

# *LIMNOMYSIS BENEDENI*: MYSIDACÉ PONTO-CASPIEN NOUVEAU POUR LES EAUX DOUCES DE FRANCE (CRUSTACEA, MYSIDACEA)



Vlaams Instituut voor de Zee  
Flanders Marine Institute

*Limnomysis benedeni* Czerniavsky: a Pontocaspian mysid new  
for the freshwaters of France (Crustacea, Mysidacea)

K.J. WITTMANN\*, AP ARIANI\*\*

\* Labor für Ökophysiologie und Ökotoxikologie, Institut für Medizinische Biologie, Universität Wien,  
Schwarzspanierstrasse 17, A-1090 Vienne, Autriche

\*\* Dipartimento di Zoologia, Università di Napoli "Federico II", I-80134 Naples, Italie

MYSIDAE  
RHIN  
ESPÈCES INVASIVES  
DISPERSION ANTHROPOGÉNIQUE  
RÉGIME ALIMENTAIRE

**RÉSUMÉ.** – Des populations danubiennes du Mysidacé ponto-caspien *Limnomysis benedeni* Czerniavsky, 1882, après avoir dépassé le canal Main-Danube, ont envahi rapidement le bassin du Rhin. Cette espèce est signalée, pour la première fois en France, pays dont la faune d'eau douce ne comprenait jusqu'à présent aucune espèce de Mysidacés. Les caractéristiques spatio-temporelles de cette invasion suggèrent l'implication de facteurs aussi bien hydrodynamiques qu'anthropogéniques, ce qui laisse prévoir une colonisation relativement rapide du réseau fluvial navigable de la France. L'étude du régime alimentaire de *L. benedeni* révèle que l'espèce est omnivore au laboratoire, mais essentiellement herbivore et détritivore dans la nature. A la lumière des données bionomiques, aucun effet important n'est attendu dans les écosystèmes d'eau douce envahis.

MYSIDAE  
RHINE  
INVASIVE SPECIES  
ANTHROPOGENIC DISPERSION  
FEEDING

**ABSTRACT.** – Danubian populations of the Pontocaspian mysid *Limnomysis benedeni* Czerniavsky, 1882, passing through the Main-Danube-Canal, rapidly expanded into waters of the Rhine system. This species is now recorded for the first time from France, where it represents the first true freshwater mysid. Temporal and spatial characteristics of this invasion point to a combination of hydrodynamic and anthropogenic modes of dispersal, which may favour a rapid colonization of the net of navigable inland waterways in France. *Limnomysis* appears as an omnivorous species in laboratory, but stomach contents indicate that the animals are essentially herbivorous and detritivorous in nature. From known bionomical data, no important effect is expected on the invaded freshwaters at ecosystem level.

## INTRODUCTION

D'après les résultats de recherches récentes (Williams *et al.* 1988, Nesemann *et al.* 1995, Wittmann 1995, Cunha *et al.* 1998, Faasse 1998, Reinhold & Tittizer 1998, Kelleher *et al.* 1999), plusieurs espèces de Mysidacés sont impliquées dans les processus de transport passif ou d'immigration active qui élargissent leur aire de répartition géographique. En France, on connaît le cas de *Neomysis integer* (Leach, 1814) depuis longtemps. L'espèce est largement répandue (surtout en milieu mésohalin) le long des côtes du NE de l'Atlantique et de la Baltique, mais signalée aussi dans une station d'eau saumâtre près de la côte méditerranéenne (canal d'Arles à Port-de-Bouc, entre Marseille et les Bouches-du-Rhône; Bacescu

