

Les coléoptères aquatiques de la zone alluviale du Rhône à Belley (France : Ain, Savoie) : inventaire et observations préliminaires sur les effets des mesures de restauration

Autor(en): **Carron, Gilles / Paillex, Amael / Castella, Emmanuel**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society**

Band (Jahr): **80 (2007)**

Heft 3-4

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-402945>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Les coléoptères aquatiques de la zone alluviale du Rhône à Belley (France: Ain, Savoie): inventaire et observations préliminaires sur les effets des mesures de restauration

GILLES CARRON, AMAEL PAILLEX & EMMANUEL CASTELLA

Laboratoire d'Ecologie et de Biologie Aquatique, Université de Genève, 18 chemin des Clochettes, CH 1206 Genève, Suisse. email: gilles.carron@leba.unige.ch

The water beetles of the French upper Rhône floodplain near Belley (France: Ain, Savoie): inventory and preliminary observations on the effects of the restoration measures. — An inventory was established for adult water beetles on 7 sites of 4 cut-off lateral channels in the upper Rhône floodplain near Belley (Ain, Savoie), in 2004 and 2005. Overall, 89 species were collected, accounting for up to 75 % of the species known to that region. *Laccobius albipes*, *Haliphus mucronatus*, *H. fulvus*, *Bidesus delicatulus*, *Laccobius sinuatus*, *Ochthebius crenulatus* and *Agabus brunneus* were among the rarest species on a regional scale. Sampling sites contained between 12 and 63 species. The pond-like (disconnected) appearance, the good quality of the ground water, the surrounding rather natural landscape, the presence of well vegetated gently-sloping margins and the very low densities of fishes were positive factors. The effect of the restoration measures was evaluated on one site which was completely refreshed during the winter of 2004–2005. The following spring, the community was found to be severely reduced but then recovered very quickly. This could be explained by the high mobility of these insects and the presence of reservoir-populations nearby. Sites along the channels with steep margins contained few species. Restoration measures should include, besides the re-digging of continuous, flowing lateral channels, the digging of series of isolated, permanent or temporary ponds.

Keywords. Coleoptera, floodplain, restoration, faunistics, Rhône, France.

INTRODUCTION

Suite aux travaux de correction du fleuve, le secteur actif de la plaine alluviale du Haut-Rhône français se trouve aujourd'hui réduit au lit principal, à quelques anciens chenaux se présentant actuellement comme des bras secondaires plus ou moins actifs (les «lônes») et à des plans d'eau permanents ou temporaires, en général régulièrement inondés. Les vastes étendues marécageuses d'autrefois ont largement laissé la place aux cultures intensives et aux plantations de peupliers. Ce secteur est influencé par la présence de barrages hydro-électriques vers lesquels l'eau du fleuve est en grande partie acheminée via des canaux de dérivation. Les chenaux naturels ont ainsi perdu de leur dynamique alluviale, certains sont même actuellement complètement atterris et boisés. Il reste cependant des milieux et des espèces de valeur, comme par exemple le rare gastéropode *Anisus vorticulus* (Planorbidae), qui a fait l'objet de recherches approfondies (Castella *et al.* 2005). Le programme décennal de restauration du Rhône français comporte plusieurs mesures visant à restaurer le fonctionnement de certaines de ces «annexes fluviales». L'objectif biologique, défini assez largement, est d'augmenter la diversité des habitats, notamment en augmentant le débit réservé au tronçon naturel («court-circuité») du fleuve et en recréant des chenaux ou des plans d'eau dans certaines lônes; les rapports internes

du maître d'ouvrage ne sont pas publiés mais une information de base sur le programme de restauration est disponible sur <http://www.fleuverhone.com>. Les enjeux au niveau écologique sont très élevés, car la structure en réseau des annexes fluviales constitue une composante fonctionnelle majeure de l'hydrosystème fluvial, en garantissant non seulement de nombreuses fonctions hydrologiques (régulation des crues) mais également biologiques (maintien de la diversité faunistique et floristique).

Depuis 2002, le Laboratoire d'Ecologie et de Biologie Aquatique de l'Université de Genève étudie les communautés d'invertébrés aquatiques dans les secteurs de Belley et de Brégnier-Cordon. Les peuplements d'invertébrés aquatiques (notamment: mollusques, crustacés et insectes) ont été retenus comme descripteurs des milieux. Des relevés effectués juste avant, puis trois ans après les travaux de restauration doivent permettre de mettre en évidence les changements apportés aux peuplements d'invertébrés. En juillet 2003 et avril 2004, le second auteur a échantillonné par la méthode des quadrats les macroinvertébrés aquatiques de 7 lônes du secteur de Belley (Paillex 2005, Paillex *et al.* 2007). Les travaux de restauration ont eu lieu durant l'hiver 2004–2005, et le prochain échantillonnage est donc prévu en 2007.

A titre de recherche complémentaire, il nous a paru intéressant d'effectuer un échantillonnage plus poussé et ponctuel d'un des groupes étudiés, à savoir les coléoptères aquatiques, considéré comme relativement mal échantillonné par la méthode des quadrats. Les objectifs du présent travail ont été de: 1) réaliser un inventaire aussi exhaustif que possible des espèces présentes dans les mêmes sites que Paillex, 2) contribuer à la connaissance de la faune régionale des coléoptères aquatiques et 3) essayer d'évaluer l'impact des mesures déjà réalisées, en comparant la faune d'un des sites avant (2004) et juste après (2005) les travaux de restauration. Pour le moment nous n'avons pas prévu de répéter un tel échantillonnage.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les lônes échantillonnées se situent dans les départements de l'Ain et de la Savoie, un peu en amont de la localité de Belley: lône de l'île Béard (abrégé ci-après B), lône des Luisettes (L), lône Fournier (F), lône Moiroud (M). Pour chaque lône, deux stations ont été définies, une en amont (AM) et une en aval (AV), sauf pour la lône Moiroud qui n'a été échantillonnée qu'en amont. Les 7 stations de prélèvement correspondent exactement à celles étudiées par Paillex (2005); elles sont localisables sur la Fig. 1. Altitude des stations: environ 230 m. Coordonnées latitude / longitude en degrés décimaux (WGS84) des stations: BAM: 45,780752 / 5,774777; BAV: 45,776077 / 5,778748; FAM: 45,780510 / 5,783376; FAV: 45,775691 / 5,783038; LAM: 45,801106 / 5,783200; LAV: 45,792659 / 5,777420; MAM: 45,790155 / 5,781714. Malgré d'importantes fluctuations du niveau de l'eau, tous les points d'eau étudiés sont permanents. Les stations BAM, BAV, LAM et MAM sont des plans d'eau stagnante isolés, plus ou moins fréquemment inondables (voir aussi ci-dessous); les autres stations sont dans des secteurs de chenal continu, à léger courant, aux rives assez abruptes, la profondeur variant aussi de 20 à 100 cm selon les stations et les saisons.

Les taxa recherchés dans notre étude et mentionnés sous le terme assez imprécis de «coléoptères aquatiques» appartiennent aux familles suivantes: Hygrobiidae*,

