

**INVASION DU PORT DU HAVRE (FRANCE, MANCHE)
PAR *HYDROIDES EZOENSIS* (POLYCHAETA, SERPULIDAE),
ESPÈCE D'ORIGINE JAPONAISE.**

Invasion of Le Havre harbour (France, Manche) by *Hydroides ezoensis* (Polychaeta, Serpulidae),
species of Japanese origin.

par Gérard BRETON et Thierry VINCENT

RÉSUMÉ

Le polychète Serpulidae *Hydroides ezoensis* Okuda, 1934, d'origine japonaise, s'est implanté dans les bassins à flot du port du Havre probablement en 1996, et, en 1997 en a colonisé les quais de manière rapide. Le transport par des coques de navires à partir d'une population établie depuis une quinzaine d'années dans le port de Southampton (Grande-Bretagne) est l'explication la plus probable de cette invasion : une étude morphologique de ces spécimens montre qu'il y a peu de différences avec les spécimens-type et avec ceux de Southampton.

SUMMARY

The Japanese serpulid *Hydroides ezoensis* Okuda, 1934, arrived in the docks of Le Havre (Normandy, France) probably in 1996 and went on for a rapid phase of settlement of the quays in 1997. Transport on ship hulls from a 15 years old population in Southampton harbour (Great Britain) is the most likely explanation of this invasion : a morphological study of these specimens shows that they are similar to the type specimens and to those of Southampton.

MOTS-CLÉS

Benthos, Espèce exotique, Plongée, Port, Serpulidae.

KEY-WORDS

Benthos, Diving, Exotic species, Harbour, Serpulidae.

Référence bibliographique de cet article :

BRETON (G.) & VINCENT (Th.) (1999). - Invasion du port du Havre (France, Manche) par *Hydroides ezoensis* (Polychaeta, Serpulidae), espèce d'origine japonaise. *Bull. trim. Soc. géol. Normandie et Amis Muséum du Havre*, 86, 2, p. 33-43.

Adresse des auteurs : Muséum d'histoire naturelle, place du Vieux-Marché, 76600 LE HAVRE.

mel : Gerard.Breton@ville-lehavre.fr
Thierry.Vincent@ville-lehavre.fr

Décrite en 1934 au Japon, au Sud d'Hokkaido, *Hydroides ezoensis* Okuda, 1934 est répandue sur les côtes froides et tempérées de l'archipel du Japon, et existe aussi sur la côte sibérienne de la mer du Japon, en mer Jaune et mer de Chine orientale (Imajima, 1976; Zibrowius, 1978; Thorp *et al.*, 1987).

L'espèce avait été introduite, accidentellement, avec du naissain d'huîtres japonaises [*Crassostrea gigas* (Thunberg)] en baie de Bourgneuf et au Croisic (Loire-Atlantique et Vendée), où la croissance du tube et la survie avaient été observées pendant un an dans les parcs à huîtres (Gruet *et al.*, 1976; Zibrowius, 1978). *H. ezoensis* ne semble pas s'être reproduite, ni disséminée à partir de ce foyer (Gruet & Baudet *in* Dauvin, 1997; Zibrowius, Thorp, *in litt.*).

Sur les côtes anglaises de la Manche, en face de l'île de Wight, la centrale électrique de Fawley dans l'estuaire de la Solent a été colonisée discrètement dès 1977, l'estuaire de la Hamble (Southampton Water) plus fortement en 1979-80-81, et, à l'automne 1982, un *fouling* dense

a été constaté sur les coques de remorqueurs basés à Southampton. Les installations portuaires de Southampton ont été envahies, et des populations moins denses notées dans l'estuaire de la Solent et le port de Portsmouth (Thorp *et al.*, 1987).

Nous rapportons ici la colonisation récente des bassins à flot du port du Havre (Seine-Maritime, France) par cette serpule.

..... **MATÉRIEL ET MÉTHODES**

Les bassins du port du Havre (figure 1) sont explorés en plongée en scaphandre autonome depuis plusieurs années (Breton, 1981; Breton *et al.*, 1996) afin d'en observer les peuplements et d'en dresser l'inventaire faunistique et floristique.

Les serpules repérées sont photographiées *in situ* à l'aide d'un appareil avec flash (Nikonos II ou V, Motor marine II ou Nikon RS), réglé pour des prises de vues aux rapports

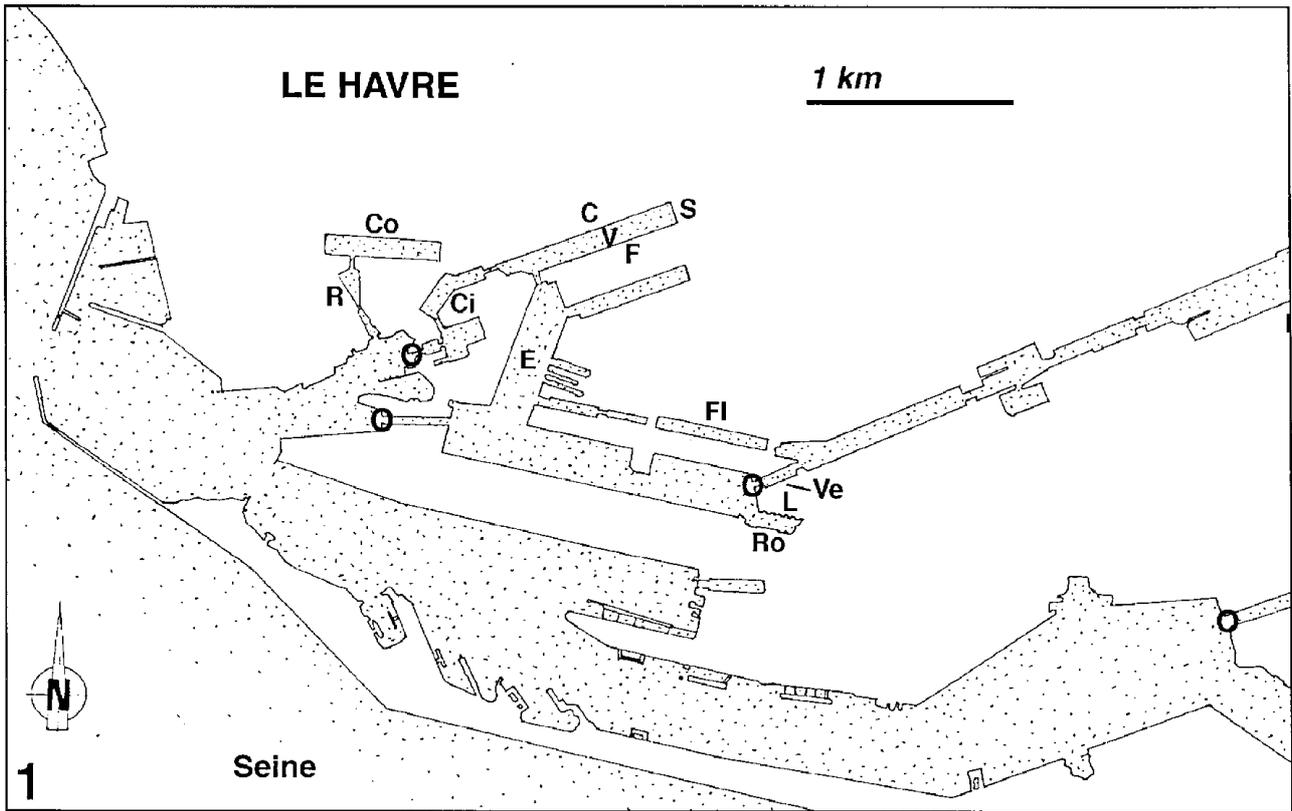


Figure 1.