1941). Depuis, aucune information ne s'est ajoutée afin d'éclaircir le trajet de déplacement de l'espèce : par Gibraltar ou bien par le système fluvial Garonne-canal du Midi (Bacescu 1941). En outre, il n'y a pas de preuve montrant que la population de *N. integer* ait survécu dans cette région-là, car nos recherches (novembre 1995 et juin 1996) dans le canal d'Arles, 1 km au N de Fos/Mer (voir Bacescu 1941), n'ont révélé que d'autres espèces de Mysidacés : *Siriella jaltensis* Czerniavsky, 1868, *Mesopodopsis slabberi* (van Beneden, 1861) et une *Diamysis* du groupe d'espèces *bahirensis* G.O. Sars, 1877 en cours d'étude, dans le cadre d'une révision du genre. D'après nos investigations, une situation faunistique semblable existe dans des stations saumâtres voisines telles que l'étang de Berre (au Ranquet) avec *M. slabberi*, exclusivement; l'étang de l'Es-

tomac, près de Valin, avec *S. jaltensis* et *Diamysis* sp.; le Nouveau Canal à Port St. Louis (Bouches-du-Rhône) avec *Siriella clausii* (G.O. Sars, 1877), *S. jaltensis*, *Leptomysis truncata sardica* (G.O. Sars, 1877) et *Diamysis* sp.

Nous signalons ici la présence en France, dans le bassin du Rhin, d'un élément typique de l'aire ponto-caspienne, *Limnomysis benedeni* Czerniavsky, 1882, et discutons les causes et les effets probables de l'expansion vers le NW de cette espèce.

## MATÉRIEL ET TECHNIQUES

Le matériel zoobenthique a été recueilli en septembre 1998 dans le cours moyen du Rhin, entre les kms 497 et 200. Un filet à main a été utilisé à une profondeur de 0-2 m le long des rives, dans les bras de dérivation (quelquefois isolés) et dans les ports. Les principaux paramètres physico-chimiques, température, turbidité (UNT : unités néphélométriques de turbidité), conductivité ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), pH et  $\text{O}_2$ , ont été déterminés avec un appareil « Multiparameter Water Quality Checker Horiba U-10 ». La dureté de l'eau a été mesurée en degrés allemands ( $^\circ\text{d}$ ) par des bandes pour test « Aquadur ». La taille des animaux a été mesurée de l'apex du rostre au bout du telson, sans les épines. *Limnomysis benedeni* peut être identifiée facilement d'après les diagnoses de Bacescu (1954) et récemment de Kelleher *et al.* (1999). Le matériel, fixé au formaldéhyde 4 % additionné à l'eau du milieu puis transféré dans l'éthanol à 60 % glycolé à 10 %, est déposé dans le Musée d'Histoire Naturelle de Vienne, sous les no.s 18324-18329.

L'étude du régime alimentaire a été accomplie tout d'abord en examinant le contenu du tube digestif des sujets à l'état naturel dans les populations du Rhin (10 individus) et du Danube à Vienne (une centaine d'individus, 20-30 par saison). Le matériel, prélevé dans le pré-estomac ainsi que, parfois, dans la partie antérieure de l'intestin, a été observé dans le glycérol. Des observations ont été également effectuées au laboratoire sur des *Limnomysis* et du matériel de culture provenant des eaux douces d'Autriche. Ce dernier matériel utilisé comme nourriture, comprend des Chlorophycées (*Scenedesmus acuminatus* (Lagerh.) (Chodat), ainsi que des jeunes d'un jour de 2 espèces de Daphnies : *Daphnia magna* et *D. pulex*. Les *Limnomysis* ont été placés dans des cuves en verre contenant 1 l d'eau de culture pour les Daphnies d'après Elendt (1990), et maintenues à une température de  $19 \pm 0,5^\circ\text{C}$  en présence des algues ou des Daphnies administrées une fois par jour. Le contenu stomacal a été examiné 2 jours – au moins – après le début de l'expérience.

## RÉSULTATS

### *Limnomysis benedeni* Czerniavsky, 1882 (Pl. I A)

*Limnomysis benedeni* Czerniavsky, 1882; Czerniavsky 1887; Bacescu 1940; Bacescu 1954;

Woynárovich 1955; Dudich 1967; Weish & Türkay 1975; Holmquist 1978; Ariani *et al.* 1983; Komarova 1991; Vaitonis 1991; Ariani *et al.* 1993; Wittmann *et al.* 1993; Nesemann *et al.* 1995; Wittmann 1995; Wittmann & Stagl 1996; Geissen 1997; Reinhold & Tittizer 1998; Schleuter *et al.* 1998; Kelleher *et al.* 1999; Wittmann *et al.* 1999.

*Limnomysis Brandti* Czerniavsky, 1882; Czerniavsky 1887.

