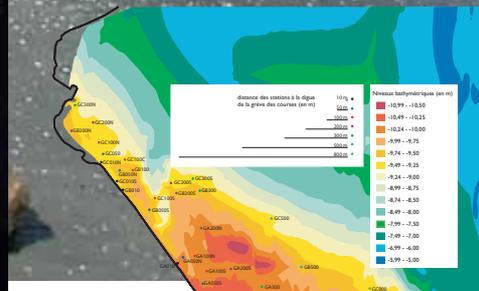
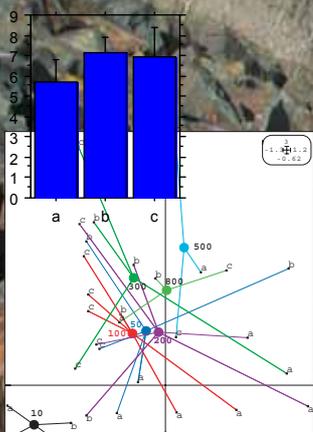




Réserve Naturelle Baie de Saint-Brieuc

Impact de la décharge de la Grève des Courses (Saint-Brieuc, Côtes d'Armor, France) sur les peuplements zoobenthiques



année 2004

Réserve Naturelle
BAIE DE SAINT-BRIEUC



a décharge de la Grève des Courses, créée il y a près de 40 ans sur le domaine public maritime, sur les communes de Saint-Brieuc et de Languoux, couvre 28 hectares. Différentes études menées en particulier en 1986, 1992 et 1999 montraient que la décharge avait un impact direct sur les peuplements benthiques (invertébrés vivant dans le sable) de l'estran juxtant la décharge et classé en réserve naturelle depuis 1998.

Cette étude a pour objectif d'évaluer l'impact actuel de la décharge de la Grève des Courses sur les peuplements d'invertébrés de l'estran. Cette étude, programmée dans le cadre du plan de gestion de la réserve naturelle, sera renouvelée tous les deux ans, permettant de suivre précisément l'évolution des modifications écologiques. Ce suivi permettra également d'affiner nos connaissances sur le fonctionnement des écosystèmes benthiques et leur réactivité face à une perturbation.

Ce travail a été réalisé par la réserve naturelle de la Baie de Saint-Brieuc, en collaboration avec l'IFREMER et le Muséum d'Histoire Naturelle de Dinard. Virginie Liaut de l'université de Pau et Franck Delisle de l'université de Montpellier ont participé à cette étude. Les données bathymétriques ont été fournies par la DDE des Côtes d'Armor (SEME) et l'ensemble des études réalisées antérieurement par la Mairie de Saint-Brieuc. Qu'ils en soient tous remerciés.

Sommaire

Problématique	6
Présentation du site	7
Résultats des précédentes études	8
Sédimentologie de la baie de Saint-Brieuc	9
Peuplements zoobenthiques de la Baie de Saint-Brieuc	9
Méthodologie	12
Intérêt de l'étude des peuplements benthiques	13
Protocole	13
Analyse des prélèvements biologiques	16
Résultats	18
Richesse spécifique	19
densité	20
Répartition spatiale des espèces	22
Discussion et conclusions	30
Evolution de la richesse spécifique	31
Modifications des peuplements benthiques	31
Conclusions	33
Bibliographie	34
Références	35
Ouvrages consultés pour la détermination	37

1 .

Problématique

En rive gauche de l'anse d'Yffiniac de la baie de Saint-Brieuc, le site de la grève des Courses s'étend sur les communes de Saint-Brieuc pour sa partie nord-ouest et Langueux pour le secteur sud-est. Le ruisseau du Douvenant constitue la limite communale. C'est en 1966 qu'a été décidé l'ouverture d'une décharge sur un marais maritime en haut d'un estran sablo-vaseux.

Présentation du site

Localisation

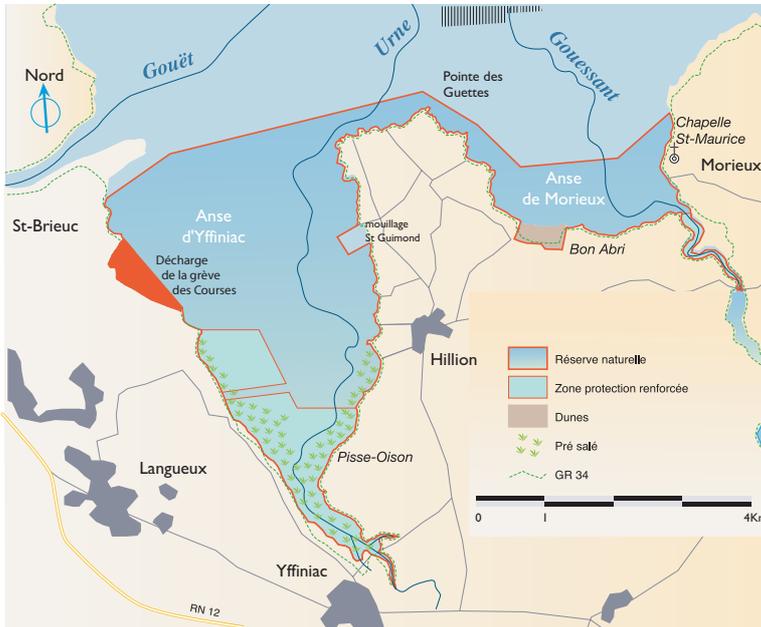


Fig. n° I.1 - Localisation de la décharge de la grève des Courses



Historique

En 1966, le marais maritime de la grève des Courses a été progressivement comblé par des matériaux de déblais pour constituer aujourd'hui une décharge. Ce remblai d'une surface de 28 ha conquis sur l'estran marin en domaine public maritime est constitué par 1.2 millions de m³ de matériaux divers.

Jusqu'en 1989, les dépôts n'ont fait l'objet d'aucun contrôle. A partir de cette date, les matériaux sont pesés et facturés, mais aucun contrôle qualitatif n'est effectué. Il sont censés être constitués de gravats, ferrailles, déchets industriels (plastiques et produits de traitements de métaux), déchets ménagers, boues de stations d'épuration, surplus d'épandage... La localisation précise des différents types de dépôt est inconnue.

Le front de mer est constitué d'un enrochement s'appuyant sur une digue en terre de 5m de largeur sur 4 à 6m de hauteur. Les déchets reposent directement sur l'estran sablo-vaseux d'une très grande perméabilité. Les pollutions engendrées par la décharge sont multiples : pollution bactériologique provenant des matières organiques ; pollution en sels nutritifs (nitrate, ammonium, phosphate) provenant des surplus d'épandage et des boues de stations d'épuration ; pollution en métaux lourds (Fe, Cu, Pb, Zn, Cr, Hg,...) provenant des dépôts solides et rejets industriels.

date	Principaux événements
1961	Premiers dépôts sauvages (embouchure du Douvenant)
1966	Véritable départ de la décharge
1973	Ouverture officielle de la décharge sans autorisation administrative Début d'enrochement
1977	Le marais maritime à totalement disparu. L'enrochement barre la moitié de l'anse Les dépôts s'étendent sur le littoral de Langueux Première concertation avec les acteurs locaux
1988	L'enrochement est stoppé
1989	Fermeture officielle le 1 ^{er} mai suite à la visite de M. B. Lalonde, Ministre de l'environnement
1993	Fermeture réelle de la décharge (1 ^{er} octobre)

Tab. n° I.1 - Historique de la décharge de la Grève des Courses



La digue de la décharge de la grève des Courses était perméable aux polluants qui migraient vers la mer. Il est possible qu'au fil des années un colmatage de cette digue puisse conduire à son imperméabilisation.

Résultats des précédentes études

La première étude d'impact entreprise depuis l'ouverture de la décharge date de 1984. Les études de 1987 et de 1992 (Laboratoire régional des ponts et chaussées, 1987 ; Ouest-Aménagement 1992), montraient que les transferts par le sable drainant sous-jacent au remblai et à la digue de terre, faibles ou nuls par temps sec et morte eau, sont intenses par temps humide ou vive eau. L'impact de la décharge sur le littoral, en 1987, montrait une disparition quasi-totale de la faune benthique sur une quarantaine de mètres de distance de la digue. Il y a une forte désoxygénation des sédiments et formation de H₂S. Au delà, le déséquilibre est mis en évidence jusqu'à environ 150 mètres. On retrouve des conditions à peu près normales à environ 200 mètres de la digue (fig. 1.2). Les résultats de 1999 (GRUA, 1999), montre que l'estran en contact avec la décharge est en voie de recolonisation, les flux de pollution étant en diminution sensible. Toutefois ces niveaux de pollution restent préjudiciables pour la faune de l'estran (St-Brieuc, 2002). Le ruisseau du Douvenant et son affluent (ruisseau de la Cage) sont très pollués, mais leur pollution vient essentiellement de l'amont de la décharge (nitrates, phosphates, pollution bactériologique). Durant leurs parcours dans la décharge, les eaux se chargent en métaux lourds qui se retrouvent en concentration assez élevée dans une zone de 150 m proche de la digue.

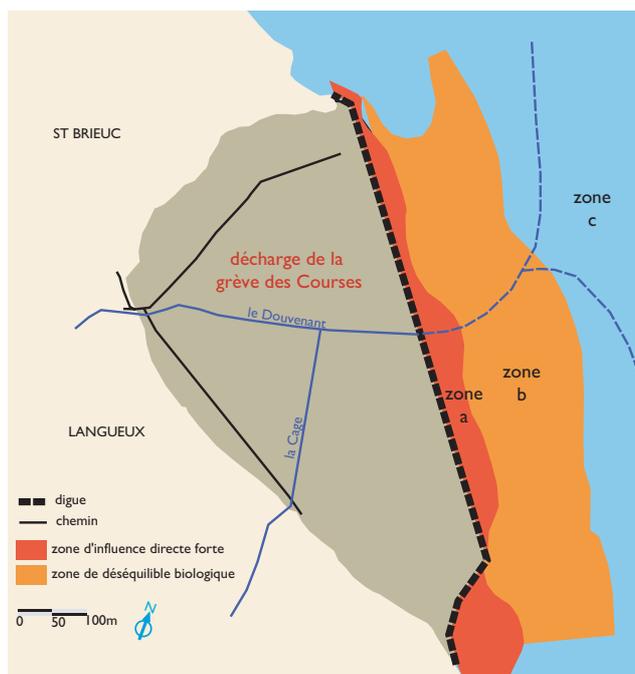


Fig. n° 1.2 - Impact de la décharge sur les peuplements benthiques en 1987

La zone A de 40m de largeur reçoit directement les effluents de la décharge. La macrofaune a presque disparu. La zone B reçoit des effluents dilués. Il y a un peuplement benthique déséquilibré jusqu'à 150m de distance à la digue. A environ 200m, on observe un retour progressif à des conditions normales (d'après Laboratoire régional des ponts et chaussées, 1987).

