute A10 en amont de Taillebourg (Figure 1). Dans cette partie du fleuve, le lit mineur atteint une soixantaine de mètres de largeur, une profondeur comprise entre 4 et 7 mètres, le fond du lit étant plusieurs mètres sous le niveau de la mer. Les vitesses d'écoulement y sont donc faibles du fait des pentes quasi-nulles et de l'influence océanique, d'autant plus à l'étiage où les débits peuvent descendre à 5-10 m³.s⁻¹ à l'estuaire. Les concentrations en matières en suspension sont conditionnées par les apports de la marée. Elles peuvent dépasser plusieurs milliers de milligramme par litre lors de forts coefficients.

Le barrage de Saint-Savinien se situe dans la partie fluvio-maritime de la Charente, sous influence du balancement des marées. En période estivale les débits d'étiage du fleuve sont très faibles et le barrage est fermé après le passage de la marée montante pour maintenir un niveau d'eau permettant d'alimenter le canal d'irrigation et la station d'adduction en eau potable. Le transfert de sédiments d'origines fluviale ou marine s'en trouve fortement perturbé de part et d'autre du barrage de Saint-Savinien, ensasant progressivement le lit mineur et les berges. Le sédiment est très homogène, à grain très fin, composé à 95% d'argiles et silts (diamètre < 63 µm, diamètre médian ≈ 10 µm). L'envasement du fleuve est régressif à partir du barrage (progression vers l'amont). La section d'écoulement est ainsi réduite de 40%, la couche de vase atteignant 3 mètres d'épaisseur en moyenne. Les volumes de vase estimés (IDRA Ingénierie Environnement 2007), sur la base des données 2005 sur l'ensemble du secteur d'étude, dépassent les 800 000 m³. Le phénomène étant continu et auto-entretenu, l'envasement annuel est estimé entre 60 000 et 120 000 m³ par an en fonction des conditions hydrologiques. L'opération de désenvasement prévue en 2009-2010 devrait extraire 1 500 000 m³ de vase du lit.

Méthode d'échantillonnages

La campagne d'échantillonnages s'est déroulée en Juillet 2007, avec 3 journées pour les prospections de berges (une personne) et cinq journées de prospections en plongée avec bouteilles, à deux plongeurs. Le repérage sur berges (à pied et en canoë) visait à appréhender l'hydrologie du fleuve, caractériser les différents secteurs à étudier et rechercher des valves en berges (laisses de crues, reliefs de repas de rongeurs...). Les plongées visaient à cartographier les zones favorables à la présence de Grandes Mulettes et à estimer la taille de la population.

La Grande Mulette vit dans l'aval de grands fleuves sur substrat graveleux, stable et peut être qualifiée de rhéophile (Cochet 2001a). Dans le contexte de la Charente, les zones favorables à son implantation et à sa survie sont donc les zones à courant modéré et exemptes d'accumulation de vase, à une profondeur variable mais supérieure à un mètre.

Les plongées ont permis de réaliser des transects au fond du lit de la rivière d'une berge à l'autre sur l'ensemble de la zone d'étude, tous les kilomètres, pour produire une première cartographie des milieux favorables et en fournir une approche surfacique (Figure 1). La limite des secteurs favorables a ensuite été cartographiée plus finement (Figure 2) en couplant le travail des plongeurs et de l'embarcation. Pour ce faire, le plongeur équipé d'une bouée maintenue tendue au dessus de lui a suivi la limite des zones envasées tandis qu'une personne sur le bateau pointait au GPS la position de la bouée tous les

10 mètres. Les cartes bathymétriques et expertises fournies par l'EPTB (Etablissement Public Territorial du Bassin Versant de la Charente, sondages réalisés en 2005), ont également été utilisées pour repérer les zones envahies par la vase, *a priori* peu favorables à la Grande Mulette.

