



La dynamique de la vie

Les peuplements

le Benthos

le Benthos

Résumé

Cette fiche présente l'essentiel des résultats d'une étude engagée en 2002 sur le peuplement des sédiments de l'estuaire.

D'une manière générale, la distribution du macrobenthos correspond au schéma classique en estuaire de la façade atlantique européenne : baisse des espèces en nombre et en densité dans la section intermédiaire, là où s'exercent les plus fortes contraintes de granulométrie des sédiments et de salure des eaux.

Depuis une vingtaine d'années, le nombre d'espèces a considérablement augmenté, passant de 20 à 30, notamment en amont de la Martinière. Trois espèces seulement conservent les mêmes fréquences et abondances : deux bivalves en aval de Paimbœuf et un ver en amont.

La section comprise entre Paimbœuf et Le Pellerin est affectée des changements les plus profonds : 5 espèces y ont disparu tandis que 5 espèces nouvelles y sont recensées.

Les peuplements dans la zone de balancement des marées sont plus riches que ceux toujours immergés ; le pourtour du banc de Bilho et les vasières à l'ouest de Paimbœuf ont la meilleure qualité biologique.



Objectif définition

Les vasières et autres sédiments meubles de l'estuaire de la Loire abritent des communautés d'invertébrés (vers, crustacés, mollusques) composées d'espèces animales fouisseuses jusqu'à une vingtaine de centimètres de profondeur, ou pouvant se déplacer à la surface du sédiment : **le benthos**.

Le macrobenthos, dont la taille excède le millimètre, est au cœur d'une chaîne alimentaire. Il se nourrit, selon le cas, de plancton animal ou végétal ou d'autres organismes plus petits (le microbenthos), et constitue lui-même, en fonction de sa taille et de son enfouissement, une ressource alimentaire essentielle pour de nombreux vertébrés. Une partie de ses prédateurs réalise la phase juvénile de son développement en estuaire (bars, soles et autres poissons), une autre s'y approvisionne toute l'année ou pendant sa migration : crustacés, poissons adultes et oiseaux.

L'écosystème estuarien est caractérisé par une interaction très forte entre un pôle marin et un pôle fluvial, source d'importantes contraintes environnementales qui ont une incidence directe sur la composition des peuplements.

- L'hydrodynamisme est lié aux fluctuations saisonnières des débits fluviaux et à la marée qui provoquent de **forts courants** remuant les sédiments et se traduisent par une géométrie variable des fonds immergés.

- L'incursion de l'océan génère **une salinisation des eaux** selon un gradient longitudinal aval-amont et détermine **des durées et des fréquences de submersion** en relation avec le coefficient de marée.

- La nature du sédiment est un autre paramètre clé. On distingue dans l'estuaire quatre grandes familles sédimentaires en fonction de **la granulométrie**. Les vases franches et les sables propres sont composés de particules de taille homogène, tandis que les vases sableuses et les sables vaseux présentent un mélange de particules de tailles variables. Le sédiment est globalement sablo-vaseux de Nantes à Cordemais et du banc des Brillantes à Saint-Nazaire, alors qu'entre ces deux zones il est très nettement vaseux.

- L'enrichissement en **matière organique** suit la même évolution longitudinale puisque corrélé positivement avec le taux de vase, la matière organique se fixant mieux sur les particules fines. La matière organique est par ailleurs plus abondante dans les sédiments baignés en permanence.

- Il s'ajoute également en estuaire **un déficit en oxygène**, à certaines périodes.

Cet indicateur s'appuie sur l'analyse des communautés macrobenthiques de l'ensemble de l'estuaire. L'objectif est de mieux comprendre les facteurs qui conditionnent les peuplements et d'en suivre l'évolution.

Les communautés macrobenthiques sont étudiées selon une distribution verticale et horizontale en relation avec ces contraintes physico-chimiques. Leur étude porte essentiellement sur deux caractéristiques : **le nombre d'espèces** et **la densité** (nombre d'individus par m²). La biomasse s'avère un critère peu significatif dans la mesure où les écarts de poids peuvent être considérables entre un minuscule crustacé, ou un ver, et un bivalve à la lourde coquille.

Des communautés typiquement estuariennes

Comme dans tous les estuaires de l'Atlantique nord, sont constatés **un appauvrissement sensible en espèces** par rapport au littoral et **une densité moyenne relativement faible** (810 individus/m²).

