



La dynamique de la vie

Les peuplements

Le benthos

Le benthos

Résumé

Au cours des 30 dernières années, 48 espèces de vers, crustacés et mollusques ont été inventoriées dans les sédiments fins de l'estuaire de la Loire.

La distribution spatiale de ces organismes est surtout dépendante de la teneur en matière organique des sédiments et de la salinité. Le secteur aval de Paimbœuf est le plus riche, avec la diversité et l'abondance les plus fortes.

Les densités varient aussi beaucoup selon les espèces - de moins de 1 individu/m² à plus de 400 individus/m² - 7 dominent le peuplement, *Heteromastus filiformis* et *Corophium volutator* étant les plus fréquemment observées. Ces espèces ont pour la plupart une préférence pour l'un des secteurs de l'estuaire.

Entre les inventaires réalisés avant 1994 et après 2002, alors que le nombre d'espèces varie peu, le nombre d'organismes au mètre carré a fortement diminué.



Objectif définition

Les invertébrés benthiques, notamment présents dans les estuaires, sont des organismes étroitement associés aux fonds aquatiques, vivant essentiellement dans les vingt premiers centimètres des sédiments. Les individus inventoriés, d'une taille supérieure à 1 mm, constituent le macrobenthos.

Ces organismes sont sédentaires. Ils ont une durée de vie de plusieurs mois à plusieurs années - une dizaine d'années pour certaines espèces - avec un à deux recrutements par an, généralement au printemps et à l'automne. La période de recrutement correspond au moment où les juvéniles sont intégrés dans la population d'adultes.

Ces invertébrés constituent une ressource alimentaire pour de nombreuses espèces de crevettes, poissons, oiseaux, et sont un producteur important de carbone utilisable par les plantes aquatiques.

Ces éléments font du macrobenthos un compartiment essentiel du réseau trophique de l'écosystème estuarien, et l'étude des variations spatiales et temporelles de ce groupe est un indicateur pertinent de l'évolution d'un écosystème.

Il est présent dans les 3 grands estuaires de la façade atlantique : Seine, Loire et Gironde. L'estuaire de la Loire présente une diversité spécifique (ou nombre d'espèces) légèrement inférieure à celle de la Gironde et beaucoup plus faible qu'en Seine.

La première édition de l'indicateur présente les résultats de l'inventaire de la faune benthique réalisé au printemps 2002 dans l'estuaire de la Loire. Il analyse la structure et la distribution du peuplement et s'attache à la compréhension des facteurs qui le conditionnent.

L'objectif de cette fiche est d'actualiser et de compléter l'analyse du peuplement benthique sur les dix dernières années à l'aide des données acquises en 2008 et 2010 au cours de différentes saisons, puis de mettre ces résultats en perspective avec les données antérieures. **Les critères retenus sont la biomasse, la densité et la diversité spécifique.**

Ainsi, depuis 1979, les 6 campagnes répertoriées ont chacune un contexte hydrologique particulier, d'autant plus qu'elles n'ont pas été réalisées à la même saison.

TABLEAU L2 C1 - 1

Débits moyens mensuels (en m³/s) mesurés à Montjean-sur-Loire pendant les périodes d'échantillonnage

1978/1979		1981/1982			1994		2002		2008		2010		
novembre	182	avril 81	1370	avril 82	1010	août	370	avril	486	juin	1350	janvier	1220
janvier	1080	sept-81	245	mai-82	496					juillet	498	février	1140
mai	1400	oct-81	792	juin-82	358					octobre	293		
septembre	274	nov-81	859	juil-82	244								
		déc-81	2600	août-82	247								
		janv-82	3420	sept-82	205								
		févr-82	1350	oct-82	635								
		mars-82	1310	nov-82	836								

Au cours de ces 6 campagnes, 48 espèces ont été recensées entre Couëron et Saint-Nazaire, l'embranchement le plus riche étant celui des annélides (vers) avec 25 espèces.

