

Faunistique

LE PORT DU HAVRE (MANCHE ORIENTALE, FRANCE) ET SES PEUPELEMENTS : UN EXEMPLE DE DOMAINE PARALIQUE EN CLIMAT TEMPÉRÉ

par

Gérard BRETON¹

La faune épibenthique des bassins de marée, des bassins à flot anciens et des bassins à niveau constant du port du Havre (Manche orientale, France) est dominée par les suspensivores actifs (spongiaires, ascidies, bivalves). On y enregistre le développement d'espèces invasives et l'immigration d'espèces allochtones. Les fluctuations de populations dans le temps peuvent être importantes. La récupération après les épisodes dystrophiques sévères, comparables aux malaïgues des lagunes méditerranéennes, fait intervenir d'abord des espèces colonisatrices opportunistes ; la récupération est faite en moins d'un an.

Les caractères des peuplements sont ceux du domaine paralique (GUELORGET & PERTHUISOT, 1983). Une zonation du port du Havre est proposée dans laquelle l'endobenthos peut se trouver « en avance » d'une zone vers le paralique lointain sur l'épibenthos (zonation verticale). Le fonctionnement des lignes d'écluses, en introduisant des discontinuités hydrodynamiques dans le degré de confinement, tend à renforcer la zonation.

La productivité, la biodiversité et leurs fluctuations sont celles d'un domaine paralique de climat tempéré.

Mots-clés

Benthos, épifaune, endofaune, espèce invasive, espèce allochtone, milieu marin, confinement, zonation, domaine paralique, port, plongée subaquatique, Manche orientale.

The port of Le Havre (Eastern English Channel, France) and its populations: an example of a paralic domain in a temperate climate

The study of benthic populations inside the port of Le Havre has been carried out, by means of scuba diving method, through the last twenty years (BRETON & VINCENT, 2002): epibenthos qualitative composition, observation of foreign species and/or invasive species. The endobenthos in different docks has been recently studied and the results (BRETON *et al.*, in print) are given in the present study.

The port of Le Havre (42° 29' N; 0° 07' E) is located at the end of Bay of Seine, in the eastern English Channel. From the entrance of this port up to its far end can be listed the following varieties of docks:

- tidal docks, directly connected to open sea; tidal ranges vary from 2.2 meters (neap tide) to 8 meters (spring tide);
- a first row of locks;
- behind these locks, wet docks submitted to tide during the period of high tide. In these docks, tidal ranges usually reach 1.5 meters with a maximum of 3.5 meters;
- a second row of locks (one of which directly connects the tidal dock to a constant level dock);
- constant level docks and canals in the rear port where tidal ranges usually reach 0.4 meters, and occasionally 0.6 meters. The last docks lead, through a canal, ending in a lock, to the river Seine, 20 km upstream. This canal, known as Tancarville's canal, also receives fresh water from the river « Lézarde ».

Hydrodynamism, inside the port, is generally nil or slight, except in locks, channels and straits where current may be strong, even violent.

Salinity decreases from downstream to upstream, but presents, whether at the same location on the same vertical, or according to time, significant variations. The dissolved oxygen contained in the water reaches a peak in April-May. In Summer and in Autumn, dystrophy phenomena can be observed locally. Confinement is quite high: the stocking period has been estimated at 144 days in constant level docks.

The solid substratum, usually flooded in waters rich in oxygen (quays, wrecks...), is the domain of a varied sessile epibenthos, dominated by active suspensivores (sponges, mussels, ascidians), whereas the sediment – generally an anoxic and reducing sludge – is the domain of an endofauna poorer in species.

The distribution of epibenthos is generally very irregular, which is why we did not count per surface unit: such a method would have led to an illusive impression of accuracy. An appreciation of the method used in making the assessment of the biodiversity through diving has already been presented by BRETON & VINCENT (2002).

The main bacterial, botanical and zoological taxa (epibenthos and endobenthos) are listed in paragraphs 3.1 to 3.5 in the French version.

The fluvial dock is an ancient wet dock which was completely isolated from adjacent docks by rocks in January 1981. Slight quantities of water rise through rocks and through previously installed pipes. On at least two occasions (1983 and January 2004) a major dystrophic crisis has been observed, including the mortality of benthos, except for mussels, and a colonization of the existing substratum by the opportunistic bristle worm *Ficopomatus enigmaticus*. Six months later (and particularly in July 2004), *Ficopomatus enigmaticus* bioconstructions were dismantled and the biodiversity normalized.

Through this study, we could note the arrival of foreign species – on average, one species every two years during the last thirty years – most of which have their origin in North East Pacific, such as *Hemigrapsus sanguineus*, *Hemigrapsus penicillatus*, *Hydroides ezoensis* and *Undaria pinnatifida*.

Some species, non native or native, may be invasive; cases concerning *Hydroides ezoensis* and *Didemnum cf. lahillei* have been studied.

The port of Le Havre is, in this study, considered as a paralic dock *sensu* GUÉLORGET & PERTHUISOT (1983, 1984) and GUÉLORGET (1985).

The zonation of this paralic domain is classified as follows:

- tidal docks (epibenthos): zone II;
- tidal docks (epibenthos and endobenthos): zone III;
- ancient wet docks (endobenthos): zone III;
- constant level docks, in the rear port: zone III in the vicinity of locks; zone IV elsewhere; remote paralic (zone V and VI) only being reached near the mouth of the river « Lézarde »;
- Fluvial dock: zone IV.

A great number of taxa are strictly paralic, for example: *Chaetomorpha linum*, *Enteromorpha intestinalis*, *Ulva lactuca*, *Ficopomatus enigmaticus*, *Hediste diversicolor*, *Cerastoderma glaucum*, *Rhitropanopeus harrissii*, *Balanus amphitrite* and *Microdeutopus grillotalpa*.

A complete list of taxa, observed in the docks inside the port of Le Havre from 1992 to 2004, is given with the name of the author in appendix 1. It is composed of 54 species of algae and prokaryotes as well as 303 animals.

Key-words

Benthos, epifauna, endofauna, invasive species, foreign species, marine environment, confinement, zonation, paralic realm, port, scuba-diving, English Channel.

Introduction

L'étude des peuplements benthiques des bassins portuaires offre plusieurs centres d'intérêts. L'observation de l'épibenthos sur les ouvrages portuaires à l'occasion de très basses mers ou de travaux d'entretien (GRUET *et al.*, 1978) n'en donne qu'une vue incomplète. L'étude des peuplements des bassins du port du Havre en plongée subaquatique depuis une vingtaine d'années (p. ex. BRETON, 1981 ; BRETON *et al.*, 1996 ; BRETON & VINCENT, 2002) a permis de préciser la composition qualitative de l'épibenthos. Par contre, la méthode se prête mal à une approche quantitative (BRETON & VINCENT, 2002). Dans le même travail, les auteurs montrent cependant que la méthode conduit à une évaluation fiable de la biodiversité relative de l'épibenthos, appréciée d'un plan d'eau à l'autre du même port.

Les ports sont des lieux commodes pour l'observation d'espèces exotiques et/ou invasives (p. ex. THORP *et al.*, 1987), en s'interrogeant sur le mode de transport (p. ex. CARLTON, 1985 ; VINCENT & BRETON, 1999). Les espèces portuaires, exotiques ou non, et en particulier les espèces invasives, peuvent constituer des nuisances par le fouling (c'est-à-dire l'envahissement de divers substrats par des épibiontes), donc avoir un impact économique.

L'endobenthos des milieux portuaires est mieux connu : une approche développée ces dernières années est la recherche d'indices biotiques de pollution ou de dégradation des milieux (p. ex. REBZANI-ZAHEF, 1992 ; GRALL & GLEMAREC, 1997 ; DHAINAUT-COURTOIS *et al.*, 2000a et b) dans le cadre en particulier d'études écotoxicologiques (DHAINAUT-COURTOIS & DHAINAUT, 2002 ; DHAINAUT-COURTOIS & PRUVOT, 2004).

Matériel et méthodes

En ce qui concerne l'étude de l'épibenthos, les différents plans d'eau du port du Havre sont explorés en plongée subaquatique en scaphandre autonome. Aux plongeurs du Muséum du Havre (G. BRETON, T. VINCENT, A. HAVARD), plus de deux cents plongeurs de clubs normands ou de la région parisienne sont associés à ces recherches depuis 1992. Les espèces les plus communes sont reconnues et identifiées à vue. Les

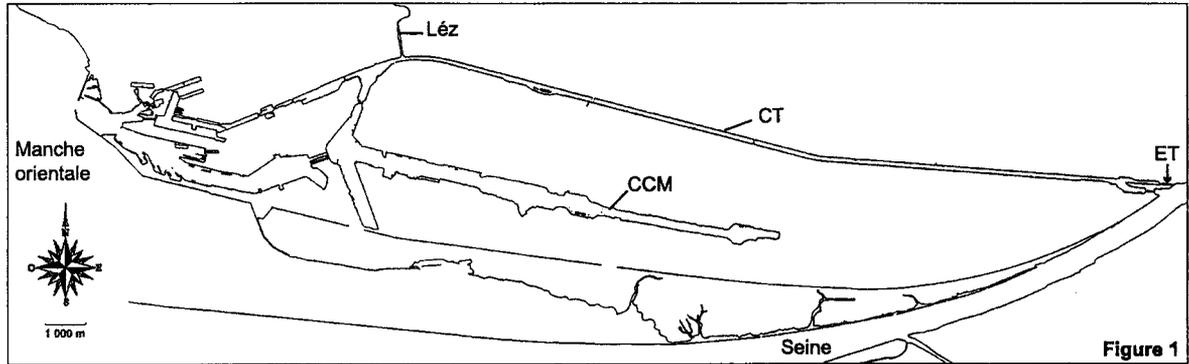


Figure 1

Les plans d'eau du port du Havre (Manche orientale, France).

Vue d'ensemble (septembre 2004).

Léz : la Lézarde

CT : canal de Tancarville

ET : écluse de Tancarville

CCM : canal Central Maritime (= Grand Canal du Havre)

Port of Le Havre docks (Eastern English Channel, France).

Overall view (September 2004).

Léz : « la Lézarde » river

CT : Tancarville's canal

ET : Tancarville's lock

CCM : Central Maritime Canal (= « Grand Canal du Havre »)

prélèvements et l'échantillonnage sont manuels. Des prises de vues sous-marines sont effectuées (Motormarine II et flash TTL rapport 0,5/1 à ∞ ; Nikonos V TTL, 1/1 à ∞ ; Nikonos III et flash manuel 1,5/1 à ∞ ; Nikon RS TTL 1/1 à ∞). Les ouvrages classiques de détermination sont utilisés, mais l'aide de nombreux spécialistes, selon les groupes, est fréquemment requise et appréciée (voir remerciements). Au laboratoire, observations et clichés sont faits sur des stéréomicroscopes Leica MZ6, des microscopes Nachet 400 ou Leica DMLB et avec un microscope électronique à balayage Cameca 07 (préparations et clichés G. Breton).

L'étude de l'endobenthos a été menée en 2000, 2001 et 2002, à l'occasion d'études d'impacts commandés respectivement par EDF, puis la Ville du Havre, puis la Chambre de Commerce et d'Industrie du Havre. Les prélèvements sont effectués à bord d'une barge, à l'aide d'une benne Smith McIntyre modifiée prélevant sur 1/3 de mètre carré. Aussitôt après prélèvement, le sédiment est lavé sur un tamis à maille millimétrique et le refus de lavage est fixé à l'eau de mer formolée (équivalent du formol salé à 10 %). Les prélèvements sont colorés à la Phloxine B, triés, déterminés et décomptés de manière classique. Malheureusement, il n'a pas pu être fait de réplicats, sauf pour l'une des trois campagnes (BRETON *et al.*, sous presse).

Nous avons donc eu recours principalement à deux méthodes. Si le prélèvement à la benne pour l'étude de l'endobenthos est classique, et a déjà été utilisé en milieu portuaire, l'étude en plongée subaquatique de l'épibenthos est plus originale et sa fiabilité a été discutée (BRETON & VINCENT, 2002). Cependant, pour certains groupes, poissons, crustacés et céphalopodes, VINCENT (2001), VINCENT & NOËL (2002) et VINCENT (2004) ont utilisé des méthodes complémentaires telles que collecte sur les filtres de la centrale EDF, enquêtes auprès des pêcheurs, dépouillement exhaustif de la littérature. Ces méthodes ont permis d'enrichir les inventaires de quelques espèces rares de l'épibenthos vagile ayant peu de chances d'être repérées en plongée, et qui ne sont pas prises en compte ici.

Les spécimens recueillis sont conservés dans les collections d'étude du Muséum d'histoire naturelle du Havre.

Le cadre physique (fig. 1, 2)

Le port du Havre (49° 29' N ; 0° 07' E) est situé à la pointe du Pays de Caux, au fond de la baie de Seine en Manche orientale. Il s'étend, parallèlement à l'estuaire de la Seine dont il est isolé, sur un substratum d'alluvions quaternaires de ce fleuve qu'il rejoint par un canal, le canal de Tancarville long d'environ 25 km. La jonction avec la Seine se fait à l'est à la hauteur de Tancarville (Seine-Maritime) par une écluse. La partie occidentale du canal de Tancarville reçoit les eaux d'une rivière, la Lézarde. Entre le canal de Tancarville et la Seine s'étend une zone industrielle, avec principalement des industries pétrochimiques, automobiles, métallurgiques et une cimenterie. Ces industries sont desservies par un canal plus large que le canal de Tancarville, situé au sud de ce dernier et terminé en cul-de-sac à l'est.

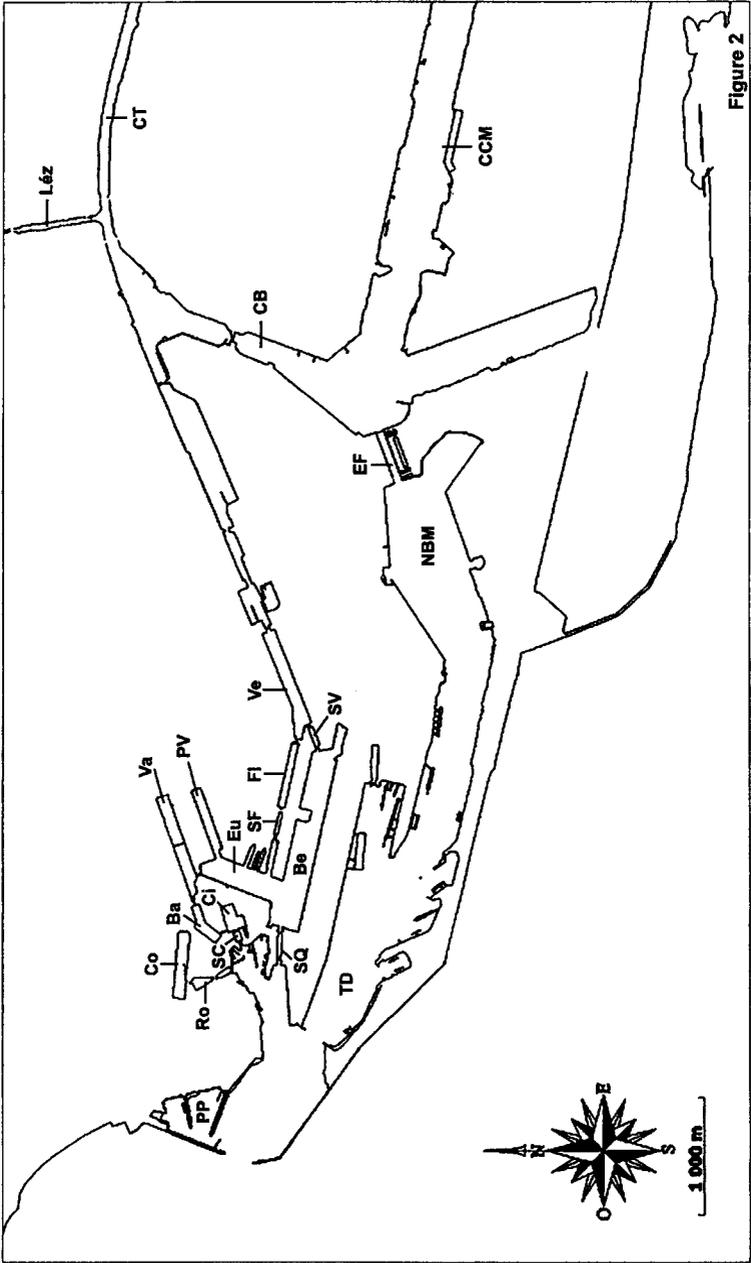


Figure 2

Bien qu'il relève administrativement du Port Autonome du Havre, le port pétrolier d'Antifer, port artificiel situé 25 km au nord du Havre et s'appuyant sur la falaise du plateau cauchois est exclu de notre étude.

Les bassins et quais du port diffèrent les uns des autres par un certain nombre de paramètres physiques.