*Limnomysis Schmankewiczi* Czerniavsky, 1882; Czerniavsky 1887.

*Onychomysis mingrelica* Czerniavsky, 1882; Czerniavsky 1887.

*Mysidella bulgarica* Valkanov, 1936.

*Limnomysis behningi* Zhadin et Gerd, 1961 (lapsus).

Stations de capture, matériel : 1. Strasbourg, Rhin au km 295, entrée du port (1 mâle adulte, 1 juv.); 2. Kehl, Rhin au km 294, port touristique (2 mâles, 1 juv.); 3-6. Ports et bras du Rhin aux kms 360, 417, 443, 497 (4 échantillons, total 43 individus). Coll K J Wittmann, 24-25.9.1998.

Habitat : profondeur 0,3-1 m (station 2) jusqu'à 2 m (station 1); fond pierreux, macrophytes; température  $15-18^\circ\text{C}$ ; conductivité  $399-559 \mu\text{S}/\text{cm}$ ; pH 8,1-8,4; dureté  $5-6^\circ\text{d}$ ;  $\text{O}_2$  8,0-17,8 mg/l; turbidité 3-18 UNT.

Taille des adultes : mâles  $6,8 \pm (\text{d.s.}) 0,4$  mm ( $n = 17$ ); femelles  $6,1 \pm 0,7$  mm ( $n = 18$ ).

Couleur sur le vivant : corps transparent à brun foncé ou brun grisâtre selon le degré d'expansion des chromatophores. Oeufs dans le marsupium blanchâtres avec des nuances vertes.

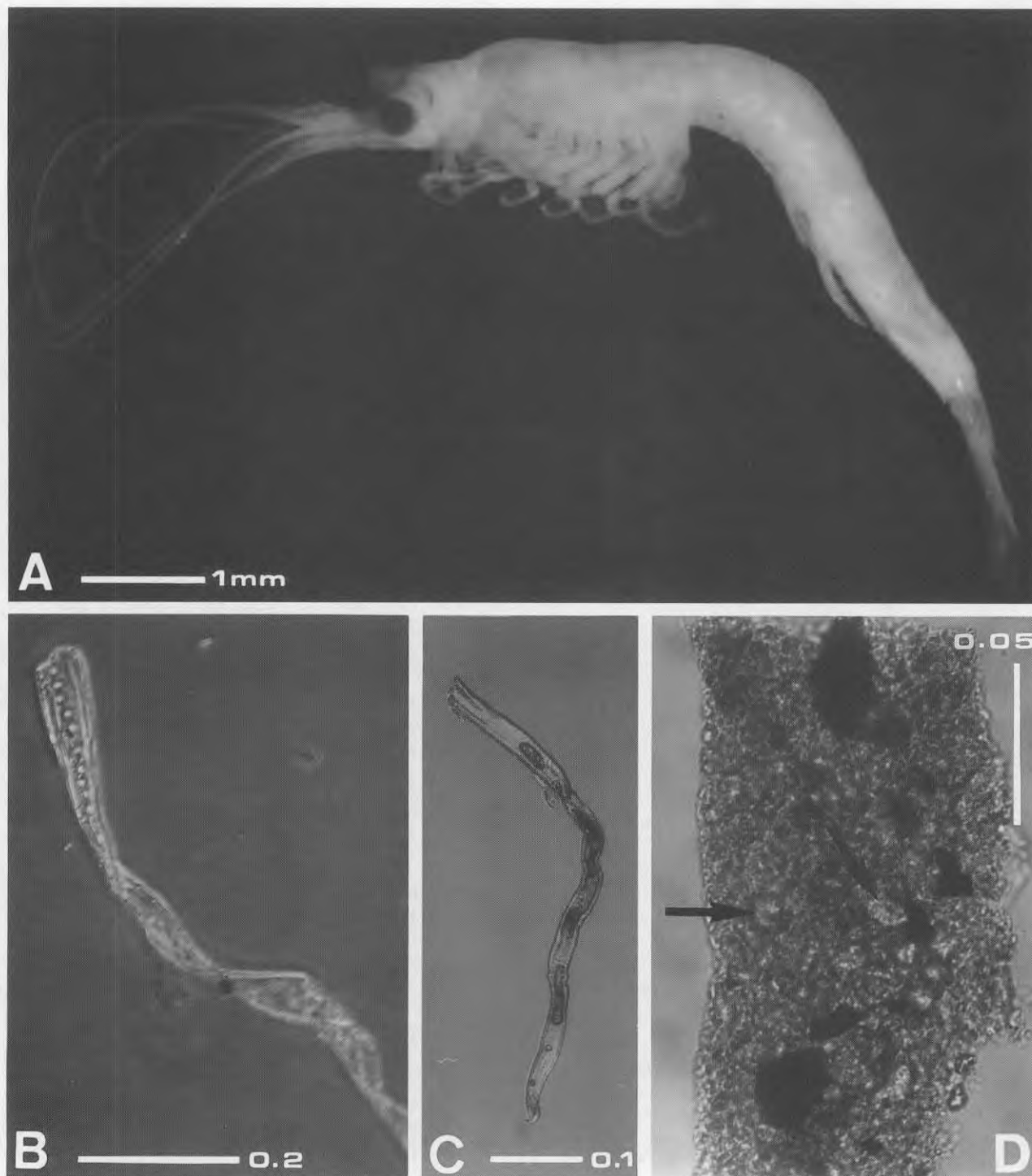
Présence de  $7,4 \pm 2,3$  embryons jusqu'aux larves postnauplioides, dans la poche incubatrice des femelles ( $n = 18$ ); diamètre des œufs  $0,43 \pm 0,02$  mm ( $n = 29$ ).