Plan des quais, bassins, et sas du port du Havre (Seine-Maritime, France).

C : quai Colbert; Ci : quai et bassin de la Citadelle; Co : bassin du Commerce;

E : bassin de l'Eure; F : quai Frissard; FI : bassin Fluvial; L : quai Lafayette; M : quai de Moselle; N : quai de Norvège;
R : bassin du Roy; Ro : quai Rochambeau; S : quai de Suède; V : bassin Vauban; V  : sas V tillard sont cités dans le texte.
Les « O » marquent les écluses. En aval : bassins de marée; en amont : bassins à flot ou à niveau constant.

0,5/1 à 1,5/1. Les tubes sont détachés de leur support à l'aide d'un couteau de plongée. Dans cette opération, les tubes sont très fréquemment brisés et les animaux mutilés.

Les observations et mesures (  l'aide d'un micromètre oculaire) se font à la loupe binoculaire, les animaux étant vivants ou très récemment fixés.

Les préparations microscopiques sont examinées et photographi es s'il y a lieu sur un Leica DMLB (fond clair, contraste interférentiel (MCI), polarisation).

Après point critique ou dessiccation à l'air libre, les préparations métallisées à l'or sont observées et photographi es au microscope électronique à balayage (MEB Cameca 07).

Le matériel est déposé dans les collections du Muséum d'histoire naturelle du Havre.

1..... RÉSULTATS

Morphologie externe des *H. ezoensis*  tudi s

Dans le but de préserver la comparabilité des descriptions, nécessité soulignée par ten Hove et Jansen-Jacobs (1984) puis par ten Hove (1990), nous avons traduit de l'anglais ou de l'allemand, aussi fidèlement que possible,

la nomenclature morphologique proposée par différents auteurs (tableau 1).

La description est fondée sur l'examen d'une soixantaine de spécimens recueillis le 28 septembre 1997 sur la partie orientale du quai Colbert (Bassin Vauban), et sur les examens complémentaires de clichés sous-marins (figures 2, 3, 15, 16) et de matériel recueilli ultérieurement.

Les plus grands vers mesurent 25 à 35 mm de longueur, et leur largeur atteint 3 mm environ. La collerette et l'abdomen sont en général orangés et l'extrémité antérieure du thorax brun à brun verdâtre. Dans la description suivante, les valeurs indiquées pour chaque paramètre sont, dans l'ordre, la plus faible valeur enregistrée, la ou les valeurs les plus fréquentes, la plus forte valeur notée et, entre crochets, la moyenne calculée.

Branchie. La branchie porte 14-22-26 [21] rayons branchiaux penn s, dont la longueur est 0,8-2,4-4,0 mm [2,6 mm]. Chaque rayon branchial est rayé et montre, longitudinalement, des bandes alternativement sombres (  la base) et claires, l'extrémité est claire ou sombre. Les bandes basales sont fréquemment plus accentuées ou plus contrastées. Il arrive que les rayons dorsaux soient beaucoup plus sombres (bandes sombres envahissant presque compl tement le rayon) que les ventraux.

Rarement, une branchie est de couleur nettement dissymétrique (violet à droite, brun à gauche). Le nombre de bandes sur les rayons branchiaux est de 6-8-10, les valeurs extrêmes de 4 et 12 ont été observées une fois chacune. La couleur est elle-même variable : 87 % des branchies observées affichent des tonalités beige ou brun, mais les individus à branchie mauve ou violette, orange ou rougeâtre ne sont pas rares (13 %).

Opercule(s) (figure 4). L'opercule est porté par un rayon branchial dorsal non penné. Comme les axes des autres rayons, son pédoncule montre des bandes alternativement claires et sombres, toujours différentes et souvent plus larges et plus contrastées que celles des rayons voisins. Il y a le plus souvent (49 %) un seul opercule, le rayon branchial non penné symétrique est alors court, obtus à l'extrémité (pseudo-opercule : Zibrowius, 1978) dans 33 % des cas, et plus développé en un bourgeon d'opercule rudimentaire dans 16 % des cas.

18 % des individus examinés présentent un opercule normalement développé d'un côté et, de l'autre côté, un petit opercule où le verticille et l'entonnoir sont cependant plus ou moins visibles.

Enfin 33 % présentent deux opercules également (ou presque également) développés.

Diamètre de l'opercule 0,4-1,2-2,6 [1,3 mm]. Nous considérons cependant ces valeurs comme peu significatives

car le diamètre de l'opercule dépend de l'état d'étalement ou d'extension des dents ou de l'entonnoir.

Nombre de rayons de l'entonnoir : 17-34-51 [32].

Nombre de dents de verticille distal : 12-18 à 23-30 [20]. Ces dernières portent 3-4-7 [4,5] denticules, le nombre de denticules variant d'une dent à l'autre. Le nombre de rayons de l'entonnoir et le nombre de dents du verticille peuvent être différent entre deux opercules chez les individus possédant deux opercules.

L'épibiose de l'opercule est plus ou moins développée (figure 5) et, s'il y a deux opercules, elle ne concerne que l'opercule fonctionnel : *Chaetomorpha linum* (O.F. Müller) [= *C. aerea* (Dillwyn)], *Enteromorpha* sp., *Callithamnion* sp., cyanobactéries filamenteuses (diamètres 25 et 8 mm) ou unicellulaires, diatomées (figure 5), bactéries filamenteuses, spirochètes, foraminifères parfois abondants et ciliés. Des matières en suspension et des floculats sont piégés.

Soies. L'examen au microscope photonique en contraste interférentiel (MCI) et au microscope électronique à balayage (MEB) permet de préciser un certain nombre de points. Une immersion rapide du matériel dans l'eau de Javel diluée débarrasse les soies d'un éventuel film muqueux.

Les soies en baïonnette de la collerette possèdent fréquemment une, parfois deux, rarement trois dents prin-

	Nomenclature adoptée dans le présent travail reprisé ou traduite de par
opercule	verticille épine (spinule) dent centrale	verticil spine (spinule) central tooth	Hove (H.A. ten) 1990
	entonnoir rayon sillon	funnel radius groove	
	pédoncule	peduncle	
branchie	rayons branchiaux	branchial radioles (= filaments)	Hove (H.A. ten) & Jansen-Jacobs (M.J.) 1984
	filament distal pinnules	terminal filament pinnules	<i>auct. div.</i>
soies	soies de la collerette soies en baïonnette segment distal effilé limbe strié encoche bouton basal dents principales dents accessoires zone denticulée proximale	collar setae bayonnet setae pointed distal portion striated limba notch basal boss heavy teeth accessory teeth proximal rasp	Hove (H.A. ten) & Jansen-Jacobs (M.J.) 1984
	soies capillaires	capillar setae	
	régulièrement ciselé hérissé	regelmäßig gepunzt geborstet	Rosenfeldt (P.) 1982
	uncini dent	uncini (hooks) teeth, Zähnen	<i>auct. div.</i>
	soies évasées abdominales denticules du bord distal	abdominal "trumpet-shaped (1)" setae teeth	

Tableau 1.

Origine de la nomenclature morphologique adoptée dans ce travail pour la description de l'opercule, de la branchie et des soies. (1) : terme incorrect selon ten Hove (1990), d'où les guillemets.



Figures 2, 3.

Hydroides ezoensis. Quai Frissard-Est, port du Havre (Seine-Maritime), 1 m. Les actinies sont probablement des jeunes *Sagartiogeton undatus* et *Sagartia troglodytes*. Clichés sous-marins en macrophotographie au rapport 1,5/1, 26.11.1997. Réf. photothèque MHNH : BA 344.23 et BA 344.30. Barre d'échelle commune : 1 cm. Clichés G.B.