TABLEAU L2 C1 - 2

Liste des espèces relevées sur les 6 campagnes, avec leur année de première observation

Annélides		Mollusques	Crustacés
Polychètes : 19 espèces Oligochètes : 6 espèces		Gastéropodes : 3 espèces Bivalves : 8 espèces	12 espèces
<i>Alitta succinea</i> (1979)	<i>Pectinaria koreni</i> (1981)	<i>Assiminea grayana</i> (2008)	<i>Amphipoda</i> (2008)
<i>Boccardiella ligerica</i> (1979)	<i>Pectinaria sp.</i> (1979)	<i>Hydrobia ulvae</i> (1979)	<i>Ampithoe</i> (2008)
<i>Capitella capitata</i> (2002*)	<i>Polydora sp.</i> (1981)	<i>Potamopyrgus jenkinsi</i> (2008)	<i>Bathyporeia pilosa</i> (1981)
<i>Chaetosone setosa</i> (1981)	<i>Pygospio elegans</i> (1981)	<i>Cerastoderma edule</i> (1979)	<i>Bathyporeia sp.</i> (2008)
<i>Cirratulidae</i> (2008*)	<i>Spio martinensis</i> (2008*)	<i>Corbicula fluminea</i> (2002)	<i>Corophium lacustre</i> (1981)
<i>Eteone cf. fauchaldi</i> (2002*)	<i>Streblospio shrubsolii</i> (1979)	<i>Dreissena polymorpha</i> (2002)	<i>Corophium volutator</i> (1979)
<i>Eteone longa</i> (1981)	<i>Branchiura sp.</i> (2002*)	<i>Macoma balthica</i> (1979)	<i>Cyathura carinata</i> (1979)
<i>Eteone sp.</i> (2008)	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> (1981)	<i>Mya arenaria</i> (1979)	<i>Gammaridae</i> (1994)
<i>Glycera sp.</i> (1981)	<i>Monopylephorus rubroniveus</i> (1979)	<i>Mytilus edulis</i> (1981)	<i>Gammarus zaddachi</i> (1981)
<i>Hediste diversicolor</i> (1981)	<i>Tubifex costatus</i> (1981)	<i>Ruditapes philippinarum</i> (2008)	<i>Gnathia maxillaris</i> (2008)
<i>Heteromastus filiformis</i> (2002*)	<i>Tubifex tubifex</i> (1981)	<i>Scrobicularia plana</i> (1979)	<i>Haustorius arenarius</i> (1981)
<i>Nephtys hombergii</i> (1981)	<i>Tubifex sp.</i> (2002*)		<i>Lekanesphaera rugicauda</i> (2008)
<i>Nerine cirratulus</i> (1981)			