Remarques : Ces *L. benedeni* sont tout à fait conformes à la morphologie bien connue de l'espèce (Bacescu 1940, 1954). L'anomalie « bifida » Bacescu, 1940, décrite sur certains individus du bas cours du Danube et concernant l'exopodite du 4<sup>e</sup> pléopode mâle, a été observée chez un des 17 mâles adultes capturés.

### Régime alimentaire

Contenu stomacal et intestinal chez les individus du Rhin : des fragments végétaux tels que de longs morceaux d'algues filamenteuses (Pl. I B-C); détritiques avec des granules de matériel inorganique provenant probablement du substrat (Pl. I D). Les composants inorganiques ont été observés jusqu'à la partie postérieure de l'intestin.

Contenu stomacal et intestinal chez les individus du Danube : semblable, en général, à celui



Pl. I. — *Limnomysis benedeni* Czerniavsky, populations du Rhin. A, mâle adulte de Strasbourg. B-C, algues filamenteuses dans les contenus stomacaux. D, matériel entassé dans la partie antérieure de l'intestin; les taches noires et les particules claires indiquées par les flèches sont des composantes inorganiques.

*Limnomysis benedeni* Czerniavsky, populations from the Rhine. A, adult male from Strasbourg. B-C, filamentous algae from stomach contents. D, content of anterior gut; black spots and light particles indicated by arrows are inorganic components.



décrit pour le Rhin. Beaucoup de détritus, probablement raclés au fond, surtout pendant l'hiver, quand les étangs à la marge du fleuve gèlent. Rarement, surtout au printemps, fragments de zooplancton (Daphnies et Copépodes). Maximum de phytoplancton (Chlorophycées, Chrysophycées, Diatomées) au printemps. Les composants inorganiques se rencontrent aussi dans les déjections.

Prédation, filtration et contenu stomacal après administration de matériel de culture, au laboratoire : les Daphnies sont capturées activement par groupes à l'aide des endopodites des thoracopodes, rapprochées de la bouche et ingérées l'une après l'autre ; des fragments de Daphnies ont été observés ensuite dans le canal digestif. Les algues en suspension sont filtrées par le courant dû aux exopodites des thoracopodes, ce qui est visible à la couleur verte sombre du tube digestif des animaux vivants. L'examen du contenu stomacal confirme leur présence. La réplétion complète du tube digestif s'observe après 15-25 minutes en présence d'une suspension d'algues à la concentration de 1 000-1 500 cellules/ml. Des Daphnies mortes et des algues, sédimentées au fond des cuves, sont ramassées et ingérées par les Mysis.