Niveau de l'eau

L'entrée du port est une passe entre une digue Nord qui limite au sud-est la plage du Havre et prévient l'ensablement du port par les sédiments du cordon littoral en transit, et une très longue digue Sud, frontière entre le port et les eaux de l'estuaire de la Seine. De nouveaux bassins (« Port 2000 ») vont bientôt être mis en service au sud de cette digue Sud.

Figure 2 (ci-contre)

Les plans d'eau du port du Havre (Manche orientale, France).
Partie occidentale, détail (septembre 2004).

PP : port de plaisance	EF : écluse François 1 ^{er}
Co : bassin du Commerce	Eu : bassin de l'Eure
Ro : bassin du Roy	Be : bassin Bellot
Ci : bassin de la Citadelle	SF : sas Fluvial
Ba : bassin de la Barre	Fl : bassin Fluvial
Va : bassin Vauban	Ve : bassin Vétillart
PV : bassin Paul Vatine	TD : bassin Théophile Ducrocq
Léz : la Lézarde	MBM : nouveau bassin de marée
SQ : sas Quinette de Rochemont	CB : canal Bossière
SC : sas de la Citadelle	CT : canal de Tancarville
SV : sas Vétillart	CCM : canal Central Maritime (= Grand Canal du Havre)

*Port of Le Havre docks (Eastern English Channel, France).
West part, detail (September, 2004).*

<i>PP : Marina</i>	<i>EF : François I^{er} lock</i>
<i>Co : Commerce dock</i>	<i>Eu : Eure dock</i>
<i>Ro : Roy dock</i>	<i>Be : Bellot dock</i>
<i>Ci : Citadelle dock</i>	<i>SF : Fluvial lock</i>
<i>Ba : Barre dock</i>	<i>Fl : Fluvial dock</i>
<i>Va : Vauban dock</i>	<i>Ve : Vétillart dock</i>
<i>PV : Paul Vatine dock</i>	<i>TD : Théophile Ducrocq dock</i>
<i>Léz : « la Lézarde » river</i>	<i>MBM : New tidal dock</i>
<i>SQ : Quinette de Rochemont lock</i>	<i>CB : Bossière canal</i>
<i>SC : Citadelle lock</i>	<i>CT : Tancarville's canal</i>
<i>SV : Vétillart lock</i>	<i>CCM : Central Maritime Canal (= « Grand Canal du Havre »)</i>

Un premier ensemble de bassins comprend le port de plaisance, l'avant-port, le bassin Théophile Ducrocq et le nouveau bassin de marée, ainsi que le bassin du Roy. Dans ce plan d'eau, l'action de la marée est ressentie intégralement : il y a donc une zone de balancement des marées, et un mouvement d'eau biquotidien avec un bon renouvellement des masses d'eau : ce sont les *bassins de marée*. Le marnage y est de 2,2 m en morte-eau à 8,05 m en vive-eau pour 2004. Nous rattachons aux bassins de marée le bassin du Commerce bien qu'un batardeau l'empêche de se vider à basse mer et en limite le marnage aux 3 mètres supérieurs d'une marée moyenne.

Isolés des premiers par deux écluses (sas de la Citadelle et sas Quinette de Rochemont), les bassins de la Citadelle, de la Barre, Vauban, Paul Vatine, de l'Eure et Bellot constituent des *bassins à flots anciens* datant tous du XIX^e siècle ou du début du XX^e. Le système d'écluses y assure le maintien d'un haut niveau de l'eau. Néanmoins les pertes d'eau vers les bassins de marée lors des éclusages, ou les fuites et les infiltrations entraînent un marnage modéré de 1,5 m et peuvent exceptionnellement atteindre 3,50 m : le niveau est bas en morte-eau et haut en vive-eau.

En amont, isolés eux-mêmes par des écluses, les *bassins à niveau constant* se partagent en deux ensembles. Un ensemble nord part du sas Vétillart au fond du bassin Bellot et rejoint vers l'est le canal de Tancarville. Cet ensemble est de construction ancienne. Au sud, l'écluse François 1^{er} au fond du nouveau bassin de marée débouche sur des bassins de construction récente, à l'entrée du canal Central Maritime, et rejoint le bassin de lancement, à l'extrémité ouest du canal de Tancarville via un canal de jonction (canal Bossière) de construction également moderne.

Dans ces derniers plans d'eau, le jeu des écluses François 1^{er} et Vétillart et une organisation complexe de pompage et/ou d'écoulement naturel des eaux par les canaux de chasse qui doublent tous les sas permettent de maintenir le niveau d'eau relativement constant : le marnage y est habituellement de 0,40 m, exceptionnellement 0,60 m.

Enfin, le bassin Fluvial, complètement fermé, a un statut particulier (voir paragraphe 4 ci-dessous).

Hydrodynamisme

Dans les bassins de marée, les mouvements des masses d'eau sont à l'origine de courants modérés qui s'inversent à chaque marée. Localement ces courants peuvent devenir plus importants par effet d'entonnoir.

Dans les bassins à flot et les bassins à niveau constant, les courants sont très faibles, sauf en cas d'éclusage, de pompage ou de réalimentation ; ils deviennent alors sensibles dans les passes ou les pertuis entre bassins. Cela arrive en particulier lorsque le port organise une « baisse » pour pouvoir ouvrir les portes deux heures avant la haute mer. L'action des vents en particulier de secteur ouest sur les bassins, nombreux à être allongés Ouest-Est, peut être à l'origine de vagues courtes, réfractées, qui peuvent battre sur les quais ou les structures limitant les plans d'eau à l'est. Dans des cas extrêmes, leur action peut être ressentie jusqu'à -5 ou -6 m (remise en suspension de la vase).

À l'opposé de cet hydrodynamisme nul ou modéré (épisodiquement et rarement fort) qui est celui de la quasi-totalité des plans d'eau du port, les écluses constituent des

structures où règnent des courants très violents à chaque utilisation, en particulier aux abords des portes, dans les aqueducs, et dans les canaux de chasse. Pour une utilisation donnée, ces courants sont unidirectionnels.

Salinité

Le réseau hydrographique continental, en contact avec les bassins portuaires, se compose, d'ouest en est, de la Lézarde, la rivière d'Oudalle, la Seine et son estuaire (SETEGUE, 1998). La Lézarde et la rivière d'Oudalle se jettent dans les plans d'eau à niveau constant. La Seine est en contact indirect avec le canal de Tancarville au niveau de l'écluse de Tancarville.

Les bassins de marée ont une salinité peu différente de celle de la Manche à l'extérieur des digues, soit 32 ‰ à 34 ‰. Du sas Vétillart au débouché de la Lézarde, un gradient de salinité la fait décroître jusqu'à 4 ‰. Néanmoins cette décroissance admet des inversions et des irrégularités. Elles sont en partie probablement dues à des déplacements d'eaux superficielles de salinité différente sous l'action du vent. Il arrive en effet, en plongée, que des masses d'eaux de qualité distincte (turbidité, température, salinité) soient stratifiées, avec une frontière matérialisée pour le plongeur par un effet caractéristique de « moire » ou de « trouble » indiquant une thermocline ou une halocline localisées. Il peut y avoir aussi par endroits des apports d'eau douce par canalisations, comme par exemple dans la galerie immergée du pont V.

L'eau du canal Central Maritime est saumâtre, probablement plus par les apports de la nappe phréatique et les arrivées par le canal de jonction que par l'effet des pluies.

En somme, si le gradient de salinité décroissant W-E est général, les variations dans le temps sur un même point, ou bien instantanément sur une verticale peuvent être assez importantes, les chiffres suivants étant des valeurs moyennes : avant-port (port de plaisance) : 31,5 ‰ ; bassin Vétillart : 28 ‰ ; bassin Despujols : 26 ‰ ; canal Central Maritime ouest : 22 ‰.

Température

Les températures moyennes vont de 16 à 18° C aux mois d'août et septembre à 4 à 5° C en janvier-février. Localement, la température peut dépasser ces extrêmes, mais les masses d'eau en jeu sont de remarquables tampons thermiques. Le phénomène de stratification d'eaux de températures distinctes est parfois noté.

Luminosité

La décroissance de la luminosité avec la profondeur est rapide dans le port en raison de la turbidité (voir paragraphe suivant). Dans les premiers mètres néanmoins, l'exposition est déterminante. Les quais sud, qui ne reçoivent jamais la lumière du soleil, admettront des espèces sciaphiles, tandis que les pieux des quais nord seront plus photophiles.

Il existe de plus dans le port des lieux où la lumière ne pénètre jamais et où règnent de véritables conditions cavernicoles : ce sont les galeries immergées (pont V),

aqueducs et canaux de chasse des écluses ainsi que les quais sur voûte. Ou bien ces ouvrages sont actifs (Quinette de Rochemont) et alors aux conditions cavernicoles se surajoutent des conditions de turbulence extrêmes (voir ci-dessus, hydrodynamisme), ou bien ces ouvrages sont neutralisés (ancien sas Fluvial) et l'hydrodynamisme de ces « grottes artificielles » est nul.

Turbidité

L'eau du port est, en moyenne, assez turbide. Ce sont en général les matières en suspension qui sont à l'origine de la turbidité, mais, en été, les proliférations phytoplanctoniques ne sont pas rares (BRETON, JEANNOT & PRONIEWSKI, 1979). Les bassins de marée ont souvent une eau moins transparente que les bassins à flot et à niveau constant où l'eau peut plus facilement décanter. Mais un coup de vent suffit à remettre la matière particulaire en suspension. De 1989 à 1992 la moyenne des matières en suspension est inférieure à 12 mg/l pour l'ensemble des bassins (CREOCEAN, 1993).

L'importance du seston se concrétise pour le plongeur par la quantité parfois impressionnante de fèces émises par les filtreurs actifs (moules, ascidies).

Teneur en oxygène

Les eaux des bassins, en particulier des bassins à flot anciens, sont, en moyenne, dans des conditions eutrophes avec des concentrations en chlorophylle supérieures à 15 µg/l d'avril à août. Aucun sel nutritif ne se trouve à des concentrations limitantes pour le développement du phytoplancton (SETEGUE, 1998 ; Port Autonome du Havre, 1999). Au printemps, avec le réchauffement et l'augmentation de l'insolation, la reprise de la production biologique primaire conduit à une diminution des sels minéraux consommés par le phytoplancton (NH_4^+ puis NO_3^- puis PO_4^-) et à une augmentation de la quantité d'oxygène dissous qui atteint un maximum en avril-mai. La sursaturation n'est pas rare. En été, la température et la salinité sont maximales, le phytoplancton décline, les concentrations en NO_3^- sont minimales.

Avec le refroidissement en automne, la mortalité du plancton est massive : la dégradation de la matière organique consomme de l'oxygène dont la concentration diminue.

En hiver, la nitrification reconstitue les stocks de NO_3^- (SETEGUE, 1998).

Confinement

À marée montante, l'eau de la baie de Seine pénètre dans la passe entre les digues Nord et Sud : il y a donc un certain renouvellement de l'eau des bassins de marée, plus fort en vive-eau qu'en morte-eau.

Le seul renouvellement de l'eau de mer des bassins à flot anciens est celui permis par les éclusages... qui n'apportent que de l'eau déjà peu renouvelée des bassins de marée.

Quant aux bassins à niveau constant, l'apport d'eau de mer est encore plus faible, d'autant plus que ces bassins ont une alimentation non négligeable en eau douce (Lézarde, rivière d'Oudalle, éclusages de Tancarville, mais aussi précipitations – les bassins à niveau constant représentent une surface de 800 hectares –, ruissellement, alimentation par la nappe phréatique, rejets industriels). Le temps de stockage est, dans les bassins à niveau constant, de l'ordre de 144 jours en moyenne (SETEGUE, 1998) ce qui traduit un renouvellement des eaux très lent.

REYNAUD (1975), dans une étude inédite citée par Vincent (2001), évalue le volume d'eau échangé quotidiennement par les bassins à niveau constant de l'arrière-port (sassements, Lézarde, rejets industriels) à 590 000 m³, dont 490 000 m³/jour pompés au canal de réalimentation de l'écluse François 1^{er}. Cela représente 1% du volume total des bassins à niveau constant ; encore faut-il noter que c'est de l'eau déjà confinée des bassins de marée qui est fournie par la réalimentation.

Orientation et nature des substrats

Les quais anciens massifs sont en général verticaux, construits en brique et en pierre de taille parfois calcaire (bassins Vauban, du Commerce). Les quais en brique sont souvent dégradés ce qui laisse de nombreuses anfractuosités à différents niveaux, et des surplombs (bassins Vauban, de l'Eure...). D'autres quais sont faits d'une sole massive (brique, béton) sur pieux de bois ou de béton. Les supports métalliques (palplanches) ne sont pas rares. Les épaves de bateaux (quai de Moselle, sas Fluvial) offrent une combinaison de supports variés (bois, métal, résines et cordages) ; les épaves automobiles (bassin Fluvial) élargissent la gamme des supports, en particulier avec les vitres et tissus.

Au pied du quai vertical, on trouve en général une vase riche en matière organique, très fine, oxydée en surface, beige à brune si des diatomées s'y développent, ou bien réduite, noire ou blanche si des *Havrella mirabilis* (Cohn) et des Beggiatoales la colonisent (BRETON, 1981 ; BRETON & SAULOT, 1986). Cette vase, toujours réductrice et riche en sulfures à quelques centimètres de profondeur, est le siège d'une méthanogenèse qui se traduit, pour l'observateur en plongée, par l'émission, depuis la vase, d'un chapelet de bulles, l'émissaire pouvant fonctionner de manière discontinue pendant plusieurs minutes. Les fermentations conduisent à des hydrocarbures plus lourds car des irisations se développent fréquemment lorsque les bulles arrivent à la surface [voir GUELORGET *et al.*, 1989 ; GUELORGET, 1985, p. 535, à propos du lac Melah (Algérie)]. En somme, toutes les irisations observées à la surface de nos plans d'eau n'ont pas pour origine une pollution nautique ou industrielle... Il convient cependant de remarquer que le domaine de la vase commence rarement de manière tranchée dans la mesure où le pied des quais est le dépositaire d'objets hétéroclites (vélos, chariots, pavés, bouteilles, pneus, outils, câbles métalliques, ferrailles diverses, blocs de béton...) qui constituent autant de supports colonisables par le benthos.

Certains bassins ont un fond composé de silts ou de sablons et non pas de vase (bassin Despujols, canal Central). Enfin, à cause des courants locaux, les radiers des écluses et les planchers des aqueducs, canaux de chasse actifs, canaux étroits et pertuis sont exempts d'envasement important.

Distribution des organismes dans les plans d'eau du port du Havre

La répartition des organismes est très irrégulière :

- horizontalement, ou verticalement, sur un même quai ;
- sur un même point, d'une période à l'autre de l'année, voire d'une année à l'autre à la même période ;
- d'un quai à l'autre dans un même plan d'eau ;
- d'une période à l'autre du nyctémère pour les espèces vagiles.

C'est pourquoi aucune méthode quantitative (dénombrement par unité de surface) n'a été appliquée : l'impression de précision engendrée par de tels résultats chiffrés serait illusoire (BRETON & VINCENT, 2002).

De plus un certain nombre de biais d'observations sont inhérents à la méthode (observation en plongée subaquatique) : le nombre de taxons observés dépend théoriquement de la durée de la plongée, du nombre de participants, des conditions de visibilité ou de courant ou même de la marée puisqu'une plongée à basse mer ne permet pas d'explorer la zone intertidale. C'est ainsi que, en moyenne, la faune des bassins à flot anciens – les plus explorés – est mieux connue que celle des bassins de marée dans lesquels les possibilités de plonger sont limitées pour des raisons de sécurité. Cependant, la méthode utilisée ici permet d'évaluer de manière fiable la biodiversité relative de l'épibenthos entre les différents plans d'eau du port (BRETON & VINCENT, 2002).

Nous ordonnerons ainsi l'inventaire des principaux taxons observés dans le port du Havre :

- bassins de marée ;
- sas entre les bassins de marée et les bassins à flot anciens ;
- bassins à flot anciens ;
- sas entre les bassins à flot anciens et les bassins à niveau constant ;
- bassins et canaux à niveau constant de l'arrière-port ;

et, pour chaque catégorie de plan d'eau, l'épibenthos, classé dans un ordre systématique (= par grand groupe informel, les taxons étant ensuite rangés par ordre alphabétique), puis l'endobenthos. Seules les espèces les plus communes, et abondantes dans le milieu, sont citées, lorsqu'elles nous semblent constituer un élément caractéristique du peuplement. Dans ces listes, les espèces les plus abondantes sont rapportées en caractères gras. Un bref commentaire permet, éventuellement, de préciser la répartition ou l'abondance du taxon. La liste complète des taxons observés ou rapportés dans le port est présentée en annexe, avec les noms de leur(s) auteur(s).

Bassins de marée (incluant le bassin du Commerce)

Épibenthos

Procaryotes : *Thiothrix nivea*.