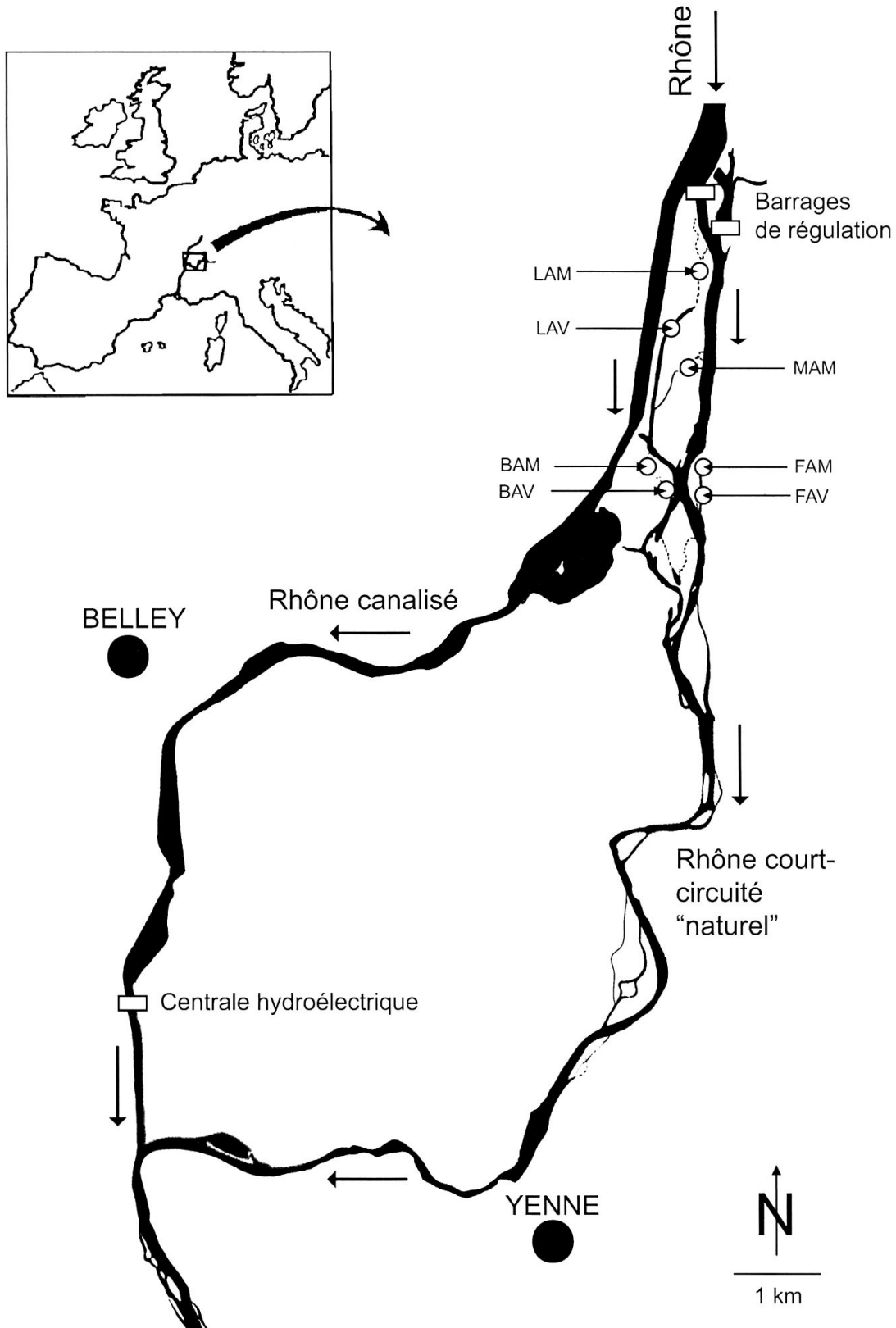


Fig. 1. Localisation du secteur du Rhône concerné et des stations de prélèvement: lône des Luisettes amont (LAM) et aval (LAV), lône Moiroud amont (MAM), lône de l'île Béard amont (BAM) et aval (BAV), lône Fournier amont (FAM) et aval (FAV).



Fig. 2. La mouille de Béard amont (BAM) en septembre 2004. Le plan d'eau est fortement envahi par *Elodea nuttallii*, *Leersia orizoides* et *Phragmites australis*.



Fig. 3. Mouille de Béard amont le 11 mai 2005, après les travaux de décapage.

Haliplidae, Dytiscidae, Noteridae, Gyrinidae, Sphaeriusidae*, Hydrophilidae (part.: Hydrophilinae + *Coelostoma*), Helophoridae, Hydrochidae, Spercheidae*, Georisidae, Dryopidae, Elmidae, Hydraenidae, Scirtidae (= Helodidae) et Psephenidae*; les familles marquées d'une * n'ont pas été trouvées dans nos échantillons. Seuls les imagos ont été collectés.

Deux prélèvements annuels ont été effectués sur chaque station, un au printemps et un en automne, de manière à couvrir un maximum d'espèces, étant donné que les cycles biologiques varient selon les taxa. Dates des prélèvements: 12.5.04, puis 13.9.04 et 4.10.04 (pré-restauration); 11.5.05, puis 28.9.05 (post-restauration). A l'aide d'un filet troubleau de 25 cm de côté muni d'une poche de 30 cm de profondeur, d'une maille de 1 mm, tous les habitats aquatiques ont été échantillonnés sur un tronçon de lône de 30 m de long, y compris les faciès semi-aquatiques comme les rives, qui ont été activement perturbées avec le pied. Le matériel récolté a été ramené sur la rive et déposé sur un drap blanc, sur lequel les insectes (imagos) ont été collectés à l'aide de brucelles. Les insectes ont été soit tués à l'éther soit mis directement en éthanol à 70 %. L'échantillonnage se terminait lorsqu'il apparaissait qu'aucune nouvelle espèce n'était récoltée, dans la mesure de ce que l'on pouvait séparer à l'œil nu évidemment. Les relevés, effectués par deux (généralement) à quatre personnes, ont duré entre 1 et 3 heures selon les stations.

L'examen des édéages des mâles a été pratiqué systématiquement pour les groupes difficiles. Tous les individus n'ont pas pu être déterminés jusqu'au niveau spécifique: les *Dryops*, les *Helophorus* et les Scirtidae n'ont pas été identifiés plus précisément. Suite à la description récente de deux nouvelles espèces jumelles de *C. seminulum* Herbst, les exemplaires de *Chaetarhria* ont été laissés au genre; plusieurs femelles de *Haliphus* et de *Hydraena* sont restées indéterminées, mais la collecte suffisante de mâles laisse penser que toutes les espèces présentes ont pu être recensées. Parmi les principales références utilisées pour la détermination, citons Nilsson & Holmen (1995), Drost *et al.* (1992), Jäch (1990, 1992b, 1998), van Vondel (1997), Hebauer & Klausnitzer (1998), Franciscolo (1979) et Olmi (1976). La nomenclature suit Nilsson (2003a, b), Hansen (2004), Jäch (1992a, b, 2004), Mazzoldi (2003) et van Vondel (2003)

Le matériel collecté est déposé au Laboratoire d'Ecologie et de Biologie Aquatique de l'Université de Genève. Toutes les espèces sont représentées par au moins un exemplaire à sec, monté sur paillette.

Les modifications de structure occasionnées par les travaux de restauration ont été très variables d'une station à l'autre: aucune modification (LAV, FAV), légère perturbation due au passage de machines de chantier (LAM, MAM), léger recreusage sans modification des rives (FAM), recreusage avec reprofilage partiel (BAV) ou complet (BAM) des rives. Le débit moyen sur l'année réservé au Rhône court-circuité a été augmenté de 35 à 73 m³/s au début de l'année 2005, sans que nous ayons pu toutefois déceler de modifications notables au niveau des habitats échantillonnés. Une brève description de la station BAM, qui a subi l'intervention la plus «drastique» et qui a été retenue pour une comparaison avant/après travaux, est donnée ci-dessous, ainsi que celle de la station similaire de MAM, prise comme site-témoin de référence. Les stations ont par ailleurs subi régulièrement des crues, dont les effets n'ont pas été mesurés en détail.

La station BAM consiste, en un plan d'eau d'environ 15 x 3 m, peu profond (max. env. 1,2 m) et assez bien ensoleillé. Le substrat est sableux-graveleux. Le plan



Fig. 4. Mouille de Béard amont le 28 septembre 2005. La végétation des rives est encore clairsemée mais les herbiers subaquatiques, peu visibles sur l'image, se sont déjà bien reconstitués.

d'eau est «stagnant» en apparence et bien déconnecté du chenal courant du Séran. Un certain renouvellement de l'eau par la nappe peut cependant être déduit de la faible turbidité de l'eau et de la relative abondance de characées. Les rives en pente forte (de côté) à douce (en amont et en aval) sont, en fin de saison de végétation et avant restauration, fortement envahies par *Leersia orizoides* (L.) et *Phragmites australis* (Cavanilles), qui dominent les autres plantes: *Alisma plantago-aquatica* L., *Agrostis stolonifera* L., *Typha latifolia* L., etc. (Fig. 2). Des herbiers subaquatiques denses de *Elodea nuttallii* (Planchon) et *E. canadensis* Michaux et de quelques autres hydrophytes (*Myriophyllum* sp., *Ceratophyllum* sp.) remplissent environ la moitié du volume. En cas de légère crue, le niveau de la nappe monte et des connexions se font avec d'autres plans d'eau situés en amont et en aval; à l'embouchure, environ 600 m en aval, les eaux souterraines et du Séran remontent dans la partie aval de la lône. En cas de forte crue, le Séran qui draine les eaux de la nappe et du Rhône déborde en amont et s'écoule dans la lône, qui fonctionne alors comme un chenal actif. Les travaux de restauration ont entièrement décapé le fond et les rives du plan d'eau (Fig. 3). La profondeur n'a été que peu modifiée mais le substrat a été «rafraîchi» et au printemps 2005, la végétation aquatique avait presque entièrement disparu. Celle-ci s'est cependant rapidement rétablie, d'abord par des herbiers denses de *Potamogeton pusillus* L. et de characées au début de l'été, puis d'*Elodea* jusqu'à l'automne. A fin septembre 2005, diverses plantes repeuplaient les rives, surtout *Alisma plantago-aquatica* et *Leersia orizoides* (Fig. 4).

La station de MAM consiste en un petit trou d'eau d'environ 3 x 2 m, peu profond (max. 50 cm), situé dans le chenal relativement étroit de la lône Moiroud (Fig. 5); le plan d'eau est également déconnecté et alimenté par la nappe. Le substrat est



Fig. 5. Station d'étude Moiroud amont (MAM) le 13 septembre 2004. Graminée dominante visible sur l'image: *Leersia orizoides*.

sablo-limoneux. La station est fortement envahie de *Leersia orizoides* et d'*Elodea nuttallii* (env. 50 % du volume) et se caractérise par un certain ombrage porté par la ripisylve et diverses plantes qui croissent tout autour au cours de l'été (*Impatiens glandulifera* Royle surtout). En fin d'été, la surface du plan d'eau est presque entièrement recouverte de lentilles d'eau (*Lemna* sp.). Cette station est assez peu influencée par l'effet des crues, mais celles-ci peuvent avoir lieu en provenance du Rhône, en cas de très hautes eaux.