Sédimentologie de la baie de Saint-Brieuc

L'estran est composé de sédiments homogènes très bien classés. La répartition des sédiments dans l'anse d'Yffiniac se caractérise par un gradient granulométrique décroissant du nord vers le sud, avec le passage de sables moyens à fins au large à des silts vaseux dans les secteurs les plus internes de l'anse. Il s'agit de sable de granulométrie comprise entre 63 et 200 μm , riche en carbonate de calcium d'origine biologique (25% en moyenne), et contenant moins de 2% d'éléments pélitiques (inférieur à 63 μm).

Cette répartition reflète l'atténuation progressive des courants de marée au fur et à mesure de sa propagation dans l'anse d'Yffiniac, qui d'une part s'enfonce assez profondément à l'intérieur des terres, et d'autre part, présente une ouverture étroite entre la pointe du Grouin et le terre-plein du port du Légué. Les houles sont donc presque totalement amorties à l'intérieur de l'anse et les indices d'une dynamique sédimentaire active ne se retrouvent qu'au niveau de bancs sableux du moyen estran qui se déplacent vers la grève des Courses et dans les zones de déferlement des hautes plages occupées par des sables moyens à graviers et coquillages (fig 1.3a).

La comparaison entre les faciès sédimentaires établis à partir des prélèvements faits en 1987 et en 2001 montre peu d'évolution sur une période de presque 15 ans (Bonnot et *al.*, 2002). L'évolution des fonds de l'anse d'Yffiniac s'effectue lentement par comblement progressif et sédimentation fine dans les secteurs les plus abrités et par déplacement des bancs sableux de faible ampleur depuis le bas de l'estran vers la rive ouest de l'anse d'Yffiniac. Ces bancs se déplacent sous l'action des houles. Lorsqu'ils se rapprochent des parties hautes de l'estran, leur progression s'effectue à un rythme beaucoup plus lent puisqu'ils ne sont remobilisés qu'à la faveur de vagues à pleine mer de vive-eau (Bonnot et *al.*, 2002).

Peuplements zoobenthiques de la Baie de Saint-Brieuc

Type de peuplements

Les peuplements benthiques de la baie de Saint-Brieuc présentent une distribution en ceinture selon le gradient granulométrique. Sept peuplements majeurs ont pu être identifiés sur l'ensemble de la baie dont trois en zone intertidale (Gros et Hamon, 1988 ; Le Mao et *al.*, 2002).

Le peuplement oligohalin des sables fins à *Macoma balthica* et *Nereis diversicolor* est limité au débouché de l'Urne et se situe dans la partie supérieure sur l'estran. Le substrat est composé de sables fins envasés. La diversité spécifique est faible avec 18 espèces recensées, mais les espèces d'endofaune, quasi-exclusives de ce peuplement, présentes généralement de très fortes densités.

Le peuplement des sables fins à *Tellina tennis* et *Cerastoderma edule*, dont la composition varie avec l'exposition, occupe la majeure partie de la zone intertidale (anses et plages bordant la baie). Les sédiments sont constitués de sables fins, pauvres en matière organique. La richesse est sensiblement plus élevée avec 58 espèces.

Le peuplement des sables fins des bas niveaux à *Donax vittatus* et *Magelona sp.* se situe au delà des limites du site en réserve naturelle, à proximité du zéro de la mer (fig 1.3b).

Au niveau de la grève des Courses, on se situe dans une zone intermédiaire entre les

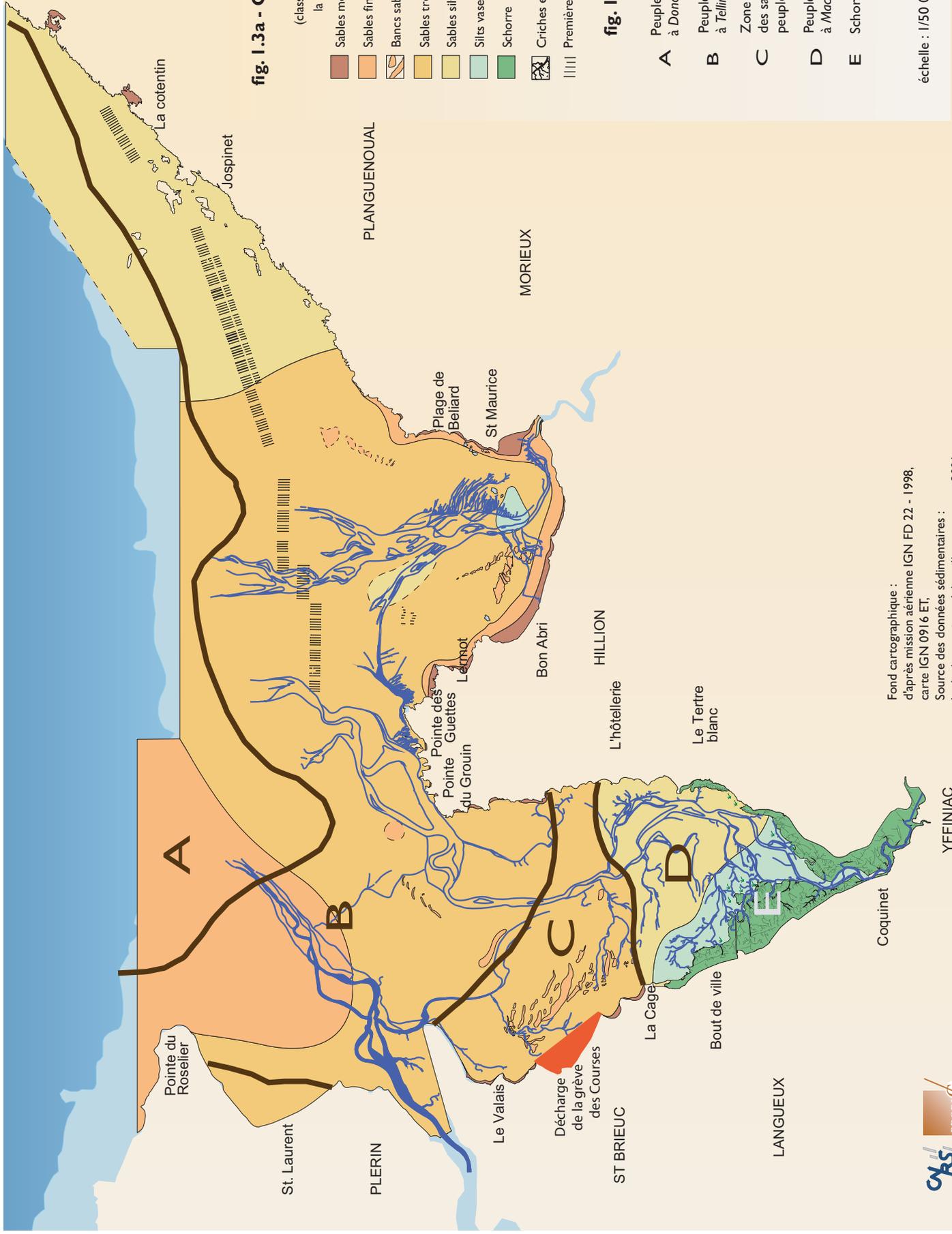


fig. 1.3a - Carte morpho-sédimentaire

Faciès sédimentaires
(classification granulométrique d'après la médiane et le mode dominant)

- Sables moyens (>0.160 mm + grossier)
- Sables fins (0.160 mm + 0.125 mm)
- Bancs sableux à fragments coquilliers (0.125-0.160 mm)
- Sables très fins (0.125 mm)
- Sables silteux (0.100 mm + 0.125 mm)
- Siltis vaseux (0.80 mm + <0.40 mm)
- Schorre ✦ ✦ ✦ Zones pionnières du schorre
- Criches et Chenaux
- Première ligne de bouchots

fig. 1.3b - Carte des unités bio-sédimentaires

- A** Peuplement des sables fins des bas niveaux à *Donax vittatus* et *Magelona* sp.
- B** Peuplement des sables fins de niveaux moyens à *Tellina tenuis* et *Cerastoderma edule*
- C** Zone intermédiaire entre les peuplements des sables fins de niveau moyen et des peuplements oligohalins des sables fins vaseux
- D** Peuplement oligohalins des sables fins vaseux à *Macoma balthica* et *Nereis diversicolor*
- E** Schorre

échelle : 1/50 000 0 2K m

Fond cartographique : d'après mission aérienne IGN FD 22 - 1998, carte IGN 0916 ET,
Source des données sédimentaires : levés de terrain et échantillonnages mars 2001
C. BONNOT-COURTOIS et A. DREAU - 2002
Source des données benthiques : levés de terrain et échantillonnages mars 2001
LE MAO P., RETIERE C., PLET M., 2002,

peuplements de sables fins de niveaux moyens et des peuplements oligohalins des sables fins vaseux.

La forte productivité phytoplanctonique induit une biomasse importante des invertébrés, qui confère aux anses d'Yffiniac et de Morieux une place essentielle dans le réseau trophique et exerce une influence sur l'ensemble des écosystèmes de la baie de Saint-Brieuc.

Etat de conservation

On dispose à l'heure actuelle de peu d'éléments afin d'évaluer l'état de conservation des habitats marins intertidaux. L'évaluation de la qualité des peuplements benthiques réalisée par Le Moal et Bouteille (1998) montre un état de conservation excellent ou normal dans la très grande majorité des stations. Si on applique la méthodologie définie par Le Moal et Bouteille (1998) aux peuplements benthiques observés en 2001 par Le Mao et *al.* (2002), on obtient pour l'ensemble de l'estran, 67% de peuplements excellents et 33% de peuplements normaux (Ponsero et *al.*, 2003a). Ces résultats à l'échelle du fond de baie ne prennent pas en compte des déséquilibres localisés engendrés par des activités périphériques au site (comme par exemple l'impact de la décharge de la grève des Courses).

Les peuplements benthiques sont relativement stables depuis 15 ans. Les assemblages faunistiques sont quasiment identiques entre 1988 et 2001, définissant les mêmes unités benthiques tant du point de vue de leur répartition que de leur compositions. Toutefois deux espèces (*Cerastoderma edule* (coque) et *Macoma balthica*) ont subi une diminution de leurs effectifs et une réduction de leur aire de répartition (Ponsero et *al.*, 2001 ; Ponsero et *al.*, 2002 ; Le Mao et *al.*, 2002 ; Ponsero et *al.*, 2003d). Il est difficile d'invoquer les facteurs responsables de cette régression, mais elle pourrait être liée à la détérioration de la qualité des eaux. Cet espace est directement sous l'influence de l'eutrophisation qui se manifeste par l'augmentation des apports d'origine continentale, à la fois urbaine et agricole, et se traduit sur ces estrans par une prolifération massive d'algues vertes. Les apports excédentaires de matière organique peuvent se traduire par une modification qualitative des peuplements avec perte d'espèces sensibles au bénéfice d'espèces opportunistes. L'impact majeur des marées vertes concerne principalement les habitats de haut de plage.