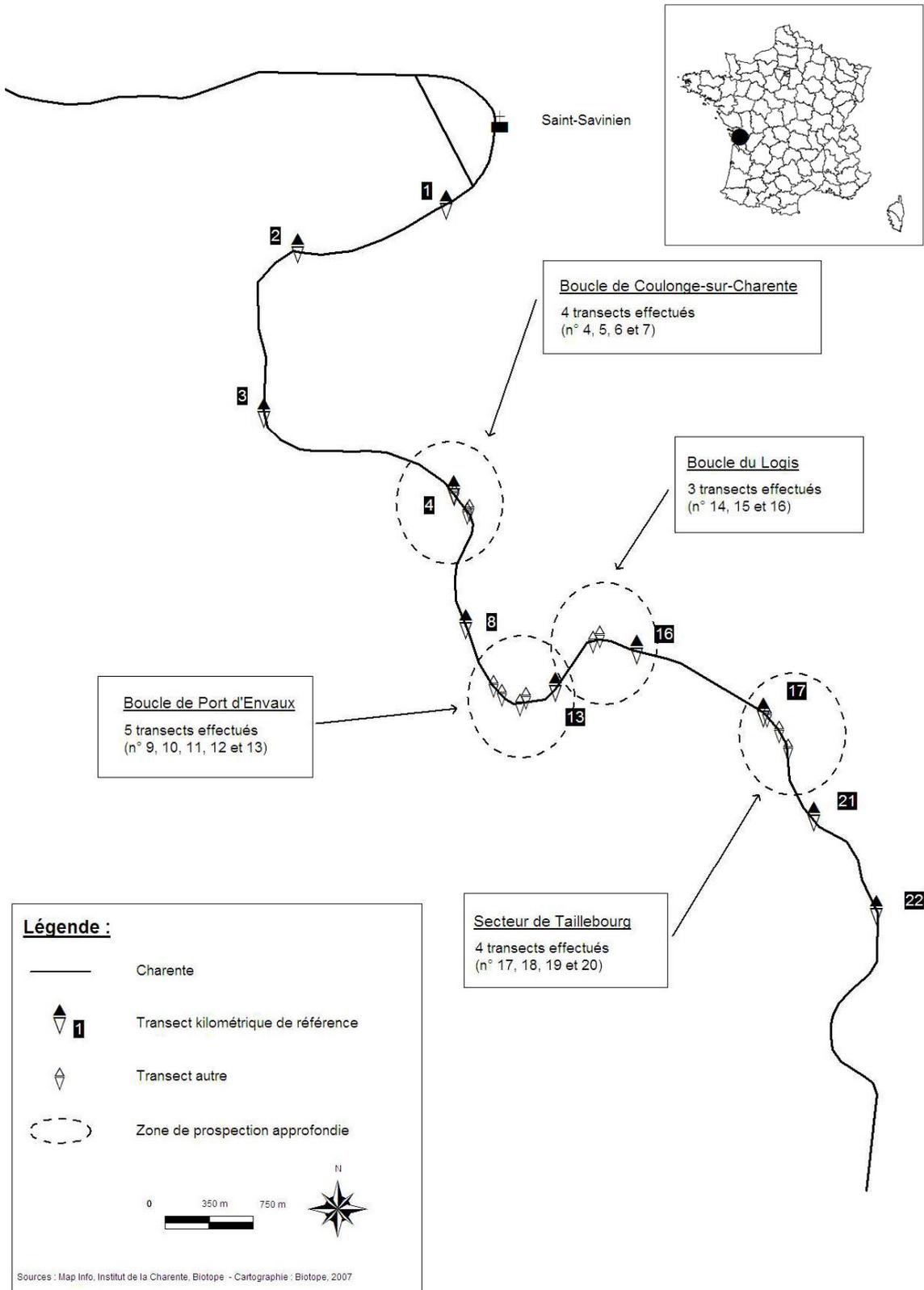


Figure 1 — Localisation de la zone d'étude et des transects. Se reporter aux tableaux 1 et 2 pour les résultats par transect et par secteur.

Evaluation de la taille globale de la population

Il est difficile d'estimer précisément la taille des populations de Mulettes en rivière : les eaux sont parfois turbides et les animaux peuvent se trouver jusqu'à huit mètres de profondeur. Altaba (1997) estime à 15 000 la population de Grande Mulette sur 65 km de linéaire entre le village de Flix et le delta de l'Ebre, puis réduit ce nombre à 900 après une estimation stratifiée (Altaba 2001). Des prospections complémentaires conduisent cet auteur à estimer en 2007 qu'autour de 5 000 individus vivraient dans l'Ebre (Altaba *com. pers.*). Araujo & Ramos (2000) utilisent la méthode de capture-marquage-recapture (CMR) avec un simple index de Lincoln (1930) et estiment à quelques 2 000 individus la population sur 30 km de linéaire dans le Canal Impérial. Dans le même article, les auteurs montrent que le déplacement des individus entre le marquage et la recapture est inférieur à un mètre. Dans ces conditions, les populations peuvent être considérées comme sédentaires et la méthode de CMR risque de sous-évaluer considérablement les estimations. En effet, les recaptures effectuées sur le même site conduisent inmanquablement à observer les mêmes individus qui ne se sont pas « dilués » dans l'ensemble de la population. Hastie *et al.* (2004) proposent une méthode pour la Mulette perlière *Margaritifera margaritifera* (Linnaeus, 1758) basée sur 5 transects de 5 x 1 m par linéaire de 500 m de rivière. Le niveau de l'eau le permettant, les prospections sont effectuées à pied et l'effort de prospection peut être important. Ici, considérant les individus comme sédentaires, nous proposons une estimation de la taille globale de la population basée sur le nombre d'individus observés en zone favorable extrapolé à l'ensemble des zones favorables cartographiées. Le plan d'échantillonnage retenu a été calibré en tenant compte de sa faisabilité (plongée bouteilles le long d'une corde tendue au fond) et de l'incertitude quant à la présence effective de Grandes Mulettes sur la zone d'étude (5 jours pour couvrir l'ensemble de la zone d'étude).

Tableau 1 — Résultats des comptages et estimation des densités par transects.
Probabilité de détection p : $p = 0,55$; avec écart-type = 0,06 ; limites inférieure = 0,43 et supérieure = 0,66.

Code transects	Longueur du transect (m)	Surface observée (m ²)	Nombre d'individus comptés (No)	Nombre d'individus estimés (Ne=No/p)	Densité estimée (ind/m ²)
1	60,1	117,2	0	-	-
2	61,3	119,5	0	-	-
3	56,9	111	0	-	-
4	56,4	110	0	-	-
5	18,6	36,3	0	-	-
6	102,8	200,5	1	2	0,01
7	65,5	127,7	0	-	-
8	57,2	111,5	0	-	-
13	77,6	151,3	0	-	-
11	146,4	285,5	1	2	0,01
12	42,6	83,1	0	-	-
10	31,2	60,8	33	60	0,99
9	48,5	94,6	0	-	-
14	69,1	134,7	0	-	-
16	61,8	120,5	0	-	-
15	81,9	159,7	12	22	0,14
17	65,9	128,5	16	29	0,23
18	74,2	144,7	23	42	0,29
19	81,5	158,9	25	45	0,29
20	71,2	138,8	14	25	0,18
21	58,3	113,7	0	-	-
22	59,2	115,4	6	11	0,09
Total	1 448,20	2 824,00	131	238	

Probabilité de détection

Les individus vivants ont été comptés lors de plongées le long des transects matérialisés par une corde lestée allant d'une berge à l'autre. Le plongeur a compté les individus qu'il pouvait toucher en tendant les bras de part et d'autre de la corde, soit une largeur de près de 2 m. Des transects ont d'abord été effectués tous les kilomètres pour apprécier l'ensemble de la zone d'étude, puis intensifiés sur les secteurs favorables à la présence de Grande Mulette. La probabilité de détection des individus vivants lors d'un passage le long du transect a été estimée à partir de 10 plongées successives avec prélèvement temporaire et sans remise, dans le secteur de Taillebourg. Les résultats ont été traités à l'aide du logiciel MARK (White *et al.* 1982) dédié aux protocoles de CMR. Pour estimer la probabilité de détection, nous avons utilisé l'algorithme du *closed capture model* et fixé la probabilité c de recapture des individus capturés à zéro, puisque les individus étaient temporairement prélevés. Cette approche a permis de calculer la probabilité p de détection. Cette valeur de p a été ensuite utilisée dans les estimations de la taille globale de la population.