Mises à part quelques épinoches (*Gasterosteus aculeatus* L.) et perches soleils (*Lepomis gibbosus* (L.)) isolées que nous avons accidentellement capturées au troubleau, il ne semblait guère y avoir de poissons dans ces deux plans d'eau. Plusieurs tritons (*Triturus alpestris* (Laurenti) et *T. vulgaris* (L.)) ont été observés dans la station Moiroud. Nous avons noté par ailleurs une grande abondance de larves d'odonates dans les deux stations.

RÉSULTATS

Inventaire des espèces

Le Tab. 1 présente les résultats des inventaires par lômes. Nos prélèvements au troubleau ont permis la collecte d'environ 4'000 individus, soit 13 espèces d'Haliplidae, 38 Dytiscidae, 1 Noteridae, 1 Gyrinidae, 22 Hydrophilidae, 1 Hydrochidae, 1 Georissidae, 1 Elmidae, 5 Hydraenidae, au moins 2 Dryopidae, 1 Helophoridae

Tab. 1. Résultats des captures avec mention (= *) des espèces mentionnées uniquement par Paillex (2005). CAST = espèces mentionnées par Castella (1987) dans deux secteurs du Haut-Rhône français (Bregnier-Cordon et Jons) et dans le bas-cours de l'Ain; «!» = espèces non retrouvées par nous à Bellely.

	BAM	BAV	LAM	LAV	FAM	FAV	MAM	CAST
Halipidae								
<i>Brychius elevatus</i> (Panzer, 1794)					X			X
<i>Halipus confinis</i> Stephens, 1828		X*						X
<i>Halipus flavicollis</i> Sturm, 1834	X	X	X	X	X		X	X
<i>Halipus fluviatilis</i> Aubé, 1836	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Halipus fulvus</i> (Fabricius, 1801)	X						X	X
<i>Halipus heydeni</i> Wehncke, 1875	X	X					X	X
<i>Halipus immaculatus</i> Gerhardt, 1877								!
<i>Halipus laminatus</i> (Schaller, 1783)	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Halipus lineatocollis</i> (Marsham, 1802)	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Halipus mucronatus</i> Stephens, 1828			X					X
<i>Halipus obliquus</i> (Fabricius, 1787)	X	X	X	X		X		X
<i>Halipus ruficollis</i> (Geer, 1774)	X		X				X	X
<i>Halipus variegatus</i> Sturm, 1834	X							
<i>Peltodytes caesus</i> (Duftschmid, 1805)	X	X	X	X			X	X
<i>Peltodytes rotundatus</i> Aubé, 1836	X	X	X					
Dytiscidae								
<i>Acilius canaliculatus</i> (Nicolai, 1822)	X		X				X	
<i>Acilius sulcatus</i> (Linnaeus, 1758)	X		X				X	X
<i>Agabus bipustulatus</i> (Linnaeus, 1767)	X		X				X	X
<i>Agabus brunneus</i> (Fabricius, 1798)							X	
<i>Agabus didymus</i> (Olivier, 1795)								!
<i>Agabus sturmi</i> (Gyllenhal, 1808)	X	X		X			X	X
<i>Agabus undulatus</i> (Schranck, 1776)								!
<i>Bidessus delicatulus</i> (Schaum, 1844)			X					
<i>Bidessus minutissimus</i> (Germar, 1824)				X		X*	X	X
<i>Colymbetes fuscus</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X					X
<i>Cybister lateralmarginalis</i> (De Geer, 1774)								!
<i>Dytiscus dimidiatus</i> Bergsträsser, 1778	X		X					X
<i>Dytiscus marginalis</i> Linnaeus, 1758	X	X	X				X	X
<i>Dytiscus semisulcatus</i> O.F. Müller, 1776	X		X				X	X
<i>Graphoderus cinereus</i> (Linnaeus, 1758)								!
<i>Graptodytes granularis</i> (Linnaeus, 1767)	X							
<i>Graptodytes pictus</i> (Fabricius, 1787)								!
<i>Hydaticus seminiger</i> (De Geer, 1774)			X				X	X
<i>Hydaticus transversalis</i> (Pontoppidan, 1763)	X						X	
<i>Hydroglyphus geminus</i> (Fabricius, 1792)	X	X	X				X	X
<i>Hydroporus angustatus</i> Sturm, 1835	X						X	X
<i>Hydroporus incognitus</i> Sharp, 1869							X	
<i>Hydroporus marginatus</i> (Duftschmid, 1805)								!
<i>Hydroporus palustris</i> (Linnaeus, 1761)	X	X	X	X			X	X
<i>Hydroporus planus</i> (Fabricius, 1782)							X	X
<i>Hydroporus pubescens</i> (Gyllenhal, 1808)	X						X	X
<i>Hydroporus tristis</i> (Paykull, 1798)	X						X	
<i>Hydrovatus cuspidatus</i> (Kunze, 1818)								!
<i>Hygrotus impressopunctatus</i> (Schaller, 1783)							X	X
<i>Hygrotus inaequalis</i> (Fabricius, 1777)	X	X	X				X	X
<i>Hygrotus versicolor</i> (Schaller, 1783)								!
<i>Hyphydrus ovatus</i> (Linnaeus, 1761)	X	X	X				X	X
<i>Ilybius ater</i> (De Geer, 1774)	X						X	
<i>Ilybius fenestratus</i> (Fabricius, 1781)	X	X						X
<i>Ilybius fuliginosus</i> (Fabricius, 1792)	X	X		X			X	X
<i>Ilybius quadriguttatus</i> (Lacordaire, 1835)							X	
<i>Laccophilus hyalinus</i> (De Geer, 1774)	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Laccophilus minutus</i> (Linnaeus, 1758)	X		X				X	X
<i>Laccophilus poecilus</i> Klug, 1834	X	X*						
<i>Liopterus haemorrhoidalis</i> (Fabricius, 1787)	X		X					X
<i>Nebrioporus elegans</i> (Panzer, 1794)		X					X	X
<i>Platambus maculatus</i> (Linnaeus, 1758)	X	X		X	X	X	X	X
<i>Porhydrus lineatus</i> (Fabricius, 1775)		X						X
<i>Rhantus suturalis</i> (MacLeay, 1825)	X		X				X	X
<i>Scarodytes halensis</i> (Fabricius, 1787)								!
<i>Stictotarsus duodecimpustulatus</i> (Fabricius, 1792)				X	X	X		X
<i>Yola bicarinata</i> (Latreille, 1804)	X	X						X
Noteridae								
<i>Noterus clavicornis</i> (De Geer, 1774)	X	X	X	X				X
<i>Noterus crassicornis</i> (O.F. Müller, 1776)								!

	BAM	BAV	LAM	LAV	FAM	FAV	MAM	CAST
Gyrinidae								
<i>Gyrinus minutus</i> Fabricius, 1798								!
<i>Gyrinus substriatus</i> Stephens, 1828	X		X	X	X	X	X	X
<i>Orechtochilus villosus</i> (O.F. Müller, 1776)								!
Hydrophilidae								
<i>Anacaena bipustulata</i> (Marsham, 1802)	X	X	X	X	X		X	
<i>Anacaena globulus</i> (Paykull, 1798)			X					X
<i>Anacaena limbata</i> (Fabricius, 1792)	X		X	X			X	X
<i>Anacaena lutescens</i> (Stephens, 1829)	X						X	
<i>Berosus affinis</i> Brullé, 1835								!
<i>Berosus signaticollis</i> (Charpentier, 1825)							X	X
<i>Chaetarthria</i> sp.		X		X				
<i>Coelostoma orbiculare</i> (Fabricius, 1775)	X							
<i>Enochrus coarctatus</i> (Gredler, 1863)	X						X	X
<i>Enochrus melanocephalus</i> (Olivier, 1792)			X					X
<i>Enochrus ochropterus</i> (Marsham, 1802)								!
<i>Enochrus quadripunctatus</i> (Herbst, 1797)								!
<i>Enochrus testaceus</i> (Fabricius, 1801)	X							X
<i>Helochares lividus</i> (Forster, 1771)	X	X	X	X			X	X
<i>Helochares obscurus</i> (O.F. Müller, 1776)	X		X					X
<i>Hydrobius fuscipes</i> (Linnaeus, 1758)	X						X	X
<i>Hydrochara caraboides</i> (Linnaeus, 1758)							X	
<i>Hydrophilus piceus</i> (Linnaeus, 1758)	X							X
<i>Laccobius albipes</i> Kuwert, 1890		X						
<i>Laccobius alternus</i> Motschulsky, 1855	X	X	X					
<i>Laccobius bipunctatus</i> Fabricius, 1775	X	X	X	X			X	
<i>Laccobius gracilis</i> Motschulsky, 1855	X	X	X				X	
<i>Laccobius minutus</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X				X	X
<i>Laccobius sinuatus</i> Motschulsky, 1849		X						X
<i>Laccobius striatulus</i> (Fabricius, 1801)	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Limnoxenus niger</i> (Zschach, 1788)								!
Helophoridae								
<i>Helophorus</i> sp.	X	X					X	X
Hydrochidae								
<i>Hydrochus angustatus</i> Germar, 1824								!
<i>Hydrochus elongatus</i> (Schaller, 1783)	X							X
Georissidae								
<i>Georissus laesicollis</i> Germar, 1831		X	X					
Dryopidae								
<i>Dryops</i> sp.	X	X	X	X	X		X	X
<i>Pomatinus substriatus</i> (P.W.J. Müller, 1806)		X				X	X	X
Elmidae								
<i>Elmis aenea</i> (P.W.J. Müller, 1806) *		X*						X
<i>Elmis maugetii</i> Latreille, 1798								!
<i>Esolus parallelepipedus</i> (P.W.J. Müller, 1806)								!
<i>Limnius opacus</i> P.W.J. Müller, 1806								!
<i>Limnius volckmari</i> (Panzer, 1793)								!
<i>Oulimnius major</i> (Rey, 1889)								!
<i>Oulimnius rivularis</i> (Rosenhauer, 1856)								!
<i>Oulimnius tuberculatus</i> (P.W.J. Müller, 1806)	X							X
<i>Riolus cupreus</i> (P.W.J. Müller, 1806)								!
<i>Riolus subviolaceus</i> (P.W.J. Müller, 1817)								!
Hydraenidae								
<i>Hydraena assimilis</i> Rey, 1885	X					X	X	X
<i>Hydraena melas</i> Dalla Torre, 1877								!
<i>Hydraena nigrita</i> Germar, 1824							X	
<i>Hydraena palustris</i> Erichson, 1837								!
<i>Hydraena testacea</i> Curtis, 1830	X						X	X
<i>Limnebius nitidus</i> (Marsham, 1802)								!
<i>Ochthebius crenulatus</i> Mulsant & Rey, 1850							X	
<i>Ochthebius minimus</i> (Fabricius, 1792)	X		X				X	X
Scirtidae								
Scirtidae sp.	X	X						X
TOTAL espèces (min.)	63	41	41	21	12	12	57	94
avec données Paillex (2005)	63	42	41	21	12	13	57	94