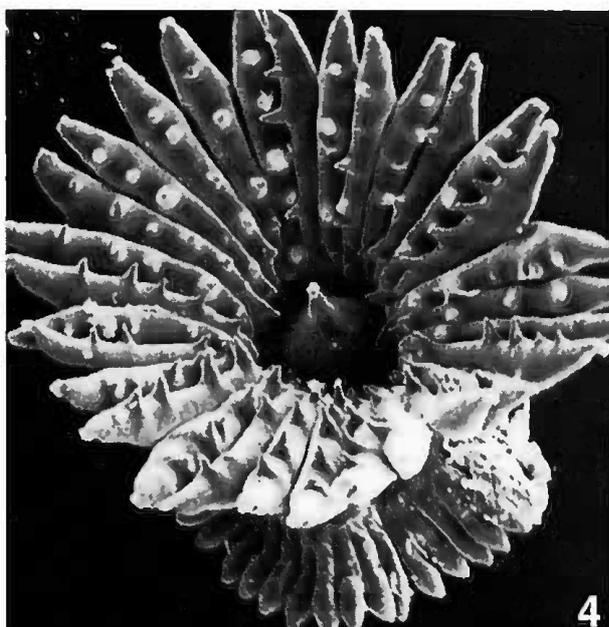


Figure 4.

Hydroides ezoensis. Quai Colbert-Est, port du Havre (Seine-Maritime), 1 m. 16.03.1997. Opercule, vue distale légèrement oblique. MEB. Réf. photothèque MHNH : MEB 9719.01. Barre d'échelle : 0,5 mm. Cliché G.B.

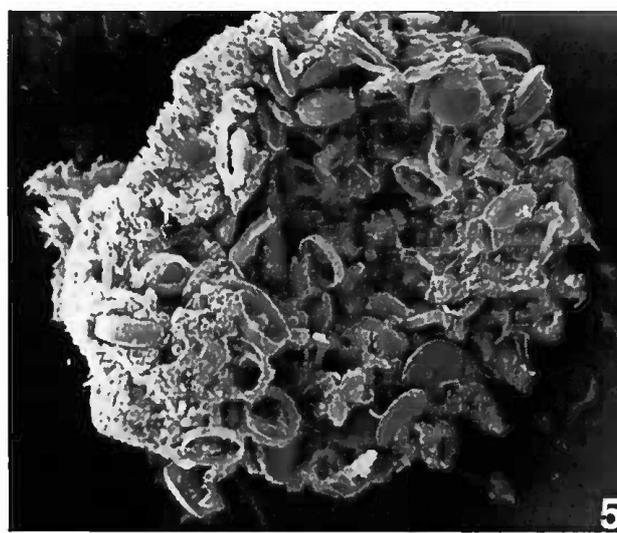


Figure 5.

Hydroides ezoensis. Quai Lafayette, port du Havre (Seine-Maritime), 1 m. 22.02.1998. Fouling de l'opercule, vue distale. Les éléments les plus visibles du fouling sont des diatomées. Les extrémités de trois épines du verticille distal sont visibles en bas à droite. MEB. Réf. photothèque MHNH : MEB 9806.9. Barre d'échelle : 0,5 mm. Cliché G.B.

cipales (figure 6). Contrairement à la description de Thorp *et al.* (1987) elles ne sont pas lisses : le MCI révèle sur la hampe une apparence de stries fines et parallèles espacées de 0,5 à 1  m qui évoluent en écailles triangulaires, allongées parallèlement à la striation, régulières sur le segment distal de la soie. L'ornementation de ces soies correspond donc au type « régulièrement ciselé » (= *regelm big gepunzt*) de Rosenfeldt (1982). Les soies capillaires qui accompagnent ces soies en ba nonnette et qui sont présentes aussi dans les segments thoraciques 2 à 7 sont structur es de la même manière : striation discrète proximale (sauf sur la « racine » lisse), et partie distale ornementée d'écailles triangulaires allongées,

disposées longitudinalement et régulièrement. Cette ornementation est aussi, quoique moins accusée, celle des une, deux ou trois paires de soies capillaires des ultimes segments abdominaux. Si les stries ne sont pas visibles au MEB, elles sont au contraire nettes au MCI. Cela provient du fait qu'il ne s'agit probablement pas de cannelures, mais de canalicules internes, longitudinaux, visibles aux forts grandissements du MEB sur la section de soies capillaires thoraciques ou abdominales brisées dans leur partie proximale (figures 7, 8). Cette microstructure avait été décrite par Rosenfeldt (1982, fig. 3a) : médulla pleine, traversée longitudinalement par des canaux, description reprise par Specht (1988).

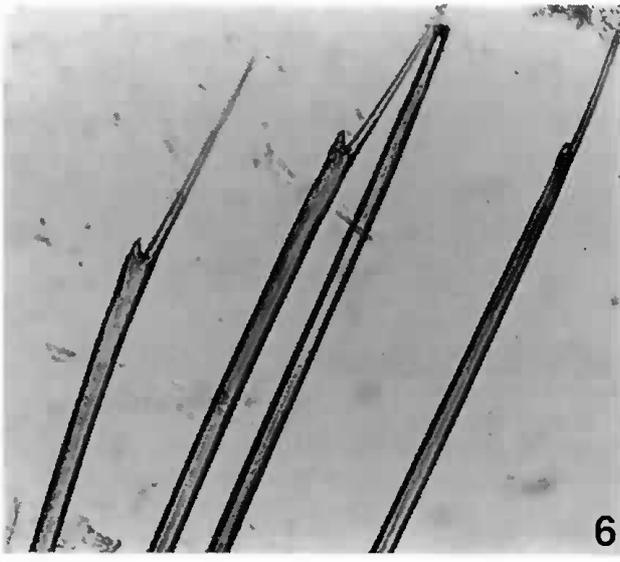


Figure 6.

Hydroides ezoensis. Quai Colbert-Est, port du Havre (Seine-Maritime), 1,5 m. 31.07.1997. Soies en baïonnette de la collerette, contraste interférentiel près de la frange noire, préparation extemporanée. Réf. photothèque MHNH : 01.08.97.0. Barre d'échelle : 200 μ m.

Figure 7.

Hydroides ezoensis. Mêmes provenance et date que la figure 6. Structure interne d'une soie capillaire des ultimes segments abdominaux. MEB. Réf. photothèque MHNH : MEB 9742.07. Barre d'échelle : 5 μ m. Cliché G.B.

