



Caractéristiques physico-chimiques du lit des cours d'eau et recrutement des mulettes perlières

Juergen GEIST & Karl AUERSWALD

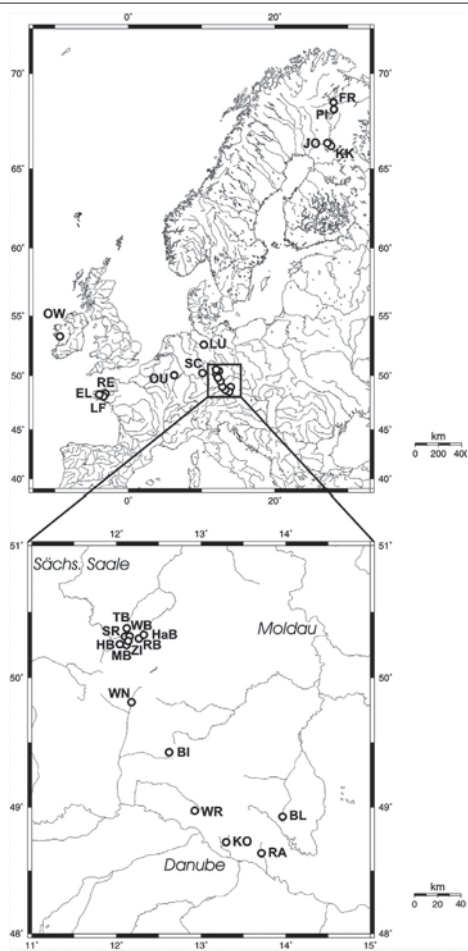
Espèce indicatrice, porte-drapeau, parapluie et clé de voûte, la mulette perlière d'eau douce *Margaritifera margaritifera* a concentré la majorité des efforts de conservation en Europe (Geist, 2005).

En effet, de nombreuses études ont révélé leur déclin dramatique dans toute son aire de répartition (ex : Bauer, 1988). Avec un très faible nombre de populations possédant encore de jeunes individus (traduisant le recrutement), l'espèce est à présent sérieusement menacée d'extinction en Europe (Ziuganov *et al.*, 1994 ; Young *et al.*, 2001 ; Geist, 2005). La phase post-parasitaire des jeunes mulettes perlières nécessite un substrat stable et continuellement oxygéné pour une période d'au moins 5 ans. Cette phase enfouie est considérée comme la plus vulnérable et comme le principal facteur limitant le recrutement en jeunes individus (ex : Bauer, 1988 ; Buddensiek *et al.*, 1993 ; Geist, 1999a, b). Les caractéristiques du lit du cours d'eau apparaissent comme les meilleurs paramètres pour décrire l'habitat de la mulette perlière et pour expliquer leur distribution (Hastie *et al.*, 2000).

Aire d'étude

En mai 2002, 26 cours d'eau d'Europe à mulette perlière ont été échantillonnés [1] et classés en 2 catégories : ceux avec du recrutement comme « fonctionnels » (F) et ceux sans recrutement récent comme « non fonctionnels » (NF). Une troisième catégorie, « potentiellement fonction-

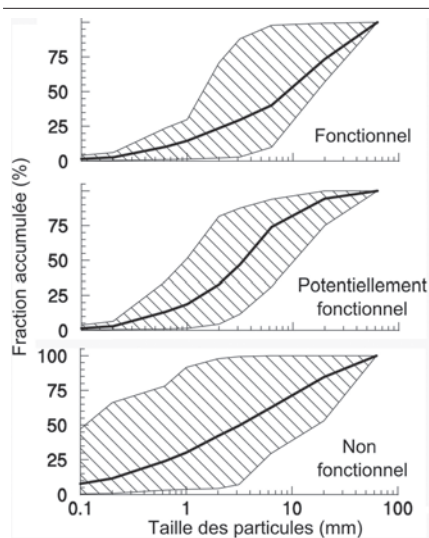
[1] Carte de situation des rivières échantillonnées



nelle » (PF) a été définie pour les cours d'eau et les sites où il y avait soit seulement des juvéniles épars (c'est-à-dire 1 à 2 juvéniles de moins de 5 ans), soit une absence de juvéniles pour des raisons clairement autres que celle de la qualité du substrat (comme l'absence de poissons-hôtes par exemple). Un total de 275 sites (environ 1 000 points de mesure) comprenant 46 F, 39 PF et 190 NF ont été analysés (plusieurs sites de mesure par cours d'eau). La qualité du lit des cours d'eau étant plus mauvaise durant l'été (débits réduits, températures élevées, dépôts de sédiments fins importants, teneur en oxygène du substrat faible), cette période critique a été choisie pour réaliser les prélèvements.