et 1 Scirtidae, totalisant ainsi 87 espèces au minimum. Si on ajoute les deux espèces collectées uniquement par Paillex (2005), il s'ensuit que la faune des coléoptères aquatiques des sites étudiés entre 2003 et 2005 s'élève à 89 espèces au moins. Il est remarquable de noter que malgré cet effort de chasse, plusieurs espèces n'ont été capturées qu'en un seul exemplaire.

Nos captures au troubleau totalisent entre 12 et 63 espèces selon les sites (Tab. 1, Fig. 6). Les Dytiscidae et les Hydrophilidae (notamment grâce à une diversité élevée d'espèces du genre *Laccobius*) dominant le peuplement, mais les Haliplidae sont remarquablement bien représentés également (jusqu'à 11 espèces par station). Les stations de Béard amont (63 espèces) et Moiroud amont (57 espèces) sont les plus riches.

Effets saisonniers et des travaux de restauration

Même si diverses interventions, tout comme les crues, ont modifié quelque peu les stations étudiées d'une saison à l'autre, nous avons choisi de représenter des courbes de richesse cumulées continues, sauf pour la station BAM, qui a été «remise à 0» par le curage. Les courbes des richesses cumulées (Fig. 7) permettent de constater que notre échantillonnage est relativement exhaustif sur les stations les moins riches (FAV, FAM, LAV); pour les autres stations (MAM, BAV, LAM), la courbe toujours croissante indique clairement la possibilité de pouvoir capturer encore des espèces supplémentaires.

Malgré un important décapage entraînant une baisse de 65 % de la richesse spécifique entre l'automne 2004 et le printemps 2005, la faune de la station BAM retrouve en seulement quelques mois une valeur (40 espèces) presque comparable à celle observée avant les travaux (54 espèces).

Si on cumule les résultats de chaque année (Fig. 8), on constate que, sur chaque site, la faune collectée est assez différente entre 2004 et 2005, puisque le pourcentage moyen d'espèces trouvées seulement l'une des deux années est de 48 % (min. 24 %, max. 67 %). Notez que la station recreusée BAM (51 %) et la station «intacte» de référence MAM (47 %) ont des valeurs semblables.

Une première analyse de la modification de la composition faunique avant et après travaux peut se faire en considérant les principales familles (Figs 9a–c). La structure du peuplement apparaît comme assez semblable sur les deux stations, avec une légère dominance des Hydrophilidae au printemps et des Dytiscidae en automne.

De manière à pouvoir faire une analyse qualitative des variations, une comparaison des listes d'espèces des deux stations est présentée pour chaque saison sur le Tab. 2. Quelques observations sur ce tableau sont faites dans le chapitre «Discussion».

DISCUSSION

Inventaire des espèces

Malgré les lacunes dans les connaissances sur la distribution des coléoptères aquatiques en Europe (synthèse pour la France, voir Queney 2004), il apparaît que notre inventaire a pu mettre en évidence la présence de plusieurs espèces rares au

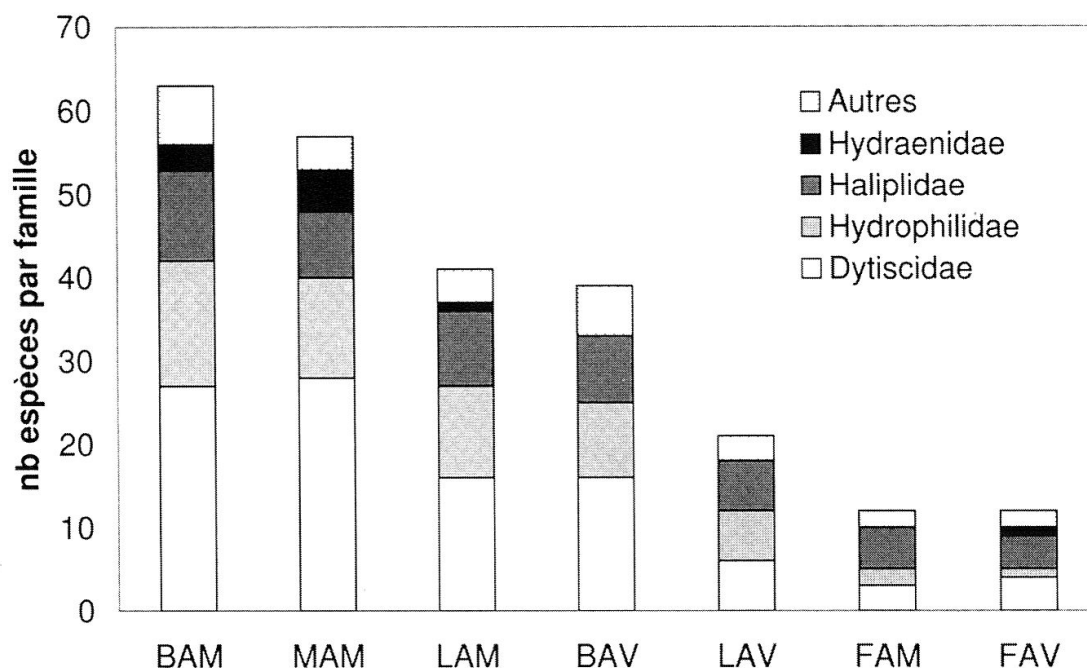


Fig. 6. Richesse en espèces des stations étudiées (cumul 2004–2005), seulement nos prélèvements au troubleau.

niveau national, voire européen. La plus rarement signalée semble être *Laccobius albipes* Kuwert, 1890 (Hydrophilidae): Gentili & Chiesa (1975) ne la mentionnent que de neuf localités de France continentale, et elle est considérée comme rare sur l'ensemble de son aire de répartition, qui comprend toute l'Europe centrale et orientale (Hebauer & Klausnitzer 1998). Ces derniers auteurs lui attribuent une préférence pour les eaux froides sur substrat sableux et cette spécialisation la rend probablement peu fréquente, mais il est aussi probable qu'elle passe inaperçue: dans notre cas, il a fallu examiner plusieurs centaines de *Laccobius* pour trouver un seul *L. albipes*! *Bidessus delicatulus* (Schaum, 1844) (Dytiscidae) a été trouvé en un seul exemplaire et apparaît comme nettement moins fréquent dans nos sites que *B. minutissimus* (Germar, 1824); rare en France, Schaefer (1952) le mentionnait de l'île de la Pape (Département du Rhône) et de Mollon (Dépt. de l'Ain). Il s'agit également d'une espèce qui vit dans les eaux claires sur substrat minéral nu (sable, gravier), dans les interstices duquel il peut s'enfoncer grâce à sa morphologie très aplatie tout à fait particulière. Parmi les Hydraenidae, *Ochthebius crenulatus* Mulsant & Rey, 1850 est le seul élément rare; il est reporté de façon éparse de la France à la Croatie. *Agabus brunneus* (Fabricius, 1798) (Dytiscidae) et *Peltodytes rotundatus* Aubé, 1836 (Haliplidae) ont une distribution assez vaste en France mais plutôt centrée dans la région méditerranéenne; dans la vallée du Rhône, la limite septentrionale se situe dans le canton de Genève (Carron 2005). A notre connaissance, *Haliphus fulvus* (Fabricius, 1801), *H. mucronatus* Stephens, 1828 et *Laccobius sinuatus* Motschulsky, 1849 sont aussi des espèces peu courantes. *Acilius canaliculatus* (Nicolai, 1822) n'était cité ni par Schaefer (1952) ni par Castella (1987), mais il ne s'agit pas d'une espèce à écologie très particulière, il a peut-être passé inaperçu. Par rapport à la liste de Castella (1987) (Tab. 1), nos recherches ont donc permis d'ajouter 24 nouvelles