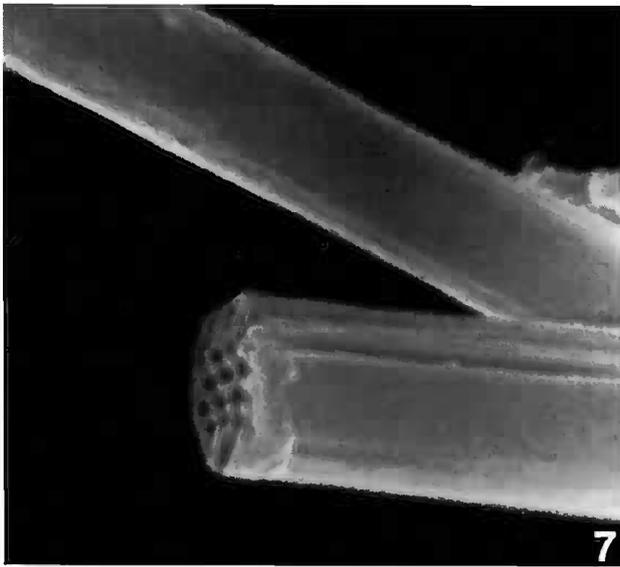
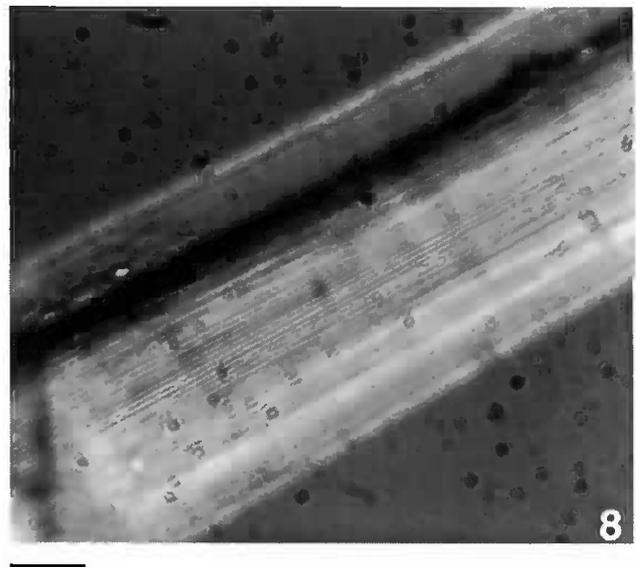


Figure 8.

Hydroides ezoensis. Mêmes provenance et date que la figure 6. Soie capillaire du premier sétigère : aspect strié du segment proximal. Contraste interférentiel près de la frange noire, immersion, préparation extemporanée. Réf. photothèque MHNH : 01.08.97.14. Barre d'échelle : 10 μ m. Cliché G.B.



Thorp *et al.* (1987) distinguent en outre parmi les soies thoraciques des soies limbées (« finned setae » ou « winged setae ») et, après Okuda (1934, fig. 7c) et Imajima (1976, fig. 2j), en représentent fort bien l'apparence en microscopie optique (Thorp *et al.*, fig. 3i). Néanmoins, ils doutent de la réalité du limbe et suggèrent qu'il s'agisse d'un artefact d'observation de soies pourvues d'une gorge longitudinale puisqu'ils n'observent pas de soie limbée, mais seulement des soies pourvues d'une gorge au MEB.

Le limbe est bien présent, il est très finement nervuré, unipenné, les « nervures » [= fibrilles, voir la discussion de Ten Hove (*in litt.*) ci-dessous] étant dirigées distalement à 45° (figure 9). Il est visible seulement dans l'eau (même après fixation à l'eau de mer formolée). À sec, il se replie ou se rétracte et n'est guère visible même au MCI (1). Il réapparaît par hydratation. Dans ces conditions, il est logique qu'il puisse être observé beaucoup plus difficilement au MEB. Ces soies limbées ont, comme les autres, la partie proximale striée.

Ten Hove (*in litt.*) précise que soies limbées et soies capillaires chez *Hydroides* présentent des différences mineures mais observables de taille et de forme, et elles se présentent en deux rangs distincts. Les limbes sont en réalité des zones externes où les fibrilles formant les soies sont moins densément serrées que dans la partie centrale de la hampe; ces fibrilles ont un développement différent dans chaque type de soies. En somme, la différence entre soies limbées et soies capillaires est plus quantitative que qualitative.

Les 25 (environ) derniers segments abdominaux portent des rangées de soies évasées (figure 10). Leur pédoncule à section circulaire s'élargit et se termine en une lame légèrement concave vers l'avant, elliptique ou triangulaire, portant distalement 15 à 25 denticules en une seule rangée (figure 10, à gauche). Rarement, deux soies évasées se font face (figure 10, à droite).

(1) Quoique non classique, une observation à sec au MCI est possible, avec une qualité d'image acceptable.

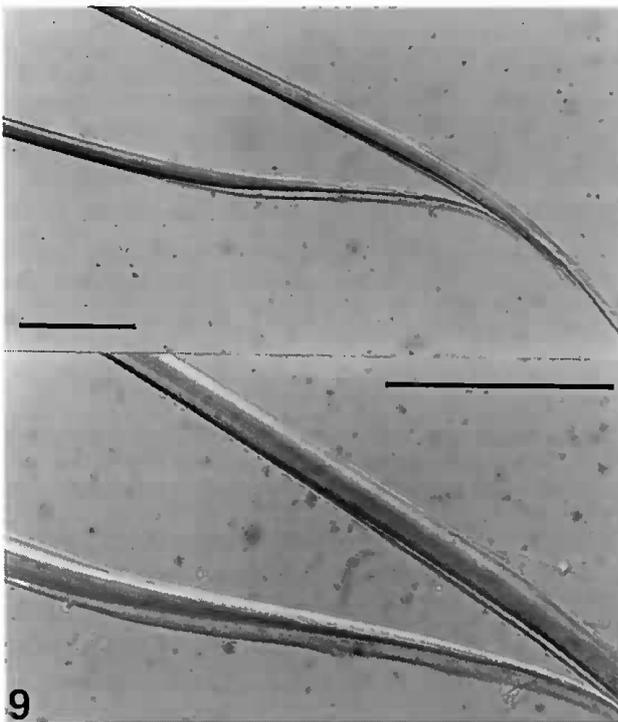


Figure 9.

Hydroïdes ezoensis. Mêmes provenance et date que la figure 6. Soies thoraciques limbées (1^{er} segment thoracique); structure du limbe. Contraste interférentiel, préparation extemporanée. Ref. photothèque MHNH : 01.08.97.04 et 05. Barre d'échelle : 100  m. Cliché G.B.



Figure 10.

Hydroïdes ezoensis. Mêmes provenance et date que la figure 6. Soies évasées des segments abdominaux. Morphologie d'une soie, et groupe de deux soies opposées. MEB. Ref. photothèque MHNH : 9748.05 et 08. Barre d'échelle commune : 10  m. Clichés G.B.

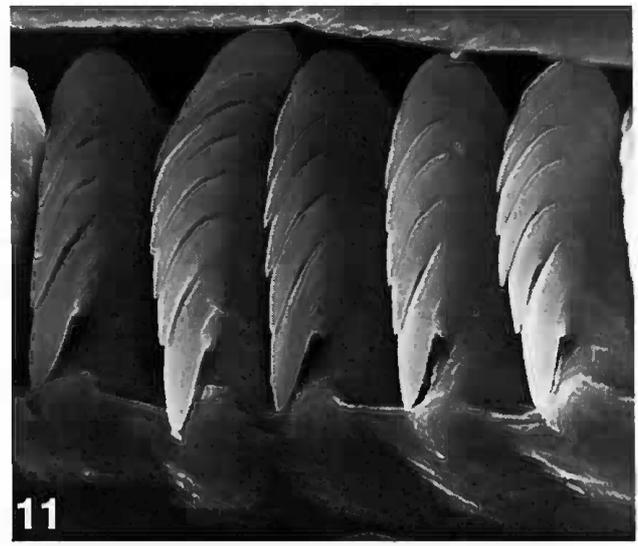


Figure 11.

Hydroïdes ezoensis. Quai Colbert-E, port du Havre (Seine-Maritime), 1 m. 24.07.1997. Uncinus thoracique gauche, 4^e segment thoracique. MEB. Ref. photothèque MHNH : 9740.8. Barre d'échelle : 20  m. Cliché G.B.

Les segments thoraciques comprennent jusqu'à 90 uncini par tore. le nombre de dents passe de 6 dans ceux situés en position plus dorsale à 7 (en moyenne) dans ceux en position plus ventrale (figure 11).