Algues : *Antithamnion plumula*, *Bryopsis plumosa*, *Catenella caespitosa*, *Chondrus crispus*, *Enteromorpha compressa*, *E. intestinalis*, *Fucus vesiculosus*, *Polysiphonia brodiaei*, *Porphyra umbilicalis*, *Sargassum muticum*, *Ulva lactuca*, *Undaria pinnatifida*.

La flore est en général peu abondante (verticalité des supports de la zone intertidale ?) et n'a pas fait l'objet d'une investigation systématique.

Spongiaires : *Eperiopsis fucorum*, *Halichondria bowerbanki*, *Haliclona cinerea*, *H. oculata*, *H. rosea*, *Hymeniacidon perleve*, *Microciona atrasanguea*, *Mycale contarenii*, *M. macilenta*, *Oscarella lobularis*, *Suberites ficus*, *Sycon ciliatum*, *S. quadrangulatum*.

Cnidaires : *Aurelia aurita*, *Cereus pedunculatus*, *Kirchenpaueria pinnata*, *K. similis*, *Metridium senile*, *Obelia bidentata*, *O. longissima*, *Sagartia troglodytes*, *Sagartiogeton undatus*, *Sertularia cupressina*, *Urticina felina*.

Kamptozoaire : *Pedicellina cernua* (non repéré en plongée, mais recueilli avec d'autres spécimens).

Polychètes : *Ficopomatus enigmaticus* (ne forme jamais de populations de grande densité), *Gattyana cirrhosa*, *Hydroides ezoensis* (populations peu denses), *Polydora hoplura*, *Pomatoceros triqueter*, *Timarete tentaculata*.

Crustacés : *Balanus crenatus*, *B. improvisus*, *Elminius modestus*, *Semibalanus balanoides*, *Cancer pagurus*, *Carcinus maenas*, *Crangon crangon* (échappe à la recherche du plongeur par camouflage, probablement plus fréquente que ne le laissent supposer les relevés), *Dromia personata*, *Galathea squamifera*, plus abondante que *G. strigosa*, *H. penicillatus*, *H. sanguineus*, *Homarus gammarus*, *Inachus phalangium*, *Macropodia rostrata*, *Pagurus bernhardus*, *Palaemon serratus* abondant alors que *P. elegans* est rare, *Pilumnus hirtellus*, *Pisidia longicornis*, *Polybius puber*, *Porcellana platycheles*.

Mollusques : *Barnea candida*, *Buccinum undatum*, *Crepidula fornicata*, *Gibbula umbilicalis*, *Hinia reticulata*, *Jorunna tomentosa*, *Littorina littorea* plus fréquente que *L. obtusata*, *Mytilus edulis*, *Patella vulgata*, *Petricola pholadiformis*.

Bryozoaires : *Bowerbankia gracilis*, *B. imbricata*, *Bugula stolonifera*, *Conopeum reticulum*, *Cryptosula pallasiana*, *Electra pilosa*.

Phoronidiens : *Phoronis hippocrepia*.

Échinodermes : *Asterias rubens*, *Ophiura ophiura*, *Psammechinus miliaris*.

Ascidies : *Ascidiella aspersa*, *Botrylloides leachi*, *Botryllus schlosseri*, *Ciona intestinalis*, *Clavelina lepadiformis*, *Didemnum* cf. *lahillei*, *Diplosoma listerianum*, *Molgula socialis* plus abondante que *M. manhattensis*, *Perophora japonica*, *Styela clava*.

Poissons : *Anguilla anguilla*, *Atherina presbyter*, *Ctenolabrus rupestris*, *Dicentrarchus labrax*, *Gobius niger*, *G. paganellus*, *Gobiusculus flavescens* peu abondant, *Labrus bergylta*, *Lipophrys pholis*, *Mugilidae*, *Parablennius gattorugine*, *Platichthys flesus*, *Pleuronectes platessa*, *Pollachius pollachius*, *Pomatoschistus minutus*, *Spondylisoma cantharus*, *Syngnathus acus*, mais aussi *S. rostellatus* (très rare), *Taurulus bubalis*, *Trisopterus luscus*.

Endobenthos¹

L'endofaune des bassins de marée du port du Havre n'offre pas une grande diversité. Les indices biotiques définis par GRALL et GLÉMAREC (1997) varient de 1 à 4 selon les sites, atteignant 6 à proximité des rejets de la station d'épuration, dénotant des communautés déséquilibrées à communautés de milieu pollué (BRETON *et al.*, sous presse).

Les Bivalves présents exclusivement dans les bassins de marée sont : *Nucula turgida*, *Cerastoderma edule*, *Tellina pusilla*, *Venerupis corrugatus* et *V. pullastra*. Les Polychètes exclusivement présents dans les bassins de marée sont : *Anaidites maculata*, *Nephtys hombergi*, *Typosyllis prolifera*, *Pectinaria (Lagis) koreni*.

En outre, les espèces suivantes sont présentes dans les bassins de marée mais se retrouvent aussi dans les autres types de plan d'eau : Bivalves *Abra alba*, *Corbula gibba*, *Cerastoderma glaucum* et *Scrobicularia plana* ; Polychètes *Capitella capitata*, *Timarete tentaculata*, *Sabella pavonina*, *Pygospio elegans* (une station), *Streblespio schrubsholi* (une station). *Hediste diversicolor*, présent dans les autres types de plan d'eau, ne se trouve ici que dans une station, à proximité des rejets de la station d'épuration, dans une vase considérablement enrichie en matière organique.

Sas Quinette et sas de la Citadelle

Ce sont les sas de la première ligne d'écluse, entre bassins de marée et bassins à flot anciens. Le sas Quinette n'a été exploré qu'une seule fois (novembre 1993), la porte aval du sas de la Citadelle est définitivement fermée depuis le 13 mars 2000. Les sas ont donc été beaucoup moins explorés que les bassins. Grosso modo, leur faune est celle des plans d'eau en aval, enrichie de quelques espèces rhéophiles.

Procaryotes et Algues non étudiées systématiquement.

Spongiaires : *Halichondria bowerbanki*, *Haliclona cinerea*, *H. oculata* abondante (rhéophile), *Microciona atrasanguinea*, *Suberites ficus*.

Cnidaires : *Cereus pedunculatus*, *Halecium halecinum* (rhéophile ?), *Metridium senile*, *Obelia longissima*, *Sertularia cupressina* (rhéophile), *Urticina felina*.

Polychètes : *Sabella pavonina*.

Crustacés : *Cancer pagurus*, *Carcinus maenas*, *Galathea squamifera* (une seule observation de *G. strigosa*), *Inachus phalangium*, *Palaemon serratus*, *Pisidia longicornis*, *Polybius puber*.

Mollusques : *Littorina littorea*, *Mytilus edulis*.

Bryozoaires : *Bowerbankia gracilis*, *Cryptosula pallasiana*.

Échinodermes : *Asterias rubens*.

Ascidies : *Ascidiella aspersa*, *Botryllus schlosseri*, *Ciona intestinalis*, *Clavelina lepadiformis*, *Dendrodoa grossularia* (rhéophile), *Styela clava*.

Poissons : *Anguilla anguilla*, *Parablennius gattorugine*, *Pollachius virens*.

1. Sur la distinction épi/endobenthos, voir BRETON *et al.*, 2005.

Sas Vétillart

Comme pour les sas précédents, le sas Vétillart qui se trouve à la jonction des bassins à flot anciens et des bassins à niveau constant de l'arrière-port ne peut être exploré que lorsqu'il est consigné : il a été exploré seulement au cours de trois plongées en avril 1993, août 1994 et octobre 1997.

Procaryotes et Algues non étudiées systématiquement. On note cependant en octobre 1997 une profusion de *Lyngbia* cf. *majuscula* au ras de l'eau.

Spongiaires : *Halichondria bowerbanki*, *Haliclona oculata* (rhéophile), *Suberites ficus*.

Cnidaires : *Aurelia aurita*, *Bougainvillia ramosa* (rhéophile ?), *Cereus pedunculatus*, *Metridium senile*, *Obelia longissima*, *Sagartia elegans*, *Sagartiogeton undatus*, *Urticina felina*.

Polychètes : *Ficopomatus enigmaticus* (pas de populations denses), *Hydroides elegans*, *Hydroides ezoensis*, *Sabella pavonina*.

Crustacés : *Balanus amphitrite*, *B. crenatus*, *Carcinus maenas*, *Hemimysis spinifera*, *Hemigrapsus penicillatus*, *Inachus phalangium*, *Palaemon serratus*, *Polybius puber*.

Mollusques : *Cerastoderma glaucum* (endofaune), *Crepidula fornicata*, l'opisthobranche *Facelina bostoniensis* a été observée une seule fois, *Littorina littorea*, *Mytilus edulis*, *Onchidoris bilamellata*, *Sepia officinalis* (une observation).

Bryozoaires : *Bugula stolonifera*.

Échinodermes : *Asterias rubens*, *Psammechinus miliaris*.

Ascidies : *Ascidiella aspersa*, *Botryllus schlosseri*, *Ciona intestinalis*, *Clavelina lepadiformis*, *Molgula manhattensis*, *Styela clava*.

Poissons : *Anguilla anguilla*, *Atherina presbyter*, *Callionymus reticulatus*, *Gobius niger*, *Gobiusculus flavescens*, *Labrus bergylta*, *Mugilidae*, *Parablennius gattorugine*, *Pholis gunnellus*, *Pomatoschistus minutus*, *Syngnathus acus*, *Taurulus bubalis*, *Trachurus trachurus*, *Trisopterus luscus*.

Bassins à flot anciens

Épibenthos

Procaryotes : *Havrella mirabilis*, *Spirulina subsalsa*, *Thiothrix nivea*, *Thiovulum majus*.

Algues : *Antithamnion plumula*, *Bryopsis plumosa*, *Ceramium nodulosum*, *C. siliquosum*, *C. tenuissimum*, *Chaetomorpha linum*, *Cladophora* spp., *Codium fragile tomentosoides*, *Derbesia marina*, **Diatomées filamenteuses** (plusieurs espèces participant au développement important d'une population macroscopique sur les quais éclairés au printemps), *Enteromorpha compressa*, *E. intestinalis*, *Fucus vesiculosus*, **Nitophyllum punctatum** (principalement en hiver), *Polysiphonia variegata*, *Porphyra umbilicalis*, *Sargassum muticum*, *Scytosiphon lomentaria*, *Ulva lactuca*, *Undaria pinnatifida*.

Protozoaires : *Laetitia viridis*.

Spongiaires : *Cliona celata*, *Halichondria bowerbanki*, *Haliclona cinerea*, *H. oculata*, *H. xena*, *Hymeniacion perleve*, *Leucosolenia variabilis*, *Microciona atrasanguinea*, *Mycale contarenii*, *M. macilenta*, *Prosuberites epiphytum*, *Suberites ficus*, *Sycon ciliatum* beaucoup moins abondant que *Sycon quadrangulatum* (qui peut atteindre des longueurs remarquables, jusqu'à 60 cm, mais semble en régression depuis quelques années).

Cnidaires : *Aurelia aurita*, *Cereus pedunculatus*, *Haliplanella lineata*, *Hydractinia echinata*, *Metridium senile*, *Obelia longissima*, *Sagartia elegans* (forme *nivea* fréquente, formes *rosea*, *aurantiaca* et *miniata* ou hybrides rares), *S. troglodytes*, *Sagartiogeton undatus*, *Urticina felina*.

Némertes : *Lineus longissimus*, *Tetrastemma nimbatum*.

Polychètes : *Ficopomatus enigmaticus*, *Gattyana cirrhosa*, *Hydroides ezoensis*, *Lepidonotus squamatus*, *Polydora* sp., *Pomatoceros lamarcki*, moins fréquent que *P. triqueter*, *Sabella pavonina*, *Serpula vermicularis*, toujours isolée, *Spirographis spallanzani*.

Crustacés : *Balanus amphitrite*, *B. crenatus*, *B. improvisus*, *B. perforatus*, *Elminius modestus*, *Cancer pagurus* (reproducteur dans ces plans d'eau : observation de juvéniles ; semble en expansion démographique depuis 4 ans), *Caprella mutica* (apparue en 2004, démographie explosive), *Carcinus maenas*, *Corophium acherusicum*, *Dromia personata*, *Galathea squamifera*, *Hemigrapsus penicillatus*, *H. sanguineus*, *Hemimysis spinifera* (seulement en conditions cavernicoles), *Homarus gammarus*, *Inachus phalangium*, *Jassa marmorata*, *Macropodia rostrata*, *Maja brachydactyla*, *Microdeutopus gryllotalpa*, *Pagurus bernhardus*, *Palaemon elegans*, beaucoup moins fréquent que *P. serratus*, *Pilumnus hirtellus*, *Pisidia longicornis*, *Polybius puber*, *Porcellana platycheles*.

Mollusques : *Buccinum undatum*, *Crepidula fornicata*, *Janolus cristatus* sporadique, *Littorina littorea*, *Mytilus edulis*, *Onchidoris bilamellata* (des explosions démographiques, plutôt en hiver, et des observations sporadiques d'individus isolés).

Bryozoaires : *Bowerbankia gracilis*, *Bugula neritina*, *B. stolonifera* (omniprésent à la belle saison), *Conopeum reticulum*, *Cryptosula pallasiana*, *Tricellaria inopinata*.

Phoronidiens : *Phoronis hippocrepia*.

Échinodermes : *Amphipholis squamata*, *Asterias rubens*, *Ophiothrix fragilis* (population discrète, probablement alimentée par les ébrouillages de chalut des pêcheurs), *Psammechinus miliaris*, tous dans les plans d'eau proches de la première ligne d'écluse sauf *Asterias rubens* plus largement répartie.

Ascidies : *Aplidium* sp. 1 (un *Aplidium* sp. blanc, reconnaissable, ne faisant pas partie de la faune indigène, mais placé en nomenclature ouverte en attendant une révision du genre, C. et F. MONNIOT, comm. pers.) *Aplidium* cf. *californicum*, *Asciidiella aspersa*, *Botrylloides leachi*, beaucoup moins fréquent que *Botryllus schlosseri*, *Ciona intestinalis* (*Asciidiella aspersa* et *Ciona intestinalis* sont les deux espèces dominantes du macrobenthos : *Ciona intestinalis* est plus abondante près de la surface, *Asciidiella aspersa* près du fond), *Clavelina lepadiformis*, *Didemnum* cf. *lahillei* (première observation en janvier 1999, a connu un développement explosif en 2000, 2001 jusqu'à envahir des quais sur toute la hauteur, sur plusieurs centaines de mètres de longueur avec un taux

de recouvrement de 100 %, voire plus par autorecouvrement, actuellement en régression avec des taux de recouvrement modestes de quelques pourcents), *Diplosoma listerianum*, *Molgula manhattensis*, *M. socialis*, *Styela clava*.

Poissons : *Aphyia minuta* (sûrement plus fréquent qu'il ne paraît, compte tenu de la difficulté d'observation de ce gobie transparent), *Atherina presbyter*, *Callionymus* sp. (difficulté de distinction entre les espèces en plongée), *Ctenolabrus rupestris*, *Dicentrarchus labrax*, *Gobius niger* (reproduction en juillet-août), *G. paganellus*, *Gobiusculus flavescens*, *Labrus bergylta* (en expansion démographique depuis 2001), *Lipophrys pholis*, *Mugilidae*, *Parablennius gattorugine*, *Platichthys flesus*, *Pleuronectes platessa*, *Pollachius pollachius*, *Pomatoschistus minutus*, *P. pictus*, *Spondylisoma cantharus* (en expansion démographique depuis 2000), *Symphodus melops*, *Syngnathus acus*, *Taurulus bubalis*, *Trisopterus luscus* (juvéniles en juin-juillet).

Endobenthos

À l'exception d'un site, les indices biotiques définis par GRALL & GLEMAREC (1997), pour les bassins à flot anciens, sont de 2, dénotant une communauté déséquilibrée : mais ne caractérisant pas une communauté de milieu pollué (BRETON *et al.*, sous presse).

Sont exclusivement présents dans les bassins à flot anciens les bivalves *Abra prismatica* et *Venerupis aureus*, abondants et *Scrobicularia plana*, rare ; et les polychètes *Nephtys caeca*, abondant, et un taxon proche de *Malacoceros fuliginosus*, rare.

Les taxons suivants se rencontrent dans les bassins à flot anciens et aussi dans les bassins de marée (M.) et/ou les bassins à niveau constant (C), le signe + indique qu'il s'agit d'un taxon abondant ou fréquent dans les bassins à flot anciens.

Bivalves : *Cerastoderma edule* (M), *C. glaucum* (+, C), *Corbula gibba* (+, M, C) toujours présent (voir BRETON *et al.*, sous presse ; ainsi que PRUVOT *et al.*, 2000), *Tellina pusilla* (M, C).