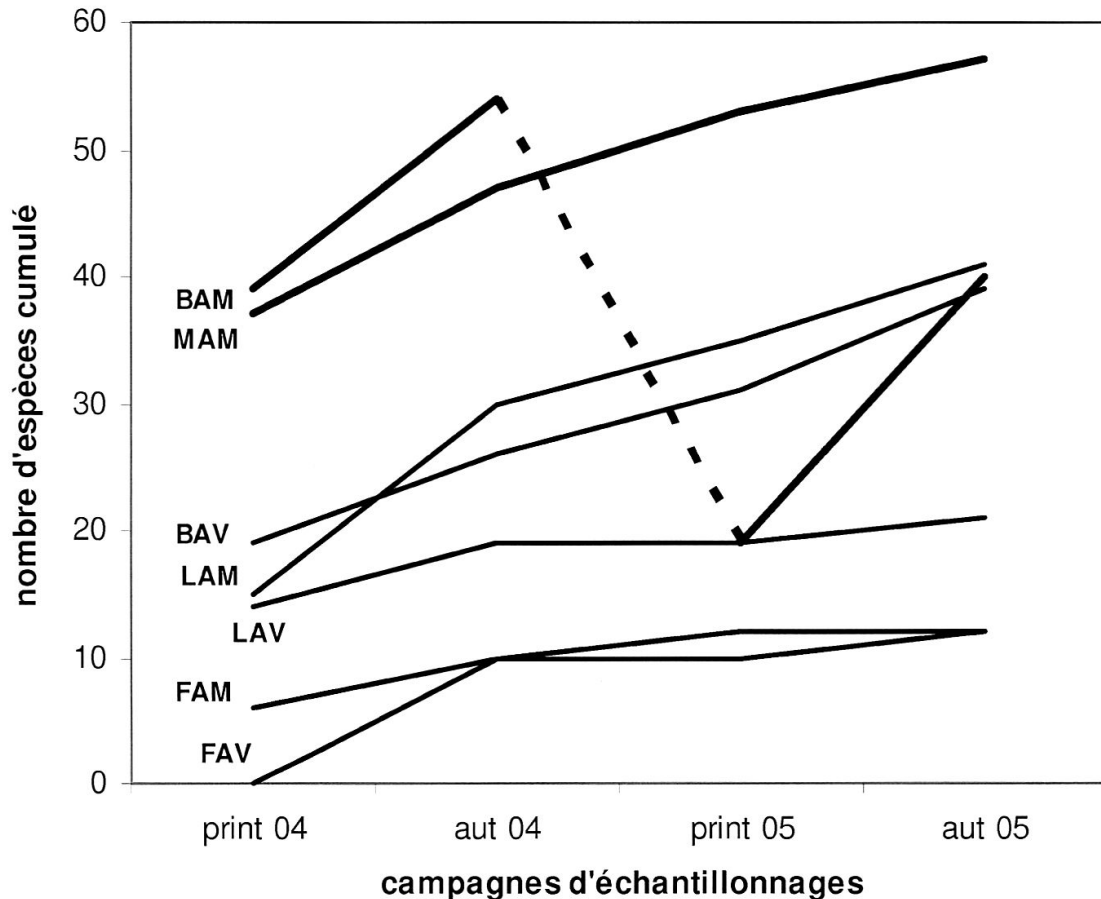


Fig. 7. Richesse cumulée calculée sur la base des résultats obtenus lors des 4 campagnes d'échantillonnages. Le décompte recommence au printemps 2005 pour la station Béard amont, après le curage complet de la station (trait-tillé). Voir aussi texte.

espèces à la liste faunique régionale; les 29 espèces mentionnées seulement par cet auteur et non retrouvées à Belley vivent pour la plupart dans des habitats absents de nos sites d'études.

Les écoulements souterrains d'eau bien oxygénée permettent d'abriter, dans le sable ou les graviers peu ou pas colmatés, souvent sous les galets plus ou moins recouverts de characées, une communauté de petites espèces plutôt rares (peut-être sous-capturées), caractéristiques de ce milieu: *Bidessus delicatulus*, *B. minutissimus*, *Yola bicarinata* (Latreille, 1804), *Georissus laesicollis* Germar, 1831, *Laccobius albipes*, *L. gracilis* Motschulsky, 1855, *L. alternus* Motschulsky, 1855, pour ne citer que les plus intéressantes.

Il faut relever la présence (en petits nombres) dans les lônes de plusieurs espèces typiquement rhéophiles: *Brychius elevatus* (Panzer, 1794), *Stictotarsus duodecimpustulatus* (Fabricius, 1792), *Platambus maculatus* (Linnaeus, 1758), *Elmis aenea* (PWJ Müller, 1806), *Oulimnius tuberculatus* (PWJ Müller, 1806), *Pomatinus substriatus* (PWJ Müller, 1806) et *Hydraena nigrita* Germar, 1824. Leur présence témoigne des effets combinés de la bonne oxygénation de l'eau via le renouvellement par les écoulements souterrains d'une part, et des apports par les crues d'autre part. Il est difficile de savoir si toutes ces espèces ont des populations permanentes dans les lônes seules. Elles ont toutes été trouvées dans le Rhône (Coge-

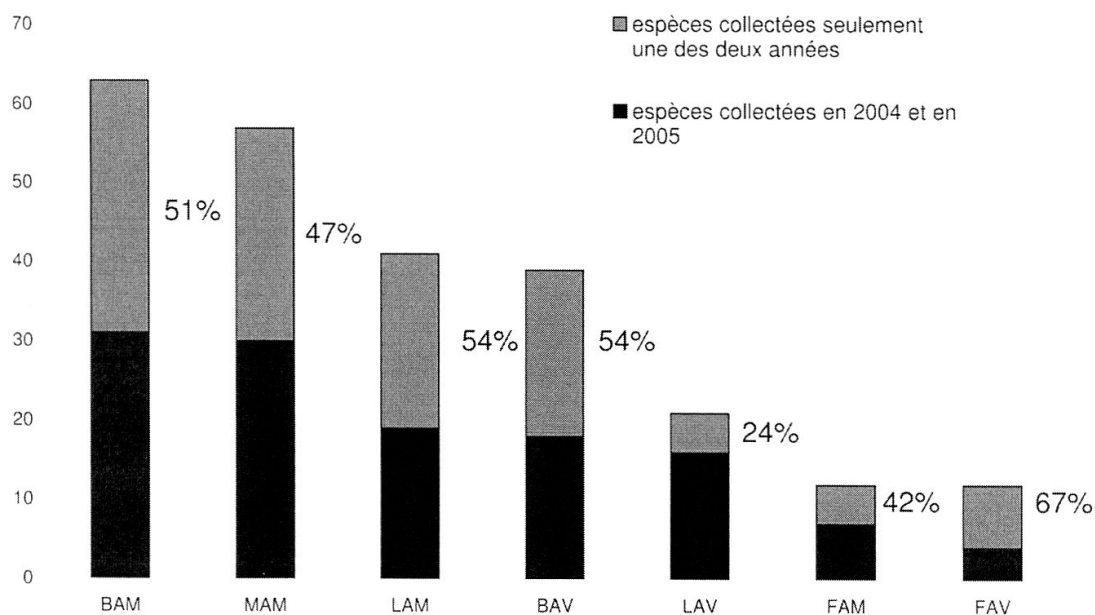


Fig. 8. Turnover 2004–2005: proportions d'espèces observées chacune des deux années vs. collectées en 2004 ou en 2005 uniquement.

rino 1989, Berrahou 1993), en général en très faible abondance, car le chenal n'offre en effet pas les habitats d'eau claire riche en plantes ou mousses aquatiques, souvent situés dans des petits trous d'eau calme des rivières, favorables à ces espèces. Il semble que ces espèces puissent survivre en très faible densité dans les lônes, puisque quelques larves d'*Elmis* ont été collectées par Paillex (2005), mais sans pouvoir constituer des populations bien établies, et peut-être grâce à une «alimentation» régulière par des apports d'individus lors des crues.

Inversement, des éléments typiques de milieux tourbeux et forestiers ont également créé la surprise dans nos échantillons, comme *Hydroporus angustatus* Sturm, 1835, *H. tristis* (Paykull, 1798) et *H. incognitus* Sharp, 1869. *Hydroporus incognitus* est connu pour être avant tout lié aux eaux acides et ombragées, comme les gouilles de haut-marais ou les forêts tourbeuses; cet *Hydroporus* facilement confondu avec *H. palustris* (Linnaeus, 1761) se trouve cependant ici et là en paysage ouvert de plaine, dans des petits trous d'eau de prairies marécageuses, toujours très riches en plantes et en matière organique. La même observation vaut pour *Hydroporus tristis*, donné très généralement comme «tyrphophile» mais assez fréquent dans les étangs tourbeux (eutrophes) de plaine, les gouilles de bas-marais ou les trous d'eau dans les prairies marécageuses (obs. pers. du premier auteur en Suisse romande et en Savoie).