La structure du peuplement est très compartimentée de l'aval vers l'amont. Sur les 30 espèces répertoriées, aucune n'est constante sur l'ensemble de l'estuaire (c'est-à-dire présente dans plus de la moitié des prélèvements) et 3 seulement sont communes (présentes dans 25 à 50 % des prélèvements). De Saint-Nazaire à Nantes, le nombre

d'espèces diminue - passant de 16 à 12 - ainsi que la densité, de manière considérable : le maximum peut atteindre près de 10 000 individus/m² dans la section aval et dix fois moins dans la section amont. L'abondance de la faune peut être très contrastée d'une station à l'autre, même entre deux zones proches aux caractéristiques sédimentaires similaires.

À côté de zones pratiquement dépourvues de vie - voire azoïque comme le chenal - se trouvent des lieux de prolifération de certaines espèces comme au sud du banc de Bilho.

TABLEAU L2 C1 - 1

Structure générale du peuplement macrobenthique

Nature du sédiment	Section aval		Section intermédiaire		Section amont		Ensemble de l'estuaire	
	Nombre d'espèces	Densité ind./m ²	Nombre d'espèces	Densité ind./m ²	Nombre d'espèces	Densité ind./m ²	Nombre d'espèces	Densité ind./m ²
Vases franches	10	725	7	52			15	276
	3	53	1	4			4	24
Vases sableuses	8	2343					8	2343
	10	1657			3	507	12	1082
Sables vaseux	10	5450	6	1117			15	3283
	3	57	6	227	9	577	15	315
Sables propres	2	7	4	1023			6	515
	3	197					3	197

Étage intertidal

Étage subtidal

Nombre total d'espèces : **satisfaisant**, faible, très faible.Densité moyenne (individus/m²) : **normale**, faible, très faible.

La nature du sédiment et la durée de submersion constituent des facteurs relativement déterminants de la structure des peuplements. Les substrats hétérogènes (vases sableuses ou sables vaseux), qui traduisent l'existence de conditions hydrodynamiques variables dans le temps, présentent les colonies

les plus riches tant en espèces qu'en densité et biomasse. Par ailleurs, les communautés macrobenthiques présentes dans l'espace de balancement des marées (niveau intertidal) sont à la fois plus variées et plus denses que celles constamment immergées (niveau subtidal).

30 espèces répertoriées en avril 2002

Elles se répartissent comme suit :

- 14 annélides, dont 9 polychètes (vers marins segmentés, aux nombreuses soies), 3 oligochètes (vers translucides, sans pied ni appendice) et 2 hirudinées (vers dépourvus de soies) ;

- 1 némertien (ver plat) ;
- 8 crustacés (3 mysidacés, 1 amphipode, 1 copépode, 1 décapode, 1 isopode et 1 cirripède) ;
- 6 mollusques (5 bivalves et 1 gastéropode) ;
- 1 larve d'insecte (diptère).

TABLEAU L2 C1 - 2

Fréquence d'apparition des espèces par section de l'estuaire

	Section aval	Section intermédiaire	Section amont
Espèces constantes (>51%)	 <i>Heteromastus filiformis</i>	 <i>Tubifex</i> sp.*	 <i>Tubifex</i> sp.*
	 <i>Neanthes succinea</i>		 <i>Branchiura</i> sp.*
	 <i>Scrobicularia plana</i>		
	 <i>Macoma balthica</i>		
Espèces communes (26 à 50%)	 <i>Tubifex</i> sp.*	 <i>Hediste diversicolor</i>	 <i>Tubificidae</i> sp.*
	 <i>Streblospio shrubsolii</i>	 <i>Boccardia ligérica</i>	 <i>Corbicula fluminea</i>
	 <i>Eteone cf. fauchaldi</i>	 <i>Corbicula fluminea</i>	 <i>Bithynia tentaculata</i>
	 <i>Némertien</i> sp.*	 <i>Copépode</i> sp.*	<i>Chironomidae</i> sp.* (larve d'insecte)
	 <i>Cyathura carinata</i>		

suite ➡

(suite)

	Section aval	Section intermédiaire	Section amont
Espèces peu communes (13 à 25%)	 <i>Corophium volutator</i>	 Mysidae sp.* 1	 <i>Poecilochaetus serpens</i>
			 Hirudinée sp.* 1
			 Hirudinée sp.* 2
Espèces rares (<12%)	 <i>Hediste diversicolor</i>	 <i>Heteromastus filiformis</i>	 <i>Boccardia ligérica</i>
	 <i>Capitella capitata</i>	 <i>Balanus balanus</i>	 <i>Dreissena polymorpha</i>
	 <i>Pygospio elegans</i>	 <i>Corophium volutator</i>	 <i>Macoma balthica</i>
	 <i>Mya arenaria</i>	 <i>Palaemon longirostris</i>	
	 <i>Balanus balanus</i>	 <i>Neomysis sp.*</i>	
	 Mysidae sp.* 2		

* sp. : cette abréviation signale la classe ou la famille à laquelle appartient l'invertébré à défaut d'avoir pu identifier son espèce.