Polychètes : *Capitella capitata* (+, M, C), *Timarete tentaculata* (+, M, C ; l'observation des filaments branchiaux émergeant de la vase est banale), *Magalia perarmata* (C), *Ophiodromus flexuosus* (C), *Hediste diversicolor* (+, M : seulement près des rejets de la station d'épuration, voir paragraphe 3.1.2 et C), *Anaidites maculata* (M).

Bassins à niveau constant de l'arrière-port et bassin Fluvial

Épibenthos

Procaryotes : *Havrella mirabilis*, *Spirulina subsalsa*, *Thiothrix nivea*.

Algues : *Bryopsis plumosa*, *Ceramium siliquosum*, plus abondant que *Ceramium nodulosum*, *Chaetomorpha linum* (bassin Fluvial), *Enteromorpha intestinalis*, plus fréquent que *E. compressa*, *Sargassum muticum*, *Ulva lactuca*.

Protozoaires : *Lagotia viridis*.

Spongiaires : *Halichondria bowerbanki* [*H. panicea* a été observée dans les bassins à niveau constant, mais très rarement ; la citation de cette espèce par BRETON (1981) résulte d'une confusion avec *H. bowerbanki*], *Haliclona cinerea*, *Haliclona xena*

(bassin Fluvial, voir BRETON *et al.*, 1996), *Prosuberites epiphytum* et *Sycon quadrangulatum* (bassin Fluvial).

Cnidaires : *Aurelia aurita*, *Cereus pedunculatus*, *Haliplanella lineata*, *Metridium senile*, *Obelia longissima*, *Sagartiogeton undatus*.

Polychètes : *Ficopomatus enigmaticus* (peut former des populations très denses, sur les substrats superficiels, entre 0 et -2 m), *Nereis virens*, *Polydora hoplura*.

Crustacés : *Balanus amphitrite*, *B. crenatus* (la plus abondante des quatre espèces), *B. improvisus*, *Elminius modestus*, *Carcinus maenas*, *Hemigrapsus penicillatus*, *H. sanguineus*, *Hemimysis spinifera* (aqueducs du bassin Fluvial : voir BRETON *et al.*, 1996), *Microdeutopus gryllotalpa*, *Palaemon elegans*, plus fréquent que *Palaemon serratus*, *Palaemonetes varians*, *Rhitropanopeus harrissii tridentatus* (pas dans le bassin Fluvial).

Mollusques : *Crepidula fornicata*, *Littorina littorea* (absente du bassin Fluvial), *Mytilus edulis*, *Odostomia scalaris* (bassin Fluvial).

Bryozoaires : *Bugula stolonifera*, *Conopeum reticulum*, *Cryptosula pallasiana*.

Échinodermes : *Asterias rubens* peu fréquente.

Ascidies : *Ascidiella aspersa*, *Botrylloides leachi*, *Botryllus schlosseri*, *Ciona intestinalis*, *Molgula manhattensis* (*M. socialis* rare), *Styela clava*.

Poissons : *Anguilla anguilla*, *Atherina presbyter*, *Dicentrarchus labrax*, *Gobius niger*, *Gobiusculus flavescens* (bassin Fluvial), Mugilidae, *Platichthys flesus* plus fréquent que *Pleuronectes platessa*, *Pomatoschistus microps*, *P. minutus*, *Syngnathus acus*, *Trisopterus luscus*.

Dans l'embouchure de la Lézarde apparaissent en outre des espèces dulcicoles : *Tubifex* sp. ; *Bithynia tentaculata*, *B. leachi* (T. VINCENT, comm. pers., C.R. de la plongée du 11.02.1996).

Endobenthos

Les indices biotiques définis par GRALL & GLEMAREC (1997), sont de 2, 4 ou 6 selon les plans d'eau, dénotant des conditions variant de « communauté déséquilibrée » à « communauté de milieu fortement pollué ». L'abondance est en général faible (BRETON *et al.*, sous presse). L'inventaire qui suit cumule l'analyse des prélèvements à la benne et les observations en plongée.

Mollusques : *Cerastoderma edule* moins abondant que *C. glaucum*, *Petricola pholadiformis*, *Abra alba*, *A. prismatica*, *Mya arenaria*, *Corbula gibba* (le mollusque dominant dans l'endofaune, abondant partout), *Tellina pusilla*.

Polychètes : *Capitella capitata*, *Cirratulus filiformis* (localement), *Timarete tentaculata*, *Magalia perarmata*, *Hediste diversicolor* abondant, *Ophiodromus flexuosus*, *Streblespio schrubsholi*.

Le cas du bassin fluvial : conséquences d'un confinement majeur artificiel

Le bassin Fluvial était un bassin à flot ancien, à quais de briques qui accueillait dans les années 50 les péniches en transit vers la Seine via le canal de Tancarville, d'où son nom.

Le bassin Fluvial a été fermé à ses deux extrémités par des enrochements, et les ponts qui permettaient d'en franchir les pertuis (pont III à l'Ouest ; pont IV à l'Est) ont été remplacés par des chaussées. Le bassin Fluvial se présente donc aujourd'hui comme un plan d'eau rectangulaire allongé E-W, de 550 mètres de long et d'environ 65 mètres de largeur, isolé des plans d'eau aval, à l'Ouest (sas Fluvial), et amont, à l'Est (bassin Vétillart). Cependant, des eaux peuvent percoler au travers des enrochements. Les orifices de passage les plus importants au nombre de deux ou trois ont une section apparente d'un à quelques décimètres carrés. On enregistre dans ce plan d'eau un marnage de 1,0 à 1,5 m, mais décalé par rapport aux plans d'eau voisins à cause de la lenteur des percolations.

Pour faire fonctionner le sas du bassin Fluvial, des aqueducs existaient en aval et en amont [pour une description plus détaillée, voir BRETON *et al.* (1996)].

La température de l'eau varie de +5 °C en hiver (février) (+2 °C les hivers les plus rigoureux) à +19 °C, exceptionnellement +23 à 24 °C à la belle saison (août-septembre).

Une mesure mensuelle de la salinité en surface (entre octobre 1994 et mars 1995) montre qu'elle varie entre 22 ‰ et 28 ‰. Cependant, selon les hasards des précipitations, du marnage et des percolations, on observe fréquemment des stratifications d'eaux de salinité et de température différentes.

Au printemps 1983, soit deux ans après sa fermeture et son isolement, la quasi-totalité des substrats disponibles sont colonisés par un peuplement dense de *Ficopomatus enigmaticus* dont les tubes, de grande taille, forment d'impressionnants récifs au ras de l'eau et des bioconstructions denses sur les substrats immergés. Dès 1984 ces bioconstructions sont démantelées, et *Ficopomatus enigmaticus* reprend une place modeste au sein du benthos.

De 1992 à 2002, le bassin Fluvial est exploré assidûment (aucune limitation à la plongée).

Le non-renouvellement de l'eau conduit, dans ce bassin peu profond (7 m au centre, 1 à 3 m au pied des quais), à une exagération des variations de température. Avec les fortes températures d'été (23 °C, parfois 24 °C en surface) on enregistre des développements phytoplanctoniques plus intenses que dans les autres plans d'eau du port (BRETON, JEANNOT & PRONIEWSKI, 1979). Cette eutrophisation conduit parfois (un été sur quatre ou cinq) à une crise dystrophique majeure avec forte mortalité affectant aussi bien le benthos vagile (*Mugilidae*), le benthos fixé (*Halichondria bowerbanki*), que le plancton (*Aurelia aurita*) ou les algues. Au printemps suivant, les peuplements sont « normalisés ».

Indépendamment de ces crises, l'abondance de certaines espèces apparaît très variable d'une année à l'autre, ou bien sur des cycles pluriannuels, variation pouvant aller jusqu'à disparition totale apparente. Ce sont par exemple les spongiaires *Leucosolenia variabilis*, *Sycon quadrangulatum*, *Haliclona xena*, le cnidaire *Aurelia*

aurita, le crustacé *Palaemon elegans*, le gastropode *Odostomia scalaris* (par ailleurs connu pour ses proliférations), les ascidies *Clavelina lepadiformis* et *Molgula* spp.

Une telle variabilité de fréquence de certaines espèces est bien sûr connue dans d'autres plans d'eau du port mais semble plus accentuée dans le bassin Fluvial, probablement à cause de l'isolement de ce plan d'eau.

De 2000 à 2003, le bassin Fluvial présentait de manière permanente une très forte turbidité, avec des visibilitées de 0,1 à 0,2 m interdisant tout relevé bionomique sérieux ; néanmoins quelques incursions montrent un benthos globalement comparable à l'état antérieur.

Le 11 janvier 2004, au cours de l'hiver suivant un été particulièrement chaud (la « canicule » des médias), l'eau du bassin Fluvial est bien claire, et une plongée peut être organisée. La dystrophie a été sévère car, à part *Mytilus edulis* qui a bien résisté (avec même un recrutement près des points de passage d'eau), tout le benthos a pratiquement disparu : spongiaires, cnidaires, bryozoaires, ascidies sont – au mieux – représentés par de rarissimes individus isolés. Le benthos vagile est réduit à un bar *Dicentrarchus labrax*, certes de grande taille, probablement venu du plan d'eau voisin par l'un des rares passages d'eau. Par contre, comme en 1983, *Ficopomatus enigmaticus* a envahi tous les supports disponibles, les tubes sont longs (10 à 30 cm), et les bioconstructions imposantes. Les supports solides du bassin Fluvial sont colonisés par une population dense et monospécifique de cette serpule.

Le 28 juillet 2004, soit environ six mois plus tard, les peuplements sont normalisés à la notable exception de l'anémone de mer *Cereus pedunculatus* qui a pratiquement disparu de la vase compacte du fond (quelques individus sur un quai) et de *Carcinus maenas*, absent (aucun individu observé, pas de traces de locomotion sur la vase). *Ficopomatus enigmaticus* a considérablement régressé et est réduit à quelques individus distants les uns des autres sur les supports solides ; les imposantes bioconstructions sont démantelées. La liste faunistique s'est même enrichie de l'anémone *Haliplanella lineata* jamais encore observée dans ce plan d'eau : quelques individus à proximité des percussions d'eau de l'enrochement occidental.

Espèces allochtones, espèces invasives

La méthode utilisée pour l'observation de l'épibenthos permet de repérer facilement l'arrivée dans les eaux du port d'espèces allochtones et de noter le développement d'espèces invasives, qu'elles soient allochtones ou non.

Immigrations

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 »] :

Phéophycées *Sargassum muticum* [70'] et *Undaria pinnatifida* [90'] (VINCENT, 1999) ; Cnidaire *Haliplanella lineata* [fin XIX^e siècle] ; Polychète *Hydroides ezoensis* [90'] (BRETON & VINCENT, 1999) ; Crustacés *Eriocheir sinensis* [30'] (VINCENT & NOËL, 2002), *Hemigrapsus penicillatus* [90'] (VINCENT & BRETON, 1999), *Hemigrapsus sanguineus* [90'] (BRETON, FAASSE, NOËL & VINCENT, 2002), *Caprella mutica* [2000'], *Balanus amphitrite* [30'] ; Bryozoaire *Tricellaria inopinata* [00'] (BRETON & d'HONDT, 2005) ; Ascidies *Styela clava* [50'] (BRETON & DUPONT, 1978) et *Perophora japonica* [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)] ; *Hydroides dianthus* [?, Amérique du Nord (ZIBROWIUS & THORP, 1989 ; ZIBROWIUS, 1992)] ; Mollusques *Crepidula fornicata* [fin du XIX^e siècle, côte atlantique des États-Unis] et *Ensis directus* [70' : côte atlantique de l'Amérique du Nord : une paire de valves dans un état de fraîcheur remarquable – periostracum luisant – recueillie en décembre 2003 bassin du Commerce] ; Crustacés *Elminius modestus* [40', Nouvelle-Zélande, Australie] ; *Hemimysis spinifera* [90', Sud-Portugal, indigène méconnue ?], *Rithropanopeus harrissii tridentatus* [50', côte atlantique des États-Unis], *Molgula manhattensis* [début du XX^e siècle ?, côte atlantique des États-Unis], *Aplidium* sp.1 [date inconnue, espèce certainement allochtone mais dont il est impossible de préciser la position systématique compte tenu de nos connaissances actuelles de la taxinomie du genre (F. & C. MONNIOT, comm. pers.)] ; cette espèce forme des populations parfois discrètes, parfois localement invasives – jusqu'à 40 % de recouvrement –, éphémères et au développement imprévisible, dans les bassins à flot anciens].

Nous n'avons pas inclus dans cette liste des espèces dont le statut est incertain (« *Cryptogenic species* » de ENO *et al.*, 1997), comme *Hydroides elegans* (voir ZIBROWIUS & THORP, 1989), *Mytilicola intestinalis*, *Bugula stolonifera*, ou *Bowerbankia gracilis*, 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* (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 mode 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.

Invasions

Nous distinguons une espèce introduite qui colonise un nouveau territoire sans causer de déséquilibre majeur apparent, d'une espèce invasive qui tend à occuper de manière hégémonique le territoire éventuellement au détriment d'occupants préexistants.

Du premier cas semblent relever les crabes *Hemigrapsus penicillatus* et *H. sanguineus*, qui se retrouvent aujourd'hui dans tous les plans d'eau du port, sympatriques de *Carcinus maenas*, *Polybius puber*, et, pour les bassins et canaux à niveau constant, *Rhithropanopeus harrissii tridentatus* sans que l'on enregistre de diminution appréciable de la densité de ces trois derniers taxons.

Il en va de même, par exemple, des ascidies *Styela clava* et *Aplidium* sp.1 ou de la phéophycée *Undaria pinnatifida*.

Certaines espèces sont réputées pour leurs « explosions » démographiques, qui peuvent s'apparenter à des invasions localisées dans le temps et/ou dans l'espace, par exemple les gastropodes *Onchidoris bilamellata* et *Odostomia scalaris*.

Deux espèces ont été invasives à plus long terme dans le port du Havre ; *Hydroïdes ezoensis* est une serpule exotique, *Didemnum* cf. *lahillei* une synascidie de la faune régionale.

La première observation de *Hydroïdes ezoensis* remonte à février 1997. Sur un seul quai d'un bassin à flot ancien, les individus sont rares, distants en moyenne de 0,5 à 1 m, et entre 0,5 et 1,5 m sous le plus bas niveau de l'eau. Dans le courant de l'été 1997, l'espèce connaît un très fort recrutement qui se traduit, dans la partie orientale de ce bassin où la démographie a pu être appréciée sinon mesurée, par une colonisation massive des supports qui fait qu'il est difficile, en macrophotographie sous-marine, de photographier un individu solitaire, et qu'il n'est pas rare d'avoir, au rapport 1/1, donc sur une surface de substrat de 24 x 36 mm, deux à six tubes... (BRETON & VINCENT, 1999 : fig. 15, 16). Ces densités se sont, depuis, confirmées dans d'autres bassins, en particulier dans les bassins à flot anciens.

Didemnum cf. *lahillei* a, pour le plongeur, un aspect extrêmement caractéristique. Plutôt que dire qu'elle ressemble à de la « pâte à crêpes » (pancake batter) comme les pêcheurs de New England (G. LAMBERT, *in litt.*), je préfère dire que son aspect évoque des coulures de bougies, soit en longs cordons verticaux le long du corps de la chandelle, soit sous la forme des accumulations au pied de celle-ci. La couleur est jaune, et le toucher très lisse. Nous l'avons observée pour la première fois dans le port du Havre, le 13 décembre 1998, dans la partie sud-ouest du bassin Vauban : une population de petite taille mais dense était implantée. Les autres quais semblaient indemnes. Le 19 octobre 1999, les quais de la partie ouest du bassin Vauban, sur plusieurs centaines de mètres de long, sur toute la hauteur, étaient recouverts avec un taux de recouvrement de plus de 100 % (autorecouvrement) qui ne respectait que les siphons des ascidies, par exemple *Styela clava*, l'ouverture des moules et, parfois, l'oscule d'une éponge. Dans le même temps, *Didemnum* cf. *lahillei* était observée, certes avec des densités moins impressionnantes, dans d'autres bassins à flot.

Depuis 2002, et surtout 2003, l'espèce est en régression. Si on l'observe encore dans tous les bassins à flot, sa densité est aujourd'hui plus faible.

G. LAMBERT (*in litt.*) signale que, par une coïncidence étonnante, l'espèce a connu une augmentation spectaculaire de biomasse et de nouvelles introductions de manière quasi-simultanée en différents endroits de la planète (Nouvelle Zélande, USA...).

Les bassins du port du Havre ont donc enregistré :

- des introductions d'espèces qui se sont trouvées en équilibre apparent avec leur environnement : par exemple *Hemigrapsus sanguineus*, *H. penicillatus* et *Undaria pinnatifida* ;
- des introductions d'espèces avec une très forte croissance démographique dès l'introduction, et une implantation soutenue, mais sans concurrencer apparemment les taxons préexistants, c'est le cas de *Hydroides ezoensis* ;
- une invasion sévère régressant au bout de plusieurs années avec *Didemnum cf. lahillei*.