2

Méthodologie

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer les modifications dans la composition des peuplements benthiques proches en fonction de la distance à la digue, de la décharge et de leur niveau bathymétrique. Ce protocole sera renouvelé tous les deux ans afin de suivre leur évolution future.

Intérêt de l'étude des peuplements benthiques

De par leur place à la base de la chaîne alimentaire, leur relative sédentarité et donc leur vulnérabilité potentielle face à une perturbation, les peuplements benthiques sont de bons indicateurs de l'état de santé d'un écosystème. Leur caractérisation doit permettre au gestionnaire d'une zone littorale de déterminer le degré de pollution d'un site et éventuellement d'anticiper les mesures à adopter afin d'en limiter les effets (Bellan-Santini, 1968). Dans la baie de Saint-Brieuc, soumise à diverses activités et impacts anthropiques, l'étude des peuplements benthiques est fondamentale pour caractériser "l'état de santé" de la baie, et pour estimer les ressources trophiques disponibles pour les producteurs secondaires et les prédateurs tels que les oiseaux (Goss-Custard, 1968, 1979 ; Le Mao et *al.*, 2002).

Protocole

Stratégie générale

Afin de mesurer d'éventuelles modifications dans les peuplements zoobenthiques proches de la décharge de la grève des Courses, les prélèvements sont réalisés à différentes distances de la décharge et pris perpendiculairement à la digue.

Compte tenu que la configuration des peuplements zoobenthiques est influencée par le niveau bathymétrique (Gros et Hamon, 1988 ; Le Mao et *al.*, 2002), le plan d'échantillonnage a été défini à partir des courbes bathymétriques.

Positionnement des stations

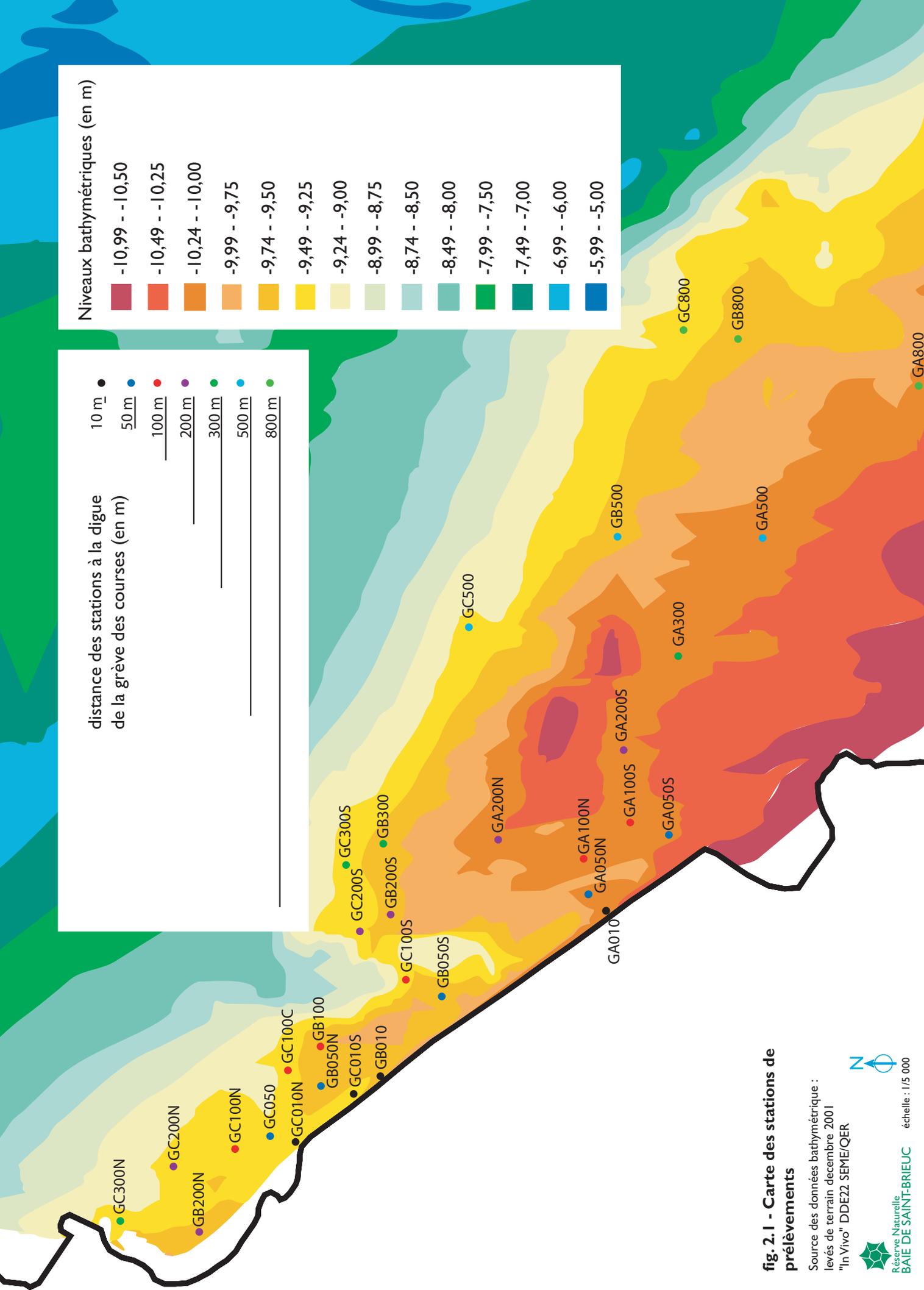
Les courbes bathymétriques ont été élaborées à partir des données fournies par la Direction Départementale de l'Équipement des Côtes d'Armor (DDE/CQEL22). A partir de ces données, une carte des niveaux bathymétriques équidistant de 25cm a été dressée par Dominique Massiot (SIG-CABRI) (fig 2.1). Les trois niveaux bathymétriques offrant le plus large choix de distance par rapport à la grève des Courses ont été sélectionnés. Ils correspondent aux altitudes :

niveau	altitude comprise entre
a	-10.24m et -10.00m
b	-9.74m et -9.50
c	-9.49m et -9.25

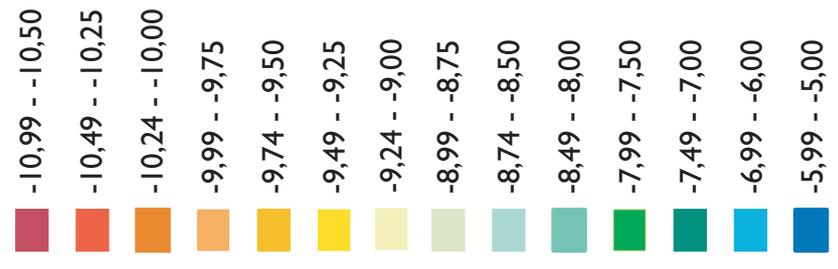
Pour chacun de ces trois niveaux bathymétriques, des prélèvements ont été réalisés à différentes distances de la décharge de la grève des Courses : 10m, 50m, 100m, 200m, 300m, 500m et 800m. Au total, ce sont 31 stations de prélèvements qui ont été choisies. Les stations ont été positionnées sur la carte à l'aide du logiciel SIG Arc view. Sur le terrain, les stations ont été repérées à l'aide d'un GPS (précision de l'ordre de 3m).

Les prélèvements ont été effectués du 6 au 19 avril 2004 par Alain Ponsero, Jérémy Allain, Justine Vidal, avec la participation de Franck Delisle (étudiant en Maîtrise à l'Université de Rennes) et Virginie Liaut (étudiante en Maîtrise à l'Université de Pau et des Pays de l'Adour).





Niveaux bathymétriques (en m)



distance des stations à la digue
de la grève des courses (en m)

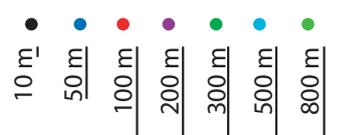


fig. 2.1 - Carte des stations de prélèvements

Source des données bathymétrique :
levés de terrain décembre 2001
"In Vivo" DDE22 SEME/QER



Echantillonnage

Les prélèvements ont été effectués à l'aide d'un carottier à main cylindrique constitué par un tube de PVC de 19.6 cm de diamètre ce qui correspond à une surface de 0.03 m². Le carottage a été effectué jusqu'à 25 cm de profondeur sachant que les organismes vivants sont situés dans les 20 premiers centimètres de sédiments. Les carottages sont effectués dans des zones où le sédiment n'a pas été perturbé (traces de pas...). Pour chaque station trois replicats ont été réalisés correspondant à une surface totale de 0.09m².

Chaque échantillon est tamisé dans l'eau de mer (sur site) sur un tamis à maille ronde de 0,5 mm. Les refus de tamis ont été fixés au formol à 10 % sous 24 heures. Ils ont ensuite été triés puis placés dans l'alcool en vue de leur conservation.



Tri et détermination

Le matériel fixé est trié au laboratoire. La détermination (en général au niveau spécifique) de chaque individu est ensuite effectuée sous la loupe binoculaire ou au microscope. Les clés de détermination utilisées sont citées en référence bibliographique. Les déterminations ont été validées par le Professeur RETIERE du Muséum d'Histoire Naturelle de Dinard. Les individus de chaque espèce sont dénombrés et la composition faunistique de chaque station est établie.



Analyse des prélèvements biologiques

Richesse spécifique

Elle représente le nombre d'espèces récoltées à chaque station.

Densité

Elle correspond au nombre d'individus d'une même espèce par unité de surface. Dans le cas présent, les densités ont été rapportées au m².

Carte de répartition des espèces

Des cartes de distribution des espèces sont dressées. La surface des points y est proportionnelle à la densité de l'espèce considérée. Ces cartes ont été établies à l'aide du logiciel ADE 4 développé par l'Université Claude Bernard - Lyon I.

Analyse des peuplements

L'analyse factorielle des correspondances permet l'analyse des tableaux de contingence qui croisent les deux critères qualitatifs "stations" et "espèces". Elle est appliquée à des matrices d'observations formées d'éléments qui sont les effectifs par m² d'une unité taxonomique donnée en une station donnée. Cette analyse permet de déterminer des regroupements de stations et de caractériser le fondement de ceux-ci. Le cortège d'espèces caractérisant ces regroupements est également précisé. Sur ces plans factoriels, différentes projections sont réalisées afin d'en faciliter l'analyse.

Les analyses multivariées ont été réalisées à l'aide du logiciel ADE 4.

Analyse discriminante

L'analyse factorielle discriminante permet de décrire ce qui distingue les moyennes de groupe de plusieurs variables mesurées. Par cette méthode on peut distinguer la variabilité au sein d'un groupe, de ce qui est la variation entre groupe. On peut donc éliminer l'effet d'un paramètre influençant le plan factoriel et analyser la variation résiduelle.

3.

Résultats

Richesse spécifique

19 espèces ont été identifiées dans les 31 prélèvements, appartenant à trois embranchements (annelides, mollusques, crustacés), soit 30% de la richesse benthique de l'ensemble de l'estran de la baie de Saint-Brieuc (Le Mao et al., 2002). On a déterminé 9 espèces d'annelides, 4 espèces de mollusques et 6 espèces de crustacés.