## DISCUSSION

L'importance de *L. benedeni* du point de vue biogéographique ressort immédiatement du travail de Bacescu (1940) qui place l'espèce parmi les espèces reliques des bassins oligosaumâtres pliocènes de la région ponto-caspienne ; une origine plus ancienne du genre (sarmatienne) a été également supposée (Bacescu 1940, Weish & Türkay 1975). L'étude de la composition minérale des statolithes (Ariani *et al.* 1983, 1993) mène à la conclusion selon laquelle *Limnomysis* a eu probablement des ancêtres dans la Paratéthys saumâtre au Miocène, comme les genres apparentés *Diamysis* et *Paramysis*.

Dans la plupart des grands systèmes fluviaux de la région ponto-caspienne, *L. benedeni* remonte les cours d'eau sur plusieurs centaines de km à partir de l'embouchure. Des populations autochtones existent aussi dans de petits cours d'eau et dans certains lacs autour de la mer de Marmara (Wittmann, données inédites), ainsi que dans le lac Beysehir en Anatolie (Bacescu 1948). L'espèce, typiquement potamophile et planticole (Bacescu 1940), préfère les eaux stagnantes peu profondes, mais on la rencontre aussi là où le courant est faible ( $\leq 0,5$  m/s), quelle que soit la nature du fond. Un grand nombre d'animaux épi- ou suprabenthiques fréquente parfois les eaux soumises à l'intervention humaine, telles que celles des installations hydro-électriques et des ports ;

de hautes densités ont été observées, également, dans les eaux troubles oligohalines des lagunes côtières et parfois, des lacs continentaux. *L. benedeni* est définie par Bacescu (1940) comme espèce oligo-euryhaline ( $S = 0,1-5$  ‰) ; en fait, on peut la trouver jusqu'à  $S = 12$  ‰, et pourtant cette Mysis doit être considérée comme une espèce d'eau douce, car la plupart des populations vivent dans ce milieu.

L'ensemble des données concernant la nutrition de *L. benedeni in situ* montre que cette espèce est essentiellement herbivore et détritivore. Le régime alimentaire végétarien est confirmé par un des résultats des observations effectuées au laboratoire, tandis que la prédation à l'égard des Daphnies ne se rencontre que rarement en milieu naturel. Une partie importante de la nourriture dans ce milieu, dans le Rhin et le Danube, comprend du matériel végétal raclé sur le substratum, ce qui entraîne l'ingestion d'abondant matériel inorganique du fond. Un tel régime alimentaire rappelle beaucoup celui de *Spelaeomysis bottazzii* Caroli, 1924, Lepidomysidae des eaux souterraines des Pouilles en Italie, également végétarien, basé sur le raclement du substratum (Ariani 1982, Ariani & Wittmann 1998).

D'après l'aire de répartition connue jusqu'en 1940, la limite naturelle de *L. benedeni* dans le Danube se place à peu près à 460 km de l'embouchure, en tout cas bien au-dessous du passage de la chaîne des Carpates (Wittmann *et al.* 1999). Entre 1946 et 1998, l'espèce s'est répandue selon un seul avancement majeur et par plusieurs courtes étapes le long de tout le cours navigable du Danube jusqu'à Kelheim, au km 2410 (Wittmann *et al.* 1999, et références ci-incluses ; les kms sont numérotés dans la direction du contre-courant dans le Danube et dans la direction du courant dans le Rhin). Contrairement à cette phase relativement lente d'expansion, la suivante (en 1997-98) a été explosive, d'après les captures signalées dans le canal Main-Danube, dans le Main, dans le Rhin et dans des stations saumâtres des Pays-Bas (Geissen 1997, Reinhold & Tittizer 1998, Schleuter *et al.* 1998, Kelleher *et al.* 1999, Wittmann *et al.* 1999). Les captures signalées dans ce travail déplacent la limite connue pour le Rhin du km 576 (Geissen 1997) au km 294, ce qui signifie que *L. benedeni* a gagné les eaux françaises du Rhin. Il s'agit-là du premier Mysidacé d'eau douce cité pour la France, car *Neomysis integer* est représenté le long des côtes françaises de l'Atlantique exclusivement par des populations d'eau saumâtre ou marines.

