

Hily C.



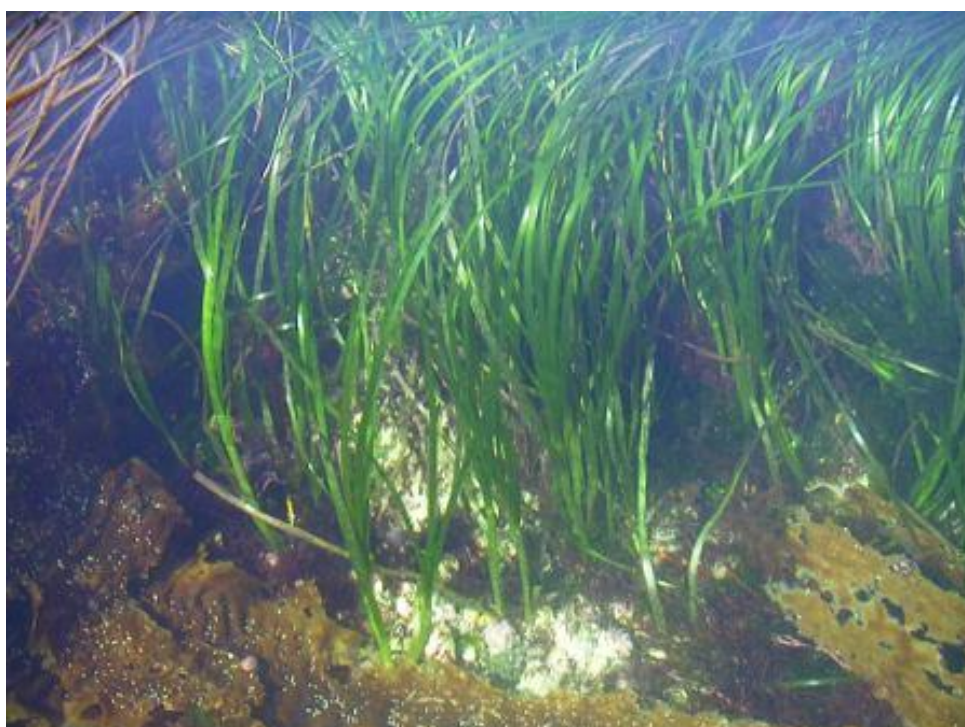
RST/IFREMER/DYNECO/AG/12-08/REBENT

Résultats de la surveillance du Benthos

Région Bretagne

> Suivi stationnel des herbiers à *Zostera marina* Année 2011

Edition 2012



Coordination

ifremer

Avant-propos

Le RÉseau de surveillance BENThique (REBENT), a été créé en réponse aux besoins croissants de connaissance et de suivi de la biodiversité marine côtière pour évaluer l'impact des activités humaines ou du changement climatique, et contribuer aux mesures de gestion ou de protection des milieux naturels. Il a pour objectifs d'acquérir une connaissance pertinente et cohérente des habitats marins benthiques côtiers, et de constituer un système de veille pour détecter les évolutions de ces habitats, à moyen et long termes, notamment pour ce qui concerne la diversité biologique. Ce réseau se propose aujourd'hui d'encadrer au niveau national les actions de surveillance déclinées régionalement notamment la DCE.

La Bretagne constitue la région Pilote. Sur cette région, après une phase d'avant-projet (2001-2002), la stratégie opérationnelle mise en oeuvre depuis 2003 englobe un inventaire régional d'habitats, des cartographies des habitats sur des secteurs de référence, le suivi de la dynamique spatiale du couvert végétal et le suivi de la diversité végétale et animale. Coordonné par Ifremer, ce réseau associe sur la région Bretagne de nombreux partenaires scientifiques et techniques : l'Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM) de Brest, le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN), la station de Concarneau, la Station Biologique de Roscoff, le Laboratoire de Géomorphologie (EPHE/CNRS) de Dinard, le Centre d'Etudes et de Valorisation des Algues (CEVA) de Pleubian), les départements DYNECO et LER d'IFREMER.

Le Rebent Bretagne a bénéficié d'un financement exceptionnel décidé en CIADT, du soutien financier de la Région Bretagne qui s'inscrit à partir de l'année 2007 dans le cadre du CPER et du FEDER ainsi que d'un financement de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne pour les prélèvements concernant l'application de la Directive Cadre Eau (DCE).

Les suivis de la biodiversité ont été mis en place sur une sélection d'habitats comprenant des habitats remarquables et des habitats largement représentés : dans la zone de balancement des marées, ils concernent en particulier les sédiments fins, les herbiers et certains types de zones rocheuses ; dans les petits fonds, il s'agit des sables fins, des bancs de maërl et de certains types de fonds rocheux suivis en plongée. Chaque habitat est placé sous la responsabilité thématique d'un laboratoire ; il est échantillonné régulièrement, selon un protocole adapté dans des lieux de surveillance répartis le long du littoral. A partir de 2007, la stratégie d'échantillonnage retenue tient compte des contraintes définies pour le contrôle de surveillance DCE.