Estimation de la taille de la population

Nous n'avons pas observé que la population se répartissait par agrégats au sein des zones favorables (cf. résultats). Nous utilisons donc un modèle linéaire basé sur la densité estimée multipliée par la surface de chaque zone favorable. En effet, les différentes zones favorables sont hétérogènes. Certaines « virgules » dans le secteur aval, épargnées par l'envasement en raison de la dynamique des courants (zones d'attaque des méandres) sont souvent peu profondes et présentent des densités moindres que le lit majeur du cours d'eau au-delà de la zone affectée par l'envasement. Une première estimation de la taille de la population a donc été donnée par les comptages le long des transects, corrigés par le taux de détection p et convertis en unités de surface (longueur du transect x 2m de large, Tableau 1), puis rapportés aux

surfaces favorables cartographiées (Tableau 2). Nous avons pu affiner cette estimation dans le lit majeur au delà des zones envasées en prenant en compte les différents transects effectués dans ce milieu homogène.

Analyses biométriques

La longueur maximale des coquilles a été mesurée pour estimer l'âge des individus observés et comparer la biométrie des individus de la Charente aux biométries réalisées sur les autres stations connues (Ebre, Vienne et Creuse, Oise). De manière à caractériser des coquilles relativement récentes, seules celles encore appareillées par le ligament ont été mesurées. Les valves uniques ont donc été exclues. Tous les individus collectés vivants ont été photographiés avec une échelle puis remis en place à l'endroit de prélèvement. Les mesures ont été réalisées ultérieurement à l'aide du logiciel de morphométrie ImageTool v.3 (Wilcox *et al.* 2002). Des coquilles vides ont été déposées dans les collections du Muséum national d'Histoire naturelle de Paris.

Résultats

Envasement et zones favorables

Vingt-deux transects de longueur variable ont été réalisés sur une quinzaine de kilomètres de linéaire prospectés (Figure 1 et Tableau 1). L'effet de l'envasement se fait sentir en aval immédiat et sur 10 km en amont du barrage de Saint-Savinien. Le secteur aval est très envasé et est soumis directement à l'effet des marées. Sur les 6 premiers kilomètres en amont du barrage, le lit est recouvert uniformément d'une épaisse couche de vase. Aucun individu vivant ni aucune coquille n'ont été mis en évidence sur ce secteur.

A partir de six kilomètres en amont du barrage (secteur de Coulonge-sur-Charente), des zones favorables sont ponctuellement maintenues par la dynamique du courant sous la forme de « virgules » linéaires de quelques mètres de large le long des bords d'attaque des méandres (Figure 2). De nombreuses coquilles jonchent le lit graveleux et des individus vivants sont présents avec des densités variables, allant de 1 à 100 individus pour 100 m². Ces zones favorables semblent sujettes à un envasement progressif et sont peut-être amenées à disparaître si les effets du barrage perdurent.

Au delà de 10 kilomètres à l'amont du barrage, soit quelques kilomètres à l'aval de Taillebourg et jusqu'à l'amont de la zone d'étude, l'effet du barrage de Saint-Savinien ne se fait plus sentir, le lit de la Charente redevient globalement graveleux et des Grandes Mulettes sont présentes. La surface d'habitat favorable s'étend donc actuellement sur quelques 130 000 m² sur la zone d'étude (Tableau 2).



Figure 2 — Secteurs favorables (en bleu clair) au sein de zones envasées au niveau de Port d'Envaux. Sur ces secteurs maintenus par la force du courant, les densités peuvent approcher un individu par m² alors qu'elles sont nulles sur les secteurs envasés.

Répartition et taille de la population

Sur ces 130 000 m² de surface favorable, nous pouvons estimer en appliquant les valeurs moyennes des transects réalisés à la surface de chacun des secteurs échantillonnés à plus de 20 000 individus la population présente sur la zone d'étude (Tableau 2). Toutefois, si la densité d'individus est semblable entre les transects du secteur de Taillebourg, certains en zone favorable présentent des situations plus contrastées. En effet, jusqu'à 33 individus ont été comptés sur 31 mètres en face de Port d'Envaux, soit une densité proche d'un individu par m². A l'inverse, nous n'avons observé que six individus sur 60 mètres en amont du secteur de Taillebourg, dans une zone de huit mètres de profondeur mais *a priori* favorable. La répartition de la Grande Mulette n'étant pas uniforme sur le cours d'eau (Figure 3), les transects sont hétérogènes même au sein des zones favorables et l'écart-type global est très important, laissant supposer une répartition agrégée. Nous avons testé le degré d'agrégation de la répartition des Grandes Mulettes en comparant les densités observées à une loi de Poisson, distribution attendue sous l'hypothèse d'une répartition au hasard (algorithme disponible auprès des auteurs). Ces résultats ne permettent pas de dire que la Grande Mulette présente une répartition par agrégats au sein des zones favorables. Sur ce secteur de 35 000 m², la population peut donc être estimée par extension à 8 400 individus, avec des limites inférieure et supérieure comprises entre 5 000 et 12 000