La richesse spécifique des stations varie de 4 espèces à 11 (moyenne 6.58 ± 1.8). En fonction de la bathymétrie, cette richesse spécifique moyenne varie de 5.7 à 7.1. Elle est un peu plus faible pour le niveau bathymétrique le plus élevé (a). Globalement la distribution géographique de la richesse spécifique est assez homogène sur l'ensemble du site.

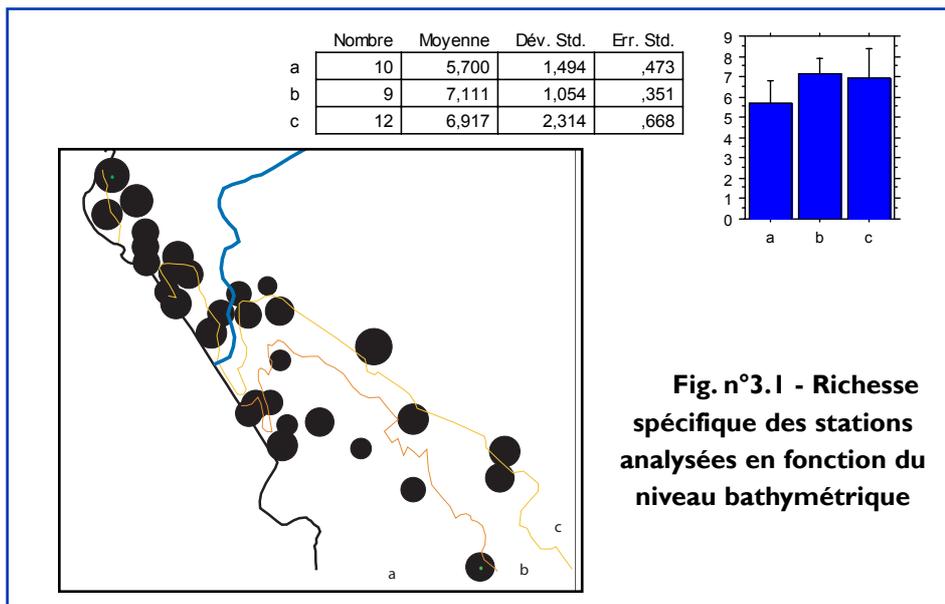


Fig. n°3.1 - Richesse spécifique des stations analysées en fonction du niveau bathymétrique

	Richesse spécifique
GA010	6
GA050N	7
GA050S	8
GA100N	5
GA100S	4
GA200N	4
GA200S	7
GA300	4
GA500	5
GA800	7
GB010	8
GB050N	5
GB050S	8
GB100	7
GB200N	8
GB200S	6
GB300	7
GB500	8
GB800	7
GC010N	6
GC010S	5
GC050	6
GC100C	8
GC100N	6
GC100S	6
GC200N	9
GC200S	5
GC300N	10
GC300S	3
GC500	11
GC800	8

Tab. n°3.1 - Richesse spécifique des stations analysées

Si on analyse la richesse spécifique des trois embranchements (fig 3.2), on observe une diminution significative ($p < 0.05$) du nombre d'espèces d'annelides depuis le niveau bathymétrique le plus bas (c) au plus élevé (a). Ce niveau élevé (a) est également significativement moins riche en espèces de mollusques ($p < 0.05$). Par opposition, on observe une augmentation progressive du nombre d'espèces de crustacés depuis le niveau bathymétrique le plus bas au plus élevé.

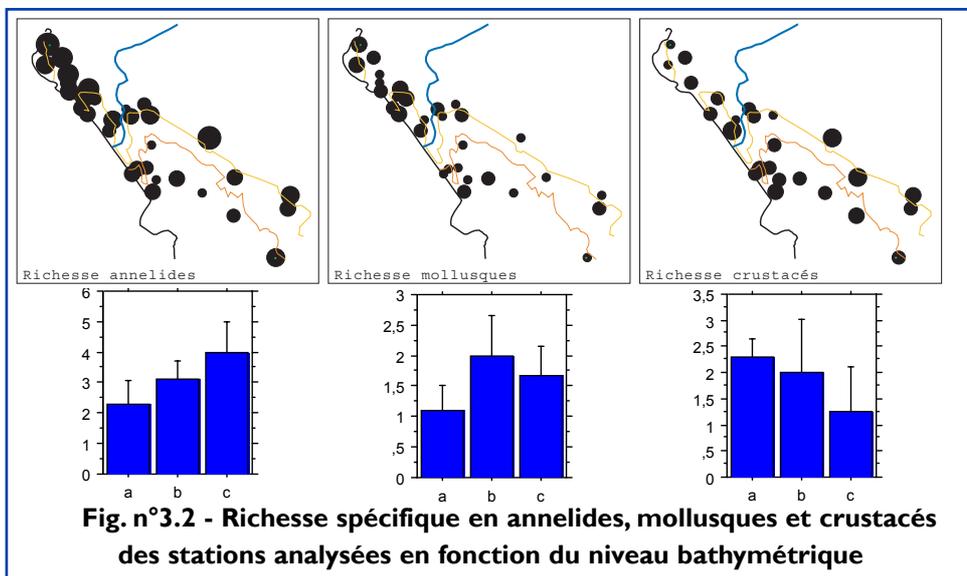
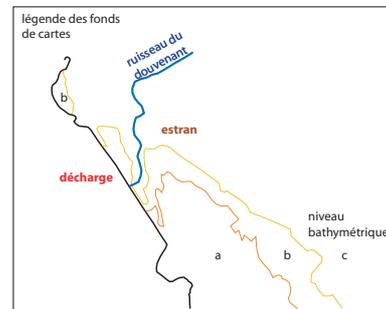


Fig. n°3.2 - Richesse spécifique en annélides, mollusques et crustacés des stations analysées en fonction du niveau bathymétrique

CODE ESPECE	NOM LATIN
Annélides	
oligochètes	
OLIG-SPP	Oligochète sp.
Polychètes errantes	
ETEON-LON	Eteone longa
NERE-DIV	Nereis diversicolor
NEPH-HOM	Nephtys hombergii
Polychètes sédentaires	
SPIO-SPP	Spionidae sp.
PYGO-ELE	Pygospio elegans
SCOL-SQUA	Scolelepis squamata
ORBI-SPP	Orbinidae sp.
AREN-MAR	Arenicola marina
Mollusques	
Gastéropodes	
HYDB-ULV	Hydrobia ulvae
Lamellibranches	
CARD-EDU	Cardium edule
MACO-BAL	Macoma balthica
SCRO-PLA	Scrobicularia plana
Crustacés	
Isopodes	
EURD-PULL	Eurydice pulchra
EURD-AFF	Eurydice affinis
Amphipodes	
AMPH-SPP	Amphipode sp.
BATH-SAR	Bathyporeia sarsi
BATH-PIL	Bathyporeia pilosa
CORO-ARE	Corophium arenarium

code des espèces

densité

La densité globale varie de 111 à 10 033 individus au mètre carré (moyenne : $1\,357 \pm 380$). En fonction de la bathymétrie, la densité moyenne est de 2662 ± 1066 individus/m² pour le niveau le plus bas (a). Les niveaux b et c ont une densité moyenne de 70% plus faible que le niveau "a" avec 715 et 750 individus/m².

Deux espèces ont les densités les plus importantes : *Hydrobia ulvae* (mollusque, gastéropode) avec un maximum de 5033 individus/m² (station GA50S) et *Bathyporeia sarsi* (crustacé, amphipode) avec un maximum de 6267 individus/m² (station GA200S). *Hydrobia ulvae* représente 40% de l'abondance totale observée et *Bathyporeia sarsi* représente 34% (tab 3.2).

	GA010	GA050N	GA050S	GA100N	GA100S	GA200N	GA200S	GA300	GA500	GA800
ANNELIDES										
Oligochètes										
OLIG-SPP	222	11					11		11	11
Polychètes errantes										
ETEON-LON										11
NERE-DIV	456		111							
NEPH-HOM										
Polychètes sédentaires										
SPIO-SPP										
PYGO-ELE	111	456	500	233	11		44			11
SCOL-SQUA		44	11	22		111	11	111	189	44
ORBI-SPP										
AREN-MAR										
MOLLUSQUES										
Gastéropodes										
HYDB-ULV	278	567	5033	3444	278	22	178	22		78
Lamellibranches										
CARD-EDU			44				22			
MACO-BAL										
SCRO-PLA										
CRUSTACES										
Isopodes										
EURD-PULL									44	11
EURD-AFF	22	44	56	67	11	33		11	67	
Amphipodes										
AMPH-SPP										
BATH-SAR	11	256	711	6267	167	300	4544	733	211	22
BATH-PIL										
CORO-ARE		33	56				233			

Tab. n°3.3a - Abondance numérique (nb ind/m²) des différents taxons identifiés dans les 10 stations du niveau bathymétrique "a"

	GB010	GB050N	GB050S	GB100	GB200N	GB200S	GB300	GB500	GB800
ANNELIDES									
Oligochètes									
OLIG-SPP	56	44							
Polychètes errantes									
ETEO-LON	11	11			11	11			11
NERE-DIV	22		22		56				
NEPH-HOM							22		
Polychètes sédentaires									
SPIO-SPP				11			11		
PYGO-ELE		22			33				56
SCOL-SQUA		178	11	122		78	89	44	156
ORBI-SPP								11	
AREN-MAR					11	22	22	22	
MOLLUSQUES									
Gastéropodes									
HYDB-ULV	1578	56	33	256	1378	44	67	11	56
Lamellibranches									
CARD-EDU	33			44			11		
MACO-BAL					11				
SCRO-PLA	289		22	11	22				11
CRUSTACES									
Isopodes									
EURD-PULL								33	56
EURD-AFF	33		67		44	22	33		
Amphipodes									
AMPH-SPP			167					22	
BATH-SAR			411	33		33		11	111
BATH-PIL			200	33				11	
CORO-ARE	11								

Tab. n°3.3b - Abondance numérique (nb ind/m²) des différents taxons identifiés dans les 9 stations du niveau bathymétrique "b"

	GC010N	GC010S	GC050	GC100C	GC100N	GC100S	GC200N	GC200S	GC300N	GC300S	GC500	GC800
ANNELIDES												
Oligochètes												
OLIG-SPP	44		67	11	11	44			22		44	33
Polychètes errantes												
ETEO-LON	44	22		11	11		11		11		67	22
NERE-DIV	644	33				44	11		44		11	
NEPH-HOM												
Polychètes sédentaires												
SPIO-SPP												
PYGO-ELE	56		56	333	67	11	89		267		67	
SCOL-SQUA			144	300	78	356	89		11	56	89	33
ORBI-SPP												
AREN-MAR		11		44	11		33	44	67	44	11	11
MOLLUSQUES												
Gastéropodes												
HYDB-ULV	889	700	478	278	111	156	322	22	533		133	11
Lamellibranches												
CARD-EDU				67			22	22	22	11		
MACO-BAL				11								
SCRO-PLA	411	300							33			
CRUSTACES												
Isopodes												
EURD-PULL								11	33		56	11
EURD-AFF			89			11	11	11			33	
Amphipodes												
AMPH-SPP												
BATH-SAR			22				22				244	122
BATH-PIL												78
CORO-ARE											78	

Tab. n°3.3c - Abondance numérique (nb ind/m²) des différents taxons identifiés dans les 12 stations du niveau bathymétrique "c"

Répartition spatiale des espèces

Pour chaque espèce une carte de distribution de densité a été dressée en fonction de la localisation géographique des stations (fig 3.3). Afin de visualiser plus clairement les évolutions de densité de chaque espèce en fonction de la distance à la décharge de la grève des Courses et du niveau bathymétrique, des graphes de densités ont été élaborés (fig 3.4)

En fonction de l'éloignement de la digue de la décharge de la grève des Courses, certaines espèces ont une répartition assez générale. C'est le cas de polychètes comme *Pygospio elegans*, *Scolopos armiger* (présents dans toute les stations sauf les plus proches à 10m de la digue), ou du crustacé isopode *Eurydice affinis*. En s'éloignant de la décharge, certaines espèces ont une densité décroissante. C'est le cas des oligochètes, du polychète *Nereis diversicolor*, des mollusques *Hydrobia ulvae* et *Scrobicularia plana*. A l'inverse des espèces ont une densité croissante avec l'éloignement à la décharge. Il s'agit en particulier du polychète *Arenicola marina*, ou de l'isopode *Eurydice pulchra*.