Ouvert en 1992, le canal Main-Danube représente une voie importante pour des échanges faunistiques, surtout en ce qui concerne les Crustacés (Wittmann 1995, Tittizer 1997). Si l'on considère la succession des captures mentionnées plus haut, il est possible que des populations danubiennes

de *Limnomysis* aient dépassé le canal Main-Danube un peu avant 1997. D'après la situation hydrodynamique, l'apparition soudaine des Mysis dans une aire étendue du système du Rhin peut bien être attribuée à une dispersion due au courant, lors de la dérive nocturne des animaux (Wittmann *et al.* 1999). D'une manière différente les *Limnomysis* ont dû se déplacer, à contre-courant, dans le système du Danube. En tant qu'espèce potamophile, *L. benedeni* n'est capable que de migrations à contre-courant limitées dans les systèmes fluviaux, ce qui est confirmé par sa rareté dans les bras non navigables. Parmi les facteurs cruciaux d'expansion de l'espèce il faut donc considérer le transport passif dû à la navigation (Wittmann 1995). En effet, des *Limnomysis* ont été observées par Bacescu (1940) et récemment par Wittmann (1995) accrochées à la quille des bateaux utilisés pour la navigation danubienne; en outre, par Reinhold et Tittizer (1998) dans les filtres de refroidissement par eau des moteurs de certains bateaux stationnant dans les ports du canal Main-Danube.

Aucune introduction due à l'homme de *L. benedeni* n'est connue pour l'Europe occidentale. Par contre, des colonisations extensives ont été entreprises en Europe orientale dans les années 50-60, dans le cadre d'initiatives concernant surtout la pêche. C'est pourquoi des populations se sont établies d'une manière durable dans les lacs continentaux Balaton (Hongrie; Woynárovich 1955) et Aral (Kazakhstan et Uzbekistan; Mordukhai-Boltovskoi 1979). *Limnomysis* a été introduite également dans plusieurs bassins hydro-électriques de Lithuanie (Leppäkoski 1984, Vaitonis 1991), d'où les animaux se sont répandus dans la grande lagune Kurskiy Zaliv sur la côte de la Baltique (Razinkovas 1996). Par suite des effets négatifs de l'introduction de *Mysis relicta* Lovén, 1862, sur les communautés planctoniques comprenant des Daphnies, on a reconnu que les introductions de Mysidacés ne sont pas toujours utiles (Rieman & Falter 1981, Fürst *et al.* 1984), et arrêté la plupart des introductions dans les années 70-80.

D'après une extrapolation des données concernant l'expansion de *L. benedeni* dans le bassin du Rhin, on peut prévoir que les fleuves principaux de France seront colonisés au bout de quelques années ou plusieurs dizaines d'années, par les canaux navigables reliant le Rhin, la Marne et le Rhône. En suivant le courant du Rhône, l'espèce pourrait gagner même la côte méditerranéenne, ce qui réaliserait une situation zoogéographique tout à fait nouvelle.

Depuis qu'une population de l'espèce s'est établie à Vienne, dans les eaux de l'Alte Donau, en 1992, aucune modification appréciable de la composition du zooplancton n'a été remarquée, ce qui apparaît normal, si l'on tient compte du régime

alimentaire de *L. benedeni* décrit plus haut, et de la position marginale que l'espèce occupe par conséquence dans le réseau trophique fluviale. Si ces dernières données sont transférables – comme nous le croyons – à n'importe quelle population de *Limnomysis*, aucune modification importante n'est attendue au niveau des écosystèmes d'eau douce de France, par suite de l'immigration de cette espèce.