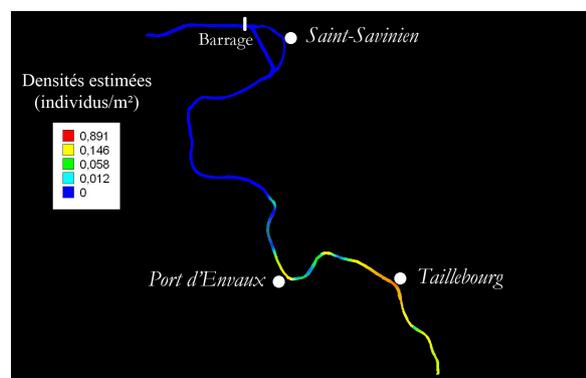


Figure 3 — Répartition de la densité en individus sur la zone d'étude. Jusqu'à Taillebourg, les zones favorables restent ponctuelles et les densités sont variables.

individus. Si l'on étend cette estimation à l'ensemble des 130 000 m², on obtient environ 30 000 ± 12 000 individus sur l'ensemble de la zone d'étude, soit une estimation basse de 18 000 individus (Tableau 3). Conscients des incertitudes liées à l'échantillonnage mais considérant que la population s'étend au delà de la zone d'étude, ce que confirme le témoignage des habitants, nous avançons finalement le chiffre de 20 000 individus.

Tableau 2 — Estimation des densités par secteurs et de la population totale sur la zone d'étude à partir des extrapolations des transects réalisés sur les zones favorables.

Secteurs favorables	Superficie (m ²)	Densité moyenne estimée (ind/m ²)	Nombre d'individus estimés
Coulonges	3 050	0,01	31
Le Logis	2 823	0,13	380
Port d'Envaux	5 477	0,97	5 300
Taillebourg	35 060	0,24	8 416
Pré du Breuil	85 540	0,09	7 776
Total	131 950	0,17	21 903

Tableau 3 — Estimation de la taille de la population à partir de la densité estimée sur le secteur de Taillebourg.

Sites	Surface (m ²)	Min.	Moy.	Max.
Taillebourg	35 000	4 999	8 401	11 804
Ensemble des secteurs favorables	130 000	18 567	31 204	43 842

Caractéristiques écologiques et morphologiques de la population

Les Grandes Mulettes ont été observées sur substrat graveleux (Planche 1A), à une profondeur allant de 2 à 8 m, dans un courant d'environ 0,5 à 1 m.s⁻¹. Sur la Charente, les animaux semblent s'accommoder de profondeurs plus importantes que celles observées sur la Vienne et la Creuse (Cochet 2001a). Les mesures prises sur les individus vivants et les coquilles récentes montrent que la population de la Charente se caractérise par une taille plus faible (longueur de 153 valves mesurées : minimum = 7.5cm, maximum = 14.5cm, moyenne = 11.9cm, Figure 4A) que celles de la Vienne et de la Creuse (n=292, Cochet 2001), de l'Oise (n=163, inédit) ou de l'Ebre (d'après Araujo & Ramos 2000b). Ceci pourrait être lié à l'effet des intrusions temporaires mais régulières d'eau salée dans cette partie du fleuve. L'indentation de la coquille est également plus importante que pour les coquilles de l'Oise (Planche 1B).

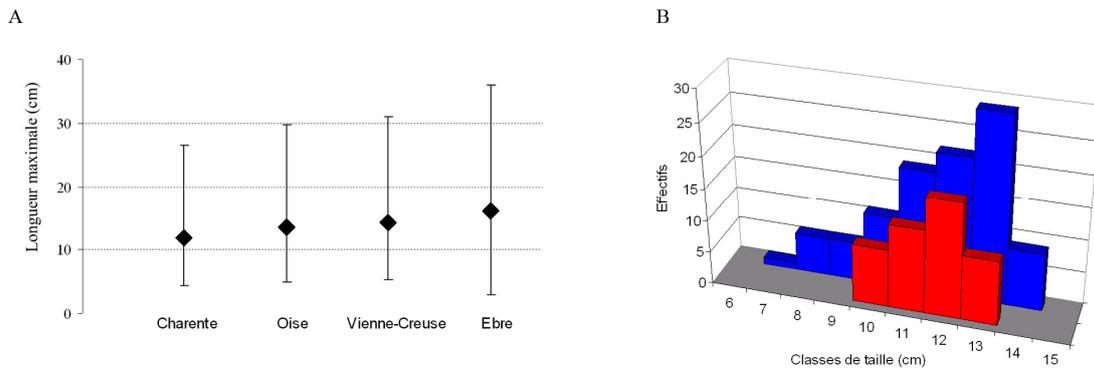


Figure 4 — **A.** Comparaison des tailles respectives de populations européennes connues. **B.** Distribution des classes de taille des coquilles récoltées. Rouge : vivants, Bleu : morts récemment (valves appareillées avec persistance du ligament). On constate un déficit de grands individus parmi les Mulettes vivantes.

On observe une surreprésentation des stades adultes sur l'ensemble des individus mesurés et aucune recrue récente n'a été découverte (Figure 4B). Il semble donc qu'il n'y ait plus de reproduction dans la Charente, conformément à ce qui a pu être observé sur les autres stations françaises connues actuellement (Cochet 2001a). La récolte de valves de tailles variables dont une coquille juvénile relativement fraîche, avec la nacre bien conservée (Planche 1C) permet de penser que la Grande Mulette se reproduisait dans la Charente dans un passé proche. Il est toutefois impossible actuellement de savoir à quelle époque ont eu lieu les dernières reproductions. Le plus petit individu vivant mesuré avait une taille de 10 cm, ce qui correspondrait à un âge d'au moins une dizaine d'années selon les estimations basées sur les Grandes Mulettes espagnoles (Altaba *et al.* 2001, Altaba *com. pers.*). Toutefois, les individus de la Charente étant plus petits, cet individu de 10 cm pourrait s'avérer plus vieux. Des études isotopiques sur les coquilles devraient permettre de préciser l'âge des individus vivants actuellement. Dans l'état actuel nous supposons que les plus jeunes sujets vivants ont au moins une quinzaine d'années.