* : observation possible en 1994 mais espèce non spécifiée

Sources : CSEEL/GPMNSN/GIP Loire Estuaire

Interprétation

Le cycle de vie des organismes influence la variabilité des peuplements

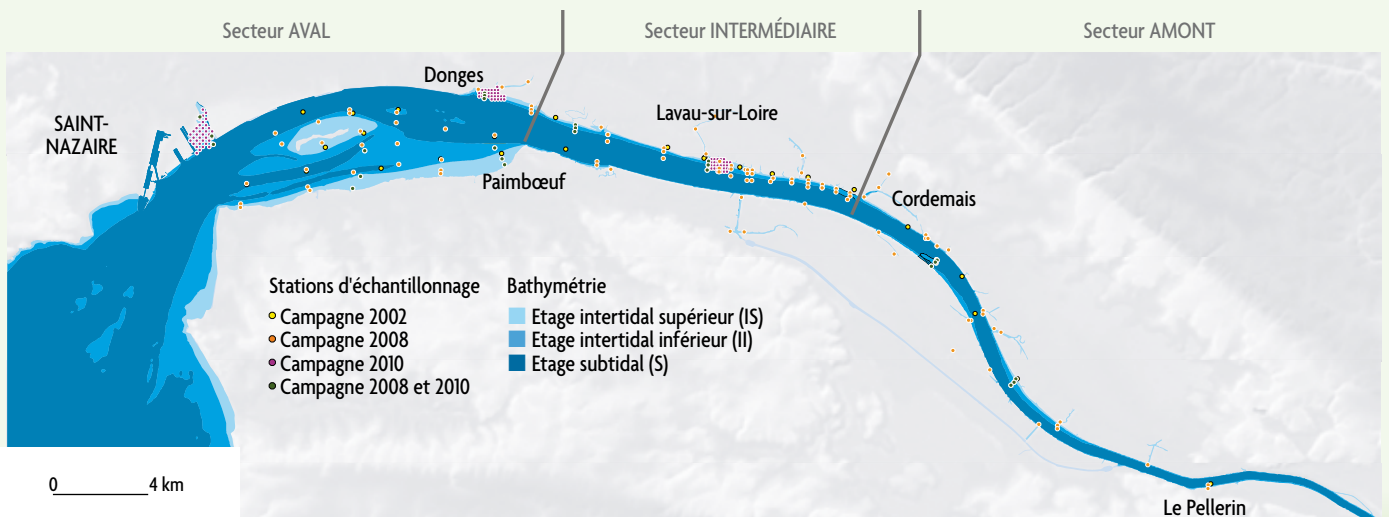
De Nantes à Saint-Nazaire, la diversité spécifique dans le lit mineur au cours des 4 derniers inventaires est comprise entre 17 en avril 2002 et 29 en octobre 2008. Ces résultats sont comparables à des données plus anciennes : 25 espèces ont été inventoriées en 1981.

Sur l'ensemble des inventaires récents, le macrobenthos est présent dans au moins 90% des échantillons. Entre 3 et 10% des stations, toutes en amont de Paimbœuf, ne contiennent aucun invertébré benthique.

En moyenne, sur l'ensemble de l'estuaire, chaque station héberge entre 3,8 et 5,3 espèces.

CARTE L2 C1 - 1

Stations d'échantillonnage des campagnes 2002, 2008 et 2010



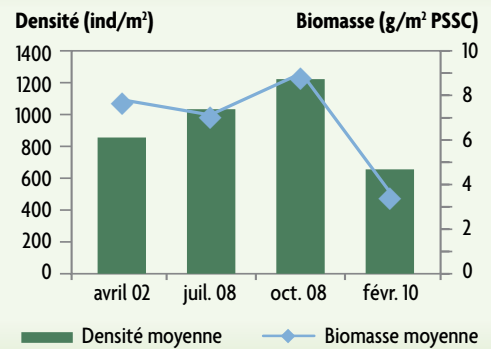
Source : GIP Loire Estuaire

La biomasse est déterminée en poids sec sans cendre (PSSC), ce qui permet d'estimer la quantité de matière organique et donc de comparer en terme trophique des organismes aussi différents que des vers, des crustacés ou des mollusques, seul le poids de la chair de l'animal étant ainsi comptabilisé.

La population échantillonnée au printemps serait davantage constituée d'adultes que celle échantillonnée en été, les juvéniles étant trop petits pour être retenus sur le tamis au printemps.

GRAPHE L2 C1 - 1

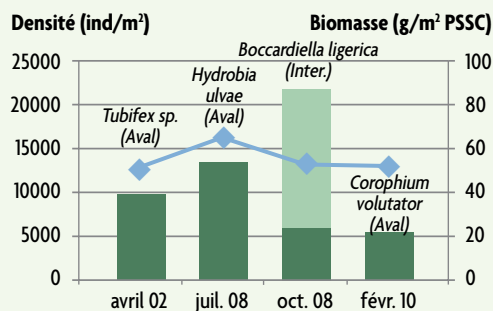
Biomasses et densités moyennes par inventaire



Source : GIP Loire Estuaire

GRAPHE L2 C1 - 2

Biomasses et densités maximum par station pour chaque inventaire



— Avec pic de *B. ligERICA* — Densité maximum
— Biomasse maximum

L'espèce la plus abondante sur chaque station et le secteur concerné figurent en italique.