Les informations produites se présentent sous la forme de fiches techniques, précisant les protocoles mis en oeuvre, de fiches descriptives pour les lieux de surveillance, de bulletins, visant à communiquer annuellement les résultats sous une forme graphique facile à lire, de rapports d'études pour la cartographie sectorielle et de données (stockées sous une forme intermédiaire en attendant la saisie directe dans la base Quadrige², aujourd'hui opérationnelle). Les bulletins établis sur la région Bretagne ont été présentés dans le cadre des ateliers de restitution « Journées Rebent » organisés en 2006 et 2010. Cette nouvelle édition complète les séries temporelles déjà entamées et permet de mieux appréhender la variabilité à l'échelle régionale.

Pour plus d'information, vous retrouvez sur le site du réseau Rebent (<http://www.rebent.org/>), l'ensemble des documents mis en forme. Ces informations peuvent être librement téléchargées et utilisées, sous réserve de citation.

Touria Bajjouk
Coordination Rebent Bretagne

SOMMAIRE

1.	Présentation des acteurs	1
2.	Présentation générale des herbiers à <i>Zostera marina</i> et de la stratégie de suivi	2
3.	L'échantillonnage en 2011	4
4.	Résultats de la surveillance	5
4.1.	Documentation des figures.....	5
4.1.1.	<i>Granulométrie et taux de matière organique des sédiments</i>	5
4.1.2.	<i>Histogrammes de richesse spécifique et d'abondance</i>	6
4.1.3.	<i>Groupes écologiques (histogramme) et coefficient benthique (courbe)</i>	7
4.1.4.	<i>Groupes trophiques (histogramme)</i>	9
4.1.5.	<i>Vitalité des zostères</i>	10
4.2.	Analyse sédimentaire	11
4.3.	Abondance et richesse spécifique	14
4.4.	Structure écologique de l'endofaune.....	23
4.5.	Structure trophique.....	27
4.5.1.	<i>Endofaune</i>	27
4.5.2.	<i>Épifaune vagile</i>	31
4.6.	Vitalité de l'herbier.....	35
4.6.1.	<i>Largeur moyenne des feuilles</i>	35
4.6.2.	<i>Longueur maximale des feuilles</i>	36
4.6.3.	<i>Nombre de feuilles par pied de <i>Zostera marina</i></i>	37
4.6.4.	<i>Surface utile de <i>Zostera marina</i></i>	38
4.6.5.	<i>Biomasse foliaire</i>	39
4.6.6.	<i>Biomasse des rhizomes</i>	40
4.6.7.	<i>Densité des pieds de <i>Zostera marina</i></i>	41
4.6.8.	<i>Wasting Disease Index</i>	42
4.7.	Commentaires	43
5.	Références bibliographiques	45

1. Présentation des acteurs

Touria BAJJOUK (IFREMER/DYNECO/VIGIES)	Coordination Bretagne
Christian HILY (LEMAR)	Responsabilité scientifique
Jacques GRALL (LEMAR)	Prélèvements terrain, expertise taxonomique, rédaction
Marion MAGUER (LEMAR)	Bancarisation des données, édition du bulletin
Michel LE DUFF (LEMAR) Marion MAGUER (LEMAR) Vincent LE GARREC (LEMAR) Jérôme JOURDRE (LEMAR)	Prélèvements terrain, analyse en laboratoire

2. Présentation générale des herbiers à *Zostera marina* et de la stratégie de suivi

Les zostères sont des plantes à fleurs (phanérogames) marines, qui se développent dans les sédiments sableux et sablo-vaseux des zones intertidales et infralittorales des côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique. Leurs populations créent des « herbiers » parfois denses supportant la comparaison avec les prairies terrestres. Les feuilles ont des tailles moyennes de quelques dizaines de centimètres de long (exceptionnellement jusqu'à deux mètres) pour la zostère marine (*Zostera marina*) établie en bas de la zone médiolittorale et le haut de l'infralittoral, et d'une dizaine seulement pour la zostère naine (*Zostera noltii*) qui vit dans le médiolittoral.

Outre l'intérêt botanique, les herbiers forment des écosystèmes particuliers de grand intérêt écologique et patrimonial, reconnus au niveau international et européen en tant qu'habitats remarquables. Ces herbiers, en particulier à *Z. marina*, constituent en effet des habitats privilégiés pour de nombreuses espèces de faune et de flore. Ces zones de très forte diversité biologique jouent un rôle fonctionnel essentiel en tant que zones de reproduction, de nurserie et de nourrissage, abritant à la fois des espèces caractéristiques de cet habitat, un grand nombre d'espèces des communautés environnantes et de nombreuses espèces d'intérêt économique en particulier sous forme de juvéniles et/ou d'adultes reproducteurs. *Z. marina* figure dans le livre rouge des espèces menacées en France et dans l'annexe 1 de la Convention de Berne. Elle fait déjà partie des espèces strictement protégées en Méditerranée.