Ce dernier exemple n'est peut-être qu'un cas extrême, observé ici après introduction, parmi des espèces connues pour leurs proliférations comme *Onchidoris bilamellata*, *Odosomia scalaris* ou encore *Ficopomatus enigmaticus*.

Le port du Havre, domaine paralique (fig. 3)

La notion de bassin paralique était utilisée jusqu'à une date récente (PERRICHOT, 2003) par les géologues comme synonyme de bassin côtier. GUELORGET & PERTHUISOT (1983, 1984) et GUELORGET (1985) avaient cependant précisé cette notion.

Le domaine paralique est représenté par les plans d'eau littoraux constituant une transition entre le domaine marin franc (« thalassique ») et le domaine continental (lagunes, estuaires, mers fermées, chotts...), quelle que soit la taille du plan d'eau (Baltique, Bassin d'Arcachon, « étangs » méditerranéens, lagunes tropicales...). La répartition des espèces de milieu marin franc (« thalassiques »), de proche paralique et de paralique lointain permet une zonation des domaines paraliques, horizontale en s'éloignant du point d'ouverture sur le domaine marin mais aussi verticale. La zonation est exprimée en chiffres romains I à VI (I = le plus proche du thalassique ; VI = le paralique le plus lointain). Selon le climat, on distingue deux « branches » du paralique, les bassins littoraux des pays chauds, où l'on passe du domaine marin au continental par sursalure par évaporation, et ceux des pays tempérés où l'on passe du marin franc au dulçaquicole par dilution. Selon GUELORGET & PERTHUISOT (1983, 1984) et GUELORGET (1985), l'unicité de la notion de paralique est fondée sur le fait que les deux « branches » du paralique présentent des similitudes dans la zonation. Le facteur cardinal n'est donc pas la salinité (cf. les deux branches du paralique) mais le confinement, contrôlé par le taux de renouvellement de l'eau de mer. Le domaine paralique a une haute productivité organique et est l'objet de crises dystrophiques dont il « guérit » rapidement (p. ex. les « malaïgues » des lagunes méditerranéennes).

Le port du Havre offre un bon exemple de domaine paralique.

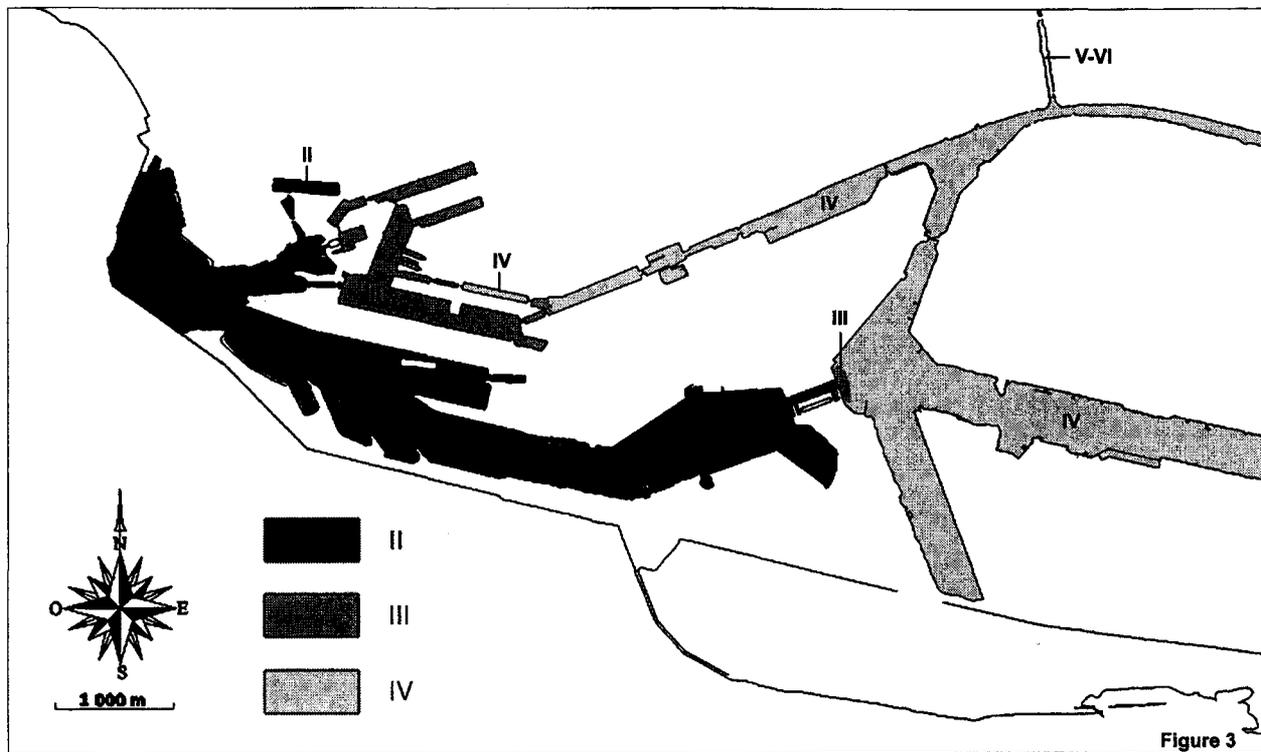


Figure 3

Zonation du paralique des plans d'eau du port du Havre (Manche orientale, France).

Paralic zonation of port of Le Havre docks (Eastern English Channel, France).

Pour des raisons de sécurité, les musoirs des digues Nord et Sud et la passe n'ont pas été explorés en plongée subaquatique : on peut penser que la flore et la faune y sont comparables à celles qui se trouvent à l'extérieur des digues, ce qui ne signifie pas pour autant qu'on se trouve en domaine marin franc (zone I) car on se situe au fond de la baie de Seine, à la limite de l'estuaire.

Les associations présentes à l'extérieur du port représentent le peuplement des sables fins envasés à *Abra alba - Pectinaria (Lagis) koreni* et son faciès particulier le peuplement des sédiments hétérogènes sous influence pélique à *Pista cristata*. Plus vers l'intérieur de l'estuaire, on passe au peuplement des vases d'estuaire à *Macoma balthica* (GENTIL & CABIOCH, 1997a, b). Les communautés endobenthiques des bassins portuaires du Havre représentent un faciès à *Corbula gibba* des peuplements de sédiments fins envasés à *Abra alba - Pectinaria (Lagis) koreni* (BRETON *et al.*, sous presse ; PRUVOT *et al.*, 2000).

Dès les bassins de marée, la disparition des échinodermes endobenthiques (ophiures) est presque complète : le fond sédimentaire des bassins de marée et bassins à flot anciens est en zone III ; celui des bassins à niveau constant de l'arrière-port (*Cerastoderma glaucum*, *Nereis diversicolor*) en zone IV, probablement localement en zone V à proximité de la Lézarde (espèces dulcicoles de l'épibenthos).

En ce qui concerne l'épifaune (vagile ou non) des supports solides, nous proposons la zonation suivante :

- bassins de marée, bassin du Commerce : zone II ;
- bassins à flot anciens : zone III ;
- bassins à niveau constant de l'arrière-port : zone III à proximité des écluses ; zone IV ailleurs ; les zones V-VI ne sont atteintes qu'à proximité immédiate du débouché de la Lézarde (présence de taxons dulcicoles) ;
- bassin Fluvial : zone IV.

Il est à noter qu'une espèce d'échinoderme pénètre en zone III et, très sporadiquement en zone IV : il s'agit de *Asterias rubens*.

L'attribution à la zone IV des bassins à niveau constant de l'arrière-port et du bassin Fluvial est fondée sur le fait que les peuplements ne comprennent que des espèces paraliques, telles que *Chaetomorpha linum*, *Enteromorpha intestinalis*, *Ulva lactuca*, *Ficopomatus enigmaticus* capable de proliférations, *Hediste diversicolor*, *Cerastoderma glaucum*, *Rhithropanopeus harrissii tridentatus*, *Balanus amphitrite*, *Microdeutopus gryllotalpa*. Toute faune thalassique a disparu [GUELORGET & PERTHUISOT (1983, 1984), GUELORGET (1985)].

Dans le port du Havre, cette zonation est très tranchée, très contrastée. Cela est dû au fonctionnement des écluses. Le confinement ne varie pas de manière continue comme dans la plupart des bassins paraliques, mais avec des seuils.

Le fait que l'endofaune des bassins de marée indique une zone III tandis que l'épifaune caractérise une zone II est soit une expression de la zonation verticale du paralique (GUELORGET & PERTHUISOT, 1983) soit due à la présence d'une forte concentration en matière organique dans les vases, quel que soit le type de bassin.

Enfin, la crise dystrophique que nous décrivons plus haut dans le bassin Fluvial (paragraphe 4), et la « récupération » illustrent une caractéristique des milieux paraliques :

« Évoquons encore les “crises dystrophiques” (malaïgues) qui accablent les lagunes du littoral languedocien : si elles détruisent instantanément de grandes quantités d’individus [...] elles ne détruisent pas l’écosystème qui se rétablit très rapidement dès que la crise est passée ... » (GUELORGET & PERTHUISOT, 1983, p. 34).

Conclusion

Avec 54 taxons procaryotes et végétaux et 303 taxons animaux recensés en plongée, le port du Havre affiche une bonne biodiversité.

Deux biocénoses distinctes coexistent dans le port du Havre.

Les quais, les supports solides, l’eau normalement oxygénée hébergent un épibenthos diversifié dominé par les suspensivores actifs (ascidies, moules, spongiaires).

D’une manière contrastée, le sédiment est en général une vase riche en matière organique et en sulfures, réductrice, anoxique. Sa biocénose, pauvre, est composée d’organismes tolérants à l’anoxie (nématodes, annélides, ciliés) et d’organismes du cycle du soufre comme *Havrella mirabilis* (BRETON & SAULOT, 1986).

Nous considérons que les espèces vagiles (*Anguilla anguilla*) ou non (bivalves comme *Mya arenaria* ou polychètes comme *Timarete tentaculata*) qui peuvent se trouver dans les sédiments réducteurs ne sont pas des éléments à part entière de la biocénose des vases réductrices : l’anguille n’habite que temporairement un terrier où l’eau riche en oxygène pénètre ; c’est de cette eau que les bivalves endobenthiques, suspensivores actifs, tirent leur nourriture et leur oxygène et que *Timarete tentaculata* dont les branchies dépassent du sédiment tire son oxygène. En somme, ces organismes trouvent refuge (temporaire ou permanent) dans les sédiments anoxiques, mais par leur nutrition et leur respiration, appartiennent à la première biocénose des milieux oxygénés.

Les fluctuations démographiques des différents taxons peuvent être importantes. Certaines espèces introduites (*Hydroïdes ezoensis*) ou indigènes (*Didemnum cf. lahillei*) sont considérées ici comme des espèces invasives.

L’arrivée d’espèces allochtones est fréquente : en un quart de siècle, ce sont une douzaine d’espèces macrobenthiques (dont deux phéophycées, trois ascidies et trois crustacés) dont l’implantation a été enregistrée dans le port du Havre, soit une nouveauté presque bisannuelle.

Le port du Havre présente tous les caractères d’un bassin paralytique [*sensu* GUELORGET & PERTHUISOT (1983, 1984) et GUELORGET (1985)]. L’analyse des peuplements épibenthiques permet d’établir la zonation suivante :

- bassins de marée, bassin du Commerce : zone II
- bassins à flot anciens : zone III
- bassins à niveau constant de l’arrière-port : zones (III)-IV (V-VI)
- bassin Fluvial : zone IV

L’endofaune des bassins de marée indique une zone III ; la biocénose des vases réductrices, en « avance » d’une zone dans la zonation du paralytique sur la communauté épibenthique des mêmes plans d’eau est peut-être une conséquence de la zonation verticale du paralytique (GUELORGET & PERTHUISOT, 1983).

Annexe 1

Liste des taxons observés en plongée subaquatique dans les bassins du port du Havre (Manche orientale, France) 1992 - 2004

La liste suivante est ordonnée par grand groupe biologique (sans que ces groupes aient le même rang systématique), puis, à l'intérieur de chaque groupe, par ordre alphabétique. Ces données cumulent :

- la base de données issue des C.R. de plongée rédigés par l'auteur (226 plongées depuis 1992) et par T. Vincent (3 plongées en 1995-1996), des spécimens recueillis et conservés et de la photothèque correspondante (clichés G. Breton).

- les résultats des études de l'endofaune (2000-2002), BRETON *et al.* (sous presse).

Le lecteur pourra trouver des compléments, des précisions, ou des références à des observations antérieures à 1992 dans : BRETON (1981), BRETON *et al.* (1999, 2002), BRETON & VINCENT (1999, 2002), VINCENT (2001, 2004), VINCENT & NOËL (2002).

Les abréviations suivantes sont utilisées :

R = sporadique, observations rares (R1, R2... : observé 1, 2... fois) ;

A = abondant ; AA = très abondant.

Z = taxon repéré (ou repéré aussi) à l'occasion de l'étude de l'endofaune (BRETON *et al.*, sous presse) ;

M = bassins de marée et du Commerce ;

E = sas Quinette de Rochemont et sas de la Citadelle avant sa fermeture le 13 mars 2000 ;

S = sas Vétillard ;

F = bassins à flot anciens et sas de la Citadelle après le 13 mars 2000 ;

C = bassins à niveau constant de l'arrière-port ;

X = bassin Fluvial.

Pas d'indication d'abondance : le taxon est moyennement abondant, ou discret, ou bien il n'y a pas de possibilité d'évaluer de manière fiable l'abondance ou la rareté.

EUBACTERIA

Havrella mirabilis (Cohn) Breton et Saulot :

Lyngbia cf. *majuscula* Harvey :

R2 : F, S. Au ras de l'eau

Spirulina subsalsa Oersted :

A : M, F, C, X. Enduits lie-de-vin

Thiothrix nivea (Rabenhorst) Winogradsky :

M, S, F, C, X

Thiovulum majus Hinze :

F, X. « Voiles striés » caractéristiques

CHLOROPHYCEAE

Derbesia marina (Lyngbie) Solier :

M, F

Bryopsis hypnoides Lamouroux :

R3 : M, C, X

Bryopsis plumosa Agardh :

A : toute l'année

Chaetomorpha linum (Müller) Kützing :

A : M, F, C, X

Cladophora flexuosa Harvey :

R1 : F

C. pellucida (Hudson) Kützing :

R1 : F

C. rupestris (Linnaeus) Kützing :

M, F

C. vagabunda (Linnaeus) Kützing :

R1 : F

Codium tomentosum Stackhouse :

R3 : M, F

Codium fragile (Suringar) Hariot

subsp. *tomentosoides* (Van Goor) Silva :

R : F

Enteromorpha clathrata (Roth) Greville :

R1 : X

E. compressa (Linnaeus) Greville :

A : M, E, F, C, X, en limite d'eau

E. intestinalis (Linnaeus) Link :

A : M, F, C, X, en limite de l'eau,
bien développé en zone III-IV en été

<i>E. linza</i> (Linnaeus) J. Agardh :	R2 :	F, C
<i>Ulva lactuca</i> Linnaeus :	A	

PHAEOPHYCEAE

<i>Ascophyllum nodosum</i> (Linnaeus) Le Jolis :		M, localement abondant, dans le port de plaisance
<i>Desmarestia viridis</i> O.F. Müller :	R2 :	M, sous les pontons, bassin du Commerce
<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) Lamouroux :	R1 :	F
<i>Ectocarpus</i> spp.	R :	M, F, C, X
<i>Fucus serratus</i> Linnaeus :	R :	M
<i>F. vesiculosus</i> Linnaeus :	A :	M, E, F, C (extrême ouest de C)
<i>Sargassum muticum</i> (Yendo) Fensholt :	AA :	tous plans d'eau
<i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lyngbie) Link :		F
<i>Undaria pinnatifida</i> (Harvey) Suringar :	A :	M, F sous les pontons ou au ras de l'eau

RHODOPHYCEAE

<i>Aglaothamnion roseum</i> (Roth) Maggs et L'Hardy-Halos :	R1 :	M
<i>Anthithamnion plumula</i> Thuret :	AA :	tous plans d'eau, en particulier en hiver
<i>Antithamnionella spirographidis</i> (Schiffner) Wollaston :	R1 :	M
<i>Callithamnion tetragonum</i> (Withering) C. Agardh var. <i>brachiatum</i> (Bonnemaïson) C. Agardh :	R1 :	M
<i>Catenella caespitosa</i> (Withering) L. :	R3 :	M
<i>Ceramium fastigiatum</i> Harvey :	R1 :	C
<i>C. nodulosum</i> (Lightfoot) Ducluzeau :	A :	M, E (fréquent), C, X
<i>C. siliquosum</i> (Kützing) Maggs :	A :	F et C (fréquent), X
<i>C. tenuissimum</i> (Lyngbie) J. Agardh (<i>C. strictum sensu</i> Harvey)	R :	F, X
<i>Chondrus crispus</i> Stackhouse :		M exclusivement, localement abondant
<i>Corallina officinalis</i> Linnaeus :	R :	F exclusivement bassin Vauban, pourrait provenir d'un rejet d'aquarium
<i>Cryptopleura ramosa</i> (Hudson) Kylin :	R1 :	F
<i>Dasya ocellata</i> (Grateloup) Harvey in W.J. Hooker :	R1 :	M
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i> (Stackhouse) F. Collins et Hervey :	R3 :	M exclusivement
<i>Nitophyllum punctatum</i> (Stackhouse) Greville :	A :	M, F, surtout en hiver
<i>Polysiphonia atlantica</i> Kapraun et J. Morris :	R1 :	M
<i>P. brodiaei</i> (Dillwyn) Sprengel :	R2 :	M
<i>P. fibrillosa</i> (Dillwyn) Sprengel :	R1 :	M (bassin du Commerce)
<i>P. spiralis</i> Batten :	R2 :	C
<i>P. stricta</i> (Dillwyn) Greville :	R3 :	M (bassin du Commerce), C
<i>P. variegata</i> Agardh :	R2 :	M ?, F
<i>Polysiphonia</i> sp. A (= <i>P. rhunensis</i> Thuret, <i>nomen oblitum</i>)	R :	F, C
<i>Porphyra linearis</i> Greville :	R1 :	F
<i>P. umbilicalis</i> (Linnaeus) J. Agardh :		M, F, X
<i>Rhodophyllis divaricata</i> (Stackhouse) Papenfuss :	R1 :	F

CILIOPHORA

Lagotia viridis Wright :

Z, A : F

PORIFERA

Cliona celata Grant :

M, F

Esperiopsis fucorum (Esper) :

M, F. Très localement abondant

Halichondria bowerbanki Burton :

AA : tous plans d'eau, très abondante, très polymorphe (voir BRETON *et al.*, 1996)

H. panicea (Pallas) :

R : M, C. L'espèce est très rarement observée dans le port

Haliclona cinerea (Grant) :

AA : tous plans d'eau. Peut avoir une diversité morphologique extrême sur un même site

H. oculata (Pallas) :

A : M, S, E, F. Rhéophile.