Discussion

Avec plus de 20 000 individus estimés sur un secteur relativement restreint, nous avons mis en évidence une station majeure de Grande Mulette. En effet, avec 2 000 individus estimés dans le Canal Impérial (Araujo & Ramos 2000b) et maximum 5 000 dans l'aval de l'Ebre (Altaba, *com. pers.*) en Espagne, auxquels s'ajoutent environ 1 000 estimés dans la Vienne et la Creuse, cette découverte augmente significativement le nombre d'individus connus dans le monde. Même si cette première estimation reste imprécise (entre 11 000 et 43 000), l'hypothèse la plus basse montre que la Charente constitue un site d'importance majeure pour la conservation de l'espèce dans l'ensemble de son aire de répartition. Toutefois, la population charentaise est vieillissante et même sénescente si l'absence de reproduction est confirmée. Son statut de conservation reste donc alarmant.

Méthodes de prospection

Les prospections malacologiques en rivières sont généralement basées sur une investigation à pied à la recherche de coquilles. Ici, les trois journées consacrées aux prospections de berges n'ont pas permis de détecter d'indice de présence de la Grande Mulette alors que les prospections en plongée ont révélé des fonds couverts de coquilles. Ceci est dû à la caractéristique de certaines rivières hébergeant des Grandes Mulettes où les berges sont souvent abruptes et hautes, et le cours lent exempt de crues subites - même si des inondations sont possibles - ne suffit pas à mettre en suspension des coquilles et à les déposer sur les berges. Notre expérience a montré que la prospection en plongée est actuellement le moyen le plus efficace pour mettre en évidence la Grande Mulette dans les cours d'eau. Etant donné que peu d'opérations de ce type ont été menées, il reste potentiellement d'autres stations à découvrir et nous sous-estimons vraisemblablement le nombre de stations où l'espèce subsiste.

Concernant l'estimation de la taille de la population nous doutons de la fiabilité des méthodes de CMR utilisées par Araujo & Ramos (2000b) en raison de la sédentarité des individus et préférons un modèle basé sur la densité par secteur, avec une analyse stratifiée. En effet, d'une part les secteurs perturbés par l'envasement hébergent des groupes d'individus ponctuellement préservés au niveau des bords d'attaque des méandres, mais ces secteurs sont généralement peu profonds, en bordure du lit majeur et présentent des densités moindres. D'autre part, les densités les plus importantes (Taillebourg & Port d'Envaux) ont été observées en face des zones urbanisées. La Grande Mulette est un bivalve filtreur de l'aval des cours d'eau majeurs. A l'inverse de la Mulette perlière, elle semble affectionner des eaux plus troubles, plus chargées en matière organique et plus eutrophes. Il est donc possible que les rejets domestiques aient pu favoriser l'implantation de Grandes Mulettes à l'époque où ils ne contenaient que des substances «naturelles». Ces secteurs pourraient donc présenter une densité supérieure aux secteurs moins perturbés. La stratification est donc nécessaire, même si la répartition des individus semble homogène au sein de chaque zone favorable.

L'écart-type reste important en raison de la faiblesse de l'échantillonnage. Nous manquons de répliquats sur l'ensemble des zones favorables pour produire une estimation fiable de la taille des populations de Grande Mulettes. La méthodologie doit encore être affinée à la manière de ce que proposent Hastie *et al* (2004) pour la Mulette perlière.

Enfin, le nombre total d'individus présents dans la Charente est probablement nettement plus important. Notre zone d'étude est délimitée par la zone d'influence du barrage et une part importante de la population totale doit se trouver en amont. Les témoignages des habitants laissent même penser que les densités à l'amont sont nettement supérieures à ce qui a pu être observé lors de cette étude. Une prospection de l'ensemble du lit de la Charente doit donc être mise en place pour préciser l'importance de la plus importante population de Grande Mulette connue mondialement.

Enjeux de conservation et catégorisation IUCN

La Grande Mulette est actuellement catégorisée par l'IUCN (2008) comme en danger critique d'extinction (CR A1c). Bien que les effectifs mondiaux soient multipliés par la découverte de cette population, le statut de conservation de la Grande Mulette reste inchangé. En effet, elle reste en danger critique d'extinction selon la catégorisation IUCN (IUCN 2001), au moins pour le critère A qui prend en compte la réduction de la taille des populations. Si l'on compile les données disponibles sur sa répartition historique, données datant pour la plupart du siècle dernier, on constate que l'espèce était présente sur plus de 10 000 km de cours d'eau majeurs (sans compter leurs affluents). Aujourd'hui seules quelques centaines de kilomètres de rivière hébergent encore une population, localisée sur une partie de leur linéaire (Figure 5). L'habitat de la Grande Mulette a donc été réduit de plus de 90% sur les trois derniers siècles (Cochet 2004) et, les individus étant sédentaires, la population