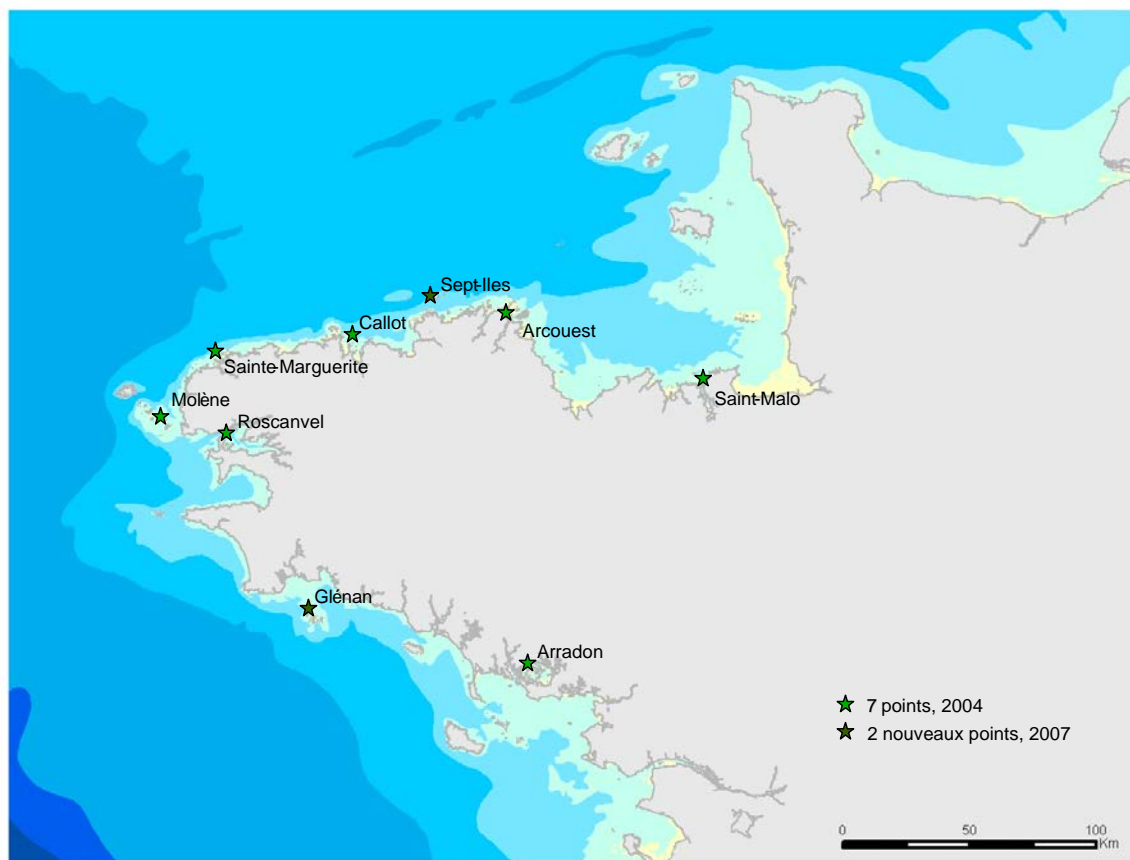
Une large majorité des surfaces occupées par ces écosystèmes, en particulier pour les herbiers de *Z. marina*, se situe en Bretagne (Hily et al. 2000). Ils constituent un enjeu très fort au niveau de la mise en oeuvre de Natura 2000 en milieu marin (ils appartiennent à l'habitat élémentaire 1110-01). Bien que certains herbiers de *Z. marina* se développent jusqu'à des profondeurs de - 5 mètres, ils se situent en grande majorité en zone infralittorale exondable aux cotes 0 à +2.

Ces plantes sensibles aux changements de l'environnement, intègrent l'ensemble des variations de l'environnement. Leur localisation et leur sensibilité les placent dans de nombreux sites en situation de stress. Menacés par la pression anthropique croissante sur l'espace littoral (Hily et Den Hartog, 1997), les herbiers sont d'excellents indicateurs des changements des conditions du milieu à l'échelle locale (pêche à pied, plaisance, marées vertes), régionale (eutrophisation) et globale (climatique). La surveillance de leur état de santé est d'un grand intérêt en soi, mais constitue également un indicateur de l'évolution des conditions de la qualité environnementale de la zone littorale à échelle régionale.

La caractérisation et le suivi de l'évolution des herbiers de zostères, sont réalisés par une triple approche : suivi des surfaces occupées par l'herbier, suivi des caractéristiques des populations, suivi de la structure et de la biodiversité des peuplements de faune et de flore associés. Dans ce document, il n'est fait allusion qu'au seul aspect stationnel (caractéristiques des populations et suivi de la structure et de la biodiversité des peuplements). L'inventaire des sites d'herbier et le suivi de l'évolution des herbiers font l'objet de documents complémentaires.

Les sites de suivi sélectionnés sont, du Nord au Sud : Saint Malo (Ille et Vilaine), la Pointe de l'Arcouest (face à l'île Bréhat, Côtes d'Armor), l'île Callot (dans la Baie de Morlaix au large de Carantec, Finistère), Ste Marguerite (Finistère), l'île de Molène (Finistère), Roscanvel

(Rade de Brest, Finistère), Arradon (golfe du Morbihan). Auxquels viennent s'ajouter les sites de l'archipel de Glénan et les Sept-Îles depuis 2007.



Carte des sites choisis pour le suivi des herbiers à *Zostera marina*.