La richesse de certaines des stations étudiées est absolument extraordinaire. Si on réunit la faune recensée par Castilla de 1983 à 1985 (lônes du Rhône et de l'Ain, nombreuses stations: 94 espèces) et nos relevés (lônes du Rhône: 7 stations: 89 espèces), on atteint un total de 118 espèces actuellement recensées pour cette région. Dans seulement sept petits plans d'eau on trouve ainsi à Belley exactement les trois quarts de la faune régionale actuellement connue, et un seul d'entre eux, Béard amont, comptabilise, avec ses 63 espèces, plus de la moitié (53 %) de cette

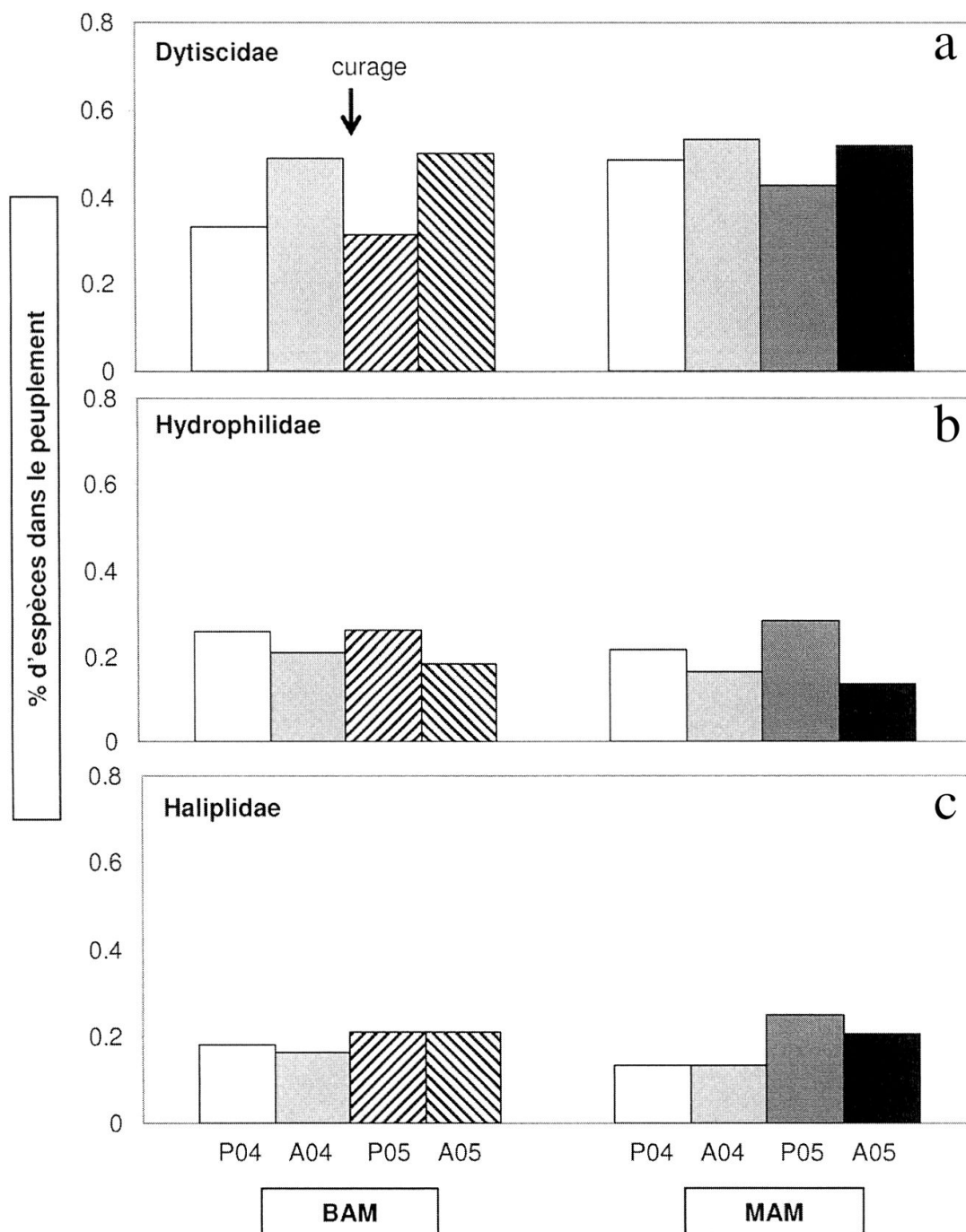


Fig. 9. Pourcentage des espèces de a) Dytiscidae, b) Hydrophilidae et c) Haliplidae dans le peuplement. Espèces appartenant aux autres familles non incluses.

faune, ce qui correspond à 71 % des espèces trouvées dans les 4 lônes de Belley étudiées ici.

Cette richesse est inégalement distribuée et certaines stations sont nettement plus riches que d'autres. Comme facteurs positifs, citons l'absence ou la présence très faible et irrégulière de poissons, la présence de ceintures de végétation herba-

cée bien développées sur des rives en pente douce, la bonne qualité générale de l'eau de nappe et la présence fortement pressentie de populations-réservoirs à proximité. La présence de paysages environnants assez naturels, en général des terrasses alluviales plus ou moins boisées, avec peu de surfaces agricoles intensives en contact direct avec les lônes, contribue certainement aussi à maintenir une qualité de l'eau élevée et à rendre ces habitats très favorables. Les lônes les plus pauvres (Fournier et Luisettes aval) sont des chenaux latéraux d'eau courante aux rives abruptes. La structure du milieu est plus simple et le nombre de micro-habitats beaucoup plus réduit, en raison de la végétation riveraine moins développée.

Effet des mesures de restauration

Il faut d'abord noter que dans la station témoin non restaurée, des changements dans la composition en espèces ont été notés entre 2004 et 2005, ce qui indique que le «turnover» de la faune entre 2004 et 2005 peut être relativement élevé même sans intervention sur le milieu. La variabilité interannuelle observée dans nos stations s'explique d'une part par le hasard de l'échantillonnage, car plusieurs espèces n'ont été trouvées qu'en un ou deux exemplaires et c'est la chance de les découvrir qui permet d'attester leur présence. Au hasard de la dispersion naturelle s'ajoute l'effet des crues, qui peuvent entraîner des espèces rhéophiles depuis le chenal du Rhône. D'autre part, les processus antagonistes d'atterrissement et de rajeunissement, typiques de la dynamique alluviale, agissent constamment sur les lônes et diversifient sans cesse les habitats, ce qui permet une diversification maximale de la faune. La mobilité élevée des coléoptères et la présence de nombreux autres milieux aquatiques à proximité, fonctionnant comme réservoirs, permettent de nombreux déplacements et le maintien d'une faune riche qui «bouge» sur un ensemble de milieux très diversifiés.

Dans le plan d'eau de Béard amont restauré, on observe d'abord une chute du nombre d'espèces, puis un rétablissement spectaculaire, puisqu'une seule saison estivale a suffi pour que 40 espèces (contre 54 recensées en 2004) puissent s'y réinstaller. Même si le nombre et la qualité des espèces ont fortement varié d'un relevé à l'autre, la structure taxonomique du peuplement est restée relativement constante entre 2004 et 2005. L'analyse plus détaillée des changements dans la faune est malheureusement fortement limitée par l'absence des données d'abondance: les espèces changent peu, c'est leur abondance relative qui tend à fluctuer, d'après ce que nous avons pu observer dans nos échantillons.

Alors qu'on s'attend, après curage, à une arrivée d'espèces typiquement pionnières, on trouve chez les Haliplidae, à côté de deux espèces ubiquistes (*H. flavicollis* Sturm, 1834 très abondant et *H. lineatocollis* (Marsham, 1802)), quelques individus de deux espèces typiques de milieux eutrophes et richement végétalisés, *Haliphus heydeni* Wehncke, 1875 et *H. ruficollis* De Geer, 1774, provenant visiblement de milieux alentours non restaurés. Cette observation met en évidence que, à côté des espèces pionnières recherchant les milieux jeunes, la colonisation se fait aussi par l'arrivée accidentelle ou «opportuniste» d'espèces étrangères au milieu. Etrangement, les *Haliphus fluviatilis* Aubé, 1836 et *H. laminatus* (Schaller, 1873), plus sténotopes et qui dominaient nettement le peuplement des Haliplidae sur la station avant le curage, étaient introuvables au printemps et ont eu besoin de plus de temps pour revenir. Les quelques Dytiscides (6 espèces) capturés au printemps

Tab. 2. Occurrence des espèces dans les stations de Béard amont (restaurée) et Moiroud (témoin), détaillée par période.