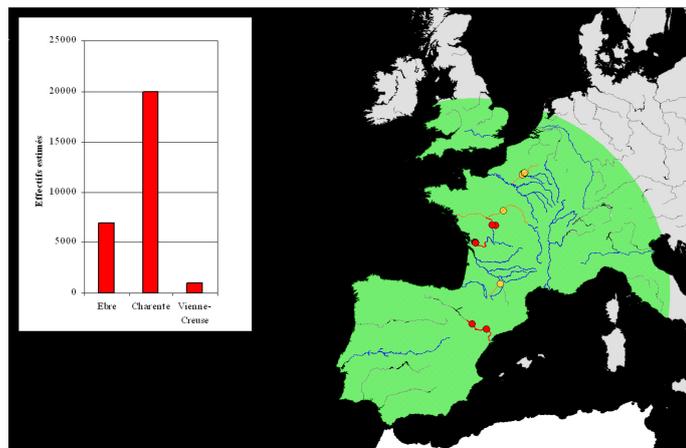


Figure 5 — Répartition ancienne et actuelle de la Grande Mulette. En rouge les cours d'eau où l'espèce subsiste, en jaune les sites où des coquilles ont été trouvées récemment et en vert l'aire de répartition ancienne (nous suivons Toledo *et al.* (2007) et considérons *Margaritifera marocana* Palary, 1918 comme une espèce distincte). Les effectifs estimés actuellement sont donnés dans l'histogramme (de gauche à droite : Elbre, Charente, Vienne-Creuse).

a dû être conséquemment réduite d'au moins 80% sur les trois dernières générations. Les causes n'ayant pas cessé l'espèce doit donc être catégorisée CR A2c.

Le critère B (basé sur l'aire de répartition) ne peut pas être ajouté puisque l'aire d'occupation de l'espèce est supérieure à 10 km² selon la définition de l'IUCN qui prend en compte une zone tampon de 10 km autour du linéaire occupé pour les espèces ne vivant que dans le lit majeur des cours d'eau. Nous considérons néanmoins que cette aire d'occupation est extrêmement restreinte et que les populations sont sévèrement fragmentées. En effet, l'hôte intermédiaire pressenti, l'Esturgeon européen *Acipenser sturio* Linnaeus, 1758, poisson migrateur, n'assure plus les connexions génétiques entre ces populations. Les autres hôtes intermédiaires possibles que sont la Blennie fluviatile *Salaria fluviatilis* (Asso, 1801) et la Gambusie *Gambusia affinis* (Baird & Girard, 1853) ne sont pas migrateurs et ne pourraient pas assurer les flux de gènes entre bassins versants. Cette fragmentation des populations et la très faible surface effectivement occupée par l'espèce constituent donc des menaces supplémentaires non négligeables.

Enfin, la probabilité d'extinction pour cette espèce qui semble ne plus se reproduire est inférieure à trois générations et plus de 50% des individus semblent avoir moins de 100 ans à vivre. Elle pourrait donc être catégorisée CR selon le critère E également basé sur la viabilité des populations, bien qu'aucune analyse de viabilité des populations (PVA) n'ait été menée jusqu'à présent.

Quel avenir pour la population de la Charente ?

Si rien n'est fait, les groupes situés à l'aval de la zone d'étude disparaîtront directement, ensevelis par l'accumulation des vases, et/ou indirectement par la disparition des conditions favorables à leur maintien. En ce sens, l'opération de désenvasement permettra à terme de retrouver un profil d'écoulement plus « naturel » et plus homogène, favorisant l'écoulement des crues et l'auto-curage du lit du fleuve. Des fonds propices à l'installation des individus de Grandes Mulettes seront potentiellement reconquis. Cependant, les mêmes causes produisant les mêmes effets, les dépôts risquent de se reformer rapidement. Le plan de gestion des étiages du bassin versant de la Charente (Filali *et al.* 2007) mené par l'EPTB prévoit notamment la réparation du système de chasse du barrage de Saint-Savinien, une meilleure gestion des prélèvements estivaux, qui concourent à limiter les débits d'étiage et des travaux d'entretien régulier du fleuve.

Ces opérations qui devront être renouvelées régulièrement ont un coût important et constituent une perturbation récurrente pour le fleuve. Face à ce constat, certains acteurs locaux envisagent l'éventualité d'effacer le barrage de Saint-Savinien pour résoudre le problème d'envasement. Une opération de curage reste inéluctable : le pouvoir érosif naturel est limité aux couches superficielles de vases non indurées et ne suffirait probablement pas à découvrir le secteur envasé. Par la suite, le retour à un fonctionnement « moins perturbé » permettrait un gain de naturalité, avec des échanges permanents et facilités entre les milieux marins et fluviatiles. On peut penser que le barrage fait actuellement obstacle aux remontées d'eaux salines et donc permet le maintien de populations de moules. Le suivi effectué par le centre d'adduction en eau potable de Coulonge montre que les remontées d'eau salées sont exceptionnelles. Quoiqu'il en soit, le barrage est ouvert lors des forts coefficients. Et au vu de l'âge supposé des individus formant la population actuelle, la Grande Mulette semble avoir été très abondante avant 1963, lorsque le fleuve présentait, au gré du balancement des marées, un caractère hydromorphologique moins contraint.

Conclusion

Les caractéristiques hydrologiques des cours d'eau à Grandes Mulettes rendent les prospections difficiles et nous sous-évaluons vraisemblablement le nombre de populations encore présentes en France. Un individu vivant avait été découvert dans la Charente (P. Jourde *com. pers.*), mais aucune estimation de la taille de la population présente ni de sa répartition n'avait été réalisée. Nos estimations donnent une fourchette de 18 000 à 44 000 individus pour les quelques kilomètres de cours d'eau prospectés en amont du barrage de Saint-Savinien. En supposant que la population totale s'étend au delà des limites de la zone d'étude, nous pouvons avancer qu'il s'agit là d'une population majeure au vu des connaissances actuelles. Des prospections complémentaires appuyées sur un protocole d'échantillonnage plus affiné devraient permettre de préciser cette estimation à l'échelle de l'ensemble du lit de la Charente, dont environ 150 km de linéaire en amont de cette zone pourraient être favorables à la présence de Grandes Mulettes. Si l'absence de reproduction est confirmée, cette population reste extrêmement fragile et des mesures de restauration doivent être mises en place rapidement pour sauver les dernières populations présentes en France.