Les uncini abdominaux ont des dents plus nombreuses : 6 à 11, le nombre de dents augmentant avec la taille de l'animal et d'avant en arrière dans le même animal. Le nombre est d'ailleurs variable (une ou deux unités) d'un uncinus à son voisin dans le même tore. La dent antérieure est clairement plus forte que les autres; nous avons parfois observé une usure de cette dent sur des uncini du milieu de l'abdomen (figure 12). Les uncini thoraciques et abdominaux appartiennent au type A1 de Rosenfeldt (1982).

Le tube est sinueux, de diamètre augmentant régulièrement (jusqu'à 0,8-1,6-2,6 mm [1,5 mm] de diamètre extérieur à l'ouverture). La partie appliquée sur le support montre en général, sur la partie supérieure un double renflement plus ou moins développé et variant, selon les individus, entre une double carène et un simple méplat supérieur. Lorsque le

tube se décolle du support, sa section devient toujours circulaire par disparition de l'ornementation longitudinale. La partie ancienne du tube est fréquemment verdie par des algues endolithiques; on passe sans transition à une partie jeune blanche. Chez les individus dont le tube a été brisé lors du prélèvement, la reconstruction de la partie distale du tube, malgré de mauvaises conditions (en bocal, eau non renouvelée, 6  C), est commenc e au 5^e jour. Sur une matrice organique fibreuse (diamètre des fibres 1 à 3 mm)   organisation plumo-réticulée, identique et en continuité avec la membrane tapissant l'intérieur du tube, se distinguent déjà au microscope polarisant en lumière analys e des dépôts de calcite microcristalline.

Deux particularités du tube de *Hydroïdes ezoensis* ont retenu notre attention. Il s'agit d'une part de sa capacité à bioemmurer (« Biomuration » *sensu* Voigt, 1973) divers organismes et en particulier l'algue *Chaetomorpha linum*, plusieurs fois observée compl tement prise dans l'épaisseur de la paroi du tube par la croissance de ce dernier (figure 13).

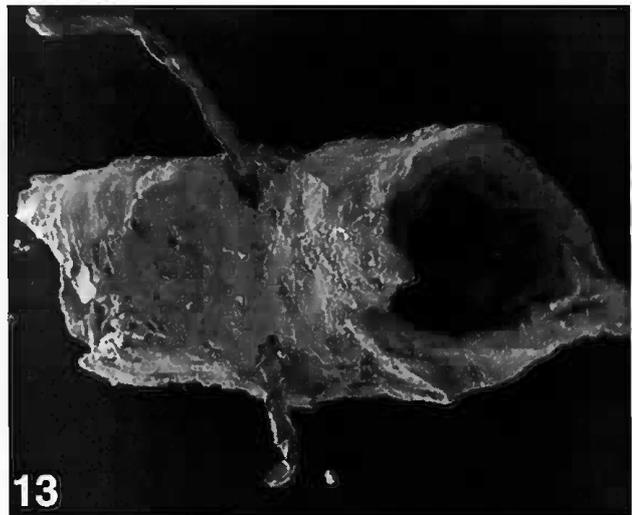


Figure 13.

Chaetomorpha linum (O.F. Müller) bioemmuré dans le tube de *Hydroides ezoensis* Okuda. Quai Colbert-Est, port du Havre (Seine-Maritime), -1,5 m 28.09.1997. MEB. Réf. photothèque MHNH : 9750.6. Barre d'échelle : 2 mm. Cliché G.B.

Figure 12.

Hydroides ezoensis. Mêmes provenance et date que la figure 6. Uncini abdominaux. MEB. Noter l'usure de la dent antérieure (cliché du bas). Ref. photothèque MHNH : en haut 9742.4, en bas 9748.10. Barre d'échelle 20 μ m (en haut) et 10 μ m (en bas). Clichés G.B.

2 LA POPULATION DE *HYDROIDES EZOENSIS* DANS LE PORT DU HAVRE EN 1997

Les différentes espèces de serpules reconnues dans le port du Havre ont toutes été retrouvées dans les biotopes contenant *H. ezoensis*. Il s'agit des espèces suivantes.

Ficopomatus enigmaticus (Fauvel, 1923) se trouve principalement dans les premiers décimètres des eaux sous-salées superficielles. L'espèce est sujette à de très importantes fluctuations de densité. En 1995, quai de Moselle-W, cette espèce couvrait le substrat à 100 % dans le premier décimètre d'eau. En 1997, il n'y avait plus que quelques individus vivants. Il y a une quinzaine d'années, après la fermeture et l'isolement du bassin Fluvial, cette espèce a formé à fleur d'eau des concrétions de plusieurs décimètres de diamètre. Aujourd'hui, elle est une composante mineure de la faune fixée au même niveau.

Pomatoceros triqueter (L.) et *Pomatoceros lamarckii* (Quatrefages) semblent préférer les eaux à salinité normale. Ils se trouvent dans les bassins de marée et les bassins à flot anciens recevant peu d'apports d'eau douce, à toutes les profondeurs, sur des substrats d'orientation variable. Fréquents l'un et l'autre, ils ne forment jamais de populations denses, et se répartissent plutôt en individus isolés les uns des autres.

Hydroides dianthus Verrill est présent sur les mêmes quais que *H. ezoensis* (Colbert-Est, Citadelle) ou dans des sites où *H. ezoensis* n'a pas été repéré (pertuis bassin du Roy - bassin du Commerce).

D'autre part, nous avons noté la présence, assez fréquente, de planchers transversaux obliques troués, déjà observés et figurés chez *Sclerostyla ctenactis* Mörch par ten Hove (1973, fig. 1C) ainsi que dans diverses espèces de *Hydroides*, *Ficopomatus enigmaticus* (Fauvel) et *Pomatoceros triqueter* (Linné) (Zibrowius, *in litt.*). Ces planchers (« tabulae » de ten Hove) sont connus aussi chez des Serpulidae fossiles. Chez nos *Hydroides ezoensis*, il y a un (rarement deux) plancher, cloisonnant obliquement le tube au diamètre 0,5 à 1 mm (figure 14). Nous évaluons leur fréquence à 10 à 20 % des tubes. La concavité de ces planchers est orientée vers l'avant du tube. Ils portent, plus ou moins symétriquement, cinq à sept paires d'orifices et, parfois, un orifice impair, médian, ventral. Zibrowius (*in litt.*) pense que ces planchers sont sécrétés par les zones glandulaires des derniers segments abdominaux et que les trous pairs correspondent aux soies ou faisceaux de soies des derniers segments. Le trou médian impair correspondrait au pygidium qui, pourtant, ne porte pas de soie.

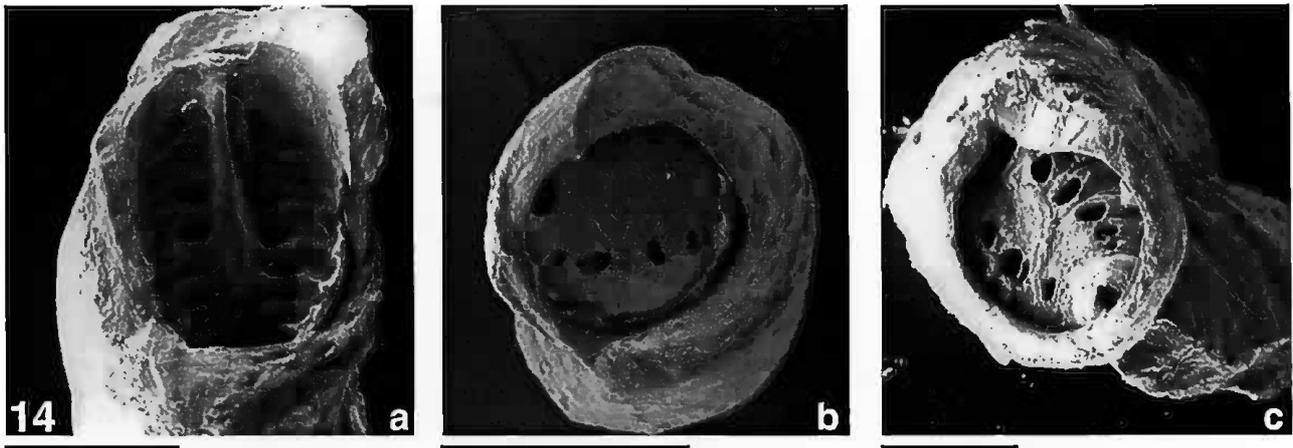


Figure 14.