 : ver

 : bivalve

 : gastéropode

 : crustacé

L'adaptabilité des espèces

La grande variabilité des facteurs physico-chimiques et biologiques ne permet pas d'établir une cartographie des communautés macrobenthiques. Cependant, les grandes lignes du fonctionnement écologique de l'estuaire peuvent être mises en évidence. La fluctuation de la salinité constitue un facteur majeur de la composition des peuplements : **progressivement, de l'aval vers l'amont, la faune dulçaquicole remplace la faune marine.**

Les espèces constantes ou communes, qu'elles soient d'origine continentale ou marine, sont toutes adaptées à une salinité variable. En amont - secteur oligohalin (0,5 à 5‰ de salinité) - et dans la section intermédiaire - secteur mésohalin (5 à 18‰ de salinité), la richesse faunistique est faible du fait que peu d'espèces d'eau douce peuvent supporter une salinité résiduelle et qu'aussi bien le développement des espèces marines est limité par une salure trop faible sur de trop longues

périodes. Les vers polychètes *Hediste diversicolor* et *Heteromastus filiformis* figurent parmi les rares espèces marines à tolérer une dessalure du milieu.

Les espèces les plus fréquentes se distinguent également par leur grande tolérance vis-à-vis de la qualité du milieu. Les *Tubifex sp.*, vers oligochètes d'eau douce ou marine très présents sur l'ensemble de l'estuaire, sont connus pour s'accommoder d'un certain déficit en oxygène dans le sédiment. Il en est de même des mollusques d'eau douce (*Dreissena polymorpha*, *Corbicula fluminea* et *Bithynia tentaculata*) ou marins (*Macoma balthica*). Dans les sections amont et intermédiaire, les annélides oligochètes et les Chironomidae sp. (larves de diptères) sont inféodés aux sédiments très enrichis en matière organique, et à l'aval, le polychète *Heteromastus filiformis* comme les bivalves *Macoma balthica* et *Scrobicularia plana* supportent bien cet enrichissement.



La moule d'eau douce *Dreissena polymorpha* est, comme *Corbicula fluminea*, un coquillage exotique - l'une est originaire de la mer Caspienne et de la mer Noire, l'autre vient d'Asie - qui tend à envahir les cours d'eau au détriment des espèces indigènes. Elle vit fixée sur les enrochements et filtre le plancton en suspension dans l'eau.

La présence dans les sections intermédiaire et aval de plusieurs espèces de crustacés peut être indicatrice d'une certaine inhospitalité du substrat, ces organismes vivant plutôt au-dessus du sédiment qu'à l'intérieur. Par ailleurs, les effectifs très contrastés d'une

station à l'autre du ver polychète *Heteromastus filiformis* semblent indiquer que lorsque la salinité n'est plus le facteur limitant, l'instabilité du sédiment et sa sous-oxygénation pourraient être responsables du déséquilibre du peuplement macrobenthique.

TABLEAU L2 C1 - 3

		Densité des espèces dominantes																											
		Section aval														Section intermédiaire										Section amont			
Station de prélèvement		27	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	26	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Vers oligochètes	<i>Tubifex sp.</i>																												
	<i>Branchiura sp.</i>																												
Vers polychètes	<i>Boccardia ligERICA</i>																												
	<i>Hediste diversicolor</i>																												
	<i>Heteromastus filiformis</i>																												
	<i>Neanthes succinea</i>																												
	<i>Streblospio shrubsolii</i>																												
	<i>Eteone cf. fauchaldi</i>																												
Bivalves	<i>Corbicula fluminea</i>																												
	<i>Macoma balthica</i>																												
	<i>Scrobicularia plana</i>																												
Crustacés	<i>Copépode sp.</i>																												
	<i>Cyathura carinata</i>																												
	<i>Corophium volutator</i>																												

Régime alimentaire : • omnivore • prédateur • dépositivore • suspensivore • herbivore.