H. rosea (Bowerbank) :

R : N'existe plus en zone IV du paraliq

H. xena de Weerdt :

M, F. N'existe plus en zone IV du paraliq
F, C (rare), X. Abondante dans le bassin Fluvial en 1993-1995, revue en 2000, vue en 1997-1999 et 2002 dans les bassins à flot.

Hymeniacion perleve (Montagu) :

M, F

Leucosolenia complicata (Montagu) :

R : M, F

L. variabilis (Haeckel) :

M, E, S, F (peut être abondant),
X. *Leucosolenia variabilis* semble, comme toutes les *Calcarea*, en décroissance démographique depuis 1993

Microciona atrasanguinea Bowerbank :

M, E, F. Cantonnée aux zones II et III

Mycale contarenii (Martens) :

M, F. Jamais très abondante

M. macilenta (Bowerbank) :

M, F. Jamais très abondante, sauf localement

Oceanapia isodictiiformis (Carter) :

R1 : F. Une seule observation bassin de la Citadelle (13.10.2002) de cette éponge rarissime (VACELET & BRETON, 2004)

Oscarella lobularis (Schmidt) :

R : M, F, X. Toujours de couleur rouge.

Prosuberites epiphytum (Lamarck) :

M (peu abondante), F (fréquente), C (une observation), X (assez fréquente jusqu'en 1995)

Suberites carnosus (Johnston) :

R : M, F. Reste rare

S. ficus (Esper) :

A : M, S, E, F (abondant). Ne dépasse pas la zone III. Jaune, beige, parfois gris ou bleu. Multiplication asexuée par étirement et « coulure »

Suberites massa Nardo :

R1 : F

Sycon ciliatum (Fabricius) :

M, F (fréquent), S

S. quadrangulatum (O. Schmidt) :

M, F, X (où il atteignait en 1993-1995, des longueurs spectaculaires, semble avoir disparu du bassin Fluvial depuis)

CNIDARIA

Abietinaria abietina (Linnaeus) :

R1 : M (bassin du Commerce)

Actinia equina (Linnaeus) :

R : E (probablement spontanée),
F (probablement issue d'un rejet d'aquarium. Observée six mois)

Aglaophenia plumula (Linné) :

R1 : M, rhéophile

<i>Anemonia viridis</i> (Forskal) :	R2 :	F, X. Dans les deux cas, provient vraisemblablement d'un rejet d'aquarium. S'est implantée bassin Vauban, a survécu trois ans au moins et s'est reproduite par multiplication végétative
<i>Aurelia aurita</i> (Linnaeus) :	AA :	tous plans d'eau. Scyphistomes sous les surplombs, strobilation en janvier-mars. Méduses jusqu'à l'hiver suivant. A été observée récemment en zone V du paraliq, dans l'embouchure de la Lézarde (A. DUCHEMIN, comm. pers.). Voir BRETON <i>et al.</i> (1996)
<i>Bougainvillia ramosa</i> (van Beneden) :	R :	S, E. Probablement rhéophile
<i>Cereus pedunculatus</i> (Pennant) :	Z, AA :	tous plans d'eau
<i>Chrysaora hysoscella</i> (Linnaeus) :	R5 :	M, E, F
<i>Clytia hemisphaerica</i> (Linnaeus) :	R1 :	M
<i>Coryne</i> sp. :	R1 :	M
<i>Diadumene cincta</i> Stephenson :	R2 :	M, C
<i>Gonionemus vertens</i> Agassiz :	R1 :	F. Une observation en juillet 2003 (S. GILLOUPE, comm. pers.)
<i>Halecium halecinum</i> (Linné) :	R1 :	E. Rhéophile
<i>Haliplanella lineata</i> (Verill) :		F, C, X. Espèce strictement paraliq
<i>Hydractinia echinata</i> (Fleming) :		F. Sur coquilles habitées par des Pagures
<i>Kirchenpaueria pinnata</i> (Linnaeus) :		M. Rhéophile
<i>K. similis</i> (Hinks) :		M, E, F. Rhéophile. La distinction des deux espèces est très délicate
<i>Laomedea flexuosa</i> Adler :	R1 :	M
<i>Metridium senile</i> (Linnaeus) :	A :	tous plans d'eau. Presque uniquement la forme blanche
<i>Obelia bidentata</i> Clarke :	R1 :	M
<i>O. geniculata</i> Linnaeus :	R1 :	M
<i>O. longissima</i> (Pallas) :	AA :	tous plans d'eau
<i>Plumularia setacea</i> (Linnaeus) :	R2 :	F, E
<i>Rhizostoma octopus</i> (Linnaeus) :	R1 :	M, une observation depuis le quai d'un groupe de méduses
<i>Sagartia elegans</i> (Dalyell) :	A :	M, F, S : forme <i>nivea</i> , <i>aurantiaca</i> , <i>rosea</i> , <i>miniata</i> (de la plus à la moins fréquente). Principalement dans les bassins à flot anciens
<i>S. troglodytes</i> (Price in Johnson) :	A :	M, S, F, C, X. Semble en expansion depuis 1997
<i>Sagartiogeton undatus</i> (O.F. Müller) :	Z, AA :	tous plans d'eau, principalement dans le mètre superficiel. L'actiniaire le plus abondant sur les supports solides dans le port du Havre. Maximum d'abondance en F et C
<i>Sertularia cupressina</i> Linnaeus :	R :	M (une observation), E (observée plusieurs fois), F (une observation). Rhéophile
<i>Tubularia indivisa</i> Linnaeus :	R1 :	S
<i>Urticina felina</i> (Linnaeus) :	A :	M, E, F (abondant), S. Ne pénètre pas en zone IV

CTENOPHORA

<i>Beroe cucumis</i> Fabricius :	R2 :	F, C
<i>Pleurobrachia pileus</i> (Müller) :	R :	F, S, C. Observé d'avril à octobre

PLATYHELMINTHES

<i>Cycloporus maculatus</i> Halley :	R1 :	M
<i>Oligocladus sanguinolentus</i> (Quatrefages) :	Z, R1 :	M
<i>Prostheceraeus vittatus</i> (Montagu) :	R2 :	M, F

NEMERTEA

<i>Amphiporus elongatus</i> Stephenson ? :	R1 :	M
<i>Nemertopsis flavida</i> (McIntosh) :	R1 :	M
<i>Lineus longissimus</i> (Gunnerus) :	R :	F
<i>Tetrastemma candidum</i> (Müller) :	R1 :	F
<i>T. nimbatum</i> Burger :	R5 :	F

KAMPTOZOA

<i>Pedicellina cernua</i> (Pallas) :	R3 :	M
--------------------------------------	------	---

ANNELIDA OLIGOCHAETA

<i>Tubifex</i> sp. :		C, embouchure de la Lézarde, seulement dans le paralyse lointain, en eau presque douce
----------------------	--	--

ANNELIDA POLYCHAETA

<i>Anaidites maculata</i> (Linnaeus) :	Z :	M, F
<i>Amphiglena mediterranea</i> (Leydig) :	Z :	M
<i>Aphrodite aculeata</i> (Linnaeus) :	R1 :	F. Probablement issu d'un ébrouillage de chalut de pêcheur, en survie
<i>Capitella capitata</i> (Fabricius) :	Z :	M, F
<i>Cirratulus filiformis</i> (Keferstein) :	Z :	C
<i>Eupolymnia nebulosa</i> (Montagu) :	R :	M, E, F
<i>Ficopomatus enigmaticus</i> (Fauvel) :	AA :	M, S, F, C, X. À l'origine de proliférations très importantes (C, X seulement)
<i>Gattyana cirrhosa</i> (Pallas) :		M, F, C
<i>Harmothoe imbricata</i> (Linnaeus) :	R :	M ?, C
<i>Hediste diversicolor</i> (O.F. Müller) :	A :	M, F, C
<i>Hydroides dianthus</i> (Verrill) :	R3 :	M, F
<i>H. elegans</i> (Haswell) :	R1 :	S
<i>H. ezoensis</i> Okuda :	AA :	M, F, E, S, C. Voir BRETON & VINCENT (1999)
<i>H. norvegica</i> (Gunnerus) :	R2 :	F, C
<i>Janua pagenstecheri</i> (Quatrefages) :	R :	M
<i>Lanice conchilega</i> (Pallas) :	R :	F, C
<i>Lepidonotus squamatus</i> (Linnaeus) :		F, X
<i>Magalia perarmata</i> Marion et Bobretzky :	Z :	F, C
<i>Malacoceros fuliginosus</i> (Claparède) :	Z :	F, C
<i>Marphysa sanguinea</i> (Montagu) :	Z :	M
<i>Myrianida pinnigera</i> (Montagu) :	R1 :	F
<i>Neanthes succinea</i> (Leuckart) :	R3 :	F, C
<i>Nephtys caeca</i> Fabricius :	Z :	F
<i>Nephtys hombergii</i> Savigny :	Z :	M
<i>Nereis longissima</i> (Johnston) :	R1 :	F
<i>Nereis pelagica</i> Linnaeus (?) :	R1 :	C

<i>Nereis virens</i> (Sars) :	R2 :	C
<i>Nereis zonata</i> Malmgreen :	R1 :	F
<i>Ophiodromus flexuosus</i> Delle Chiage :	R1 :	F (Z : C, F)
<i>Pectinaria (Lagis) koreni</i> Malmgreen :	Z :	M (traces en F)
<i>Perinereis cultrifera</i> (Grube) :	R1 :	F
<i>Pherusa plumosa</i> (O.F. Müller) :	Z :	C (rare)
<i>Phyllodoce lamelligera</i> Johnston :	R1 :	F
<i>Polydora ciliata</i> (Johnston) :	R1 :	F
<i>Polydora hoplura</i> Claparède :	AA :	M, F, C
<i>Pomatoceros lamarcki</i> (Philippi) :		M, F
<i>P. triqueter</i> (Linnaeus) :	A :	M, F, S
<i>Pygospio elegans</i> Claparède :	Z :	M, C
<i>Sabella pavonina</i> (Savigny) :	A :	M, E, F, S
<i>Serpula vermicularis</i> Linnaeus :		M, F, C
<i>Spirographis spallanzanii</i> Gmelin :		M, F
<i>Streblespio schrubsholi</i> (Buchanan) :	Z :	M, C
<i>Syllidia perarmata</i> Marion et Bobretzky :	R1 :	C
<i>Tharyx marioni</i> (de Saint-Joseph) :	R2 :	M, C
<i>Timarete tentaculata</i> (Montagu) :	A :	M, F, C
<i>Trypanosyllis zebra</i> Grube :	R2 :	F
<i>Typosyllis cf. prolifera</i> (Krohn) :	Z :	M

ECHIURA

<i>Thalassema thalassum</i> (Pallas) (?)	R2	F : deux observations à un an d'intervalle, sans prélèvement possible, mais avec photographie.
---	----	--

PYCNOGONIDA

<i>Anoplodactylus pygmaeus</i> (Hodge) :	R3 :	F
<i>Nymphon gracile</i> Leach ? :	R1 :	F

CRUSTACEA CIRRIPIEDIA

<i>Balanus amphitrite</i> Darwin :	AA :	M, F, S, C, X : zone de marnage
<i>B. balanus</i> (Linnaeus) :	R1 :	M
<i>B. crenatus</i> Bruguière :	AA :	M, F, S, C, X : supports toujours immergés
<i>B. improvisus</i> Darwin :	AA :	M, F, C : abondante en zone IV
<i>B. eburneus</i> Gould :	R1 :	C
<i>B. perforatus</i> Bruguière :		F, C
<i>Chthamalus montagui</i> Southward :	R1 :	M
<i>Elminius modestus</i> Darwin :	A :	M, F, C : zone de marnage, parfois au-dessus de l'eau
<i>Semibalanus balanoides</i> :	R :	M : zone de marnage

CRUSTACEA COPEPODA

<i>Mytilicola intestinalis</i> Steuer :	M, F, C, X (cité ici pour mémoire : parasite fréquent de <i>Mytilus edulis</i>)
---	--

CRUSTACEA MYSIDACEA

Le lecteur peut aussi se reporter avec profit à VINCENT & NOËL, 2002.

<i>Gastrosaccus spinifer</i> (Goës) :	Z :	F
<i>Hemimysis larmonae</i> (Couch) :		F
<i>H. spinifera</i> Ledoyer :		F, X
<i>Leptomysis lingvura</i> (G.O. Sars) :		C
<i>Mesopodopsis slabberi</i> (van Beneden) :		F, C

<i>Neomysis integer</i> (Leach) :	C
<i>Praunus flexuosus</i> (Müller) :	F, C. Espèce paralytique
<i>P. inermis</i> (Rathke) :	F
<i>Schistomysis kervillei</i> (G.O. Sars) :	F, C
<i>S. ornata</i> (G.O. Sars) :	C
<i>Siriella jaltensis</i> Czerniowsky :	M

CRUSTACEA TANAIDACEA

<i>Tanais dulongii</i> (Audouin) :	R1 :	F. Dans des tubes de vase
------------------------------------	------	---------------------------

CRUSTACEA CUMACEA

<i>Diastylis bradyi</i> Norman :	Z :	M
----------------------------------	-----	---

CRUSTACEA ISOPODA

<i>Cyathura carinata</i> (Kroyer) :	Z :	F
<i>Lekanesphaera rugicauda</i> (Leach) :	R :	F
<i>Ligia oceanica</i> (Linnaeus) :	R :	M, F
<i>Sphaeroma monodi</i> Bocquet, Lévi et Hoestland :	R2 :	X

CRUSTACEA AMPHIPODA

<i>Caprella equilibra</i> Say :		F
<i>Caprella mutica</i> Schurin :	AA :	F. Invasive fin 2004
<i>Chaetogammarus marinus</i> Leach :	R1 :	F
<i>Corophium acherusicum</i> Costa :		E, F, C : dans des tubes de vase
<i>Gammarus gr. locusta</i> (Linnaeus) :	R1 :	C
<i>Jassa falcata</i> (Montagu) :	R1 :	M
<i>J. marmorata</i> Holmes :	A :	F, C
<i>Melita palmata</i> (Montagu) :	R2 :	F, C
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> Costa :		F, C
<i>Phtisica marina</i> Slabber :	R2 :	F : sur hydres, ascidies, spongiaires

CRUSTACEA DECAPODA

Le lecteur peut aussi se reporter avec profit à VINCENT & NOËL, 2002.