Méthodologie

Pour chaque site suivi (voir la carte précédente), 3 points, répartis sur l'ensemble du site, font l'objet de prélèvements. Les prélèvements effectués sont les suivants :

- 1 prélèvement de sédiment au carottier
- 3 prélèvements de la macrofaune endogée, de 0,03m² chacun, sont réalisés au carottier, puis tamisés sur maille carrée de 1mm,
- 3 prélèvements de l'épifaune vagile, réalisés par un trait de haveneau de 10 m² chacun
- 1 prélèvement d'une quinzaine de pieds de *Zostera marina* pour étude des épiphytes
- prélèvement des pieds de *Zostera marina* présents dans 2 quadrats de 0,05 m² pour analyse de la vitalité de l'herbier (densité, biométrie foliaire...)
- comptage du nombre de pieds de *Zostera marina* dans 2 quadrats de 0,1 m² pour estimer la densité de l'herbier.
- 1 prélèvement d'une dizaine de pieds de *Zostera marina* pour l'étude des maladies de l'herbier.

Ce dernier prélèvement est effectué une seule fois pour l'ensemble du site, tandis que les autres prélèvements sont répétés sur chacun des trois points du site.

Les prélèvements faunistiques sont formolés en attendant leur analyse en laboratoire. Ils y sont triés, puis la faune est identifiée, le plus souvent possible jusqu'à l'espèce. Les autres prélèvements sont soit formolés, soit congelés en attendant leur analyse, excepté le prélèvement pour l'étude des maladies car les feuilles doivent être analysées dès le retour au laboratoire pour éviter que le dessèchement et le stress de la plante ne biaisent le résultat.

Pour plus de détails, consulter la fiche technique FT04-2006-01.doc Hily, C., 2006 « Suivi des herbiers de zostères » sur le site web Rebent (<http://www.rebent.org>).

3. L'échantillonnage en 2011

Sites suivis	Date de prélèvement	Commentaire
St Malo	18 04 2011	REBENT
Arcouest	20 03 2011	REBENT
Sept-Îles	21 03 2011	Point de référence DCE
Callot	19 04 2011	REBENT
Ste Marguerite	19 03 2011	REBENT
Molène	22 03 2011	Point de référence REBENT
Roscanvel	21 03 2011	REBENT
Glénan	18 04 2011	Point de référence DCE
Arradon	20 03 2011	REBENT

- **Échantillons de macrofaune**

Toutes les analyses ont été effectuées, ainsi que la saisie des résultats dans la base de données.

- **Autres traitements**

Tous les autres échantillons (granulométrie, mesures biométriques) ont été traités, et les résultats saisis dans la base de données.

4. Résultats de la surveillance

4.1. Documentation des figures

4.1.1. Granulométrie et taux de matière organique des sédiments

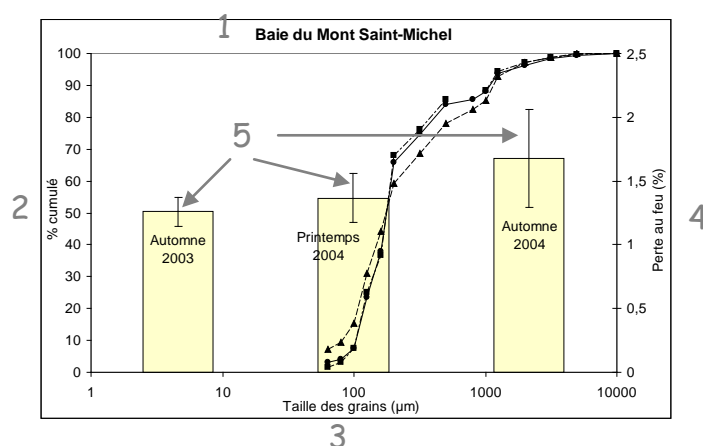
Les prélèvements de sédiments sont séparés en quatre : une partie sert à l'analyse granulométrique, les autres parties servent à la mesure du taux de matière organique présente dans le sédiment.

Pour l'analyse granulométrique, les sédiments sont passés sur une colonne de tamis, et chaque fraction granulométrique ainsi obtenue est pesée. Pour chaque fraction, le résultat est conservé sous forme de pourcentage par rapport à la masse totale de sédiment analysée.

Chaque fraction correspond à une gamme de taille de grain : par exemple, la fraction de 80µm à 100µm. La taille de grain retenue pour le graphique (axe des abscisses) correspond à la borne inférieure de la classe de particules (ex : 80 pour la fraction de 80µm à 100µm).

Pour la mesure du taux de matière organique (mesure de la quantité de carbone organique total), les sédiments sont passés au four à 450°C pendant 12h (perte au feu). Les résidus sont pesés, et le résultat est exprimé en pourcentage par rapport au poids de sédiments analysé. Trois mesures sont effectuées, afin d'obtenir un taux de matière organique moyen et son écart-type.

Les résultats sont présentés sous forme de courbes :



1 Titre : nom du site concerné (1 graphique / site)

2 Axe principal des ordonnées: pourcentage cumulé de chaque fraction

3 Axe principal des abscisses : taille des grains de sédiment en µm

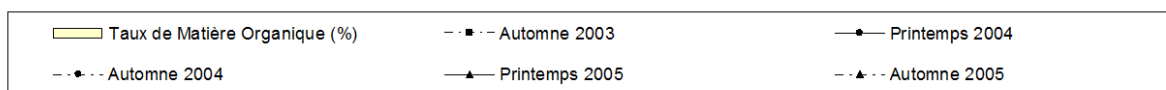
4 Axe secondaire des ordonnées : taux de matière organique en %

5 Ecart-type sur les taux de matière organique

} Analyse granulométrique

} Taux de Matière Organique

La légende des graphes est indiquée en bas de chaque page:



4.1.2. Histogrammes de richesse spécifique et d'abondance

La macrofaune endogée est prélevée à l'aide d'un carottier (3 carottes par prélèvement). Les carottes sont tamisées sur maille carrée d'1mm, puis formolées en attendant leur analyse en laboratoire.