Densité : très élevée élevée moyenne faible

Régime alimentaire : • omnivore • prédateur • dépositivore
• suspensivore • herbivore.

Densité : ■ très élevée ■ élevée ■ moyenne ■ faible

Des régimes alimentaires variés

Les sédiments meubles contiennent des éléments organiques vivants et détritiques qui interviennent à plusieurs échelons dans les chaînes alimentaires. La matière organique y est décomposée par les bactéries en éléments minéraux qui sont absorbés par les végétaux

micro et macroscopiques, eux-mêmes consommés par les “herbivores” invertébrés et vertébrés. L'ensemble des êtres vivants des accumulations sédimentaires de l'estuaire forme ainsi une biocénose complète.

Tubifex sp.

Cet annélide oligochète vit en masse grégaire. Enfoui dans la vase, il laisse dépasser la partie supérieure de son corps qui ondule dans l'eau. Omnivore, il se nourrit de la matière organique et de la microflore contenues dans le sédiment.

Taille : environ 25 mm.

Consommé par : annélides de plus grande taille et crustacés.



Cyathura carinata

Ce crustacé isopode vit enfoncé dans le sédiment dans lequel il creuse des galeries. Omnivore, il se nourrit essentiellement de diatomées et de détritus organiques.

Taille : ne dépasse pas 14 mm.

Consommé par : poissons.



Macoma balthica

Comme les 2 autres bivalves communs dans l'estuaire (*Scrobicularia plana*, *Corbicula fluminea*), ce mollusque vit enfoui dans la vase. Seuls les siphons inhalants et exhalants sortent du substrat. À marée basse, *M. balthica* est un dépositivore de surface, aspirant la vase pour en retenir les nombreux microorganismes ; à marée haute, il devient suspensivore, filtrant le plancton.

Taille : jusqu'à 15 mm.

Consommé par : crabes, poissons plats et oiseaux.



Corophium volutator

Ce crustacé amphipode construit un tube en U dans la vase à l'intérieur duquel il se déplace. Pour se nourrir, ce dépositivore de surface sort ses premières paires de pattes et trie dans le sédiment les débris organiques et les microorganismes.

Lorsque les conditions deviennent défavorables (manque de nourriture ou modification du substrat), il peut partir à la recherche d'un site meilleur.

Taille : jusqu'à 2 mm.

Consommé par : juvéniles de poissons (bars, mulets...) et oiseaux limicoles.



Hediste (Nereis) diversicolor

Cet annélide polychète fait partie des espèces errantes qui creusent des galeries dans le sédiment mais peuvent en sortir pour se nourrir ou rechercher un habitat meilleur. Omnivore, il peut aussi bien filtrer le plancton, brouter le microphytobenthos des vasières, s'attaquer aux plus petits organismes benthiques ou se nourrir de détritus.

Taille : peut dépasser 20 cm.

Consommé par : crustacés et poissons comme l'anguille, le flet ou le bar.