Hydroides ezoensis. a, b : mêmes provenance et localisation que figure 6 ; c : mêmes provenance et localisation que figure 4. Planchers transversaux obliques perforés. a : face antérieure du plancher (vers le ver) ; b, c : face postérieure, perforation médiane impaire visible à gauche (b) ou en bas à droite (c). Réf. photothèque MHNH : MEB 9742.1 (a), 9749.9 (b) et 9719.5 (c). Barre d'échelle : 1 mm.

Trois espèces enfin apparaissent comme rares. Elles ont été recueillies en particulier dans des sites colonisés par *H. ezoensis*. Il s'agit de : *Hydroides elegans* (Haswell) (aqueduc du sas V tillard), *Serpula vermicularis* L. (quai de Suède, bassin du Commerce), *Protula* sp. (quai de Norvège).

La liste suivante rapporte les principales espèces macrobenthiques (ou au moins visibles et reconnaissables en plongée), fixées, qui constituent, dans le port du Havre, l'environnement biotique de *H. ezoensis*.

Bactéries : Spirochètes pourpres.

Végétaux : *Cladophora* sp., *Bryopsis plumosa* C. Agardh, *Chaetomorpha linum*, *Enteromorpha* sp., *Ulva lactuca* L., *Ceramium* sp., *Antithamnion plumula* (Ellis), *Scytosiphon lomentaria* (Lyngbye), *Sargassum muticum* (Yendo).

Animaux : *Sycon ciliatum* (Fabricius) ou *S. quadrangulum* (O. Schmidt), *Ciona celata* (Grant), *Halichondria bowerbanki* Burton, *Haliclona cinerea* (Grant), *Haliclona xena* de Weerdt, *Kirchenpaueria similis* (Hincks), *Obelia longissima* (Pallas), *Aurelia aurita* (L.) scyphistomes, *Sagartiogeton undatus* (Müller), *Sagartia troglodytes* (Price), *Haliplanella lineata* (Verrill), *Polydora* sp., *Eupolyornia nebulosa* (Montagu), *Balanus crenatus* Brugière, Tanaidac s et Amphipodes, en particulier *Corophium acherusicum* Costa dans des tubes de vase (Breton et al., 1996, p. 19). *Mytilus edulis* L., *Bugula stolonifera* Ryland, *Cryptosula pallasiana* Moll., *Phoronis hippocrepia* Wright, *Ciona intestinalis* L., *Ascidia aspersa* (Müller), *Styela clava* Herdman, *Clavelina lepadiformis* (Müller), *Botryllus schlosseri* (Pallas), *Botrylloides leachi* Savigny, *Diplosoma listerianum* (Milne-Edwards).

L'intention des auteurs n'est pas de faire une étude quantitative de la démographie de *Hydroides ezoensis* dans le port du Havre : l'irrégularité de la distribution horizontale et verticale, sur un quai donné, aussi bien que d'un quai à l'autre, irrégularité perceptible dès les premières plongées ou l'espèce a été repérée, interdit tout décompte **significatif**. C'est pourquoi nous avons préférer rapporter quelques éléments d'appréciation sans doute non quanti-

tatifs, mais qui traduisent bien l'explosion démographique que l'espèce a connue sur les sites explorés.

Hydroides ezoensis a été repérée pour la première fois le 23 février 1997 dans la partie orientale du quai Colbert, entre 0,5 et 1,5 m sous le plus bas niveau de l'eau.   cette date, les individus sont rares, dispersés, distants en moyenne de 0,5 à 1 m et rarement en groupes de deux à quatre dans un à deux dm². Les tubes adh rent tous sur la totalité de leur longueur au support. Il n'y a aucune agrégation. Le diamètre, mesuré sur photo, des branchies en extension varie de 5 à 12 mm : la taille des individus est v ri e ; les plus grands ont la taille maximum de l'espèce.

Plusieurs plongées au cours du printemps 1997 ont confirmé la présence de l'espèce sur la totalité du quai Colbert (orienté au Sud), sa rareté quai de Suède (orienté vers l'Ouest) et son absence de la partie orientale, seule explorée, du quai Frissard (orienté vers le Nord) du même bassin Vauban. Les vers ont une répartition verticale étroite (0,5 à 1,5 m sous le plus bas niveau de l'eau).

Dans un autre bassin à flot, le bassin de la Citadelle, la population du quai de la Citadelle dirigé vers le Sud était très dense le 23 mars 1997, et avec la même répartition verticale que quai Colbert. Deux spécimens sont observés sur un quai à orientation Sud du bassin de l'Eure à la même date (même profondeur).

La population de la partie orientale du bassin Vauban s'est considérablement développée au cours de l'été 1997 (figure 15). Dès le 28.09.1997, on note que les tubes de petits individus sont abondants, souvent jointifs quai Colbert. De plus, dès cette date, le quai Frissard (orienté vers le Nord) a été colonisé, avec des populations peu denses sauf à la verticale d'une ancienne cale où se développe une population très dense : il n'est pas rare d'y photographier, au rapport 1/1, deux à six tubes dans moins de 10 cm² (figure 16). Certains vers peuvent être émergés lors des périodes où l'eau atteint son niveau le plus bas. Dans le bassin Vauban en particulier, l'été 1997 a donc enregistré un recrutement important.



Figure 15.

Hydroïdes ezoensis. Quai Colbert - Est, port du Havre (Seine-Maritime). Noter les branchies déployées de deux individus parmi les ascidies *Clavelina lepadiformis* et une *Ciona intestinalis*. L'anémone de mer, à gauche, est probablement une très jeune *Sagartiogeton undatus*. Quelques algues filamenteuses *Chaetomorpha linum*. *Balanus crenatus*, *Mytilus edulis* juvénile. L'éponge à droite est *Halichondria bowerbanki*. Elle encroûte et recouvre les tubes des serpules. Cliché sous-marin en macrophotographie au rapport 0,5/1 (largeur du cliché : 7,2 cm). 31.07.1997. Référence photothèque MHNH : BA 336.07. Cliché GB.

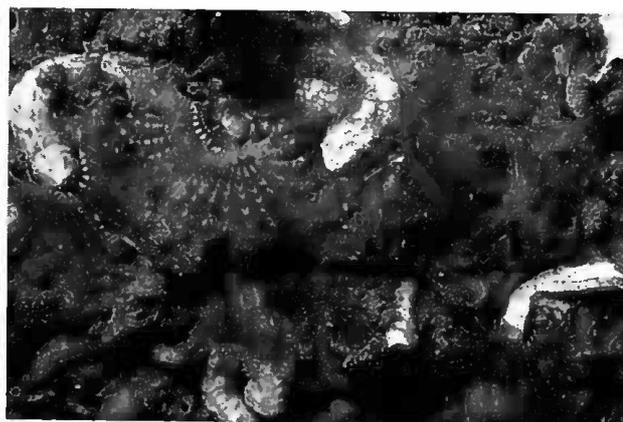


Figure 16.