Composition du substrat

Les sites F et NF diffèrent très nettement avec un pourcentage de matières fines plus important sur les sites NF. En moyenne les sites F contiennent moins de 3 % de particules < 200 μm et moins de 2 % de particules < 100 μm . Les sites NF ont en moyenne 13 % de particules < 200 μm et 9 % de moins de 100 μm . Une relation similaire peut être établie avec les matières fines < 1 mm, avec 35 % en moyenne pour les sites NF et 18 % pour les sites F [2].



[2] Distribution de la taille des grains composant le substrat sur des sites fonctionnels ($n=14$), potentiellement fonctionnels ($n=21$) et non fonctionnels ($n=69$) ; les aires grisées indiquent l'écart entre les valeurs minimales et maximales.

Pénétrabilité

La résistance à la pénétration du substrat entre la surface et la zone interstitielle a été mesurée avec un pénétromètre de poche. Des résistances faibles traduisent des sédiments fins très meubles tandis que des valeurs élevées indiquent un substrat consolidé. Le logarithme des données de pénétrabilité indique des écarts-types significativement différents entre les sites F, NF et PF mais pas de différence significative des moyennes. Sur les sites F, la pénétrabilité moyenne est de 0,16 kg/cm^2 (0,04 à 0,39 kg/cm^2). Sur les sites NF, la moyenne est similaire (0,18 kg/cm^2) mais les données sont beaucoup moins homogènes (< 0,001 à 4,00 kg/cm^2). Les sites PF ont des valeurs intermédiaires variant de 0,03 à 0,80 kg/cm^2 .

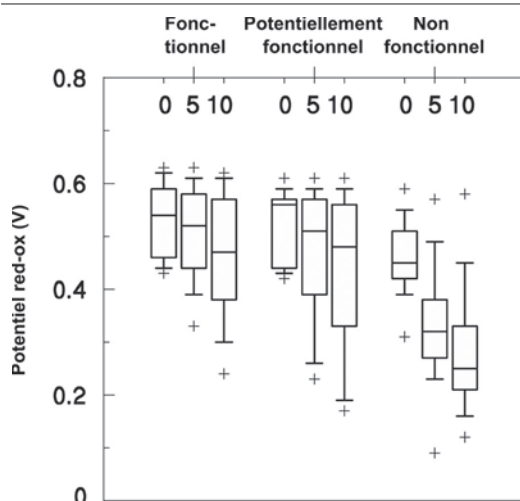
Profil en profondeur du potentiel red-ox

Pour mesurer le potentiel red-ox dans l'eau courante et à différentes profondeurs, une électrode platine est utilisée. Cette électrode est composée d'une pointe de platine incorporée et fixée dans un tube de résine époxy. Dans le tube de résine, un câble de cuivre relie la pointe de platine à l'appareil de mesure. Le potentiel électrique entre l'électrode platine et une électrode de référence Ag/AgCl , est mesuré avec un voltmètre manuel [3]. La mesure de potentiel red-ox est obtenue par correction en fonction de la température de l'eau relevée. À chaque point de mesure, le potentiel red-ox était mesuré dans l'eau



[3] Mesure du potentiel red-ox à différentes profondeurs

courante, puis à 5 et à 10 cm de profondeur. Les valeurs supérieures à 300 mV indiquent des conditions anoxiques et les valeurs inférieures des conditions oxygénées (Schlesinger, 1991). Le profil en profondeur du potentiel red-ox diffère clairement entre les sites F et NF [4]. Sur les sites F, le potentiel red-ox dans l'eau courante avoisine les 0,53 V avec une faible différence à 5 cm (moyenne de 0,51 V) et à 10 cm (0,47 V), indiquant des échanges intenses entre la colonne d'eau et l'eau interstitielle. Sur tous les sites F, le potentiel red-ox à 5 et 10 cm de profondeur indique des conditions oxygénées même durant l'été (minimum de 0,33 V à 5 cm et 0,24 V à 10 cm). Au contraire, le potentiel red-ox moyen sur les sites NF décroît de 0,47 V dans l'eau courante à 0,33 V à 5 cm et 0,27 V à 10 cm de profondeur. Les sites PF ont des valeurs intermédiaires.



[4] Boîtes à moustaches (croix : minimum, maximum ; moustaches : 0,05 et 0,95 centiles ; boîte : 0,25 quartile, médiane et 0,75 quartile) pour le profil de red-ox selon la profondeur (0,5 et 10 cm) sur des sites fonctionnels (n=109), potentiellement fonctionnels (n=57) et non fonctionnels (n=254)

Profil en profondeur de la conductivité et du pH

L'absence de différence de conductivité électrique et de pH entre l'eau courante et l'eau interstitielle traduit la force des échanges entre ces deux milieux. La conductivité, corrigée à 20°C, et le pH ont été

mesurés à l'aide d'un multiparamètre dans l'eau courante puis à 5 et 10 cm de profondeur. Les profils en profondeur de ces deux paramètres permettent d'identifier un certain nombre de sites NF avec des échanges limités entre la surface et l'eau interstitielle. La conductivité dans l'eau courante varie de 11 μ S/cm au nord de la Laponie à 154 μ S/cm en Allemagne. Les sites F ont une différence de seulement 18 μ S/cm entre la surface et la profondeur. Seuls 4 des 138 sites F (< 3 %) ont une déviation > 10 μ S/cm entre la surface et l'eau interstitielle.