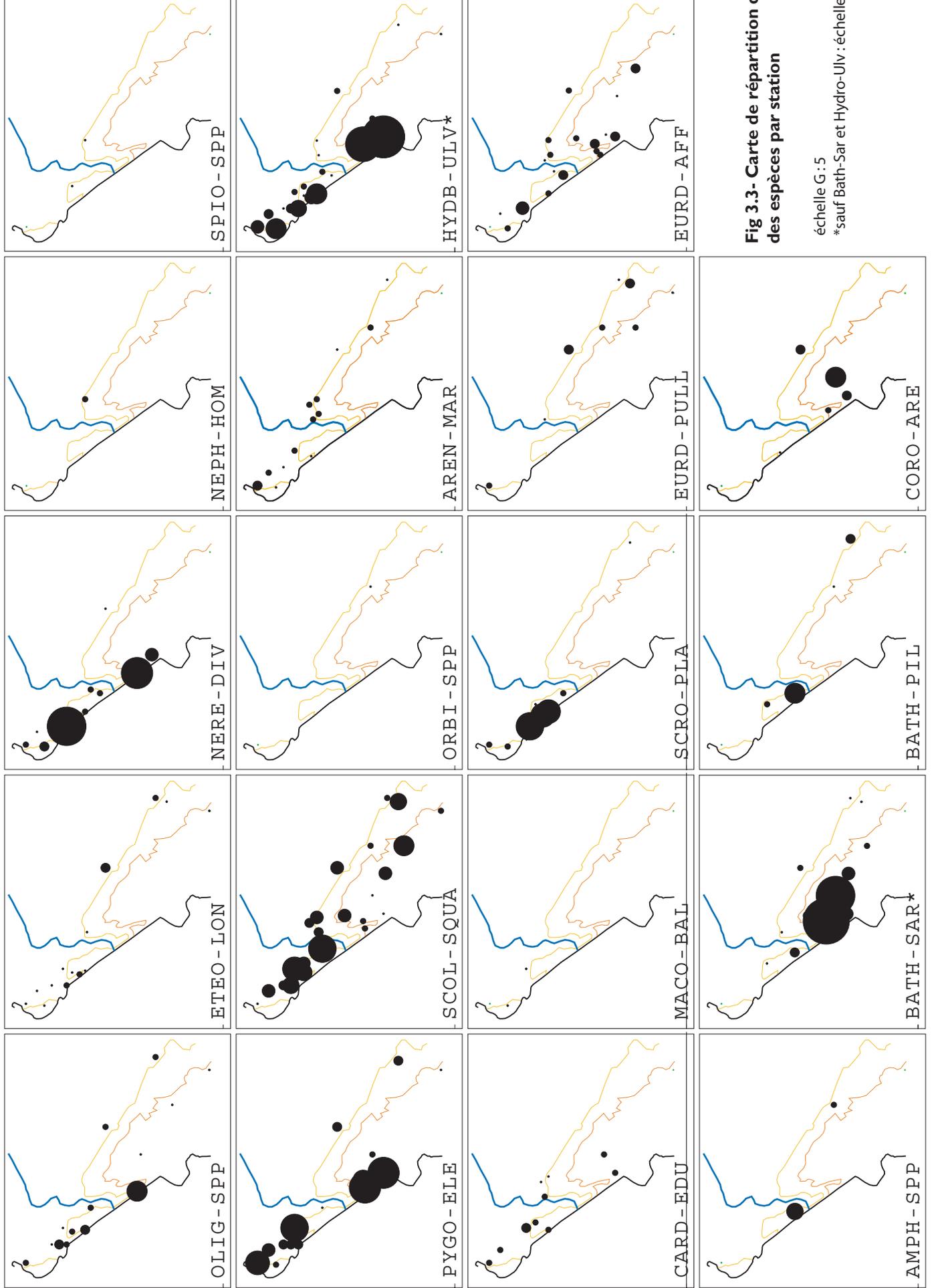


Fig 3.3- Carte de répartition de densité des espèces par station

échelle G : 5

*sauf Bath-Sar et Hydro-Ulv : échelle G : 2

CODE ESPECE	NOM LATIN
Annélides	
oligochètes	
OLIG-SPP	Oligochète sp.
Polychètes errantes	
ETEO-LON	Eleone longa
NERE-DIV	Nereis diversicolor
NERP-HOM	Nephtys hombergii
Polychètes sédentaires	
SPIO-SPP	Sponidae sp.
PYGO-ELE	Pygospio elegans
SCOL-SQUA	Scolelepis squamata
ORBI-SPP	Orbinidae sp.
AREN-MAR	Arenicola marina
Mollusques	
Gas léropodes	
HYDB-ULV	Hydrobia ulvae
Lamellibranches	
CARD-EDU	Cardium edule
MACO-BAL	Macoma balthica
SCRO-PLA	Scrobicularia plana
Crustacés	
Isopodes	
EURD-PULL	Eurydice pulchra
EURD-AFF	Eurydice affinis
Amphipodes	
AMPH-SPP	Amphipode sp.
BATH-SAR	Bathyporeia sarsi
BATH-PIL	Bathyporeia pilosa
CORO-ARE	Corophium arenarium

code des espèces

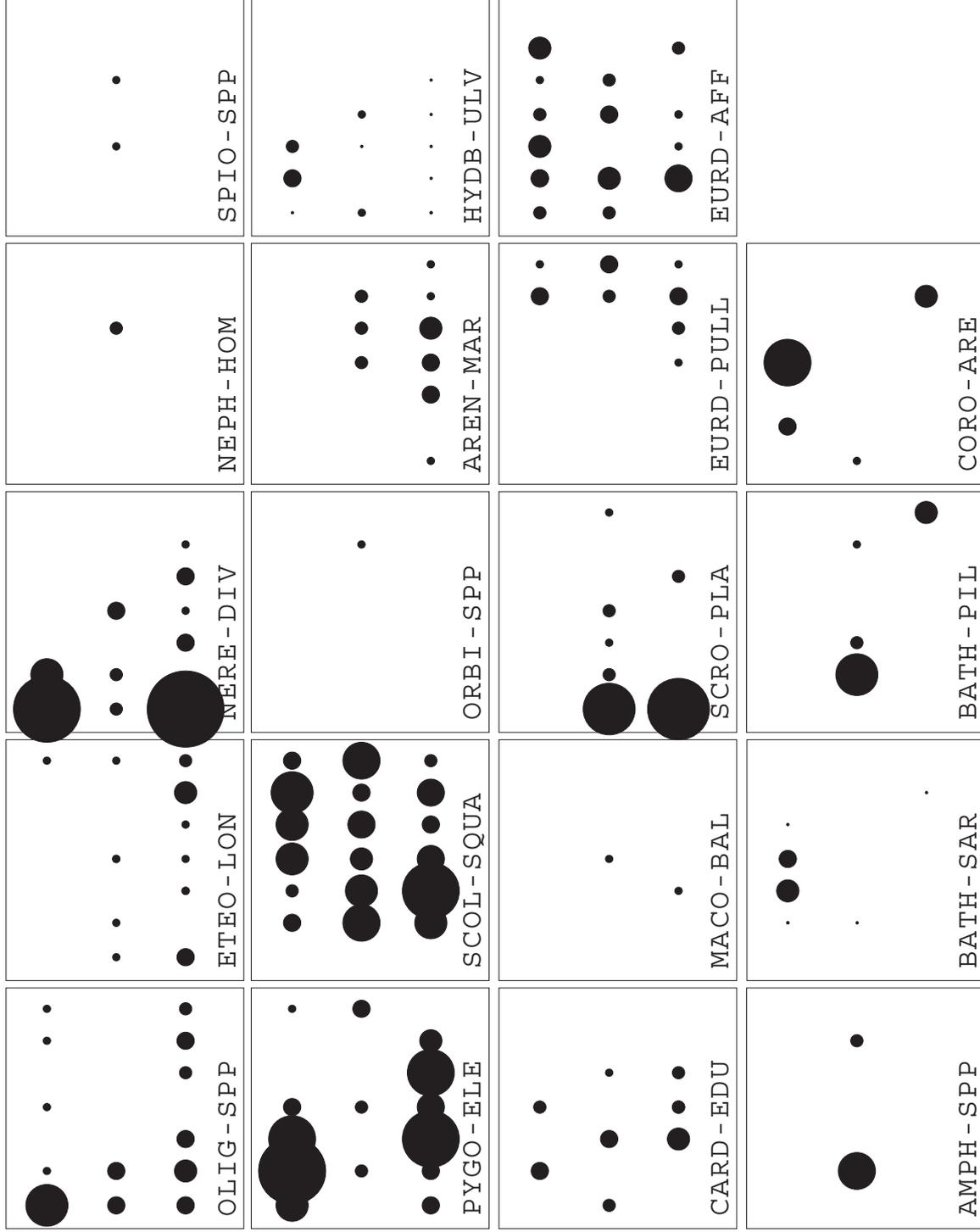
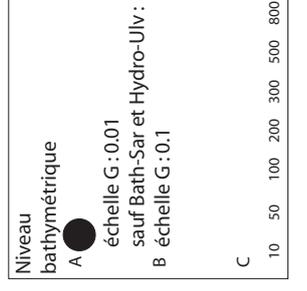


Fig 3.4- Graphe de répartition de densité des espèces en fonction de la bathymétrie et de la distance de la digue de la grève des Courses



Analyse des peuplements

Analyse factorielle des correspondances

L'analyse des peuplements zoobenthiques présents dans les stations est traitée par une analyse factorielle des correspondantes (AFC) sur le tableau de données (tab 3.3) des abondances numériques des 19 taxons dans les 31 stations (fig 3.5). Cette analyse exprime 55% de l'inertie totale sur les 3 premiers axes.