## BIBLIOGRAPHIE

- Ariani AP 1982. Osservazioni e ricerche su *Typhlocaris salentina* (Crustacea, Decapoda) e *Spelaeomysis bottazzii* (Crustacea, Mysidacea). Approccio idrogeologico e biologico sperimentale allo studio del popolamento acquatico ipogeo della Puglia. *Annuario Ist Mus Zool. Univ. Napoli* 25 : 201-326.
- Ariani AP, Marmo F, Balsamo G, Franco E, Wittmann KJ 1983. The mineral composition of statoliths in relation to taxonomy and ecology in mysids. *Rapp Comm Int. Mer Médit* 28(6): 333-336.
- Ariani AP, Wittmann KJ 1998. Feeding and breeding ecology in the hypogean mysidacean *Spelaeomysis bottazzii*. Proceed Abstr 4<sup>th</sup> International Crustacean Congress, Amsterdam, 20-24 July 1998. Abstr no. 392: 160.
- Ariani AP, Wittmann KJ, Franco E 1993. A comparative study of static bodies in mysid crustaceans: evolutionary implications of crystallographic characteristics. *Biol Bull* 185 : 393-404.
- Bacescu M 1940. Les Mysidacés des eaux roumaines (étude taxonomique, morphologique, bio-géographique et biologique). *Annls scient Univ Jassy* 26 : 453-804.
- Bacescu M 1941. Les Mysidacés des eaux méditerranéennes de la France (spécialement de Banyuls) et des eaux de Monaco. *Bull Inst Océanogr Monaco* 795 : 1-46.
- Bacescu M 1948. Myside (Racusori evoluti) pontocaspice in apele Anatoliei Sud-Vestice. *Rev Stiint « V. Adamachi »* 34(4) : 1-2.
- Bacescu M 1954. Crustacea Mysidacea. In *Fauna Republicii Populare Romîne* 4(3) : 1-126.
- Cunha MR, Sorbe JC, Moreira MH 1998. *Diamysis bahirensis* (G.O. Sars, 1877): a new species for the Portuguese fauna and first record on the Atlantic coast. Proceed Abstr 4<sup>th</sup> International Crustacean Congress, Amsterdam, 20-24 July 1998. Abstr 65: 60.
- Czerniavsky V 1882. Monographia Mysidarum inprimis Imperii Rossici. Fasc. 1, 2. *Trudy St-Peterb Obsch Estest* 12 : 1-170, 13 : 1-85, pls 1-4.
- Czerniavsky V 1887. Monographia Mysidarum inprimis Imperii Rossici. Fasc. 3. *Trudy St-Peterb Obsch Estest* 8 : 1-102, pls 5-32.
- Dudich E 1967. Systematisches Verzeichnis der Tierwelt der Donau mit einer zusammenfassenden Erläuterung. In Liepolt R (ed.), *Limnologie der Donau*. Kapitel 5. E. Schweizerbart'sche Verlagsbhdg., Stuttgart : 4-69.