<i>Athanas nitescens</i> (Leach) :	R3 :	M, F
<i>Cancer pagurus</i> Linnaeus :	A :	M, E, F. En expansion depuis 1995, se reproduit dans le port. Pénètre en zone IV et dans le paralytique lointain
<i>Carcinus maenas</i> (Linnaeus) :	AA :	Tous plans d'eau. Très abondant, se reproduit dans le port
<i>Crangon crangon</i> Linnaeus :	A :	M, E, F, S, C : certainement plus abondante qu'il ne semble. Difficile à repérer en plongée
<i>Dromia personata</i> Linnaeus :		M, F : se reproduit dans le port. Vêture de <i>Suberites ficus</i> , souvent non vêtue
<i>Eriocher sinensis</i> Milne-Edwards :	R2 :	C
<i>Eualus occultus</i> Lebour :	R1 :	M
<i>Galathea squamifera</i> Leach :	A :	M, E, F. Observée surtout la nuit, ne dépasse pas la zone III
<i>G. strigosa</i> Linnaeus :	R :	M, E, F. Beaucoup plus rare que la précédente
<i>Hemigrapsus penicillatus</i> de Haan :	AA :	M, S, F, C
<i>H. sanguineus</i> de Haan :	AA :	M, F, C
<i>Hippolyte leptocercus</i> Heller :	R1 :	F
<i>H. varians</i> Leach :	R :	M, F, E, X. Homochrome donc probablement sous-estimée

<i>Homarus gammarus</i> Linnaeus :		M, F. D'après VINCENT & NOËL (2002), serait en régression dans le port du Havre
<i>Inachus phalangium</i> Fabricius :	AA :	M, E, F, S. Toute l'année. Se reproduit dans le port du Havre. Vêtue d'une ou plusieurs espèces d'éponges : <i>Halichondria bowerbanki</i> principalement, <i>H. panicea</i> rare, <i>Haliclona cinerea</i> , et l'ascidie <i>Botryllus schlosseri</i> rare, hydriaires, serpule, etc. Une observation (VINCENT & NOËL, 2002) d'une association <i>I. phalangium</i> - <i>Urticina felina</i>
<i>Macropodia rostrata</i> (Linnaeus) :	A :	M, F, S, C. Espèce observée principalement à la saison froide. Vêtue le plus souvent plus discrète que celle de <i>Inachus phalangium</i> . Une seule observation en zone IV
<i>Macropodia tenuirostris</i> (Leach) :	R2 :	F
<i>Maja brachydactyla</i> Balss :		M (rare), F
<i>Pagurus bernhardus</i> (Linnaeus) :	A :	M, E, F, S. Les coquilles sont : <i>Littorina littorea</i> , <i>Hinia reticulata</i> et <i>Buccinum undatum</i> . Plusieurs observations de <i>Hydractinia echinata</i>
<i>P. cuanensis</i> Thompson :	R1 :	M
<i>Palaemon elegans</i> Rathke :	R :	M, F, C
<i>P. longirostris</i> Milne-Edwards :	R3 :	C, X. Espèce paralique
<i>P. serratus</i> (Pennant) :	AA :	Tous plans d'eau, nocturne
<i>Palaemonetes varians</i> Leach :		M, F, C, X
<i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus) :	A :	M, F, S
<i>Pinnotheres pisum</i> (Linnaeus) :	A :	M, E, F. Commensal de <i>Mytilus edulis</i>
<i>Pisidia longicornis</i> (Linnaeus) :	A :	M, E, F. Cryptique. Ne pénètre pas en zone IV
<i>Polybius depurator</i> (Linnaeus) :	R :	M, F
<i>Polybius puber</i> (Linnaeus) :	AA :	M, E, S, F, C (rare). Prospère dans les zones II et III, observations rares en zone IV
<i>Porcellana platycheles</i> (Pennant) :	A :	M, F. Cryptique. Ne pénètre pas en zone IV
<i>Rhitropanopeus harrissii</i> (Gould) :	AA :	F. Commun, localement abondant en zone IV, y compris dans le paralique lointain (partie orientale du canal de Tancarville). Espèce paralique
<i>Thoralus cranchii</i> (Leach) :	R :	E, F

MOLLUSCA POLYPLACOPHORA

Lepidochitona cinereus (Linnaeus) : R1 : M

MOLLUSCA BIVALVIA

<i>Abra alba</i> (Wood) :		M, C
<i>A. prismatica</i> (Montagu) :	Z :	F, C
<i>Acanthocardia tuberculata</i> (Linnaeus) :	R2 :	F, M
<i>Barnea candida</i> (Linnaeus) :		M (bassin du Commerce), F
<i>Cerastoderma edule</i> (Linnaeus) :	A :	M, F, C, X
<i>C. glaucum</i> (Poiret) :	A :	M (bassin du Commerce), F, S, C, X devient plus abondant que <i>C. edule</i> dans la zone IV
<i>Corbula gibba</i> (Oliv) :	AA :	M, F, C
<i>Ensis arcuatus</i> (Jeffreys) :	R1 :	F
<i>E. directus</i> (Conrad) :	R1 :	M (bassin du Commerce)

<i>Mya arenaria</i> Linnaeus :	AA :	M (rare), F (peu abondante), C (très abondante, semble régresser depuis une dizaine d'années)
<i>Mytilus edulis</i> Linnaeus :	AA :	Tous plans d'eau, très abondante
<i>Ostrea edulis</i> Linnaeus :	R1 :	F, 4 individus rejetés à l'eau vivants, car supposés impropres à la consommation... (bassin Vauban)
<i>Pecten maximus</i> (Linnaeus) :	R2 :	M (bassin du Commerce), F. Il s'agit probablement d'individus en survie, rejetés à l'eau par des pêcheurs. La survie a pu durer plus de 3 ans
<i>Petricola pholadiformis</i> Lamarck :		M, F, C
<i>Pholas dactylus</i> Linnaeus :	R :	M (bassin du Commerce), F
<i>Scrobicularia plana</i> (da Costa) :		M, F, C
<i>Venerupis aureus</i> (Gmelin) :	A :	F, C. N'est réellement abondante que dans les bassins à flot anciens
<i>V. decussatus</i> (Linnaeus) :	R2 :	M, F
<i>V. pullastra</i> (Montagu) :	R :	M, F

MOLLUSCA CEPHALOPODA

Le lecteur pourra également consulter avec profit VINCENT (2004).

<i>Loligo vulgaris</i> (Lamarck) :	R1 :	F : une observation récente en plongée de nuit. Spécimen juvénile photographié
<i>Sepia officinalis</i> Linnaeus :	R4 :	C, F, C
<i>Sepiolo atlantica</i> d'Orbigny :		M, F. Peu fréquente ; surtout en été

MOLLUSCA GASTROPODA

<i>Bithynia leachi</i> Sheppard :	R1 :	C. Espèce dulcicole observée dans l'embouchure de la Lézarde
<i>Bithynia tentaculata</i> Linnaeus :	R1 :	C. Espèce dulcicole observée dans l'embouchure de la Lézarde
<i>Buccinum undatum</i> Linnaeus :	A :	M, F
<i>Crepidula fornicata</i> (Linnaeus) :	A :	M, E, F, S, C. Dans presque tous les plans d'eau. Forme parfois (en F), des agrégats denses mais localisés
<i>Facelina bostoniensis</i> (Counthouy) :	R1 :	S
<i>Gibbula cineraria</i> (Linnaeus) :	R1 :	M (bassin du Commerce)
<i>G. umbilicalis</i> (de Costa) :		M
<i>Hinia</i> (= <i>Nassarius</i>) <i>reticulata</i> (Linnaeus) :	A :	M, F. Principalement dans les bassins de marée. Peut former des populations localement denses
<i>Hinia incrassata</i> (Ström) :	R1 :	M
<i>Janolus cristatus</i> (Delle Chiage) :	R :	M, F
<i>Jorunna tomentosa</i> (Cuvier) :	R5 :	M, F
<i>Littorina littorea</i> (Linnaeus) :	A :	M, E, F, S, C. Dans la zone de marnage
<i>L. obtusata</i> (Linnaeus) :		M
<i>Odostomia scalaris</i> Mac Gillivray :	A :	M (bassin du Commerce), X. Dans un plan d'eau donné pullule de manière très importante, et peut disparaître en apparence pendant plusieurs années. Prédateur des moules. Voir BRETON <i>et al.</i> (1996)
<i>Onchidoris bilamellata</i> (Linnaeus) :	A :	M, F, S. Les populations peuvent devenir très denses dans un plan d'eau donné
<i>Patella vulgata</i> (Linnaeus) :		M, S, F (peu abondante). Dans la zone de marnage

BRYOZOA GYMNOLEAEMATA

<i>Alcyonidium mytili</i> Dalyell :	R1 :	F
<i>Bowerbankia gracilis</i> Leidy :	A :	M, E, F, C
<i>B. gracillima</i> Hincks :	R1 :	E
<i>B. imbricata</i> (Adams) :	R :	M, F
<i>Bugula fulva</i> Ryland :	R2 :	M, F
<i>B. neritina</i> (Linnaeus) :		M (bassin du Commerce), F. Semble en expansion
<i>B. stolonifera</i> Ryland :	AA :	M, F, S, C, X. Espèce paraliq, annuelle, le bryozoaire le plus commun du port du Havre. Peut connaître des « explosions » démographiques
<i>B. turbinata</i> Adler :	R1 :	M (bassin du Commerce)
<i>Conopeum reticulatum</i> (Linnaeus) :	A :	M, E, F, C. Principalement sur les coquilles de moules
<i>C. seurati</i> (Canu) :		M, F, C. Plus rare que le précédent
<i>Cryptosula pallasiana</i> (Moll) :	A :	M, E, F, C
<i>Electra pilosa</i> (Linnaeus) :	R5 :	M, E. Espèce thalassique
<i>Tricellaria inopinata</i> d'Hondt et Occhipinti Ambrogi :	A :	M (bassin du Commerce), F. Introduction récente. Espèce paraliq. Voir BRETON & d'HONDT (2005)

PHORONIDA

<i>Phoronis hippocrepia</i> Wright :		M, F, S. Ne pénètre pas en zone IV. Espèce annuelle, n'est observée qu'à la belle saison
--------------------------------------	--	---

ECHINODERMATA ASTEROIDEA

<i>Asterias rubens</i> Linnaeus :	C :	M, E, F, S, C. Rare en zone IV, existe en zone III mais jamais abondante
-----------------------------------	-----	---

ECHINODERMATA ECHINOIDEA

<i>Psammechinus miliaris</i> (Gmelin) :		M, F, S. ne pénètre pas en zone IV. Jamais très abondant
<i>Spatangus purpureus</i> O.F. Müller :	R1 :	F. Un seul individu, trouvé mort depuis peu, sur un fond sablo-vaseux, bassin Vauban

ECHINODERMATA OPHIUROIDEA

<i>Amphipholis squamata</i> Delle Chiaie :	R :	M, F
<i>Ophiothrix fragilis</i> (Abildgaard) :	R :	E, F. Il n'est pas exclu que les individus observés aient été en survie, après rejet lors du nettoyage de chaluts
<i>Ophiura ophiura</i> (Linnaeus) :	R5 :	M, F

UROCHORDATA ASCIDIACEA

<i>Aplidium</i> sp. 1 :	A :	M (bassin du Commerce), F. Espèce allochtone, sujette à des variations démographiques importantes (voir paragraphe 5.1)
<i>Aplidium</i> cf. <i>californicum</i> Ritter :	R2 :	Observations (F) fin 2004 : localement abondant
<i>Aplidium densum</i> (Giard)	R1 :	F (Citadelle), deux colonies en mai 2005
<i>Ascidia aspersa</i> (Müller) :	AA :	tous plans d'eau. Préférentiellement dans la tranche d'eau inférieure

<i>Botrylloides leachi</i> (Savigny) :		M, F, S, C, X. Moins fréquent que l'espèce suivante
<i>Botryllus schlosseri</i> (Pallas) :	AA :	Tous plans d'eau. Un grand polymorphisme de coloration
<i>Ciona intestinalis</i> (Linné) :	AA :	Tous plans d'eau. L'espèce d'ascidie la plus abondante du port. Préférentiellement dans la tranche d'eau supérieure
<i>Clavelina lepadiformis</i> (Müller) :	AA :	M, E, F, S, X. Espèce annuelle : les zoïdes dégénèrent en hiver. Ne pénètre pas en zone IV (sauf trois occurrences bassin Fluvial)
<i>Dendrodoa grossularia</i> (van Beneden) :	R3 :	E, F. Semble cantonnée aux zones où se manifestent des courants forts, en particulier aux aqueducs actifs des sas
<i>Didemnum cf. lahillei</i> Hartmeyer :	AA :	M (bassin du Commerce, une observation), F (abondant à invasif). Voir paragraphe 5.2
<i>Diplosoma listerianum</i> (Milne Edwards) :	A :	Tous plans d'eau, rare en C et X. Peut-être une espèce fréquente, mais sous-estimée
<i>Molgula manhattensis</i> (De Kay) :	A :	Tous plans d'eau. Moins abondante que l'espèce suivante en zone II, elle devient plus abondante en zone III et surtout IV (sauf bassin Fluvial)
<i>Molgula socialis</i> Adler :		M, F, C (rare)
<i>Perophora japonica</i> Oka :	R6	M, F
<i>Polycarpa errans</i> Hartmeyer :	R2 :	M (voir BRETON <i>et al.</i> , 1996)
<i>Styela canopus</i> (Savigny) :	R1	Mêlée à <i>Dendrodoa grossularia</i> dans les aqueducs d'un sas actif (sas Quinette). Peut-être plus fréquente mais non repérée
<i>Styela clava</i> Herdmann :	AA :	Tous plans d'eau. Les individus ne sont jamais densément groupés. Voir BRETON & DUPONT (1978).

OSTEICHTHYES

Le lecteur se reportera avec profit à VINCENT (2001).

<i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus) :	AA :	Tous les plans d'eau, parfois très abondante. Peut habiter des terriers dans les vases même compactes. Des civelles ont été (rarement) observées
<i>Aphya minuta</i> (Risso) :	R :	M, S, F : rarement observé, probablement à cause de sa transparence
<i>Atherina presbyter</i> Cuvier :	AA :	M, S, F, C, X : adultes observés en été, en bancs
<i>Callionymus lyra</i> Linnaeus :	A ? :	M, F, S, C. La difficulté de reconnaissance spécifique en plongée, en particulier des femelles et des jeunes fait que les compte rendus mentionnent le plus souvent <i>Callionymus</i> sp. Les dragonnets (en général) sont assez fréquents.
<i>Callionymus reticulatus</i> Valenciennes :	R1 :	S, mais discuté par VINCENT (2001)
<i>Chelon labrosus</i> (Risso) :		F, C ? La difficulté d'identification des Mugilidae en plongée, malgré quelques photos prises, fait que VINCENT (2001) met les identifications de cette espèce en doute.
<i>Ciliata mustela</i> (Linnaeus) :	R :	E, F

<i>Conger conger</i> (Linnaeus) :	R :	M, F, S ? Le congre est rare. Plusieurs observations rapportées par des plongeurs relèvent vraisemblablement de très grosses anguilles
<i>Crystallogobius linearis</i> (von Düben) :	R4 :	M, C. Comme <i>Aphyia minuta</i> , probablement rarement observé à cause de sa transparence
<i>Ctenolabrus rupestris</i> (Linnaeus) :	M, F, C (une observation). Ne pénètre guère en zone IV (un cas)	
<i>Cyclopterus lumpus</i> (Linnaeus) :	R1 :	M. Pas d'observation en plongée mais un spécimen capturé à la ligne en 2002
<i>Dicentrarchus labrax</i> (Linnaeus) :	AA :	M, F, C, X. Le bar est présent dans tous les types de bassin, même en zone IV
<i>Gaidropsarus mediterraneus</i> (Linnaeus) ? :	R1 :	Une observation bassin Vauban (F) non confirmée par une capture
<i>Gasterosteus aculeatus</i> Linnaeus :	R :	Signalée par Vincent (2001) dans les bassins de marée (<i>G. aculeatus trachura</i>), mais aussi dans le paraliq ue lointain (embouchure de la Lézarde). Vue en plongée dans le Grand Canal du Havre (zone IV)
<i>Gobius niger</i> Linnaeus :	AA :	Tous plans d'eau. Le poisson sans doute le plus abondant dans le port. Des mâles reproducteurs sur leur ponte en juillet-août (F). Espèce paraliq ue
<i>Gobius paganellus</i> Linnaeus :	A :	M, F. Moins abondant que le précédent, ne semble pas pénétrer en zone IV
<i>Gobiusculus flavescens</i> (Fabricius) :	AA :	M, F, S, C (partie occidentale seulement) et X. En robe nuptiale de mai à juillet. Ne semble pas pénétrer très loin en zone IV
<i>Labrus bergylta</i> Ascanius :	M, F, S. Semble en expansion démographique depuis quelques années. Espèce thalassique	
<i>Lipophrys pholis</i> (Linnaeus) :	R :	M, F
<i>Liza ramada</i> (Risso) :	AA :	C'est probablement à cette espèce qu'il convient de rapporter les nombreuses observations de Mugilidae (sans autres précisions) dans le port du Havre, en particulier dans les zones III et IV
<i>Mullus surmuletus</i> Linnaeus :	R3 :	M, F
<i>Myoxocephalus scorpius</i> Linnaeus :	R4 :	M, F
<i>Parablennius gattorugine</i> (Linnaeus) :	A :	M, E, F, S. Plus commune que <i>Lipophrys pholis</i> , la blennie gattorugine ne pénètre pas en zone IV
<i>Pholis gunellus</i> (Linnaeus) :	R :	M, F, S, C. Peu fréquente. Une seule observation en zone IV
<i>Platichthys flesus</i> (Linnaeus) :	A :	M, F, S, C, X. Espèce fréquente, qui est plus abondante en zone IV. Peu de grands spécimens, nombreux juvéniles
<i>Pleuronectes platessa</i> Linnaeus :	A :	M, F, S, C. Le carrelet a la même répartition que le flet mais est beaucoup moins fréquent dans le port du Havre. Contrairement à l'opinion de VINCENT (2002), nous enregistrons sa présence en zone IV, même s'il y est moins fréquent que le flet