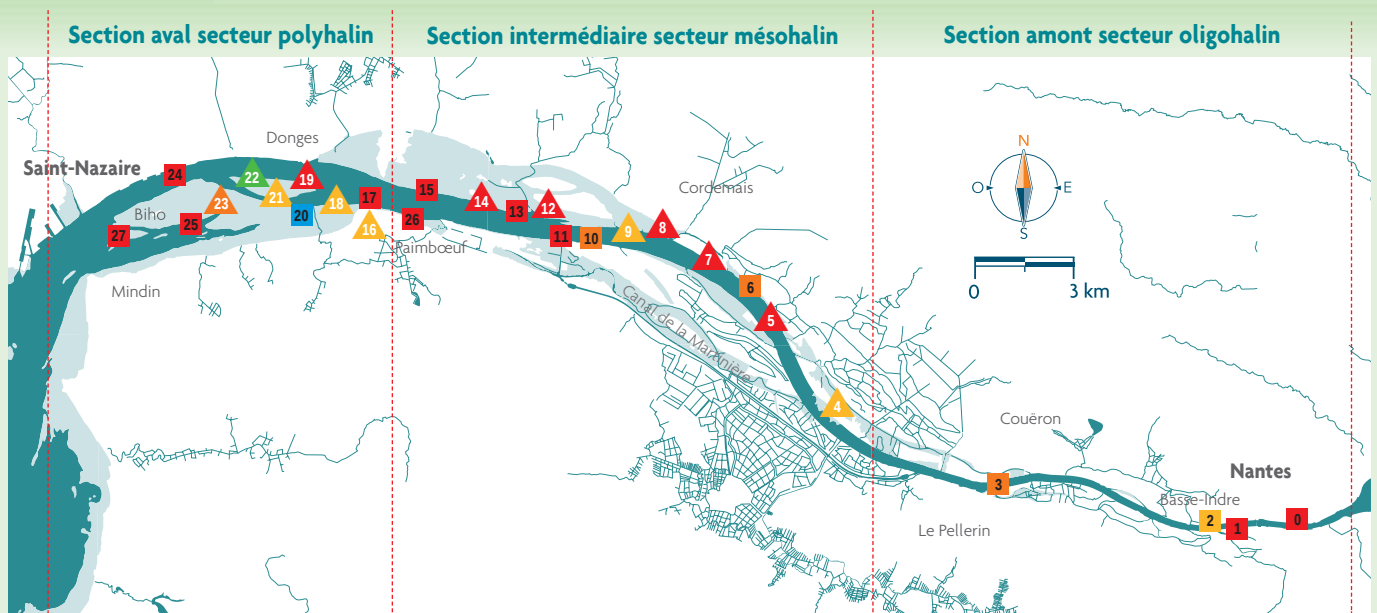


Qualité du macrobenthos / qualité de l'estuaire

En croisant les deux paramètres, nombre d'espèces et densité, il est possible de poser un diagnostic de l'estuaire (indice "qualité biologique globale"), suivant les critères ci-après inspirés d'une méthode mise au point pour le suivi des lagunes méditerranéennes :

- **Très satisfaisante** : présence d'un très grand nombre d'espèces sensibles à la variation des facteurs physico-chimiques, représentées par un nombre suffisant d'individus.
- **Satisfaisante** : disparition des espèces d'origine marine les plus sensibles.
- **Réduite** : réduction importante du nombre d'espèces sensibles (et/ou d'origine marine), certaines espèces restantes pouvant proliférer.
- **Faible** : disparition de toutes les espèces sensibles, avec des densités anormales (plus ou moins élevées que la normale).
- **Très faible** : maintien uniquement des espèces résistantes (avec dans les cas extrêmes, disparition totale de la faune benthique), avec des densités très faibles ou très fortes.

CARTE L2 C1 - 1



1 Station d'échantillonnage en zone subtidale

1 Station d'échantillonnage en zone intertidale

Sources : CREOCEAN/CMB

La section aval est sans conteste la plus riche de l'estuaire et la plus productive, en particulier dans les secteurs du banc de Bilho et du banc des Brillantes. **Cette richesse peut s'expliquer par la largeur de l'estuaire et la proximité de la mer qui assurent une relative stabilité des conditions hydrodynamiques et salines favorables au recrutement et au maintien d'espèces marines.** Certaines, comme les annélides *Tubifex sp.* et *Heteromastus filiformis*, peuvent proliférer, tirant profit de l'absence de compétition avec d'autres espèces pour la nourriture.

Dans la section amont, endiguée, les conditions environnementales sont sans doute relativement stables dans le temps, malgré les courants importants, puisque s'y maintiennent des espèces opportunistes (*Dreissena polymorpha* et *Corbicula fluminea*) et d'autres organismes d'eau douce euryhalins très résistants.

La section intermédiaire est la plus pauvre, avec des densités de peuplements extrêmement faibles, signe que les contraintes physico-chimiques s'y exercent au maximum.

Cet indicateur utilise une partie des résultats d'une étude réalisée en avril 2002 par le laboratoire CREOCEAN de Montpellier, dans le cadre du "Programme Aval" dont le préalable est la mise à niveau des connaissances sur l'estuaire, de Saint-Nazaire à Nantes.

Le protocole d'étude s'est rapproché des préconisations du REseau BENThos piloté par l'IFREMER. Les échantillons de sédiments ont été prélevés au début du printemps (entre le 4 et le 19 avril) à une période où le peuplement macrobenthique est à son niveau minimal (état de base). De ce fait, l'inventaire ne peut rendre compte des variations fortes du

milieu liées d'une part aux cycles de reproduction des différentes espèces et d'autre part à l'hydrodynamisme important engendré par l'intensité des crues.