Source : GIP Loire Estuaire

Le pic de densité maximum en octobre 2008 est dû aux très fortes concentrations de *Boccardiella ligERICA* sur deux stations en aval de Cordemais, dont la plus riche compte près de 22 000 ind/m². Ce pic n'est cependant pas concomitant à un pic de biomasse, suggérant l'échantillonnage de juvéniles principalement ou bien une moindre contribution de l'espèce à la biomasse totale.

De manière générale, les densités maximales sont dues à la dominance d'une espèce sur la station concernée. **Les biomasses maximales sont quant à elles toujours dues à *Scrobicularia plana*.**



Une grande disparité entre les espèces

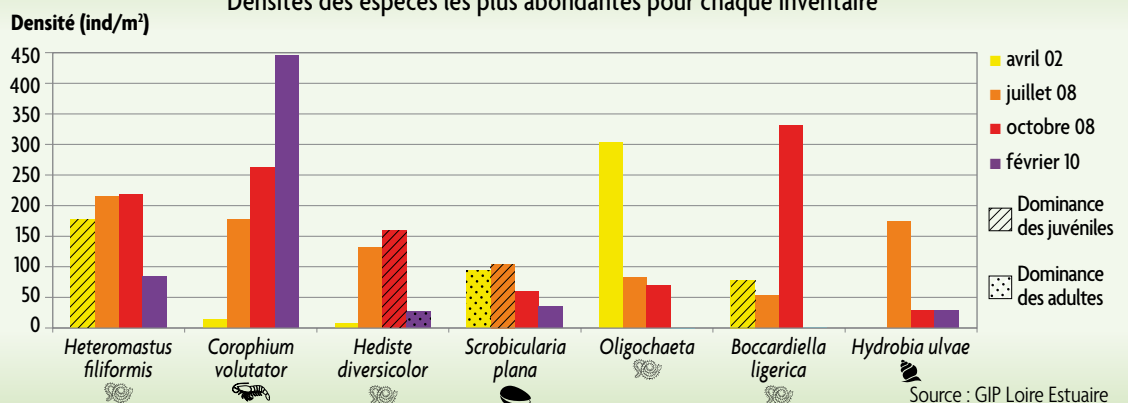
Les densités moyennes par espèce sur l'ensemble du secteur d'étude varient beaucoup. Près de la moitié des espèces (proportion moindre en 2002) présentent des densités moyennes inférieures à 1 ind/m² alors qu'à chaque campagne, entre 1 et 5 espèces présentent

plus de 100 ind/m² avec un maximum de près de 450 ind/m² pour *Corophium volutator* en 2010.

Les 7 espèces les plus abondantes (densité > 100 ind/m²) relevées lors des dernières campagnes comprennent une espèce de crustacé, 4 vers et 2 mollusques.

GRAPHE L2 C1 - 3

Densités des espèces les plus abondantes pour chaque inventaire



Source : GIP Loire Estuaire

L'ensemble est très hétérogène, une grande variabilité est observée entre les inventaires et les espèces. Un jeu complet de données sur la même année permettrait cependant d'affiner l'analyse.

***Heteromastus filiformis* et *Corophium volutator* sont les espèces les plus fréquemment abondantes dans l'estuaire**, avec des densités fortes sur 3 des 4 inventaires. Pour les autres espèces, les fortes variations interannuelles sont à rapprocher des variabilités saisonnières.

Le secteur situé juste en aval de la centrale électrique de Cordemais présente des densités très fortes de *Boccardiella ligERICA* en automne 2008. Bien que n'atteignant pas le pic automnal, des quantités importantes ont aussi été relevées durant les autres campagnes, toujours dans un secteur très restreint. Ces densités moindres sont expliquées soit par la période de recrutement, soit par le plus faible différentiel de température entre les eaux de rejet et la Loire en été.