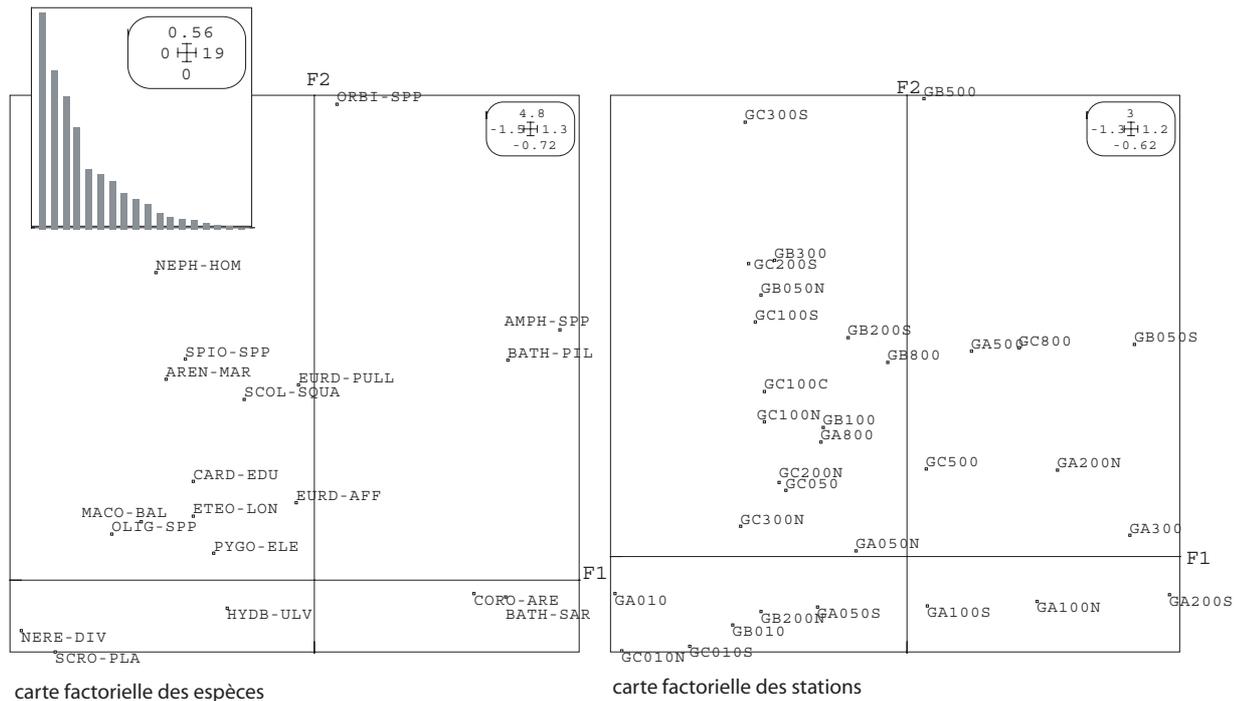


Fig 3.5- Cartes de l'analyse des correspondances du tableau d'abondance sur les deux premiers axes

L'axe F1 isole trois groupes faunistiques. A son extrémité négative : les espèces *Nereis diversicolor*, *Scrobicularia plana*, *Oligochète sp.*, et *Macoma balthica*. A l'autre extrémité, on trouve les deux Bathyporeia (*B. sarsi* et *B. tenuipes*), *Corophium arenarium* et un *Amphipode sp.*

L'axe F2 isole, à son extrémité positive, les *Orbiniidae sp.* dans une seule station (GB500). Sur la partie positive de l'axe F2, on peut différencier deux groupes faunistiques. Le groupe composé d'*Arenicola marina*, *Scolecopsis squamata*, *Eurydice pulchra* et d'un *spionidae*. Ces espèces apparaissent à plusieurs centaines de mètres de la décharge. Proche de l'origine du plan factorielle, on trouve le groupe des espèces tolérante, à large spectre écologique.

Dans la partie négative du F2, on retrouve les *Nereis diversicolor*, *Scrobicularia plana*, caractéristiques des stations situées à 10m de la digue ; *Hydrobia ulvae* assez proche du centre du plan factoriel car présent dans la plupart des stations sauf les plus éloignés ; *Corophium arenarium* et *Bathyporeia sarsi* caractéristiques de stations de niveau batymétrique élevé et situées à une distance moyenne de la décharge (100 à 300m).

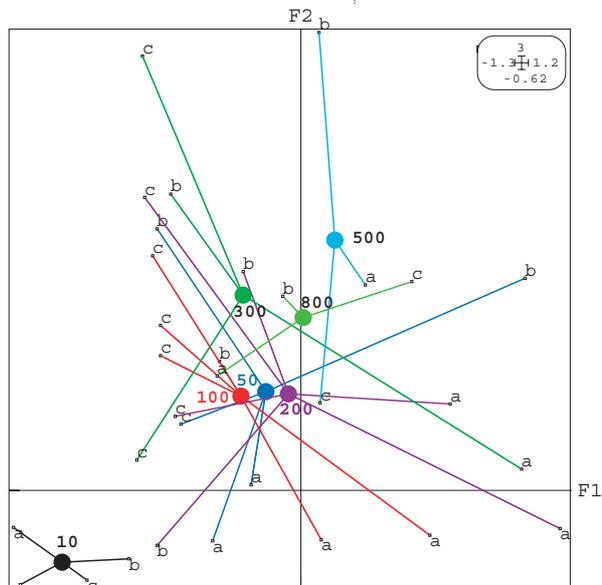


Fig 3.6- Cartes de l'AFC sur les deux premiers axes avec projection des barycentres des distances à la décharge

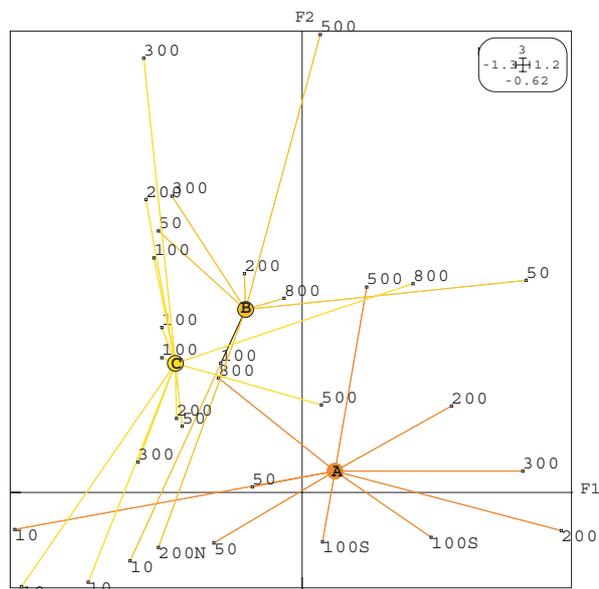


Fig 3.7- Cartes de l'AFC sur les deux premiers axes avec projection des barycentres des niveaux bathymétriques

Projections sur le plan factoriel F1F2

Afin de mieux visualiser les différents niveaux bathymétriques et les distances qui séparent les points de prélèvements à la digue de la décharge, on a projeté sur la carte factorielle des stations, les barycentres des groupes de points de même altitude (fig 3.6), ou de même distance à la décharge (fig 3.7).

La carte factorielle F1F2 des stations individualise très nettement les points situés à 10m de la digue quels que soient leurs niveaux bathymétriques.

Les barycentres des stations distantes de 50, 100 et 200m de la décharge sont situés à un niveau intermédiaire dans le plan factoriel.

Si on projette sur le plan factoriel F1F2 des stations les richesses spécifiques (fig 3.8) ou les abondances en annélides, mollusques et crustacés (fig 3.9), les points situés dans la partie négative du plan sont les stations les plus riches en annélides et en mollusques. Par opposition, les stations placées dans la partie positive sont caractérisées par la richesse et l'abondance en crustacés.

De manière identique, si on projette sur les stations la valeur de l'épaisseur de la couche oxygénée, on obtient un gradient net de cette épaisseur depuis la zone F1F2 négative jusqu'au secteur F1F2 positif (fig 3.10)

Plan factoriel F1F3

Le plan factoriel F1F3 (fig 3.11) isole quelques stations particulières. L'axe F3 positionne la station GC50S à son extrémité positive. Cette station est située géographiquement à proximité de la filière du Douvenant et présente un hydrodynamisme interne, caractérisé par l'abondance de *Bathyporeia pillosa*. Cette espèce est également présente dans deux autres stations GB500 et GC800. Ce plan confirme également la spécificité des stations situées à 10m de la décharge.

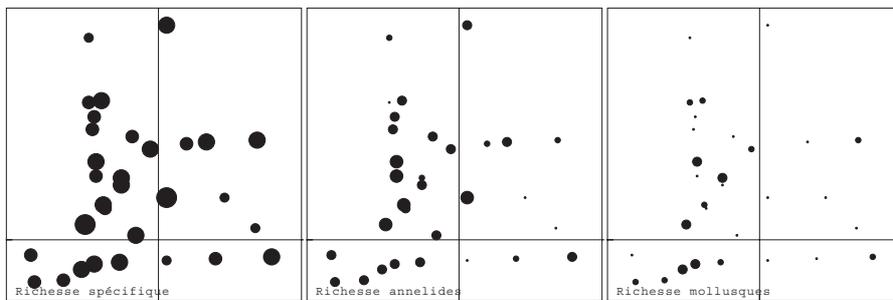


Fig 3.8- Projection des richesses spécifiques sur FIF2

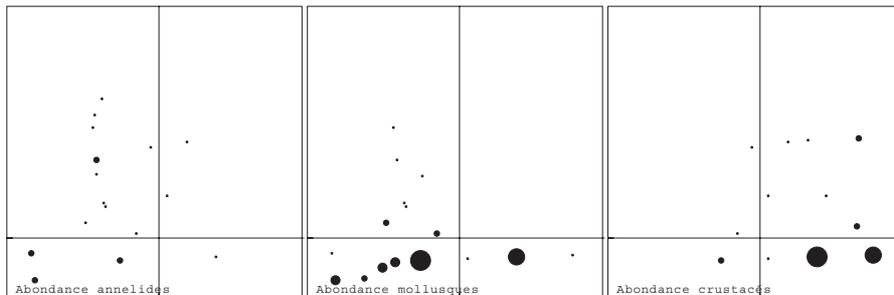


Fig 3.9- Projection des abondances sur FIF2

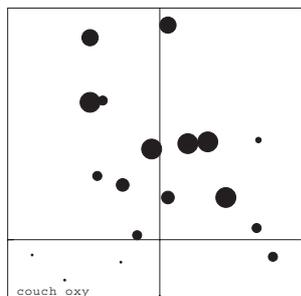


Fig 3.10- Projection des épaisseurs de la couche oxygénée sur le plan factoriel FIF2