Le plan d'échantillonnage comprend 28 stations réparties sur tout l'estuaire, avec une alternance des niveaux tidaux. Le sédiment destiné aux analyses physico-chimiques a été prélevé à l'aide d'une benne Van Veen qui couvre une surface de 0,1 m². Pour l'analyse de la faune, 3 bennes ont été prélevées de manière à obtenir une surface représentative de 0,3 m². L'utilisation d'un tamis de 1 mm de vide de maille a permis de ne retenir que la macrofaune benthique.

Vingt ans après

Aucune investigation du benthos n'avait été réalisée depuis les études menées par Elie et Marchand en 1981-82. Une comparaison avec l'étude de CREOCEAN fait apparaître à vingt ans d'intervalle des changements considérables dans la structure et la composition des peuplements macrobenthiques. Il convient, cependant, de rester prudent dans l'interprétation de cette évolution étant donné les différences qui existent tant au niveau des appareils utilisés pour les échantillonnages que du champ des études. À noter que les premiers travaux s'appuyaient sur un plus grand nombre de stations et s'attachaient à observer les variations saisonnières des espèces.

Sur l'ensemble de l'estuaire, seuls trois organismes conservent les mêmes caractères de fréquence et d'abondance : ce sont les bivalves *Macoma balthica* et *Scrobicularia plana* dans la section aval, et le polychète *Boccardia ligERICA* dans la section intermédiaire.

Parmi les changements les plus notables, sont à signaler :

- l'augmentation significative du nombre d'espèces (30 au lieu de 20), particulièrement dans la section amont (12 au lieu de 3) ;
- d'énormes différences dans la fréquence d'apparition des espèces (bien que la diversité faunistique soit restée comparable dans les sections intermédiaire et aval).

Les quelques exemples suivants illustrent l'ampleur du phénomène :

- dans la section aval, seul le crustacé *Cyathura carinata* est présent parmi les espèces communes. Le polychète *Heteromastus filiformis* absent de l'estuaire en 1981 est devenu commun tandis que le crustacé *Corophium*

volutator qui faisait partie des espèces constantes est désormais peu commun ;

- dans la section intermédiaire, on observe la disparition d'une espèce autrefois constante (le bivalve *Macoma balthica*) et de quatre espèces communes, conjuguée à l'apparition de quatre crustacés et d'un polychète (*Heteromastus filiformis*) ;
- dans la section amont, les mollusques *Corbicula fluminea* et *Bythinia tentaculata* inconnus dans tout l'estuaire en 1981 sont devenus communs.

Un suivi du macrobenthos

Au vu des limites de l'étude réalisée en 2002 et des différences importantes de ses résultats avec ceux des travaux antérieurs, il apparaît nécessaire d'entreprendre un suivi annuel du macrobenthos. Celui-ci pourra s'effectuer à partir d'un nombre limité de stations choisies selon deux critères :

- une qualité biologique minimale ;
- une situation en limite de deux domaines halins afin d'observer les éventuels déplacements de la faune.

Ce suivi pourra être complété tous les cinq ans par une investigation plus étendue portant sur une dizaine de stations sélectionnées selon une répartition longitudinale et verticale. L'indice "qualité biologique global" sera affiné progressivement afin d'établir un indice spécifique à l'estuaire interne de la Loire.



Les premiers travaux sur la faune macrobenthique de l'estuaire de la Loire sont ceux de G. Ferronnière, publiés dans sa thèse en 1901. Ils constituent "un état initial" à l'aube d'un siècle de modifications géométriques de l'estuaire dont les répercussions sur la distribution de certaines espèces ont fait l'objet d'un article dans le supplément hors série du bulletin de la société des Sciences Naturelles de l'Ouest de la France : 1891-1991, *Cent ans de sciences naturelles* (mars 1991).

Dans le cadre de l'étude globale d'environnement de l'estuaire (1976) puis des travaux diligentés par le Comité Scientifique pour l'Étude de l'Environnement de l'Estuaire (CSEEL, 1980-1984), le macrobenthos a été étudié de manière systématique et approfondie par :

- Marchand J. 1979 : *Les peuplements macrobenthiques du secteur polyhalin de l'estuaire de la Loire : évolution saisonnière*. Port autonome Nantes - Saint-Nazaire ;
- Marchand J. & Elie P., 1983 : *Contribution à l'étude des peuplements benthiques de l'estuaire de la Loire*, tome 3 ; *Synthèse des études du milieu vivant de l'estuaire de la Loire*, tome 5. CSEEL ;

Toutes les publications sur le sujet sont extrêmement spécialisées. Il n'existe pas de présentation générale en langue française du peuplement benthique et des facteurs de sa distribution dans les estuaires.