Hydroïdes ezoensis. Quai Frissard - Est, port du Havre (Seine-Maritime). Sur le cliché qui couvre une surface de 24 x 36 mm, on observe les tubes d'au moins huit individus, dont cinq ont la branchie en extension. Noter la double carène des tubes, deux opercules sont visibles. Environnement biotique : *Balanus crenatus*, *Ulva lactuca*, tubes d'amphipodes, *Halichondria bowerbanki* colorée en vert par des algues symbiotes. Cliché sous-marin en macrophotographie au rapport 1/1. 19.11.1997. Référence photothèque MHNH : BA 340.02. Cliché GB.

Au cours de l'automne 1997 et de l'hiver 1997-1998, des plongées permettent de repérer *H. ezoensis* :

- parmi d'autres serpules (*H. elegans*, *Ficopomatus enigmaticus* dominant, *Pomatoceros triqueter*) vers 5 m, dans les aqueducs d'une écluse (sas Vétillard, 29.10.1997) : les populations sont peu denses ;
- quai Rochambeau (orienté Nord) : populations peu denses (22.02.1998) ;
- quai Lafayette (orienté Sud) : populations très denses, formant des agrégations, vers -1 m (22.02.1998).

3DISCUSSION - CONCLUSIONS

Compte tenu de la date de la première observation de *Hydroïdes ezoensis* (février 1997), et des dates des plongées précédentes sur le site, nous pensons que *Hydroïdes ezoensis* s'est implantée dans le port du Havre au cours de l'été 1996 (ou bien, si son implantation était antérieure, elle serait restée extrêmement discrète dans les plans d'eau explorés).

Dans le courant de l'été 1997, l'espèce a connu un fort recrutement qui s'est traduit, dans la partie orientale du bassin Vauban où la démographie a pu être appréciée sinon mesurée, par une colonisation massive dès l'automne non seulement du quai déjà colonisé en février, mais des quais Frissard (exposition Sud) et de Suède (exposition Ouest).

Les eaux des bassins à flot connaissent en été des proliférations phytoplanctoniques (Breton *et al.*, 1979) qui assurent aux suspensivores que sont les serpules des apports trophiques importants. De plus, si l'espèce trouve dans la Manche orientale la limite Nord quant à la température nécessaire à sa reproduction (Thorp *et al.*, 1987),

le confinement des eaux des bassins à flots du Havre, comme le confinement relatif des eaux de Southampton autorisent une montée en température plus forte au moment de la reproduction.

La population que nous avons étudiée montre de grandes ressemblances morphologiques avec celle de Southampton décrite par Thorp *et al.* (1987). Les quelques différences notées (taille, variabilité du nombre de rayons branchiaux, couleur du panache, nombre et variabilité du nombre de dents de l'opercule) restent faibles et sans doute liées à l'échantillonnage et à l'âge moyen de la population, la population havraise étudiée étant probablement plus jeune. Il se peut également que ces différences soient le résultat d'une dérive génétique à cause d'effectifs limités de la population fondatrice.

Nous pensons que la population havraise de *Hydroïdes ezoensis* trouve son origine dans celle de Southampton, et que les fondateurs ont probablement voyagé sur la coque des ferries. En effet, l'échec de l'implantation sur la côte atlantique française (Loire-Atlantique, Vendée : Gruet *et al.*, 1976), confirmé par les explorations des côtes françaises de l'Atlantique et de la Manche en 1985 (Thorp *et al.*, 1987) laisse supposer soit une importation depuis l'Angleterre *via* la coque de bateaux soit une implantation directe depuis le Japon, réalisant une seconde invasion en Europe, quinze ans après celle du Sud de l'Angleterre et dans des sites offrant des conditions écologiques comparables. Si la seconde hypothèse ne peut certes pas être formellement exclue, la première, compte tenu de la fréquence des liaisons maritimes entre Le Havre et Southampton ou Portsmouth, nous semble hautement probable : elle rejoint les prédictions et les vues exprimées par Thorp *et al.* (1987) et par Thorp (*in litt.*).

L'avenir de la population havraise d'*Hydroïdes ezoensis* ne peut pas être prédit avec certitude. Il est possible qu'après une phase initiale d'expansion « explosive », elle régresse à l'instar des *Ficopomatus enigmaticus* du bassin Fluvial (ci-dessus). En effet, il n'est pas certain que la reproduction soit possible chaque année. Une autre éventualité est la poursuite de la colonisation de toutes les surfaces offrant de bonnes conditions à la serpule, et qu'elle y forme, à l'instar des populations de Southampton, des encroûtements épais.

Enfin, il est remarquable de constater l'importance du stock d'espèces allochtones d'introduction plus ou moins ancienne, dans le port du Havre et, parmi elles, le pourcentage d'espèces tirant leur origine du Pacifique Nord-Est et en particulier du Japon. Dans l'inventaire suivant, nous indiquons les espèces originaires du Pacifique Nord-Est existant ou ayant existé dans le port du Havre, et, entre crochets, la décennie probable d'arrivée sur les côtes d'Europe de l'Ouest [60' signifie : « arrivée entre 1960 et 1970 »] :

Ph ophyc e *Sargassum muticum* [70'] ; Cnidaire *Haliplanella lineata* [fin XIX  siècle] ; Polychète *Hydroïdes ezoensis* [90'] ; Crustacés *Eriocher sinensis* Milne-Edwards [30'], *Hemigrapsus penicillatus* (de Haan) [90'] (Vincent et Breton, 1999) ; *Balanus amphitrite* (Darwin) [30'] ; Ascidies *Styela clava* [50'] et *Perophora japonica* Oka [80'].

Les espèces exotiques suivantes non originaires du Pacifique Nord-Est ont été reconnues dans le port du Havre. En plus de la décennie d'introduction, on indique l'origine géographique. La mention « indigène méconnue ? » concerne deux espèces pour lesquelles l'introduction n'est pas démontrée compte tenu de la rareté actuelle des signalisations (voir la discussion de cette proposition dans Breton *et al.*, 1996).

Spongiaire *Haliclona xena* [90', Hollande, indigène méconnue ?] ; Polychètes *Ficopomatus enigmaticus* [20', Australie (Zibrowius, 1978)] ; *Hydroïdes dianthus* [?, Amérique du Nord (Zibrowius & Thorp, 1989; Zibrowius, 1992)] ; Mollusque *Crepidula fornicata* (L.) [fin du XIX  siècle, côte atlantique des  tats-Unis] ; Crustacés *Elminius modestus* [40', Nouvelle-Zélande, Australie] ; *Hemimysis spinifera* Ledoyer [90', Sud-Portugal, indigène méconnue ?], *Rithropanopeus harrissii tridentatus* Maitland [50', côte atlantique des  tats-Unis], *Molgula manhattensis* (de Kay) [début du XX  siècle ?, côte atlantique des  tats-Unis].

Nous n'avons pas inclus dans cette liste des espèces dont le statut est incertain (« Cryptogenic species » de Eno *et al.*, 1997), comme *Hydroïdes elegans* (voir Zibrowius &

Thorp, 1989), *Mytilicola intestinalis* Steueur, *Bugula stolonifera* Ryland, ou *Bowerbankia gracilis* Leidy, présents dans le port du Havre, mais dont le statut - exotique ou indigène - n'est pas établi (Eno *et al.*, 1997) ; non plus que les espèces certes exotiques mais ne se reproduisant pas dans nos eaux (« vagrant species » de Eno *et al.*, 1997) comme *Callinectes sapidus* (Rathbun) (Vincent, 1987).