<i>Pollachius pollachius</i> (Linnaeus) :	A :	Tous plans d'eau sauf bassin Fluvial. Plus abondant en M et F
<i>Pomatoschistus microps</i> Kroyer :	R8 :	M, F, C, X. Semble préférer les bassins à niveau constant et à flot aux bassins de marée. Espèce paraliq
<i>P. minutus</i> (Pallas) :	AA :	M (bassin du Commerce), F, S, F, X
<i>P. pictus</i> (Malm) :	A :	Localement : M (bassin du Commerce), F, C (?). La présence de cette espèce est confirmée dans les bassins du Commerce, de la Citadelle et Vauban
<i>Solea solea</i> (Linnaeus) :	R :	Rares occurrences en S, F. Une observation ancienne écluse François 1 ^{er} (BRETON, 1981)
<i>Spinachia spinachia</i> (Linnaeus) :	R2 :	F
<i>Spondyliosoma cantharus</i> (Linnaeus) :		M, F. Seuls des jeunes sont observés, à la belle saison
<i>Sprattus sprattus</i> (Linnaeus) :	R :	M (VINCENT, 2002) et F (une observation)
<i>Symphodus melops</i> (Linnaeus) :		M, F
<i>Syngnathus acus</i> (Linnaeus) :	A :	M, F, S, C. Espèce fréquemment observée en plongée, dans tous les types de plans d'eau, zone IV comprise
<i>S. rostellatus</i> Nilsson :	R3 :	M, F, C
<i>Taurulus bubalis</i> (Euphrasen) :	A :	M, S, F, C (rare)
<i>Thorogobius ephippiatus</i> (Lowe) :	R1 :	M
<i>Trachurus trachurus</i> (Linnaeus) :	R1 :	S : une seule observation d'un banc dense de chinchards sas Vétillard (zone III)
<i>Trigla lucerna</i> (Linnaeus) :	R1 :	Une observation ancienne (1980) dans le canal de réalimentation de l'écluse François 1 ^{er} (BRETON, 1981 ; VINCENT, 2002)
<i>Trisopterus luscus</i> (Linnaeus) :	A :	M, F, S, C, X. Le tacaud ou gode (nom vernaculaire havrais) se trouve dans tous les plans d'eau. Des juvéniles (2 cm) observés (F et C) en mai-juin
<i>T. minutus</i> (Linnaeus) :		Moins abondant que le tacaud. Quelques observations en M, F, S. Une observation dans la partie la plus occidentale du bassin Vétillard (bassin à niveau constant)

Addition sur épreuves

Depuis le 15 juin 2005, notre inventaire biologique des bassins du port du Havre s'est poursuivi grâce à des plongées organisées par l'association « Port Vivant » et s'est enrichi de cinq taxons.

CTENOPHORA

Bolinopsis infundibulum Müller

F

MOLLUSCA BIVALVIA

Abra nitida (Müller)

M (bassin du Commerce)

UROCHORDATA ASCIDIACEA

Aplidium glabrum (Verrill)

F

Botrylloides violaceus Oka

F (introduction 2004 ou 2005)

OSTEICHTYES

Hippocampus hippocampus Linnaeus

F (voir VINCENT, 2001)

Remerciements

Cet article est le résultat d'un travail commencé à la fin de la décennie 1970 et repris en 1992. Il tente de couvrir des domaines variés et, de ce point de vue, il n'aurait pas pu se poursuivre sans la collaboration et l'aide de très nombreuses personnes qu'il m'est agréable de remercier ici.

Je me dois de souligner l'apport de Thierry Vincent à la connaissance de la faune du port du Havre, par l'étude de quelques groupes majeurs qu'il a poursuivie, et le concours, informatique et sur le terrain, de Arnaud Duchemin.

Les biologistes suivants m'ont apporté une grande aide en déterminant ou en étudiant des spécimens ou en apportant leur point de vue au cours de discussions fructueuses, parfois passionnées : je suis très reconnaissant à chacun de m'avoir amicalement consacré de son temps : F. Arnoult ; F. Boero ; A. Castric ; P. Cornelius ; J.-C. Dauvin ; J.-L. d'Hondt ; F. Gentil ; A. Girard ; S. Gofas ; O. Guélorget ; J.-G. Harmelin ; J.-P. Lagardère ; M.T. L'Hardy-Halos ; P. Louisy ; B. Métivier ; F. et C. Monniot ; P.-Y. Noël ; J. Vacelet ; G. Vernet ; H. Zibrowius.

Il m'est impossible de remercier individuellement tous les plongeurs qui ont participé à ces recherches. Parmi eux, je voudrais cependant souligner plus particulièrement l'appui constant de Denis Corthesy.

Ma gratitude pour leur soutien technique à la TRASOM et à Gérard Binay, et, pour leur accompagnement constant au sein d'une équipe soudée, à mes collègues du Muséum du Havre Alain Havard et Thierry Vincent, compagnons de plongée et de recherche, Jean-Marc Argentin et Arnaud Duchemin (gestion avisée des bases de données).

Ces recherches n'auraient pas pu se poursuivre sans les autorisations de plonger délivrées par les autorités du Port Autonome du Havre : mes remerciements vont en particulier à Monsieur Coat qui a toujours bien accueilli mes demandes.

Le Port Autonome du Havre a autorisé l'utilisation du fond de carte pour l'illustration de cet article ; Monsieur Anthony Guéroult m'a aidé dans l'utilisation de cette carte. Je les remercie chaleureusement.

Un grand merci au lecteur minutieux et attentif qui a proposé des amendements pertinents à cet article.

Ce travail a toujours bénéficié du soutien que la Ville du Havre apportait à la recherche dans son Muséum d'histoire naturelle.

Science-Action Haute Normandie
100, route de Neuchâtel, 76000 Rouen
gerardbreton@free.fr

RÉFÉRENCES

- 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, 45-58.
- BRETON, G. (2005).- L'amphipode *Caprella mutica* (Schurin, 1935), espèce introduite et invasive, abonde dans les bassins à flot du port du Havre (Manche orientale, France). *Bull. Soc. géol. Normandie et Amis Muséum du Havre*, **91**, 2, 2004 (2005), 77.
- BRETON, G. & d'HONDT, J.-L. (2005).- *Tricellaria inopinata* d'Hondt et Occhipinti Ambrogi, 1985 (Bryozoa : Cheilostomatida) dans le port du Havre (Manche orientale). *Bull. Soc. géol. Normandie et Amis Muséum du Havre*, **91**, 2, 2004 (2005), 67-72.
- BRETON, G. & DUPONT, W. (1978).- *Styela clava* Herdmann, ascidie nouvelle pour les côtes de la baie de Seine, abonde dans le port du Havre. *Bull. trim. Soc. géol. Normandie et Amis Muséum du Havre*, **65**, 2, 51.

- BRETON, G., FAASSE, M., NOËL, P. & VINCENT, T. (2002).- A new alien crab in Europe: *Hemigrapsus sanguineus* (Decapoda: Brachyura: Grapsidae). *J. Crust. Biol.*, **22**, 1, 184-189.
- BRETON, G. & SAULOT, P. (1986).- *Havrella*, genre nouveau d'oscillaires décolorées : premières observations sur l'écologie, la cytologie et la systématique. *Cryptogamie, Algologie*, **7**, 4, 277-289.
- BRETON, G. & VINCENT, T. (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, 33-43.
- BRETON, G. & VINCENT, T. (2002).- La plongée subaquatique permet-elle d'évaluer de manière fiable la biodiversité de l'épibenthos dans un port ? *Bull. Soc. Zool. Fr.*, **127**, 2, 83-94.
- BRETON, G., GIRARD, A. & LAGARDERE, 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, 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, 105-116.
- BRETON, G., VINCENT, T., PAINBLANC, A. & DUCHEMIN, A. (2005).- L'endofaune des bassins du port du Havre (Manche orientale). *Bull. Soc. géol. Norm. et Amis Mus. Havre*, **92**, 1, 5-18.
- CARLTON, J.T. (1985).- Transoceanic and interocenic dispersal of coastal marine organisms: the biology of ballast water. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **23**, 313-371.
- CREOCEAN (1993).- *Étude de la qualité des plans d'eau du Port Autonome du Havre. Analyse des résultats obtenus entre 1977 et 1992*. Octobre 1993, 55 p., annexes [inéd.].
- 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.
- DHAINAUT-COURTOIS, N., ALZIEU, Cl., QUINIOU, F., PRUVOT, C. & DELOFFRE, L. (2000a).- Évaluation, par utilisation conjointe de scores de risque et d'indices biotiques, de la qualité des sédiments portuaires et des risques liés à l'immersion en mer de ces derniers. Études menées sur les sédiments et les macroinvertébrés associés des ports de Boulogne-sur-Mer, Calais et Dunkerque, et dans des zones de référence et de vidage situées au large de Dunkerque. 21 p. *In Actes du Colloque « Les enjeux, pour la santé humaine et le maintien de la biodiversité, de la caractérisation et de la validation de Systèmes d'Évaluation Écotoxicologique de la Qualité des sédiments et boues de dragage »*. Lille, 28 septembre 1999. Éd. N. Dhainaut-Courtois, A. Dhainaut et L. Deloffre.
- DHAINAUT-COURTOIS, N., PRUVOT, C., EMPIS, A. & BAUDET, K. (2000b).- Les peuplements macrozoobenthiques indicateurs des qualités physico-chimiques et chimiques des sédiments portuaires : exemple du port de Boulogne-sur-Mer (Manche). *Bull. Soc. zool. Fr.*, **125**, I, 49-62.
- DHAINAUT-COURTOIS, N. & DHAINAUT, A. (2002).- Vers une évaluation plus performante de l'écotoxicité des boues de dragage des ports maritimes grâce à l'utilisation combinée d'indices biotiques et de scores de risques. *Bull. Soc. zool. Fr.*, **128**, I, 57-76.
- DHAINAUT-COURTOIS, N. & PRUVOT, C., (2004).- *Vers une évaluation plus performante de la dangerosité réelle des boues de dragage des ports maritimes grâce à l'utilisation combinée d'Indices biologiques (IB et IMEM) et de Scores de risques (Sr). Caractérisation d'Indices de qualité environnementale et d'écotoxicité (Iqétox)*. Site internet <http://www.eau-artois-picardie.fr/etude/base/iqetox/index>.
- 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.
- GENTIL, F. & CABIOCH, L. (1997a).- Les biocénoses sublittorales macrobenthiques de la Manche : conditions écologiques et structure générale (pp. 68-78). *In DAUVIN, J.-C. : Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantique, Manche, Mer du Nord. Synthèse, menaces et perspectives*, coll. Patrimoines naturels, n°28, série Patrimoine Écologique. Laboratoire de

- GENTIL, F. & CABIOCH, L. (1997b).- *Carte des peuplements macrobenthiques de la Baie de Seine et Manche centrale Sud*. Observatoire océanologique de Roscoff éd., 18 p., 1 carte.
- GRALL, J. & GLÉMAREC, M. (1997).- Using biotic indices to estimate macrobenthic community perturbation in the Bay of Brest. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **44** (suppl. A), 43-53.
- 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.), 242-250, IEGB, Paris, France.
- GRUET, Y., MAILLARD, Y. & MARCHAND, J. (1978).- Étude écologique des bassins à flot du port de Saint-Nazaire (Loire-Atlantique). *Bull. Écol.*, **9**, 2, 157-168.
- GUÉLORGET, O. (1985).- *Entre mer et continent. Contribution à l'étude du domaine paralique*. Thèse de doctorat d'État, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, 23 mars 1985, 721 p., Ann.
- GUÉLORGET, O., FRISONI, G.-F., XIMENES, M.-C. & PERTHUISOT, J.-P. (1989).- Expressions biogéologiques du confinement dans le lac Melah (Algérie). *Rev. Hydrobiol. tropic.*, **22**, 2, 87-99.
- GUÉLORGET, O. & PERTHUISOT, J.-P. (1983).- Le domaine paralique : expressions géologiques, biologiques et économiques du confinement. *Travaux du laboratoire de Géologie*, **16**, Presses de l'École Normale Supérieure, 136 p.
- GUÉLORGET, O. & PERTHUISOT, J.-P. (1984).- Indicateurs biologiques et diagnose écologique dans le domaine paralique. *Bulletin d'écologie*, **15**, 1, 67-76.
- PERRICHOT, V. (2003).- *Environnements paraliques à ambre et végétaux du Crétacé nord-aquitain (Charentes, Sud-Ouest de la France)*. Thèse, Université de Rennes 1, 17 décembre 2003, 208 p., ann. [inééd.].
- PORT AUTONOME DU HAVRE (1999).- *La qualité des eaux des bassins du Port Autonome du Havre - 1982-1997. Résumé d'étude*. Janvier 1999, 12 p., ann. [inééd.].
- PRUVOT, C., EMPIS, A. & DHAINAUT-COURTOIS, N. (2000).- Présence du mollusque bivalve *Corbula gibba* (Olivier, 1792) dans les sédiments du port Est de Dunkerque (Mer du Nord). *Bull. Soc. zool. Fr.*, **125**, 1, 75-82.
- REBZANI-ZAHAF, C. (1992).- Le peuplement macrobenthique du port d'Alger : impact de la pollution. *Hydroécol. Appl.*, **4**, 2, 91-103.
- REYNAUD, P.Y. (1975).- *Flux de pollution dû à la zone industrielle et portuaire du Havre*. Port Autonome du Havre, octobre 1975, 17 p. [inééd.].
- SETEGUE, 1998.- *Étude de la qualité des eaux des bassins du Port Autonome du Havre. Synthèse*. Juillet 1998, 40 p., 2 cartes [inééd.].
- THORP, C.H., PYNE, S. & WEST, S.A. (1987).- *Hydroïdes ezoensis* Okuda, a fouling serpulid new to British coastal waters. *Journal of Natural History*, **21**, 863-877.
- VACELET, J. & BRETON, G. (2004).- Première observation en Manche de *Oceanapia isodyctiiformis* (Carter, 1882) (Porifera, Haplosclerida) dans les bassins du port du Havre. *Bull. Soc. géol. Norm. et Amis Mus. Havre*, **90**, 2, 2003 (2004), 73-74.
- 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, 13-15.
- VINCENT, T. (1999).- *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar, algue laminaire allochtone, une confirmation de son implantation et de sa progression en plusieurs points du littoral normand. *Bull. trim. Soc. géol. Normandie et Amis Muséum du Havre*, **86**, 1, 1^{er} trim. 1999, 35-37.
- VINCENT, T. (2001).- Ichtyofaune des bassins du port du Havre (Normandie, France). *Bull. trim. Soc. géol. Normandie et Amis Muséum du Havre*, **87**, 1, 1^{er} trim. 2000 (2001), 59-84.
- VINCENT, T. (2004).- Les Céphalopodes Sepiidae, Loliginidae et Octopidae du port du Havre et de l'estuaire de la Seine (Seine-Maritime, Normandie, France). *Bull. Soc. géol. Normandie et Amis Muséum du Havre*, **90**, 1, 2003 (2004), 13-22.

- 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, 19-23.
- VINCENT, T. & NOËL, P.-Y. (2002).- Les Mysidacés et Décapodes capturés, collectés et observés entre 1978 et 2000 dans le port du Havre (Seine-Maritime, France). *Bull. trim. Soc. géol. Normandie et Amis Muséum du Havre*, **87**, 4, 4^e trim. 2000 (2002), 71-91.
- 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, 141-150.
- ZIBROWIUS, H. (1992).- Ongoing modification of the mediterranean marine fauna and flora by the establishment of exotic species. *Mésogée*, **51**, 83-107.
- ZIBROWIUS, H. & THORP, C.H. (1989).- A review of the alien serpulid and spirorbid Polychaetes in the British Isles. *Cahiers de biologie marine*, **30**, 271-285.

(reçu le 08/11/04 ; accepté le 15/06/05)