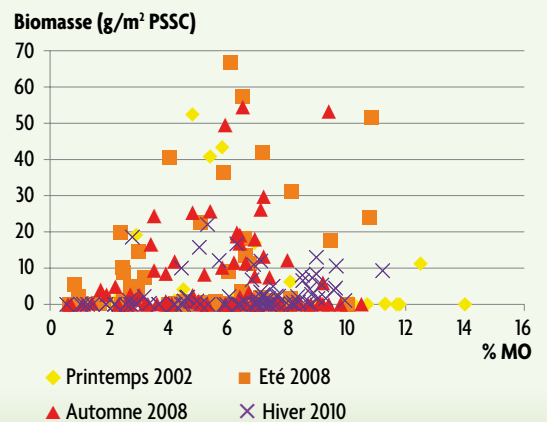
Les peuplements benthiques dépendant de la teneur en matière organique

La teneur en matière organique (MO) des sédiments est liée à leur granulométrie : plus la fraction de vase est importante, plus les sédiments contiennent de la MO. La biomasse de la faune benthique dépend en partie de la quantité de MO dont ils se nourrissent, et donc de la granulométrie des sédiments.

Un optimum autour de 6% de matière organique s'observe pour toutes les campagnes. Au-delà, les biomasses s'amointrissent. La dégradation d'une quantité importante de MO par les bactéries est très consommatrice d'oxygène, alors moins disponible pour le macrobenthos. Son développement est limité par des quantités de matière organique en deçà de 6%.

GRAPHE L2 C1 - 4

Biomasses en fonction de la teneur en MO pour l'ensemble des inventaires



Source : GIP Loire Estuaire

Le secteur aval plus riche

L'estuaire est découpé en 3 secteurs pour les besoins de l'analyse : secteur aval de Paimbœuf,

secteur intermédiaire, secteur amont de Cordemais.

TABLEAU L2 C1 - 3

Diversité spécifique, densité et biomasse par inventaire et par secteur

	Inventaire	Aval	Intermédiaire	Amont	Ensemble de l'estuaire
Diversité spécifique	printemps 2002	14	7	7	17
	été 2008	22	11	8	25
	automne 2008	26	19	11	29
	hiver 2010	20	14	8	25
Densité (ind/m ²)	printemps 2002	1393	261	195	801
	été 2008	1940	468	127	1034
	automne 2008	1475	2123 (*1717)	28	1223
	hiver 2010	1503	106	10	656
Biomasse (g/m ² PSSC)	printemps 2002	14,50	2,20	1,14	7,91
	été 2008	17,61	0,44	0,30	7,12
	automne 2008	11,81	2,52	0,17	8,96
	hiver 2010	6,61	0,70	0,02	3,55

* Sans le pic local de *Boccardiella ligERICA*

Source : GIP Loire Estuaire

La tendance générale est un gradient croissant de l'amont vers l'aval, aussi bien pour les densités et les biomasses que pour le nombre d'espèces par secteur. La diversité spécifique moyenne par station suit aussi ce gradient : elle

est de 6,8 en aval, 2,7 en intermédiaire et 1,8 en amont.

La tendance par embranchement est un peu plus nuancée.

TABLEAU L2 C1 - 4

Fréquences d'occurrence moyenne par embranchement et par secteur

Embranchement	Aval	Intermédiaire	Amont
Annélides	24 %	17 %	11,8 %
Mollusques	31 %	9 %	12,5 %
Crustacés	14 %	14 %	3,8 %

Source : GIP Loire Estuaire

Mis à part *Corophium volutator*, les crustacés n'ont jamais une fréquence d'occurrence supérieure à 50%. *Macoma balthica* et *Scrobicularia plana* sont les mollusques les plus

fréquents et sont souvent constants en aval. *Corbicula fluminea* est la seule espèce commune en amont, elle est inféodée aux eaux douces.