Si l'on excepte les « indigènes méconnues », on constate que les espèces introduites japonaises sont majoritaires, et que leur introduction est en moyenne plus récente que les autres. Cela corrobore le mod  d'introduction suggéré par tous les auteurs, à savoir le transport sur les coques de navires de l'adulte fixé ou bien dans les ballasts de ces navires de la larve (Eno *et al.*, 1997 ; Gruet & Baudet *in* Dauvin, 1997 ; Thorp *et al.*, 1987 ; Zibrowius, 1978, 1992 ; Zibrowius & Thorp, 1989...). Ceci est cohérent avec les fréquentations des différentes routes commerciales connues ; avec le raccourcissement de la durée des trajets lointains, concomitant avec l'augmentation de la fréquence des implantations. L'archipel du Japon s'étend sur 15  de latitude. C'est dire la variété de ses eaux. Les conditions écologiques sur la façade Manche-Atlantique de la France sont compatibles avec celles d'une partie de l'archipel japonais.

Remerciements

H. Zibrowius (Endoume), H.A. ten Hove (Amsterdam), C.H. Thorp (Portsmouth) et Y. Gruet (Nantes) nous ont très efficacement aidés : documentation, identifications, critiques et remarques. Nous leur exprimons ici toute notre reconnaissance pour cet enthousiasme partagé. Tous nos compagnons de plongée, fidèles explorateurs des quais du port du Havre sont chaleureusement remerciés, et, parmi eux, les premiers à avoir traqué avec nous *Hydroïdes ezoensis* : J.-Y. Teni re, D. Corthesy, G. Binay et P. Breton. Pour sa disponibilité et sa patience dans l'ingr te tâche de surveillance à quai, F. Clet. Les sapeurs-pompier du Havre et les scaphandriers du PAH nous ont apporté leur aide matérielle pour le gonflage des blocs : nous les en remercions.

Les autorités du PAH nous ont toujours facilité dans la mesure du possible l'accès aux lieux de plongée. Nous remercions plus particulièrement Messieurs Gasverde et Coat et les Officiers du port.

Ce travail a été en grande partie possible grâce aux dotations budgétaires consacrées à la recherche au Muséum d'histoire naturelle par la Ville du Havre.

BIBLIOGRAPHIE

- BRETON (G.) (1981). - Observations sur l'écologie et les peuplements des bassins du port du Havre (France). *Bull. trim. Soc. géol. Normandie et Amis Muséum du Havre*, 68, 4, p. 45-58.
- BRETON (G.), GIRARD (A.) & LAGARDÈRE (J.-P.) (1996). - Espèces animales benthiques des bassins du port du Havre (Normandie, France) rares, peu connues ou nouvelles pour la région. *Bull. trim. Soc. géol. Normandie et Amis Muséum du Havre*, 82, 3, p. 7-28.
- BRETON (G.), JEANNOT (R.) & PRONIEWSKI (F.) (1979). - Les phénomènes d'eaux rouges à *Prorocentrum* et à *Pseudopedinella* et *Pyramimonas* dans les bassins du port du Havre au cours de l'été 1978. *Bull. trim. Soc. géol. Normandie et Amis Muséum du Havre*, 65, 4, p. 105-116.
- DAUVIN (J.-C.) (1997). - *Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantique, Manche et Mer du Nord, synthèse, menaces et perspectives*. Laboratoire de Biologie des Invertébrés Marins et Malacologie - Service du Patrimoine naturel / IEGB / MNHN, Paris, 376 p.
- ENO (N.C.), CLARK (R.A.) & SANDERSON (W.G.) (eds) (1997). - *Non-native marine species in British waters : a review and directory*. Joint Nature Conservation Committee : Peterborough, UK. 152 p.
- GRUET (Y.) & BAUDET (J.) (1997). - Les introductions d'espèces d'invertébrés marins. In : *Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantique, Manche et Mer du Nord* (J.-C. Dauvin, coord.), p. 242-250, IEGB : Paris, France.
- GRUET (Y.), HÉRAL (M.) & ROBERT (J.-M.) (1976). - Premières observations sur l'introduction de la faune associée au naissain d'huîtres japonaises *Crassostrea gigas* (Thunberg), importé sur la côte atlantique française. *Cahiers de biologie marine*, 17, p. 173-184.
- HOVE (H.A. ten) (1973). - Serpulinae (Polychaeta) from the Caribbean : II - The genus *Sclerostyla*. *Studies on the fauna of Curaçao and other Caribbean islands*, 43, 139, p. 1-21.
- HOVE (H.A. ten) (1990). - Description of *Hydroides bulbosus* sp. nov. (Polychaeta, Serpulidae), from the Iranian Gulf, with a terminology for opercula of *Hydroides*. *Beaufortia*, 41, 16, p. 115-120.
- HOVE (H.A. ten) & JANSEN-JACOBS (M.J.) (1984). - A revision of the genus *Grucigera* (Polychaeta, Serpulidae); a proposed methodical approach to serpulids, with special reference to variation in *Serpula* and *Hydroides*, p. 143-180 in Hutchings P.A. (ed.) : *Proceedings of the first international Polychaete Conference*, Sydney, The Linnean Society of New South Wales (publ.).
- IMAJIMA (M.) (1976). - Serpulinae (Annelida, Polychaeta) from Japan. I : The genus *Hydroides*. *Bull. Natl. Sci. Mus.*, ser. A (Zool.), 2, 4, p. 229-248.
- OKUDA (S.) (1934). - Some tubicolous annelids from Hokkaido. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido Imperial University*, ser. 6, Zoology, 3, p. 233-246.
- ROSENFELDT (P.) (1982). - Zur Ultrastruktur und taxonomischen Bedeutung der Borsten (Setae) und Haken (Uncini) von Polychaeten. *Zool. Jb. Syst.*, 109, p. 268-289.
- SPECHT (A.) (1988). - III : Chaetae, p. 45-59 in Westheide W. & Hermans C.O. (eds). *The ultrastructure of Polychaeta [Microfauna marina, 4]*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- THORP (C.H.), PYNE (S.) & WEST (S.A.) (1987). - *Hydroides ezoensis* Okuda, a fouling serpulid new to British coastal waters. *Journal of Natural History*, 21, p. 863-877.
- VINCENT (T.) (1987). - Les captures de *Callinectes sapidus* (Rathbun, 1896) en baie de Seine entre 1975 et 1984. *Bull. trim. Soc. géol. Normandie et Amis Muséum du Havre*, 73, 4, p. 13-15.
- VINCENT (T.) & BRETON (G.) (1999). - Présence du crabe *Hemigrapsus penicillatus* (de Haan, 1835) dans les bassins du port du Havre (Normandie, France) en 1997. *Bull. trim. Soc. géol. Normandie et Amis Muséum du Havre*, 86, 1, p. 19-23.
- VOIGT (E.) (1973). - *Hydrallmania graptolithiformis* n. sp., eine durch Biomuration erhaltene Sertulariidae (Hydroz.) aus der Maastrichter Tuffkreide. *Paläontologische Zeitschrift*, 47, 1/2, p. 25-31.
- ZIBROWIUS (H.) (1978). - Introduction du polychète Serpulidae japonais *Hydroides ezoensis* sur la côte atlantique française et remarques sur la propagation d'autres espèces de Serpulidae. *Tethys*, 8, 2, p. 141-150.
- ZIBROWIUS (H.) (1992). - Ongoing modification of the mediterranean marine fauna and flora by the establishment of exotic species. *Mésogée*, 51, p. 83-107.
- ZIBROWIUS (H.) & THORP (C.H.) (1989). - A review of the alien serpulid and spirobid Polychaetes in the British Isles. *Cahiers de biologie marine*, 30, p. 271-285.