L'analyse commence par un tri des organismes (séparation de la faune et des particules sédimentaires). Les organismes sont ensuite identifiés jusqu'à l'espèce (si possible), sous loupe binoculaire, voire au microscope pour les plus petits spécimens.

Les données obtenues à chaque saison sont présentées sous la forme d'une matrice d'abondance (Tableau 1).

Tableau 1 : Matrice d'abondance obtenue après analyse des prélèvements de macrofaune.

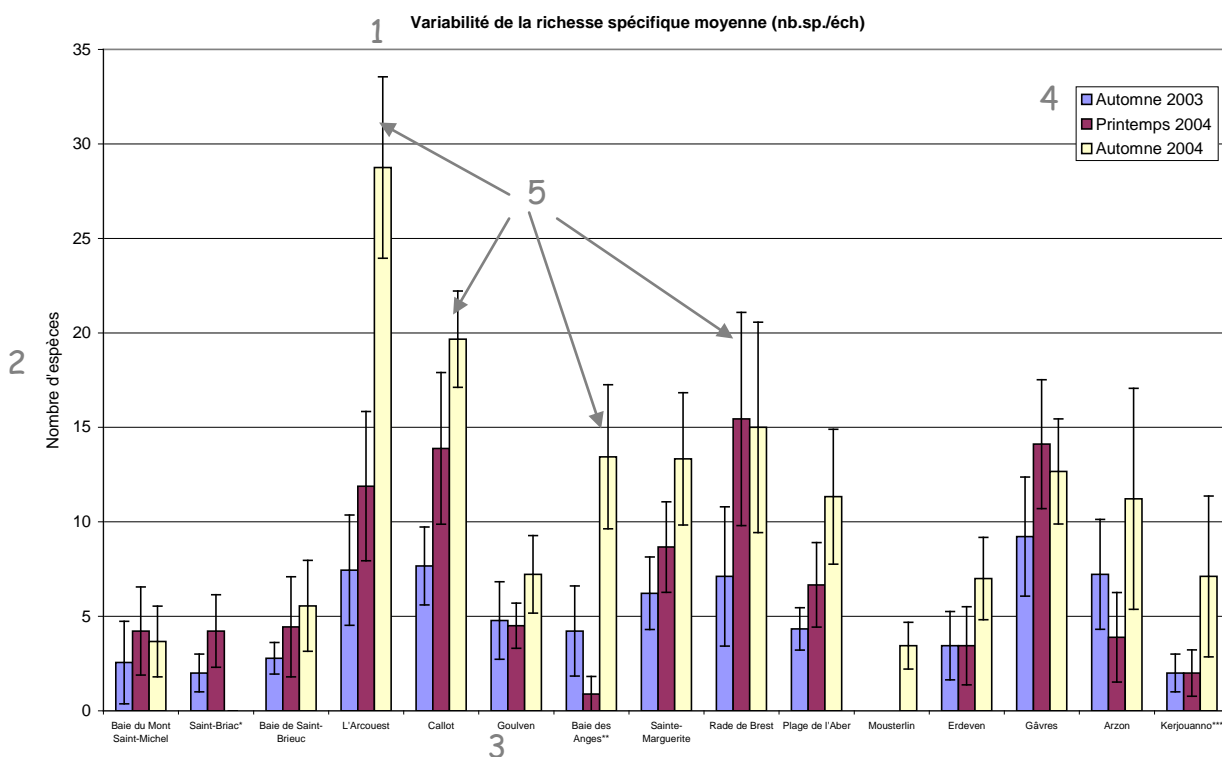
Espèces	Site X									
	Point1			Point2			Point3			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
<i>Espèce 1</i>										← Prélèvements
<i>Espèce 2</i>										
...										
<i>Espèce i</i>										
...										
<i>Espèce S</i>										
Abondance totale (nb.ind.)	N₁₁	N₁₂	N₁₃	N₂₁	N₂₂	N₂₃	N₃₁	N₃₂	N₃₃	

Les paramètres calculés à partir de cette matrice sont :

- La Richesse spécifique S : elle est représentée par le nombre total ou moyen d'espèces recensées par unité de surface [1] ($S = \text{nombre d'espèces de la zone d'étude}$)
- L'abondance totale N des individus dans chaque prélèvement