En moyenne, le pH de l'eau courante est plus élevé dans les sites PF et NF que dans les sites F, cette différence s'estompe lorsque que l'on regarde en profondeur.

Divergences entre l'eau courante et l'eau interstitielle

Les caractéristiques du substrat des cours d'eau, en particulier le profil en profondeur du potentiel red-ox ainsi que la combinaison de la pénétrabilité et de l'analyse de la composition sédimentaire, sont des indicateurs puissants pour le recrutement des populations et différencient bien les sites F des NF. À cela plusieurs raisons : (i) les exigences des adultes et des jeunes en matière d'habitat diffèrent ; (ii) seuls les paramètres du substrat peuvent précisément décrire l'habitat des juvéniles ; (iii) les paramètres du substrat sont moins soumis aux variations à court terme. Ainsi, un gradient prononcé en potentiel red-ox en profondeur, la divergence de la conductivité électrique entre l'eau courante et interstitielle et la pénétrabilité trois fois plus élevée dans les sites NF, suggèrent une séparation entre l'eau courante et interstitielle.

Facteurs contrôlant la qualité de l'habitat

La qualité du substrat et le recrutement des mulettes perlières sont intimement liés aux échanges entre l'eau de surface et l'eau interstitielle. L'intensité de cet échange dépend largement des caractéristiques du lit du cours d'eau. Les valeurs de potentiel red-ox les plus faibles ont été observées durant les périodes chaudes et au niveau des sites avec un taux de matières fines (< 100 μ m) élevé. Les sédiments fins peuvent ainsi avoir une incidence considérable sur les échanges hyporhéiques et donc sur l'habitat des

mulettes perlières (Bauer, 1988 ; Buddensiek *et al.*, 1993 ; Geist, 1999a, b) mais aussi sur le développement des œufs de salmonidés (ex : Magee *et al.*, 1996 ; Malcolm *et al.*, 2003 ; Curry & McNeill, 2004).

Un substrat idéal pour les mulettes perlières combine en même temps des critères de qualité et, dans une certaine mesure, de stabilité, assurant la préservation des micro-habitats et la préservation des juvéniles à cet endroit. Howard & Cuffey (2006) notent un recrutement plus important et une mortalité plus faible lors des années à faibles crues et à faible érosion, tandis que les crues importantes peuvent induire une diminution drastique des adultes à court terme (Hastie *et al.*, 2001). De plus, Strayer (1999), Johnson & Brown (2000) et Gangloff & Feminella (2007) observent que les agrégats de moules se situent dans les lieux stables lors de fortes crues. Un substrat instable peut être la cause de l'absence de jeunes dans certains des sites PF.

Conséquences pour la conservation et la restauration de l'habitat

La qualité du lit du cours d'eau est le paramètre le plus important pour le recrutement des populations de mulette perlière dans de nombreuses rivières européennes. Les jeunes mulettes perlières, avec leurs exigences écologiques strictes, sont ainsi des indicateurs utiles pour la qualité du substrat et des processus écologiques liés. L'érosion, les dépôts, le transport et le tri naturel des sédiments, les crues... constituent quelques éléments d'un équilibre fragile qui peut facilement être altéré. L'intégrité écologique de l'écosystème aquatique nécessite ainsi la restauration de flux naturels sur l'ensemble du bassin versant.

Les efforts entrepris pour pallier l'absence de juvéniles, c'est-à-dire dans le cadre d'élevage et de culture *ex situ* ou *in situ* (Buddensiek, 1995 ; Hastie & Young, 2003), ne peuvent être considérés que comme des mesures d'urgence pour conserver le potentiel évolutif et génétique de la mulette perlière (Geist & Kuehn, 2005 ; Geist, 2005). Ils ne peuvent pas remplacer les mesures de restauration de l'habitat naturel, prioritaires pour une conservation à long terme des populations. ■

Bibliographie

BAUER G., 1988 – Threats to the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* in central Europe. *Biological Conservation*, 45 : 239-253.

BUDDENSIEK V., 1995 – The culture of juvenile pearl mussels *Margaritifera margaritifera* in cages: a contribution to conservation programmes and the knowledge of habitat requirements. *Biological Conservation*, 99 : 183-190.