Remerciements — P. Jourde nous a communiqué ses informations sur la Grande Mulette dans la Charente. C. Altaba nous a communiqué les informations concernant les populations espagnoles. A. Besnard nous a conseillé pour l'approche statistique de l'estimation des effectifs. A. Cuttelod et M. Seddon ont relu le manuscrit et amendé la réévaluation du statut de conservation selon les critères IUCN. G. Labasse et X. Cador nous ont guidé lors des prospections embarquées, qui furent parfois périlleuses. Special thanks to M. Seddon.

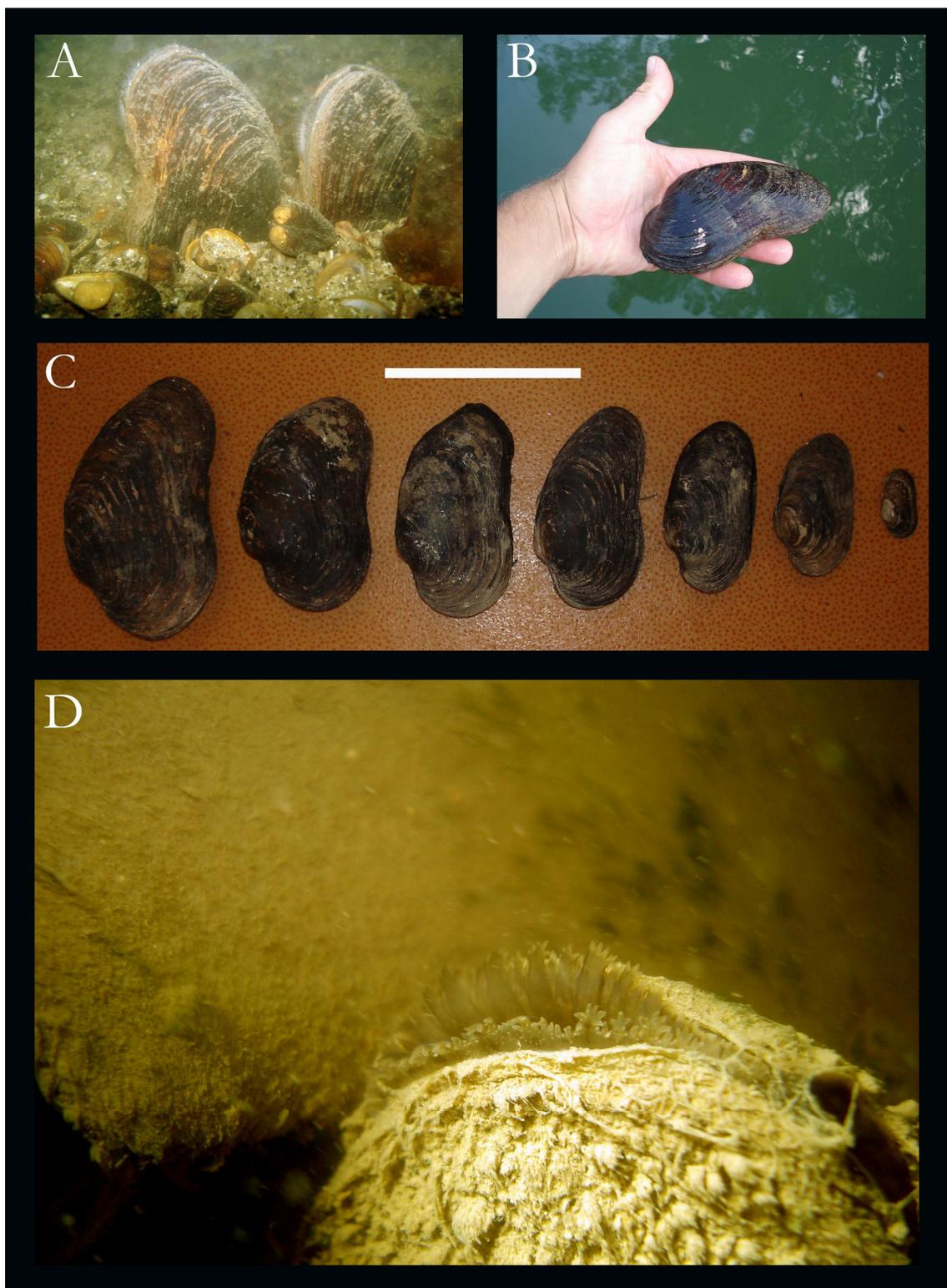


Planche 1 — Individus de *Margaritifera auricularia* observés dans le fleuve Charente.

- A. Deux Grandes Mulettes en place dans le sédiment, dans le secteur de Taillebourg.
- B. La forme parfois très auriculée des coquilles de la Charente.
- C. Différentes tailles de coquilles, échelle = 10 cm.
- D. Les siphons inhalant et exhalant en fonctionnement. La coquille est recouverte d'une pellicule d'algues et de vase.