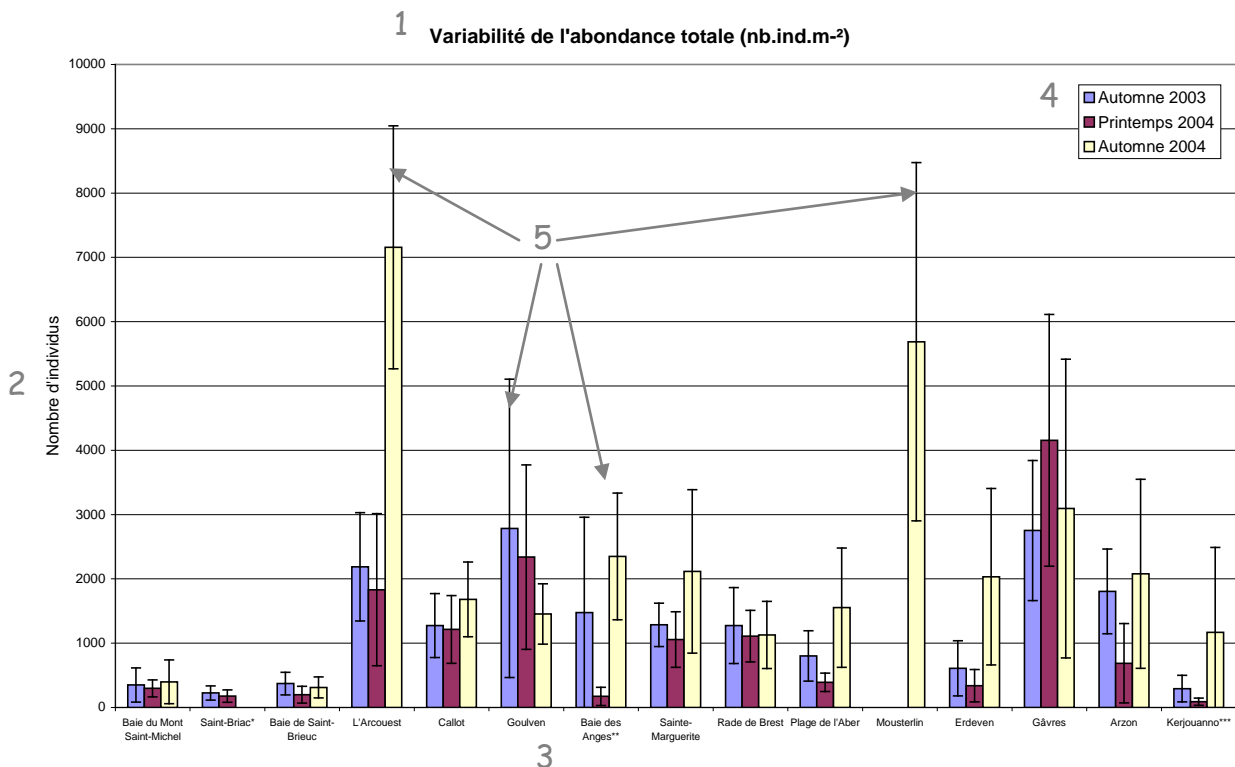
Ces paramètres sont ensuite moyennés sur l'ensemble des prélèvements d'un site.

La richesse spécifique moyenne (en nombre d'espèces par échantillon = nb. sp. / éch.) est représentée sur un même graphique pour tous les sites.



- 1 Titre du graphique : la richesse spécifique moyenne est exprimée en nombre d'espèces par échantillon = nb. Sp./éch.
- 2 Nombre moyen d'espèces dans les prélèvements
- 3 Nom des sites classés du nord au sud
- 4 Légende : 1 série d'histogramme par saison
- 5 Ecart-type sur la richesse spécifique moyenne

L'abondance totale (nombre total d'individus) des prélèvements est également moyennée sur l'ensemble du site, et ramenée au m². L'abondance totale moyenne est présentée pour l'ensemble des sites sur un même graphique.



- 1 Titre du graphique : l'abondance totale moyenne est exprimée en nombre d'individus par mètre carré = nb.ind.m⁻²
- 2 Nombre moyen d'individus dans les prélèvements
- 3 Nom des sites classés du nord au sud
- 4 Légende : 1 série d'histogramme par saison
- 5 Ecart-type sur l'abondance totale moyenne

4.1.3. Groupes écologiques (histogramme) et coefficient benthique (courbe)

Selon Grall & Coic (2005) [1] :

« L'indice biotique constitue une approche de la structure des peuplements benthiques en fonction du niveau de perturbation largement reprise par d'autres indices. Il repose sur l'utilisation de 5 groupes écologiques de polluosensibilités différentes, identifiés par Hily (1984).

Groupes écologiques de polluosensibilités différentes (d'après Hily, 1984) »

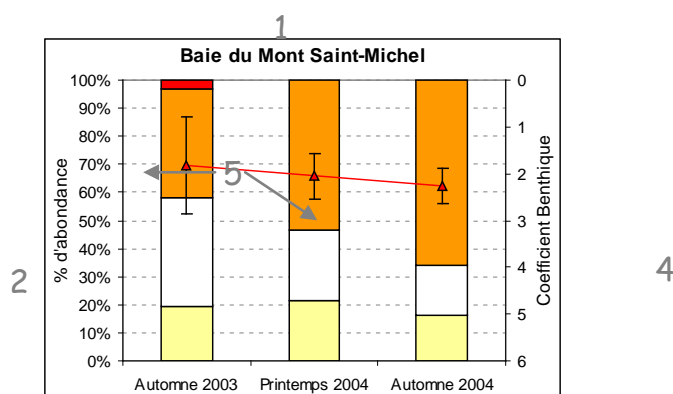
Groupe	Type d'espèces	Caractéristiques	Groupes trophiques
I	sensibles à une hypertrophisation	- largement dominantes en conditions normales - disparaissent les premières lors de l'enrichissement du milieu. - dernières à se réinstaller	- suspensivores, carnivores sélectifs, quelques dépositives tubicoles de subsurface
II	Indifférentes à une hypertrophisation	- espèces peu influencées par une augmentation de la quantité de MO	- carnivores et nécrophages peu sélectifs
III	Tolérantes à une hypertrophisation	- naturellement présentes dans les vases, mais, leur prolifération étant stimulée par l'enrichissement du milieu, elles sont le signe d'un déséquilibre du système	- dépositives tubicoles de surface profitant du film superficiel de chargé de MO
IV	Opportunistes de second ordre	- cycle de vie court (<1 an) proliférant dans les sédiments réduits	- dépositives de subsurface
V	Opportunistes de premier ordre	- prolifèrent dans les sédiments réduits sur l'ensemble de leur épaisseur jusqu'à la surface	- dépositives