station saison	BAM	BAM	BAM	BAM	MAM	MAM	MAM	MAM
	P04	A04	P05 (curé)	A05 (curé)	P04	A04	P05	A05
Halipliidae								
<i>Halipplus flavicollis</i> Sturm, 1834	X	X	X	X			X	
<i>Halipplus fluviatilis</i> Aubé, 1836	X	X		X	X		X	X
<i>Halipplus fulvus</i> (Fabricius, 1801)	X						X	
<i>Halipplus heydeni</i> Wehncke, 1875			X	X	X		X	X
<i>Halipplus laminatus</i> (Schaller, 1783)	X	X		X	X	X		X
<i>Halipplus lineatocollis</i> (Marshall, 1802)	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Halipplus obliquus</i> (Fabricius, 1787)	X			X				
<i>Halipplus ruficollis</i> (Geer, 1774)			X			X	X	X
<i>Halipplus variegatus</i> Sturm, 1834		X						
<i>Peltodytes caesus</i> (Duftschmid, 1805)	X	X		X	X	X	X	X
<i>Peltodytes rotundatus</i> Aubé, 1836		X		X				
Noteridae								
<i>Noterus clavicornis</i> (De Geer, 1774)	X	X	X	X				
Dytiscidae								
<i>Acilius canaliculatus</i> (Nicolai, 1822)		X		X				X
<i>Acilius sulcatus</i> (Linnaeus, 1758)		X		X		X	X	X
<i>Agabus bipustulatus</i> (Linnaeus, 1767)	X	X		X	X	X	X	X
<i>Agabus brunneus</i> (Fabricius, 1798)						X		
<i>Agabus sturmii</i> (Gyllenhal, 1808)	X	X			X	X	X	X
<i>Bidessus minutissimus</i> (Germar, 1824)					X			
<i>Colymbetes fuscus</i> (Linnaeus, 1758)	X	X		X				
<i>Dytiscus dimidiatus</i> Bergsträsser, 1778				X				
<i>Dytiscus marginalis</i> Linnaeus, 1758		X		X				X
<i>Dytiscus semisulcatus</i> Müller, 1776				X				X
<i>Graptodytes granularis</i> (Linnaeus, 1767)		X						
<i>Hydaticus seminiger</i> (De Geer, 1774)					X	X		
<i>Hydaticus transversalis</i> (Pontoppidan, 1763)				X	X	X		
<i>Hydroglyphus geminus</i> (Fabricius, 1792)	X	X	X	X	X		X	
<i>Hydroporus angustatus</i> Sturm, 1835		X	X	X		X		X
<i>Hydroporus incognitus</i> Sharp, 1869					X	X		X
<i>Hydroporus palustris</i> (Linnaeus, 1761)	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Hydroporus planus</i> (Fabricius, 1781)					X			
<i>Hydroporus pubescens</i> (Gyllenhal, 1808)	X	X		X	X	X	X	
<i>Hydroporus tristis</i> (Paykull, 1798)		X				X		
<i>Hygrotus impressopunctatus</i> (Schaller, 1783)							X	
<i>Hygrotus inaequalis</i> (Fabricius, 1776)	X	X		X			X	X
<i>Hyphydrus ovatus</i> (Linnaeus, 1761)	X	X		X		X	X	X
<i>Ilybius ater</i> (De Geer, 1774)	X	X			X			X
<i>Ilybius fenestratus</i> (Fabricius, 1781)	X							
<i>Ilybius fuliginosus</i> (Fabricius, 1792)	X	X			X	X	X	
<i>Ilybius quadriguttatus</i> (Lacordaire, 1835)					X			
<i>Laccophilus hyalinus</i> (De Geer, 1774)		X	X	X	X	X	X	X
<i>Laccophilus minutus</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Laccophilus poecilus</i> Klug, 1834		X						
<i>Liopterus haemorrhoidalis</i> (Fabricius, 1787)				X				
<i>Nebrioporus elegans</i> (Panzer, 1794)					X			
<i>Platambus maculatus</i> (Linnaeus, 1758)	X	X			X			
<i>Rhantus suturalis</i> (MacLeay, 1825)		X		X	X	X		X
<i>Yola bicarinata</i> (Latreille, 1804)			X	X				

station saison	BAM	BAM	BAM	BAM	MAM	MAM	MAM	MAM
	P04	A04	P05 (curé)	A05 (curé)	P04	A04	P05	A05
Gyrinidae								
<i>Gyrinus substriatus</i> Stephens, 1828	X		X		X			
Hydrophilidae								
<i>Anacaena bipustulata</i> (Marsham, 1802)	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Anacaena limbata</i> (Fabricius, 1792)	X	X			X		X	X
<i>Anacaena lutescens</i> (Stephens, 1829)	X				X	X		
<i>Berosus signaticollis</i> (Charpentier, 1825)							X	
<i>Coelostoma orbiculare</i> (Fabricius, 1775)	X							
<i>Enochrus coarctatus</i> (Gredler, 1863)		X			X			
<i>Enochrus testaceus</i> (Fabricius, 1801)	X							
<i>Helochaeres lividus</i> (Forster, 1771)	X	X	X	X	X		X	
<i>Helochaeres obscurus</i> (Müller, 1776)	X	X						
<i>Hydrobius fuscipes</i> (Linnaeus, 1758)	X	X			X		X	
<i>Hydrochara caraboides</i> (Linnaeus, 1758)					X	X		
<i>Hydrophilus piceus</i> (Linnaeus, 1758)				X				
<i>Laccobius alternus</i> Motschulsky, 1855				X				
<i>Laccobius bipunctatus</i> Fabricius, 1775	X				X	X	X	
<i>Laccobius gracilis</i> Motschulsky, 1855		X	X	X				X
<i>Laccobius minutus</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	X			X	
<i>Laccobius striatulus</i> (Fabricius, 1801)		X	X	X		X	X	X
Helophoridae								
<i>Helophorus</i> sp.	X				X			
Hydrochidae								
<i>Hydrochus elongatus</i> (Schaller, 1783)	X							
Dryopidae								
<i>Dryops</i> sp.	X	X	X	X	X	X		X
<i>Pomatinus substriatus</i> (Müller, 1806)						X		X
Elmidae								
<i>Oulimnius tuberculatus</i> (Müller, 1806)		X						
Hydraenidae								
<i>Hydraena assimilis</i> Rey, 1885	X	X		X	X	X		X
<i>Hydraena nigrita</i> Germar, 1824					X			
<i>Hydraena testacea</i> Curtis, 1830	X	X			X			
<i>Ochthebius crenulatus</i> Mulsant & Rey, 1850						X		
<i>Ochthebius minimus</i> (Fabricius, 1792)	X	X	X	X		X	X	X
Scirtidae								
Scirtidae sp.	X							

étaient des espèces de petite taille, typiquement pionnières ou liées aux milieux minéraux, à l'exception d'*Hydroporus angustatus*, une espèce de milieu «mûr» qui colonise le site en opportuniste, comme les *Halipilus* cités plus haut. Les Hydrophilides se sont nettement appauvris mais les *Laccobius*, dominés par l'espèce *L. striatulus* (Fabricius, 1801), ont été observés par centaines et ont recolonisé activement les rives graveleuses. *Anacaena bipustulata* (Marsham, 1802) et *Helochaeres lividus* (Forster, 1771) étaient également présents juste après le curage, tandis que les espèces voisines liées aux herbiers denses avaient disparu (*Anacaena limbata* (Fabricius, 1792), *A. lutescens* (Stephens, 1829), *Helochaeres obscurus* (OF Müller, 1776), etc.). Les *Helophorus*, *Hydrochus* et les Scirtidae, également liés à la végétation, n'ont pas été retrouvés. Au bilan, on observe que le peuplement était, au printemps post-curage, dominé par un cortège d'espèces typiques de milieux pionniers, accompagné toutefois de quelques espèces de milieux plus avancés dans la succession évolutive.

En automne 2005, alors que des herbiers submergés denses de *Elodea nuttallii* se reformaient déjà, le peuplement était à nouveau riche en Dytiscides. Par contre seule une partie des Hydrophilides avait pu recoloniser la mouille, ce qui s'explique par le fait que ces insectes phytophages préfèrent les rives bien végétalisées. Tous les Dytiscides observés ne se reproduisaient pas forcément sur la station, il est possible que certaines espèces ne s'y trouvaient que pour se nourrir (*Dytiscus* spp., *Aciilius* spp.).

Les peuplements de coléoptères aquatiques se sont donc rétablis avec une rapidité remarquable après les travaux de curage. Il est impossible de distinguer les espèces qui ont pu résister sur place, au stade larvaire par exemple, de celles qui ont recolonisé le site en volant depuis des réservoirs voisins, mais la mobilité élevée de ces insectes suggère que la recolonisation active ait joué un rôle prépondérant. Ce constat réjouissant s'explique à notre avis par deux raisons. D'abord, la présence de sites non touchés ayant fonctionné comme réservoirs a permis de réalimenter le plan d'eau restauré. Ensuite, le curage n'a pas modifié la morphologie générale très favorable du plan d'eau, dont les rives en pente très douces se sont rapidement végétalisées.

Recommandations pour les futurs travaux de restauration

Bien que ce ne soit pas le sujet de notre travail d'établir des directives pour les travaux, dont les détails techniques et les objectifs sont décidés par d'autres partenaires du projet, nos résultats enthousiasmants nous amènent à formuler quelques conseils.