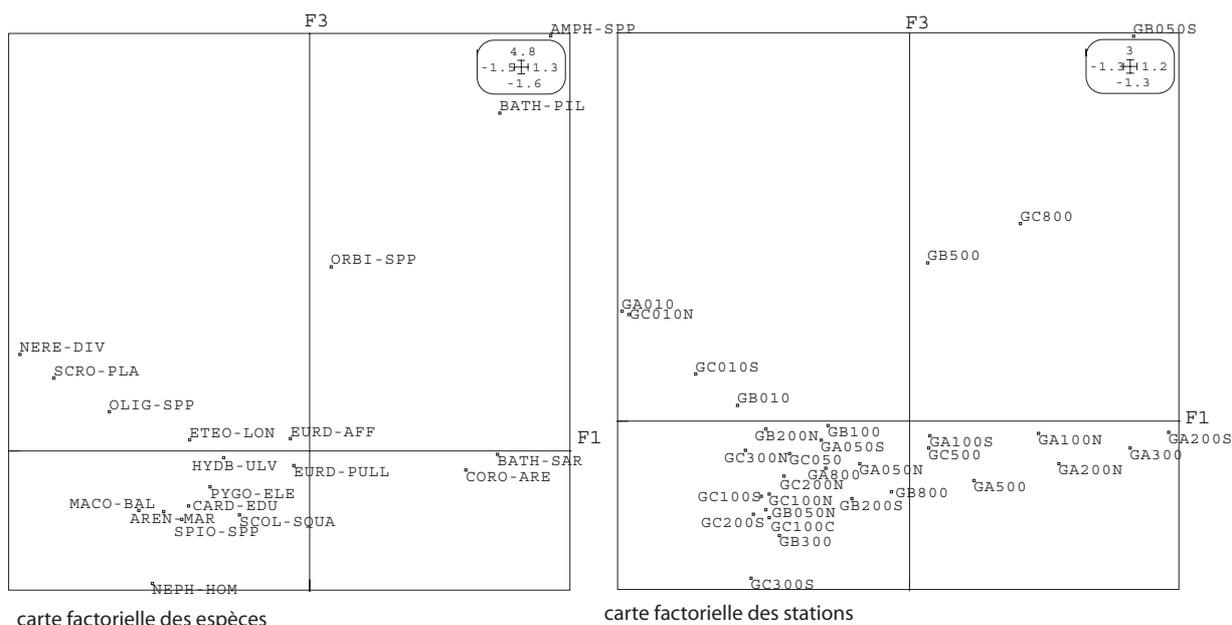


Fig 3.11- Cartes de l'analyse des correspondances du tableau d'abondance sur les axes FIF3

Analyse discriminante

Dans l'analyse factorielle précédente, deux paramètres caractérisent le plan factoriel et les résultats de l'analyse. on observe d'une part une modification des prélèvements en fonction de la distance à la décharge et d'autre part, une composition différente de ces mêmes peuplements en fonction du niveau bathymétrique des différentes stations. Il est possible d'effectuer une analyse plus fine en tenant compte de cette structure.

L'analyse factorielle discriminante ou analyse inter-ata groupe permet déliminer la variation des peuplements liés à la bathymétrie et de discriminer les stations uniquement en fonction de la distance à la décharge.

Une première analyse inter classe est réalisée en fonction de la variable "distance à la décharge". L'axe F1 explique 38% de la variation. Comme pour l'AFC précédente mais de manière encore plus significative, l'axe F1 isole sur sa partie positive les 4 stations situées à 10m de la décharge, de l'ensemble des autres stations situées dans la partie négative de l'axe F1 (fig 3.12). Les espèces qui discriminent le groupe de stations "10m" sont *Nereis diversicolor*, *Oligochète sp.*, et *Scrobicularia plana*.

On peut analyser plus précisément les autres stations en effectuant une nouvelle analyse inter-classe en éliminant les stations GA10N, GA10S, GB10, et GC10. On obtient la figure 3.13. Le plan factoriel F1F2 explique 33% de la variabilité interclasse. On obtient un gradient dans le positionnement des barycentres des stations selon l'axe F1. Dans la partie négative, sont regroupés les barycentres des stations situées à 50 et 100m de la décharge. Dans la partie positive de l'axe, on retrouve les barycentres des stations situées à plus de 200m de la décharge. On obtient approximativement la même ordination des groupes de stations en fonction de la distance à la décharge qu'avec l'AFC.

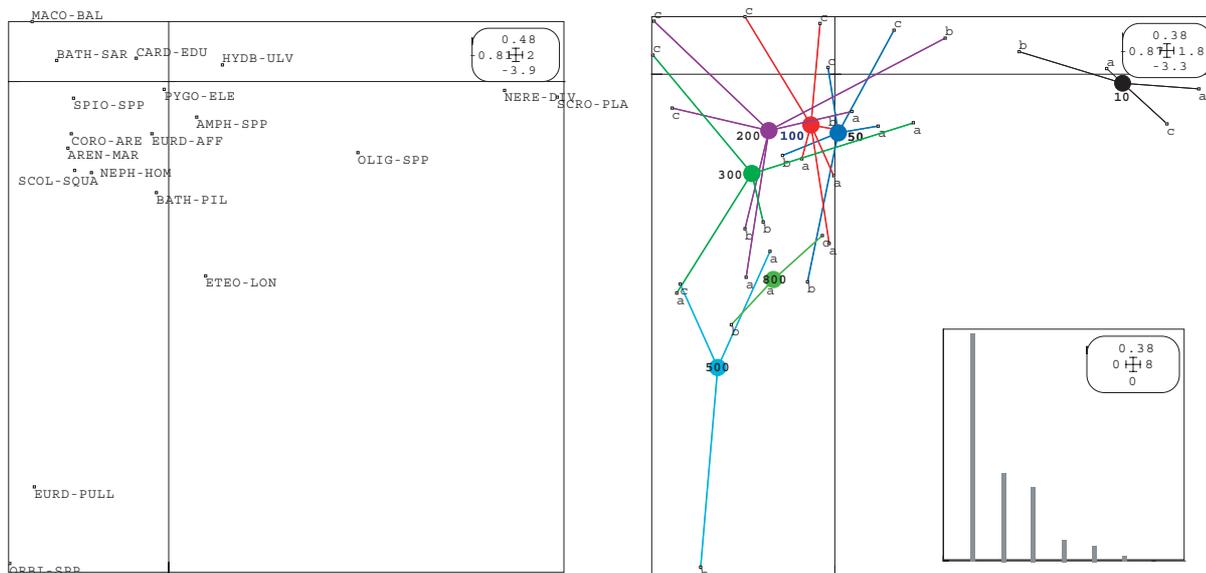


Fig 3.12- Cartes de l'analyse discriminante du tableau d'abondance sur les axes FIF2

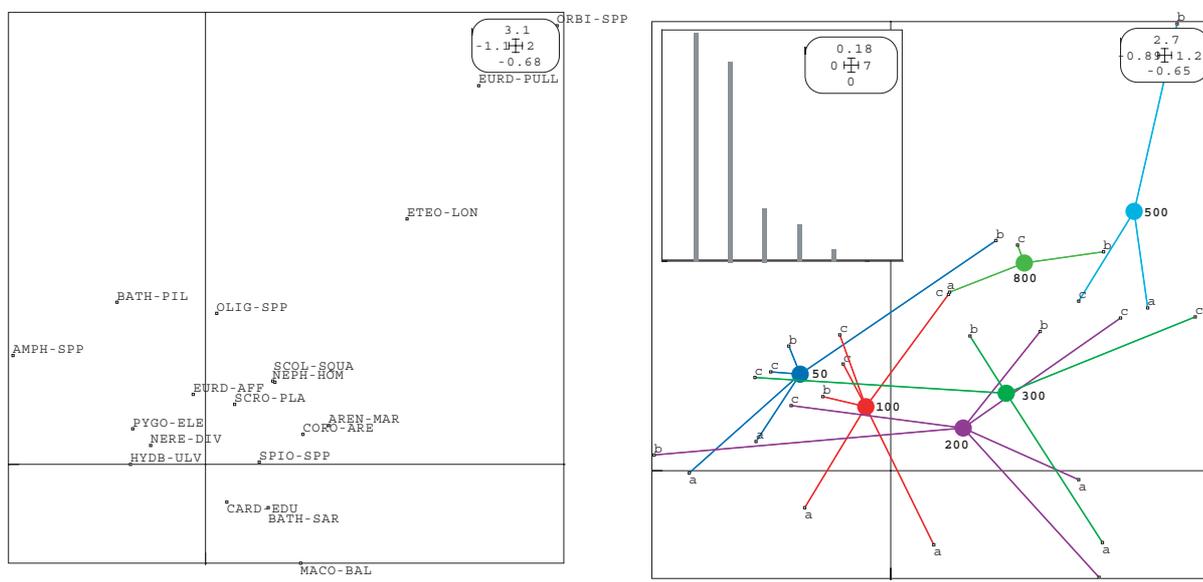


Fig 3.13- Cartes de l'analyse discriminante du tableau d'abondance sur les axes FIF2

4.

Discussion et conclusion

Evolution de la richesse spécifique

En 1987, l'étude du benthos menée par le laboratoire régional de l'équipement mettait en évidence la présence d'une bande, d'une quarantaine de mètre de large le long de la digue ainsi que dans l'anse au sud de la décharge, où le zoobenthos avait presque totalement disparu (fig 1.2). En 1999, cette zone abiotique avait disparu (Grua, 1999). Le sédiment avait été recolonisé par un peuplement restreint (3 à 4 espèces) et en faible abondance (50 individus/m²).

En 2004, cette restauration biologique est confirmée puisqu'aucun prélèvement n'a été trouvé vide. La biodiversité est en légère augmentation par rapport à 1999 (5 à 8 espèces observées à 10 mètres de la digue contre 3 à 4 espèces en 1999).

En 1987, au delà de la zone abiotique, une bande de 100m de large avait été définie, où la vie macrofaunique réapparaissait, avec un déséquilibre majeur des peuplements. Seules quelques espèces opportunistes (*Corophium* et *Bathypora*) proliféraient au dépens des autres espèces plus sensibles. Au delà d'une distance à la décharge supérieure à 150m on observe une restauration progressive des peuplements.

Dans cette zone, la richesse spécifique augmente progressivement depuis 1987. De 2 à 4 espèces présentes en 1987, on passe à 4 ou 5 espèces en 1999, pour obtenir aujourd'hui entre 6 à 8 espèces.

Modifications des peuplements benthiques

Si globalement la richesse biologique du zoobenthos varie peu au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la décharge, la composition en espèces et leur abondance sont toujours largement modifiées.

Les études précédentes ne disposant pas des éléments bathymétriques, les comparaisons des différents peuplements que l'on observait n'était pas aisées, car les stations choisies ne présentaient pas toutes les mêmes conditions d'exondation. Grâce aux données bathymétriques, les stations positionnées en 2004 ont été choisies sur 3 niveaux, permettant une analyse fine des peuplements.