Un groupe a été attribué à chaque espèce [1], selon le référentiel AMBI [3]:

« Basé sur le modèle de l'IB, le Coefficient Benthique (CB ou AMBI) a été créé pour le programme AZTI le long de la côte basque par Borja et al. (2000). Il consiste à pondérer le pourcentage de chaque groupe écologique présent par le poids de sa contribution dans la représentation du niveau de perturbation :

$$C = \{(0 \times \%G I) + (1,5 \times \%G II) + (3 \times \%G III) + (4,5 \times \%G IV) + (6 \times \%G V)\} / 1 \text{ »}$$

L'abondance totale de chaque groupe écologique pour chaque site est calculée (moyenne sur tous les prélèvements du site), ainsi que le coefficient benthique correspondant (calculé pour chaque prélèvement, puis moyenné sur le site). Les abondances des groupes sont représentées sous forme d'histogrammes sur 100% (% d'abondance de chaque groupe par rapport à l'abondance totale), et le coefficient benthique sous forme de points reliés.



1 Titre du graphique : nom du site concerné (1 graphique / site)

2 Axe principal des ordonnées: pourcentage d'abondance des différents groupes écologiques

3 Axe des abscisses : nom des campagnes

4 Axe secondaire des ordonnées : coefficient benthique

5 Ecart-type sur le coefficient benthique

La légende n'est pas reprise sur chaque graphique, mais indiquée en bas de chaque page pour ne pas surcharger les graphes :



Les chiffres romains correspondent aux groupes écologiques, BC au coefficient benthique.

4.1.4. Groupes trophiques (histogramme)

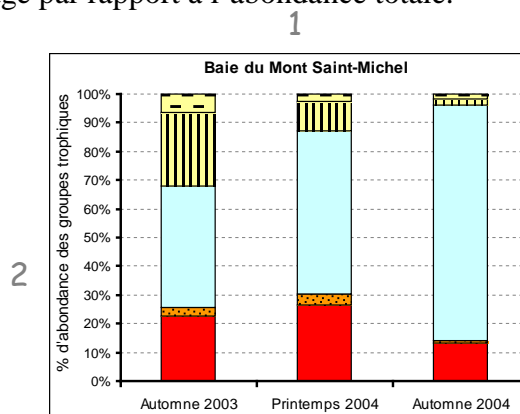
« Les organismes benthiques sont capables de trouver leur source de nourriture dans trois principaux types d'environnement : i) dans le sédiment, ii) à l'interface eau-sédiment, iii) dans la colonne d'eau au-dessus du sédiment. D'autre part, il est possible de discriminer les espèces en considérant la nourriture qu'elles ingèrent, qu'elle soit d'origine animale ou végétale, l'état de l'alimentation (vivante ou en décomposition), ou encore, le rapport de taille entre l'espèce et les particules qu'elles ingèrent :

Description sommaire des modes d'alimentation des groupes trophiques (classement retenu pour les espèces de macrofaune des bancs de maërl).

		Environnement	Nature	Etat	Rapport de taille
<i>C</i>	<i>Carnivores</i>	Indifférent	Animal	Vivant	Macrophage
<i>N</i>	<i>Nécrophages</i>	Indifférent	Animal	Mort	Macrophage
<i>H</i>	<i>Herbivores</i>	Interface	Végétal	Vivant	Macrophage
<i>DT</i>	<i>Détritivores</i>	Interface	Végétal	Mort	Macrophage
<i>S</i>	<i>Suspensivores</i>	Colonne d'eau	Mixte	Mixte	Microphage
<i>DS</i>	<i>Dépositivores sélectifs</i>	Interface	Mixte	Mixte	Microphage
<i>DNS</i>	<i>Dépositivores non sélectifs</i>	Sédiment	Mixte	Mixte	Microphage
<i>μB</i>	<i>Microbrouleurs</i>	Interface	Mixte	Vivant	Microphage

La classification présentée est adaptée de Hily et Bouteille (1999), elle a été utilisée dans le cas de la rade de Brest et du golfe du Morbihan (Grall et Glémarec, 1997 b ; Afli et Glémarec, 2000) (...). »

Après avoir attribué un groupe à chaque espèce, l'abondance totale de chaque groupe au sein de chaque prélèvement est calculée. Elle est ensuite moyennée sur l'ensemble du site, puis représentée en pourcentage par rapport à l'abondance totale.