1) Profil en long: de manière générale, les petits surcreusements ponctuels, en chapelets, le long des chenaux, offrent d'excellents milieux pour les coléoptères et paraissent plus favorables que les creusements de chenaux continus, aux pentes souvent plus abruptes. Des surcreusements légers formant des milieux aquatiques temporaires peuvent être aussi très favorables. Les séries de «mares» semblent avoir par ailleurs l'avantage de freiner la colonisation des chenaux par les poissons et les espèces invasives (invertébrés, plantes), dont l'impact sur la macrofaune n'est pas toujours connu.

2) Profil en travers: lors du recreusement d'un chenal, il faut essayer d'obtenir au moins une rive en pente douce, si l'emprise au sol ne permet pas d'avoir un lit de plus grande taille. Les chenaux étroits aux rives abruptes ne permettent pas le développement de la végétation riveraine. Les rives instables s'effondrent dans le lit, ce qui augmente la sédimentation et le colmatage du fond, néfastes aux petites espèces vivant dans les interstices des fonds graveleux.

3) Mise en lumière: le reprofilage des rives s'est parfois accompagné, comme sur la station Béard aval, d'une lutte active contre les renouées du Japon (*Reynoutria* spp.). Cette intervention a eu pour effet très bénéfique d'augmenter l'ensoleillement et de favoriser la végétation riveraine indigène (notamment la peu fréquente *Ludwigia palustris* (L.)). Tous les débroussaillages et mises en lumière sont de manière générale des mesures positives pour les coléoptères et pour d'autres insectes également (libellules).

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Dr. Jean-Michel Olivier (Université de Lyon 1), coordinateur des recherches

scientifiques accompagnant le programme de restauration. Merci au Dr. Jean-Luc Gattolliat (Musée cantonal de Zoologie, Lausanne) pour les améliorations apportées au manuscrit et à David McCrae (LEBA) pour la traduction en anglais du résumé. Dr. Sandrine Angélibert (EIL Lullier-Genève), Véronique Rosset (LEBA) et David McCrae nous ont aimablement aidé à l'échantillonnage.

RÉSUMÉ

Un inventaire des coléoptères aquatiques adultes a été réalisé sur 7 stations concernant 4 îlons (anciens chenaux) du Haut-Rhône près de Belley (départements de l'Ain et de la Savoie), en 2004 et 2005. Quatre-vingt-neuf espèces ont été recensées, ce qui représente 75 % de la faune régionale actuellement connue. *Laccobius albipes*, *Haliphus mucronatus*, *H. fulvus*, *Bidessus delicatulus*, *Laccobius sinuatus*, *Ochthebius crenulatus* et *Agabus brunneus* figurent parmi les espèces les plus rares pour la région. Les points d'eau échantillonnés abritaient entre 12 et 63 espèces. La structure en «étang» (déconnecté), la bonne qualité de l'eau de nappe, le paysage alentours relativement naturel, les rives en pente douce bien végétalisées et la très faible abondance des poissons étaient des facteurs très positifs. Les travaux de restauration, évalués sur une station entièrement curée durant l'hiver 2004–2005, ont eu pour effet de réduire le nombre d'espèces dans un premier temps. Le peuplement s'est, au cours de l'été suivant, diversifié de manière extrêmement rapide, ce qui s'explique par la mobilité élevée de ces insectes et la présence de réservoirs de populations à proximité. Les stations situées le long de chenaux aux rives abruptes abritaient peu d'espèces. Les projets de restauration des îlons devraient non seulement prévoir de recréer des chenaux continus et dynamiques mais également d'encourager la création de «chapelets» de trous d'eau surcreusés, permanents ou temporaires.

RÉFÉRENCES

- Berrahou, A. 1993. Répartition longitudinale des macroinvertébrés benthiques du Rhône français et sa relation avec les principaux affluents. — Thèse de doctorat, Université Lyon 1, 133 pp.
- Carron, G. 2005. Kommentierte Checkliste der Dytiscidae und Noteridae (Coleoptera) der Schweiz. — *Mitteilungen der Entomologische Gesellschaft Basel* 55 (3): 93–114.
- Castella, E. 1987. Apport des macroinvertébrés aquatiques au diagnostic écologique des écosystèmes abandonnés par les fleuves. Recherches méthodologiques sur le Haut-Rhône français. — Thèse de doctorat, Université Lyon 1, Tome 1: 229 pp., Tome 2: 233 pp.
- Castella, E., Terrier, A., Pellaud, M. & Paillex, A. 2005. *Anisus vorticulus* (Troschel, 1834) dans la plaine alluviale du Haut-Rhône français: un Gastéropode Planorbidae listé en annexe de la «Directive Habitats». — *Bulletin mensuel de la Société Linnéenne de Lyon* 74 (7/8): 255–269.
- Cogerino, L. 1989. Les rives aquatiques de grands cours d'eau: caractérisation mésologique et faunistique. — Thèse de doctorat, Université Lyon 1, 369 pp.
- Drost, M.B.P., Cuppen, H.P.J.J., van Nieuwerkerken, E.J. & Schreijer, M. 1992. De waterkevers van Nederland. — *Uitgeverij K.N.N.V.*, Utrecht, 280 pp.
- Franciscolo, M.E. 1979. Coleoptera Haliplidae, Hygrobiidae, Gyrinidae, Dytiscidae. *Fauna d'Italia* 14. — Calderini, Bologna, 804 pp.
- Gentili, E. & Chiesa, A. 1975. Revisione dei *Laccobius* palearctici (Coleoptera Hydrophilidae). — *Memorie della Società Entomologica Italiana* 54: 1–187.
- Hansen, M. 2004. Hydrophilidae. — *In*: Löbl, I. & Smetana, A. (eds), *Catalogue of Palaearctic Coleoptera Vol. 2.*, Apollo Books, Stenstrup, 942 pp.
- Hebauer, F. & Klausnitzer, B. 1998. Hydrophiloidea. — *Süßwasserfauna von Mitteleuropa* 20. Gustav Fischer, Stuttgart, 134 pp.
- Jäch, M. 1990. Revision of the Palearctic species of the genus *Ochthebius* Leach V. The subgenus *Asiobates* (Coleoptera: Hydraenidae). — *Koleopterologische Rundschau* 60: 37–105.
- Jäch, M. 1992a. Dryopidae. — *In*: Lohse, G. & Lucht, W. (eds), *Die Käfer Mitteleuropas. 2. Supplementband mit Katalogteil*, Goecke & Evers, Krefeld, 375 pp.
- Jäch, M. 1992b. Elmidae. — *In*: Lohse, G. & Lucht, W. (eds) *Die Käfer Mitteleuropas. 2. Supplementband mit Katalogteil*, Goecke & Evers, Krefeld, 375 pp.
- Jäch, M. 1998. Hydraenidae. — *In*: Lohse, G. & Klausnitzer, B. (eds), *Die Käfer Mitteleuropas, 4. Supplementband*, Goecke & Evers, Krefeld, 398 pp.
- Jäch, M. 2004. Hydraenidae. — *In*: Löbl, I. & Smetana, A. (eds), *Catalogue of Palaearctic Coleoptera*, Apollo Books, Stenstrup, 942 pp.
- Mazzoldi, P. 2003. Gyrinidae. — *In*: Löbl, I. & Smetana, A. (eds), *Catalogue of Palaearctic Coleoptera*, Apollo Books, Stenstrup, 819 pp.
- Nilsson, A.N. 2003a. Dytiscidae. — *In*: Löbl, I. & Smetana, A. (eds), *Catalogue of Palaearctic Coleoptera*, Apollo Books, Stenstrup, 819 pp.

- Nilsson, A.N. 2003b. Noteridae. — *In*: Löbl, I. & Smetana, A. (eds), Catalogue of Palaearctic Coleoptera, Apollo Books, Stenstrup, 819 pp.
- Nilsson, A.N. & Holmen, M. 1995. The aquatic Adepnaga (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. II. Dytiscidae. — *Fauna Entomologica Scandinavica* 32: 1–192.
- Olmi, M. 1976. Coleoptera Dryopidae, Elminthidae. — *Fauna d'Italia* 12, Calderini, Bologna, 280 pp.
- Paillex, A., Castella, E. & Carron, G. 2007. Aquatic macroinvertebrate response along a gradient of lateral connectivity in river floodplain channels. — *Journal of the North American Benthological Society*. Sous presse.
- Paillex, A. 2005. Etat de référence hydrobiologique de huit annexes fluviales avant restauration (Haut-Rhône français). — Mémoire de diplôme en sciences naturelles de l'environnement, n° 108, Université de Genève, 83 pp. + annexes.
- Queney, P. 2004. Liste taxonomique des Coléoptères «aquatiques» de la faune de France (avec leur répartition sommaire). — *Le Coléoptériste* 7 (3), Supplément, 39 pp.
- Schaefer, L. 1952. Catalogue des Haliplides, Dytiscides, Gyrinides de la région lyonnaise. — *Bulletin mensuel de la Société Linnéenne de Lyon* 21: 32–39.
- Vondel, B.J. van. 1997. Haliplidae. — *Süßwasserfauna von Mitteleuropa* 20, p. 3–95, Gustav Fischer, Stuttgart.
- Vondel, B.J. van. 2003. Haliplidae. — *In*: Löbl, I. & Smetana, A. (eds), Catalogue of Palaearctic Coleoptera, Apollo Books, Stenstrup, 819 pp.

(reçu le 7 mai 2007; accepté le 4 octobre 2007)