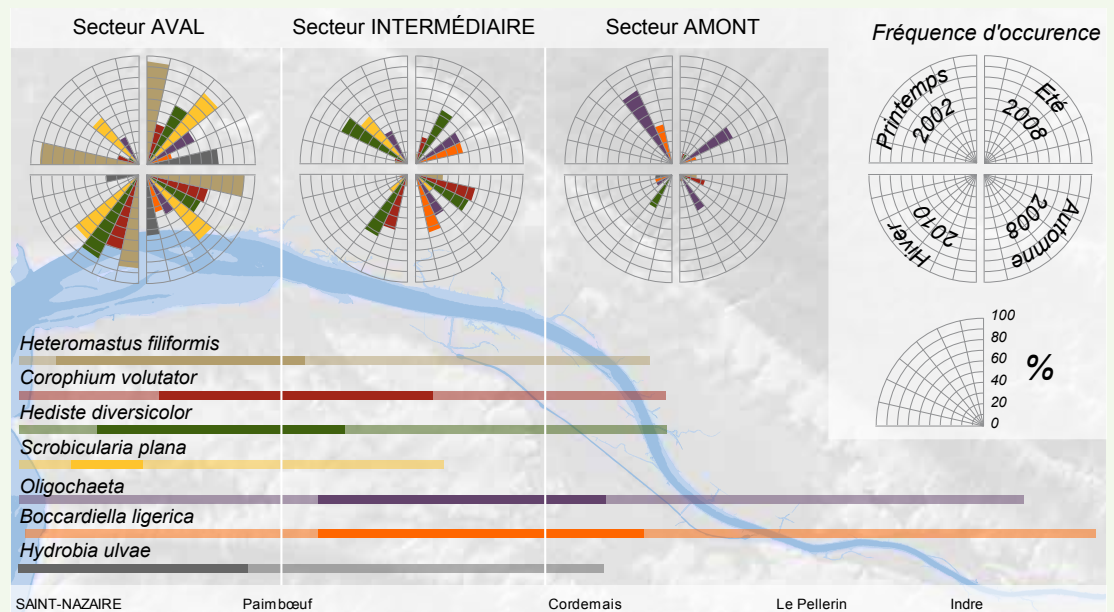
La distribution des principales espèces varie selon les campagnes

L'aire de répartition de certaines espèces varie en fonction du débit de la Loire et donc de la salinité. Pour *Heteromastus filiformis* et *Corophium volutator*, plus le débit est faible

et la salinité élevée, plus ces espèces remontent, alors que les débits plus forts de la campagne 2010 (1040 m³/s) repoussent ces espèces plus à l'aval.

CARTE L2 C1 - 2

Aires de répartition minimale des 7 espèces les plus abondantes et fréquences d'occurrence par secteur



Teinte foncée : présence lors des quatre inventaires, excepté *Hydrobia ulvae* absente en 2002
Teinte claire : présence lors d'un inventaire au moins

Source : GIP Loire Estuaire

Les hauts d'estran ne sont pas toujours les plus riches

L'étage intertidal (zone de balancement des marées), lieu d'une forte productivité végétale et d'accumulation de matières détritiques dont se nourrissent beaucoup d'espèces, offre

généralement une plus grande diversité spécifique que l'étage subtidal. De plus, les densités et les biomasses sont plus élevées en haut d'estran en aval.

TABLEAU L2 C1 - 5

Densités par étage et par secteur pour chaque campagne

Etage	Aval	Intermédiaire	Amont	Moyenne	Aval	Intermédiaire	Amont	Moyenne
	Printemps 2002				Automne 2008			
IS	4245 (3)	53 (1)	(0)	2149	1977 (16)	412 (8)	57 (2)	815
II	653 (3)	738 (3)	155 (3)	516	1549 (12)	3752 ; *1581 (10)	45 (5)	1782
S	336 (5)	21 (5)	254 (2)	204	791 (12)	2052 ; *713 (8)	5 (6)	949
	Été 2008				Hiver 2010			
IS	3024 (15)	360 (5)	7 (2)	1130	1805 (22)	271 (11)	23 (1)	700
II	1136 (9)	179 (5)	141 (5)	485	1421 (14)	59 (17)	5 (2)	495
S	433 (6)	1129 (3)	180 (6)	581	593 (6)	6 (10)	9 (3)	230