- Elendt BP 1990. Selenium deficiency in Crustacea. An ultrastructural approach to antennal damage in *Daphnia magna* Strauss. *Protoplasma* 154: 25-33.
- Faasse MA 1998. The pontocaspian mysid *Hemimysis anomala* Sars, 1907, new to the fauna of The Netherlands. *Bull zool Mus Univ Amsterdam* 16 (10): 73-76.
- Fürst M, Hammar J, Hill C, Boström U, Kinsten B 1984. Effects of the introduction of *Mysis relicta* into impounded lakes of Sweden [in Swed.]. *Inf Sötvatt Lab Drottningholm* 1984-1: 1-84.
- Geissen HP 1997. Nachweis von *Limnomysis benedeni* Czerniavski (Crustacea: Mysidacea) im Mittelrhein. *Lauterbornia* 31: 125-127.
- Holmquist Ch 1978. Mysidacea. In Illies J (ed.), *Limnofauna Europaea*. A checklist of the animals inhabiting European inland waters, with accounts of their distribution and ecology (except Protozoa), 2<sup>nd</sup> ed, Gustav Fischer, Stuttgart: 235-236.
- Kelleher B, van der Velde G, Wittmann KJ, Faasse MA, bij de Vaate A 1999. Current status of the freshwater Mysidae in the Netherlands, with records of *Limnomysis benedeni* Czerniavsky, 1882, a pontocaspian species in the Dutch Rhine branches. *Bull zool Mus Univ Amsterdam* 16(13): 89-94.
- Komarova TI 1991. Mizidi (Mysidacea). In Fauna Ukrainy. Acad Nauk Ukr, Kiev Naukova Dumka 26(7): 1-104.
- Leppäkoski E 1984. Introduced species in the Baltic Sea and its coastal ecosystems. *Ophelia* Suppl. 3: 123-135.
- Mordukhai-Boltovskoi PhD 1979. Composition and distribution of Caspian fauna in the light of modern data. *Int Revue ges Hydrobiol* 64: 1-38.
- Nesemann H, Pöckl M, Wittmann KJ 1995. Distribution of epigean Malacostraca in the middle and upper Danube (Hungary, Austria, Germany). *Misc zool hung* 10: 49-68.
- Razinkovas A 1996. Spatial distribution and migration patterns of the mysids in the Curonian Lagoon. In Andrusaitis A (ed.), *Proceed 13<sup>th</sup> Symp Baltic Biologists*, Institute of Aquatic Ecology, Univ Latvia, Riga 117-120.
- Reinhold M, Tittizer T 1998. *Limnomysis benedeni* Czerniavsky, 1882 (Crustacea: Mysidacea), ein weiteres pontokaspisches Neozoon im Main-Donau-Kanal. *Lauterbornia* 33: 37-40.
- Rieman BE, Falter CM 1981. Effects of the establishment of *Mysis relicta* on the macrozooplankton of a large lake. *Trans Amer Fish. Soc* 110: 613-620.
- Schleuter A, Geissen HP, Wittmann KJ 1998. *Hemimysis anomala* G.O. Sars 1907 (Crustacea: Mysidacea), eine euryhaline pontokaspische Schwebgarnele in Rhein und Neckar. Erstnachweis für Deutschland. *Lauterbornia* 32: 67-71.
- Tittitzer T 1997. Ausbreitung aquatischer Neozoen (Makrozoobenthos) in den europäischen Wasserstraßen, erläutert am Beispiel des Main-Donau-Kanals. In Kavka G (ed.), *Güteentwicklung der Donau: Rückblick und Perspektiven*. Schriftenreihe des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Wien 4: 113-134.
- Vaitonis G 1991. Acclimatization of Ponto-Caspian crustaceans in waters of Lithuania. *Acta hydrobiol lituanica* 10: 33-35.
- Valkanov A 1936. Über einige Mysiden aus Bulgarien. *Zool Anz* 115: 25-27.
- Weish P, Türkay M 1975. *Limnomysis benedeni* in Österreich mit Betrachtungen zur Besiedlungsgeschichte (Crustacea: Mysidacea). *Arch Hydrobiol Suppl* 44: 480-491.
- Williams RJ, Griffiths FB, Van der Wal EJ, Kelly J 1988. Cargo vessel ballast water as a vector for the transport of non-indigenous marine species. *Estuar Coast Shelf Sci* 26: 409-420.
- Wittmann KJ 1995. Zur Einwanderung potamophiler Malacostraca in die obere Donau: *Limnomysis benedeni* (Mysidacea), *Corophium curvispinum* (Amphipoda) und *Atyaephyra desmaresti* (Decapoda). *Lauterbornia* 20: 77-85.
- Wittmann KJ, Schlacher TA, Ariani AP 1993. Structure of Recent and fossil mysid statoliths (Crustacea, Mysidacea). *J Morphol* 215: 31-49.
- Wittmann KJ, Stagl V 1996. Die Mysidaceen-Sammlung am Naturhistorischen Museum in Wien: eine kritische Sichtung im Spiegel der Sammlungsgeschichte. *Ann Naturhist Mus Wien* 98B: 157-191.
- Wittmann KJ, Theiss J, Banning M 1999. Die Drift von Mysidaceen und Dekapoden und ihre Bedeutung für die Ausbreitung von Neozoen im Main-Donau-System. *Lauterbornia* 35: 53-66.
- Woynárovich E 1955. Vorkommen der *Limnomysis benedeni* CZERN. im ungarischen Donauabschnitt. *Acta zool Acad Sci hung* 1: 177-185.
- Zhadin VI, Gerd SV 1961. Fauna and flora of the rivers, lakes and reservoirs of the U.S.S.R. - In Israel Prog. Sci. Transl., Jerusalem 1970, 2<sup>nd</sup> ed, 626 p.

Reçu le 10 février 1999; received February 10, 1999

Accepté le 26 novembre 1999; accepted November, 1999