L'AFC et l'analyse discriminante ont très nettement isolé les 4 stations situées à 10m de la digue quel que soit leur niveau bathymétrique. Ces stations sont caractérisées par l'abondance d'espèces de sables fins vaseux (*Nereis diversicolor*, *Scrobicularia plana*, *Hydrobia ulvae*...) enrichies en matière organique et résistantes aux pollutions (*Oligochète* sp.). La présence de *Scrobicularia plana* le long de la zone nord de l'enrochement caractérise une zone soumise à la désalure liée aux écoulements du Douvenant et de la décharge.

A partir d'une distance de 50m et jusqu'à 200m environ de la décharge, on observe une diversification du peuplement benthique avec l'apparition d'espèces moins sensibles aux polluants comme *Cerastoderma edule*, *Nephtys hombergii*, ou *Arenicola marina*. Dans cette zone, plusieurs stations montrent néanmoins des déséquilibres nets de leurs peuple-

Baie de Saint-Brieuc

ments, avec la présence de forte densité de quelques espèces opportunistes (*Corophium* par exemple). Les analyses ont mis en évidence une restauration complète des peuplements pour les stations situées à plus de 300m de la digue.

Conclusion

Les peuplements benthiques intertidaux sont de bons bioindicateurs des multiples perturbations que peut subir l'estran. En fonction du degré de perturbation, les peuplements observés peuvent présenter un état normal, un état de déséquilibre ou un état de dégradation plus ou moins prononcé (Le Moal et Bouteille, 1998).

L'ensemble des analyses ont montré que toutes les stations de prélèvement situées à 10m de la digue de la décharge ont des peuplements dégradés. On observe une restauration progressive des peuplements pour retrouver un état normal à environ 200 ou 300m de la décharge.

Les valeurs prises par les stations selon l'axe F1 des analyses discriminantes donnent une assez bonne visualisation cartographique de l'influence de la décharge de la grève des Courses sur les peuplements zoobenthiques (fig 4.1).



Fig 4.1- Cartes des valeurs des stations de prélèvements selon l'axe F1 de seconde analyse discriminante.

Les carés symbolisent les valeurs positives de l'axe F1 de l'analyse discriminante.
 Les cercles oranges symbolisent les valeurs négatives de l'axe F1 de l'analyse discriminante.
 Les cercles rouges correspondent aux stations situés à 10m de la décharge qui ont été exclues de l'analyse (valeur arbitraire pour la représentation)

Bibliographie

Références

BELLAN-SANTINI, 1968, Influence de la pollution sur les peuplements benthiques. *Rev. Intern. Oceanogr. Med.*, X : 27-53.

BONNOT-COURTOIS C. & DREAU A., 2002, *Cartographie morpho-sédimentaire de l'estran en baie de Saint-Brieuc*, Labo. Géomorphologie et environnement littoral-DIREN Bretagne, 25p+annexes

GRUA B., 1999 Réhabilitation de la décharge de la grève des Courses - mesure de l'impact des lixiviats sur les écosystèmes de l'estran sableux. ANTEA, 30p+annexes

GOSS CUSTARD J.D., 1968, The responses of redshank (*Tringa tringa*) to spatial variations in the density of their prey. *Journ. Mar. Ecol.* 39 : 91-113.

GOSS CUSTARD J.D., 1979, Effect of habitat loss on the numbers of overwintering shore-birds in marine environments. *Study in avian Biology*, 2 : 167-168.

GROS P. & HAMON D., 1988, *Typologie biosédimentaire de la baie de Saint-Brieuc (Manche ouest) et estimation de la biomasse des catégories trophiques macrozoobenthiques*, rapport IFREMER/DERO-EL/88-27, 153 p.

LABORATOIRE REGIONAL DE L'EQUIPEMENT de SAINT-BRIEUC, 1986. Décharge de la grève des Courses en baie de Saint-Brieuc, Présentation d'un projet d'étude et de surveillance des risques de pollution - DDE- dossier n° 60.86.2.327 , 87p

LABORATOIRE REGIONAL DE L'EQUIPEMENT de SAINT-BRIEUC, 1987. Décharge de la grève des Courses en baie de Saint-Brieuc, Etude de risques de pollution - DDE- dossier n° 60.86.2.327 , 31p

LE BEC C. & LE MAO P., 2004, Incidence des apports microbiologiques en baie de Saint-Brieuc, IFREMER - DDE CQEL22, 49p+annexes

LE MAO P., RETIERE C., PLET M., 2002, *Les peuplements benthiques intertidaux de la baie de Saint-Brieuc*, IFREMER-MUSEUM D'HISTOIRE NATURELLE-Dinard-DIREN Bretagne, 23p+ annexes

QUEST AMENAGEMENT, 1992, *Réhabilitation de la décharge de la grève des Courses*, ville de St-Brieuc, 71 p. + annexes.

SAINT-BRIEUC, 1998, Synthèse des résultats des études réalisées sur la décharge de la grève des Courses 1984-1998, rapport, 79p+annexes

SAINT-BRIEUC, 2002, *Synthèse des résultats des études réalisées sur la décharge de la grève des Courses 1984-2001*, rapport, 13p.

PONSERO A., VIDAL J., ALLAIN J., 2001, *Evaluation spatiale de la densité du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc, année 2001*, Réserve Naturelle baie de Saint-Brieuc, 15 pages

PONSERO A., VIDAL J., ALLAIN J., P. QUISTINIC, 2002, *Evaluation spatiale de la densité du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc, année 2002*, Réserve Naturelle baie de Saint-Brieuc, 16 pages

Baie de Saint-Brieuc

PONSERO A., VIDAL J., ALLAIN J., 2003, Evaluation spatiale de la densité du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc, année 2003, Réserve Naturelle Baie de Saint-Brieuc, 20 pages

PONSERO A., VIDAL J., et ALLAIN J., 2003a. *Plan de gestion de la réserve naturelle de la baie de Saint-Brieuc - 2004 - 2008 - Description et évaluation du patrimoine naturel de la baie de Saint-Brieuc - vol.A.*, Réserve Naturelle de la baie de Saint-Brieuc, 92 p.

PONSERO A., VIDAL J., ALLAIN J., CHRETIEN B., et CHEREL Y., 2003. *Plan de gestion de la réserve naturelle de la baie de Saint-Brieuc - 2004 - 2008 - Définition des objectifs et plan de travail - vol.B.*, Réserve Naturelle de la baie de Saint-Brieuc, 60 p.

PONSERO A., VIDAL J., et ALLAIN J., 2003b. *Plan de gestion de la réserve naturelle de la baie de Saint-Brieuc - 2004 - 2008 - Figures & Cartographies - vol.C.*, Réserve Naturelle de la baie de Saint-Brieuc.

Ouvrages consultés pour la détermination

HAYWARD P. J., 1995. Handbook of the Fauna of North-West Europe, 1216 p.

Polychètes :

CHAMBERS S. J. and MUIR A. I., 1997. Polychaetes : British Chrysopetaloidea, Pisionoidea and Aphroditoidea, 202 p. Synopses of British Fauna (new series) edited by R. S. K. Barnes and J. H. Crothers, n°54. Published for The Linnean Society of London and The Estuarine and Coastal Sciences Association by Field Studies Council.

FISH J. D., and FISH S., 1989. A Student Guide to the Seashore, Second edition (1996) 564 p. Cambridge university Press.

GEORGE J. D., and HARTMANN-SCHRODER G., 1985. Polychaetes : British Amphinomida, Spintherida and Eunicida, 221 p. Synopses of British Fauna (new series) edited by Doris M. Kermack and R. S. K. Barnes, n°32. Published for The Linnean Society of London and The Estuarine and Brackish-Water Sciences Association by BRILL E. J. /Dr BRACKUYS W.

PLEIJEL F. and DALES R. P., 1991. Polychaetes : British Phyllodoceideans, Typhloscolecoideans and Tomopteroideans, 202 p. Synopses of British Fauna (new series) edited by Doris M. Kermack and R. S. K. Barnes, n°45. Published for The Linnean Society of London and The Estuarine and Coastal Sciences Association by Universal Book Services/Dr BRACKUYS W.

WESTHEIDE W., 1990. Polychaetes : Interstitial Families, 152 p. Synopses of British Fauna (new series) edited by Doris M. Kermack and R. S. K. Barnes, n°44. Published for The Linnean Society of London and The Estuarine and Coastal Sciences Association by Universal Book Services/Dr BRACKUYS W.

Isopodes :

NAYLOR E., 1972. British Marine Isopods, 90 p. Synopses of British Fauna (new series), n°3. Published for The Linnean Society of London by Academic Press London and New York.



Réserve Naturelle
BAIE DE SAINT-BRIEUC

référence :
Ponsero A., Allain J., Vidal J., 2004, *Impact de la décharge de la grève des Courses sur les peuplements zoobenthiques proches*, Réserve Naturelle de la baie de Saint-Brieuc, 38p.

La décharge de la Grève des Courses, créée il y a près de 40 ans sur le domaine public maritime, sur les communes de Saint-Brieuc et de Languieux, couvre 28 hectares. Différentes études menées en particulier en 1986, 1992 et 1999 montraient que la décharge avait un impact direct sur les peuplements benthiques (invertébrés vivant dans le sable) de l'estran juxtant la décharge et classé en réserve naturelle depuis 1998.

Les peuplements benthiques intertidaux sont de bons bioindicateurs des multiples perturbations que peut subir l'estran. L'ensemble des analyses ont montré que toutes les stations de prélèvement situées à 10m de la digue de la décharge ont des peuplements dégradés. On observe une restauration progressive des peuplements pour retrouver un état normal à environ 200 ou 300m de la décharge.

Cette étude, programmée dans le cadre du plan de gestion de la réserve naturelle, sera renouvelée tous les deux ans, permettant de suivre précisément l'évolution des modifications écologiques. Ce suivi permettra également d'affiner nos connaissances sur le fonctionnement des écosystèmes benthiques et leur réactivité face à une perturbation.



CABRI
3 place de la résistance
BP 4402
22044 Saint-Brieuc cedex 2
Téléphone : 02 96 77 20 00
Télécopie : 02 96 77 20 01
Messagerie : accueil@cabri22.com

Réserve Naturelle
Maison de la Baie - BP 206
site de l'étoile
22122 Hillion Cedex
tel/fax : 02 96 32 31 40
Messagerie : reservenaturelle@cabri22.com
site internet : <http://www.reservebaiedesaintbrieuc.com>



**LA MAISON DE LA
BAIE DE ST-BRIEUC**

Site de l'Etoile
22120 Hillion
tel: 02 96 32 27 98
Fax : 02 96 32 30 28
Email : maison.de.la.baie@wanadoo.fr



VivarmorNature
Boulevard Sévigné
22000 Saint-Brieuc
tel/fax : 02 96 33 10 57
Site : <http://asso.wanadoo.fr/vivarmor>
Email : vivarmor@wanadoo.fr