* Sans le pic local de *Boccardiella ligERICA*
 Entre parenthèses : nombre de stations

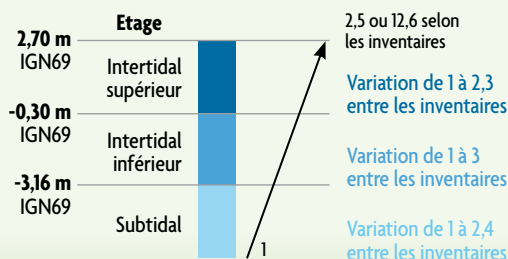
Source : GIP Loire Estuaire

Sur l'ensemble des inventaires, la variabilité des densités au sein d'un même étage est plus grande que la variabilité au sein d'un secteur. La tendance est la même pour les biomasses et les diversités spécifiques. **Le gradient de salinité apparaît donc comme un facteur prépondérant dans la distribution des populations de macrobenthos.**

La variabilité la plus importante est relevée dans le secteur intermédiaire, la plus faible en aval. Le secteur aval est en effet souvent le plus constant en terme de salinité, alors que les débits et la dessalure jouent beaucoup dans les secteurs amont et intermédiaire. De même, les maxima varient peu selon les campagnes en aval, beaucoup plus en amont.

FIGURE L2 C1 - 1

Variation des densités du secteur aval selon la bathymétrie



Source : GIP Loire Estuaire

Une diversité comparable mais une abondance en baisse

La précision des données des campagnes antérieures à 2002 ne permet pas toujours d'avoir les densités et le nombre exact d'espèces. Néanmoins, pour le secteur aval, commun à l'ensemble des 6 campagnes, **la diversité spécifique oscille entre 12 et 26 espèces** avec des minima en 1979 et 2002, années d'effort d'échantillonnage plus faible.

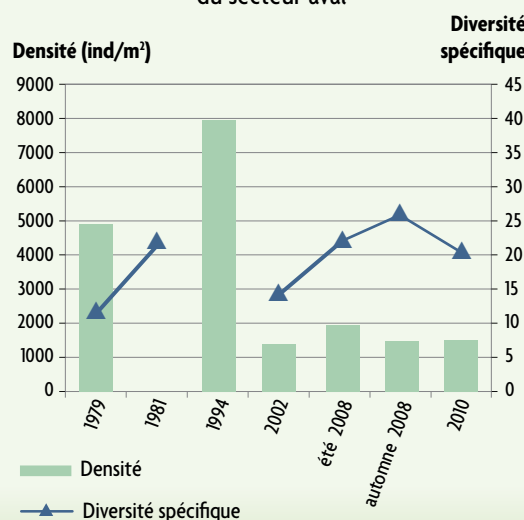
Les densités relevées lors des campagnes antérieures aux années 2000 étaient en moyenne trois fois plus élevées. Les campagnes de 1979 et 1981 sont réalisées sur toute l'année, la saisonnalité ne peut donc expliquer ces différences de densités.

Les espèces les plus fréquentes sont néanmoins pour la plupart, les mêmes que lors des campagnes récentes. Il s'agit d'une espèce d'oligochète, d'*Hediste diversicolor*, de *Scrobicularia plana*, de *Corophium volutator*, ainsi que de *Macoma balthica* et *Alitta succinea*, dont les fréquences sont aussi élevées lors des 4 dernières campagnes.

En 1994, la population d'annélides est composée à 95% d'oligochètes. Etant donné que ce phénomène ne s'observe pas dans les campagnes suivantes, cela pourrait traduire un épisode de pollution organique, la majorité des oligochètes étant des indicateurs de fortes concentrations en matière organique.