Références

- Altaba, C. R. 1990. The Last Known Population of the Freshwater Mussel *Margaritifera auricularia* (Bivalvia, Unionoidea): A Conservation Priority. *Biological Conservation*, 52 : 271-286.
- Altaba, C. R. 1997. Al limit de l'extinció : *Margaritifera auricularia* (Bivalvia: Unionidae). *Bulleti de la Institutio Catalana d'Historia Natural*, 65 : 137-148.
- Altaba, C. R. 2001. Demografia, habitats y ciclo vital de *Margaritifera auricularia* (Mollusca: Unionidae) en el curso inferior del Ebro. IMEDEA, Ministro de Medio Ambiente: 151 pp.
- Altaba, C. R. 2007. A propos de quelques noms de naïades : Pourquoi faut-il oublier *Potomida* et *Pseudunio*? *MalaCo*, 4 : 148-149.
- Altaba, C. R., Lopez, M. A. & Montserrat, S. 2001. Giant pearl mussel's last chance. in: Bauer, G. [Ed] *Die Flussperlmuschel in Europa: Bestandssituation und Schutzmaßnahmen. Ergebnisse des Kongresses vom 16-18.19.2000*. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg & Wasserwirtschaftamt Hof., Freiburg: 224-229.
- Araujo, R. & Moreno, R. 1999. Former Iberian distribution of *Margaritifera auricularia* (Spengler) (Bivalvia: Margaritiferidae). *Iberus*, 17(1) : 127-136.
- Araujo, R. & Ramos, M. A. 1998. *Margaritifera auricularia* (Unionoidea, Margaritiferidae), the giant freshwater pearl mussel rediscovered in Spain. *Graellsia*, 54 : 129-130.
- Araujo, R. & Ramos, M. A. 2000a. A critical revision of the historical distribution of the endangered *Margaritifera auricularia* (Spengler, 1782) (Mollusca: Margaritiferidae) based on Museum specimens. *Journal of Conchology*, 37(1) : 49-59.
- Araujo, R. & Ramos, M. A. 2000b. Status and conservation of the giant European freshwater pearl mussel (*Margaritifera auricularia*) (Spengler, 1793) (Bivalvia: Unionoidea). *Biological Conservation*, 96 : 233-239.
- Araujo, R. & Ramos, M. A. 2001. Action plans for *Margaritifera auricularia* and *Margaritifera margaritifera* in Europe. *Nature and environment*, 117 pp.
- Bichain, J.-M. 2005. Découverte de valves de *Pseudunio auricularius* (Spengler, 1793) en Haute-Garonne. *MalaCo*, 1 : 8.
- Cochet, G. 2001a. *Margaritifera auricularia* sur le cours de la Vienne. Bilan des connaissances, impact des aménagements, gestion et protection. DIREN Centre: 24 pp.
- Cochet, G. 2001b. Redécouverte d'une population vivante de la Grande Mulette, *Margaritifera auricularia*, sur la Vienne et la Creuse. *Recherches naturalistes en Région Centre*, 10 : 3-16.
- Cochet, G. 2002. La Grande Mulette (*Margaritifera auricularia*) dans la Vienne et la Creuse. Atlas, DIREN Centre : 26 pp.
- Cochet, G. 2004. La moule perlière et les naïades de France. Catiche Productions : 32 pp.
- Cucherat, X. & F. Boca 2007. Bilan des connaissances sur les espèces de Mollusques continentaux de la Directive "Habitat-Faune-Flore" dans la région Picardie pour la période 1994-2007. *MalaCo* 4 : 164-175.
- Filali, R., Coupry, B., Neveu, J., 2007. La gestion du cycle de l'eau à l'échelle du bassin fluvial de la Charente, *Géologues*, 154 : 9-14.
- Hastie, L. C., Cooksley, S. L., Scougall, F., Young, M. R., Boon, P. J. & Gaywood, M. J. 2004. Applications of extensive survey techniques to describe freshwater Pearl Mussel distribution and macrohabitat in the river Sprey, Scotland. *River Research Application*, 20 : 1001-1013.
- IDRA Ingénierie Environnement, 2007. Etude préalable au curage de la Charente entre l'A10 et l'A837 : objectifs de dragage et volumes à extraire (situation en 2009). EPTB Charente, IDRA Ingénierie Environnement, 73 pp.
- IUCN 2001. Catégories et Critères de l'IUCN pour la Liste Rouge. IUCN. Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni, IUCN. Version 3.1. : 32 pp.
- IUCN 2008. The IUCN redlist of threaten species. <http://www.iucnredlist.org/search/details.php/12798/summ>, consulté en Mars 2008.
- Lincoln, F.C. 1930. Calculating waterfold abundance on the basis of banding returns. USDA Circular 118, 1-4.
- MNHN 2005. Inventaire National du Patrimoine Naturel, Muséum national d'Histoire naturelle. <http://inpn.mnhn.fr/>. Consulté en Décembre 2007.
- Nienhuis, J. A. J. H. 2003. The rediscovery of Spengler's freshwater pearl mussel *Pseudunio auricularius* (Spengler, 1793) (Bivalvia, Unionoidea, Margaritiferidae) in two river systems in France, with an analysis of some factors causing its decline. *Basteria*, 67 : 67-86.
- Prié, V., Philippe, L. & Cochet, G. 2007. Evaluation de l'impact d'un projet de canal sur les naïades de l'Oise (France) et découverte de valves récentes de *Margaritifera auricularia* (Spengler, 1793) (Bivalvia : Margaritiferidae). *MalaCo*, 4 : 178-182.
- Toledo, C., Van Damme, D., Araujo, R. & Machordom, A. 2007. *Margaritifera marocana* Pallary, 1918, a distinct species of *Margaritifera* still survives in Morocco. (Poster 48). In: Kurt Jordaens, N.V.H., Jackie Van Goethem & Thierry Backeljau, [Ed.] World Congress of Malacology, Antwerpen, 298p.
- White, G. C., Anderson, D. R., Burnham, K. P. & Otis, D. L. 1982. *Capture-recapture and removal methods for sampling closed populations*. Los Alamos, New Mexico, USA. 235 pp.
- Wilcox, D., Dove, B., McDavid, D. & Greer, D. 2002. Image Tool for Windows version 3.00. Uthsca. San Antonio, UTHSCA. <http://ddsdx.uthscsa.edu/dig/itdesc.html>, consulté en 2008.