BUDDENSIEK V., ENGEL H., FLEISCHAUER-ROSSING S. & WÄCHTLER K., 1993 – Studies on the chemistry of interstitial water taken from defined horizons in the fine sediments of bivalve habitats in several North German lowland waters II: microhabitats of *Margaritifera margaritifera* L. *Archiv für Hydrobiologie*, 127 : 151-166.

CURRY R.A. & MCNEILL W.S., 2004 – Population-level responses to sediment during early life in brook trout. *Journal of the North American Benthological Society*, 23 : 140-150.

GANGLOFF M.M. & FEMINELLA J.W., 2007 – Stream channel geomorphology influences mussel abundance in southern Appalachian streams, USA. *Freshwater Biology*, 52 : 64-74.

GEIST J., 1999a – Schadwirkungen von Feinsedimenten in Flussperlmuschelgewässern, Die Flussmeister. *Zeitschrift für Wasserwirtschaft*, 1999-2000 : 43-46.

GEIST J., 1999b – Ist die Flussperlmuschel noch zu retten? Geoökologische Aspekte im Gewässerschutz. *Junge Wissenschaft*, 55 : 18-24.

GEIST J., 2005 – *Conservation Genetics and Ecology of European Freshwater Pearl Mussels* (*Margaritifera margaritifera* L.). PhD Thesis, Technische Universität München, München, Germany. Available at: www.weihenstephan.de/zpf/fisch/Mitarbeiter/Geist.htm [visité le 27 mai 2007].

GEIST J. & KUEHN R., 2005 – Genetic diversity and differentiation of central European freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.) populations: implications for conservation and management. *Molecular Ecology*, 14 : 425-439.

HASTIE L.C. & YOUNG M.R., 2003 – *Conservation of the Freshwater Pearl Mussel 1. Captive Breeding Techniques*. Conserving Natura 2000 Rivers Conservation Techniques Series No.2. English Nature, Peterborough.

HASTIE L.C., BOON P.J. & YOUNG M.R., 2000 – Physical microhabitat requirements of freshwater pearl mussels, *Margaritifera margaritifera* (L.). *Hydrobiologia*, 429 : 59-71.

HASTIE L.C., BOON P.J., YOUNG M.R. & WAY S., 2001 – The effects of a major flood on an endangered freshwater mussel population. *Biological Conservation*, 98 : 107-115.

HOWARD J.K. & CUFFEY K.M., 2006 – Factors controlling the age structure of *Margaritifera falcata* in 2 northern California streams. *Journal of the North American Benthological Society*, 25 : 677-690.

JOHNSON P.D. & BROWN K.M., 2000 – The importance of microhabitat factors and habitat stability to the threatened Louisiana pearl shell, *Margaritifera hembeli* (Conrad). *Canadian Journal of Zoology*, 78 : 271-277.

MAGEE J.P., MCMAHON T.E. & THUROW R.F., 1996 – Spatial variation in spawning habitat of cutthroat trout in a sediment-rich stream basin. *Transactions of the American Fisheries Society*, 125 : 768-779.

MALCOLM I.A., YOUNGSON A.F. & SOULSBY C., 2003 – Survival of salmonid eggs in a degraded gravel-bed stream: effects of ground-water-surface water interactions. *River Research and Applications*, 19 : 303-316.

SCHLESINGER W.H., 1991 – *Biogeochemistry*. Academic Press, San Diego, CA.

STRAYER D.L., 1999 – Use of flow refuges by unionid mussels in rivers. *Journal of the North American Benthological Society*, 18 : 468-476.

YOUNG M.R., COSGROVE P.J. & HASTIE L.C., 2001 – In BAUER G. & WÄCHTLER K. (Eds) *The Extent of, and Causes for, the Decline of a Highly Threatened Naiad: Margaritifera margaritifera; Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoidea*. *Ecological*

Studies, 145 : 337-357. Springer Verlag, Heidelberg, Germany.

ZIUGANOV V., ZOTIN A., NEZLIN L. & TRETIAKOV V., 1994 – *The Freshwater Pearl Mussels and their Relationships with Salmonid Fish*. VNIRO, Russian Federal Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, Russia, 104 p.

Cet article est une synthèse de l'article : GEIST J. & AUERSWALD K., 2007 – Physicochemical stream bed characteristics and recruitment of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*). *Freshwater Biology*, doi:10.1111/j.1365-2427.2007.01812.x

Traduction, avec l'autorisation des auteurs : Marie CAPOULADE, chargée de mission à Bretagne Vivante
marie.capoulade@bretagne-vivante.org

Juergen GEIST, docteur en biologie, à l'Université Technique de Munich (Allemagne).
Karl AUERSWALD, docteur en biologie, à l'Université technique de Munich (Allemagne).



Hervé Rommé

La rivière Elez