GRAPHE L2 C1 - 5

Diversités spécifiques et densités moyennes du secteur aval



Sources : CSEEL/GPMNSN

Trois espèces, *Capitella capitata*, *Corbicula fluminea* et *Heteromastus filiformis*, sont présentes dans tous les inventaires depuis 2002 avec des densités moyennes comprises entre 0,4 ind/m² pour *C. capitata* et 168 ind/m² pour *H. filiformis*, mais absentes des précédents. L'emprise des relevés de 1981, aussi grande que lors des

campagnes récentes, ne peut expliquer l'absence de ces espèces. Cependant, le fait qu'elles n'aient pas été relevées ne signifie pas qu'elles n'étaient pas présentes.

Corbicula fluminea, non recensée avant 2002, est une espèce native d'Asie classée comme invasive en France où elle a été observée pour la première fois en 1980, et dans la Loire en 1990.

Sources & Méthodes

Cet indicateur utilise les résultats des études réalisées depuis 1979 sur la faune benthique de l'estuaire de la Loire. Ces campagnes d'inventaire,

réalisées à des saisons différentes, sont difficilement comparables.

TABLEAU L2 C1 - 6

Caractéristiques des 7 inventaires répertoriés

Année	1978/1979	1981/1982	1994	2002	2008	2010	
Dates	14/1978; 30/01/1979; 14/05/1979; 04/09/1979	avril 81; septembre 1981 à novembre 1982	07/08 au 09/08	4/04 au 19/04	30/06 au 2/07; 08/08; 18/08; 26/08; 28/08; 30/08; 31/08	13/10 au 17/10; 24/10; 29/10	30/01 au 02/02
Opérateur (Source)	Université de Nantes (GPMNSN)	Université de Nantes (CSEEL)	Université de Nantes (GPMNSN)	Créocéan (GIPLÉ)	Bio-Littoral (GIPLÉ)	Bio-Littoral (GIPLÉ)	Bio-Littoral (GIPLÉ)
Nombre de stations	17	90	50	25	56	80	86

Sources : CSEEL/GPMNSN/GIP Loire Estuaire

Le protocole utilisé lors des 4 derniers inventaires respecte la norme AFNOR 16 665, établie pour l'échantillonnage quantitatif et le traitement des échantillons de la macrofaune marine de fonds meubles (macroendofaune), ainsi que les préconisations retenues pour l'échantillonnage de la faune benthique pour la DCE.

Trois échantillons d'une même station sont prélevés à l'aide d'une benne Van Veen d'une ouverture de 0,1 m² qui prélève 2 litres de sédiment. Les organismes retenus dans un tamis de 1 mm de maille sont dénombrés et leur biomasse déterminée.

En revanche le protocole des trois premières campagnes est différent.

Les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'une drague Charcot-Picard avec une ouverture de 40 x 23 cm. Le volume total de l'échantillon prélevé, variable entre 5 et 40 litres, est noté puis le sédiment tamisé dans un tamis de 1mm de maille.

Dans ces deux protocoles, un échantillon de sédiment est prélevé à chaque station et conservé afin de procéder à une analyse granulométrique sur une colonne de tamis classiques normes AFNOR de maille carré (2 mm - 40 µm) et d'estimer le taux de matière organique dans le sédiment.

Des références

Les résultats des trois premières campagnes proviennent des rapports de Marchand J. et Schaan O. de 1979 et 1994 pour le Port autonome Nantes – Saint-Nazaire, et de Marchand J. et Elie P. pour le CSEEL en 1982.

Ceux des trois dernières campagnes du GIP Loire Estuaire (GIP LE) sont développés dans les rapports d'étude de Créocéan en 2002 et de Bio-Littoral en 2008 et 2010.

Les données sur l'estuaire de la Gironde sont extraites de la thèse de Laurent Brosse, 2003, et des suivis effectués par l'Université de Bordeaux 1 de 2004 à 2009.

Ceux sur l'estuaire de la Seine sont fournies par la base de données CISA : Ruellet T, Dauvin J.-C., 2008.