1 Titre du graphique : nom du site concerné (1 graphique / site)

2 Pourcentage d'abondance des différents groupes trophiques

3 Nom des campagnes

La légende figure une seule fois en bas de chaque page afin de ne pas surcharger les graphes :

■ C ■ N ■ DT ■ S ■ DS ■ DNS ■ uB ■ H ■ NoR

Les lettres correspondent aux codes des groupes (voir tableau précédent). Le groupe "NoR" correspond aux espèces dont le groupe trophique n'est pas renseigné à ce jour, en raison de l'état des connaissances scientifiques actuelles.

Il faut d'ailleurs être prudent sur l'interprétation des structures trophiques des sites : l'attribution des espèces à un groupe trophique doit faire l'objet de multiples expertises par les spécialistes.

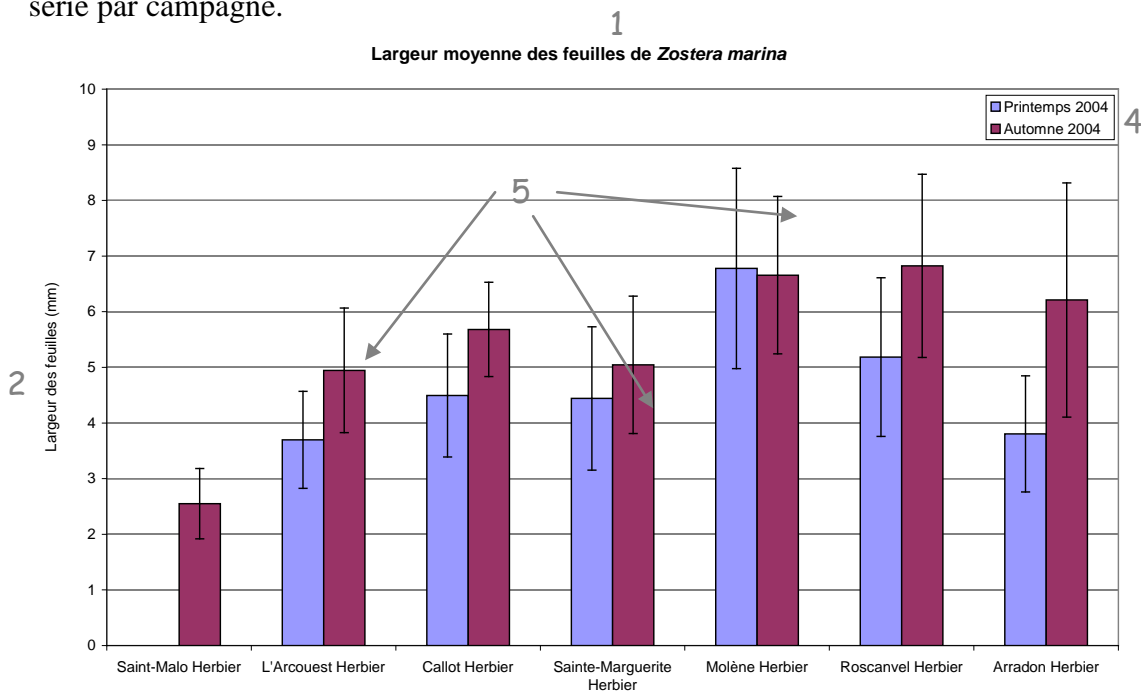
4.1.5. Vitalité des zostères

La vitalité (santé) d'un à *Zostera marina* peut être évaluée grâce à plusieurs paramètres :

- largeur moyenne des feuilles
- longueur maximale des feuilles
- nombre de feuilles par pied de zostère
- surface utile de zostère, c'est-à-dire la surface de zostère sur laquelle peuvent se fixer des organismes, ce qui correspond à la foliaire développée + la surface de la gaine
- biomasse foliaire des zostères
- biomasse des rhizomes
- densité des pieds

Ces paramètres sont mesurés sur les pieds de *Zostera marina* prélevés dans les quadrats de 0,05 m² (voir la méthodologie). Les pieds, ainsi que les feuilles, sont mesurés uns à uns, puis les paramètres descriptifs sont calculés et moyennés sur l'ensemble du site.

Chacun de ces paramètres est représenté sur un histogramme montrant tous les sites, avec une série par campagne.



1 Titre du graphique : nom du paramètre représenté

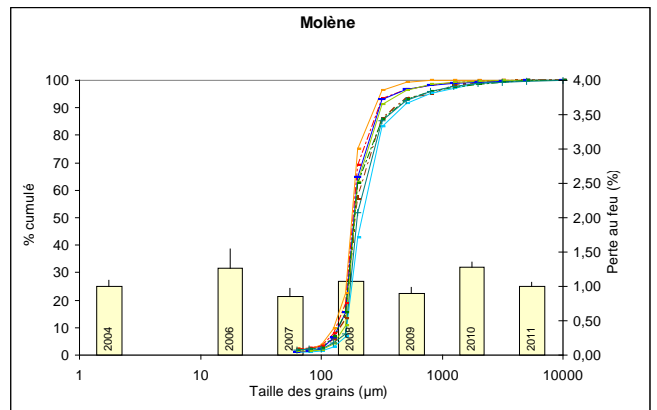
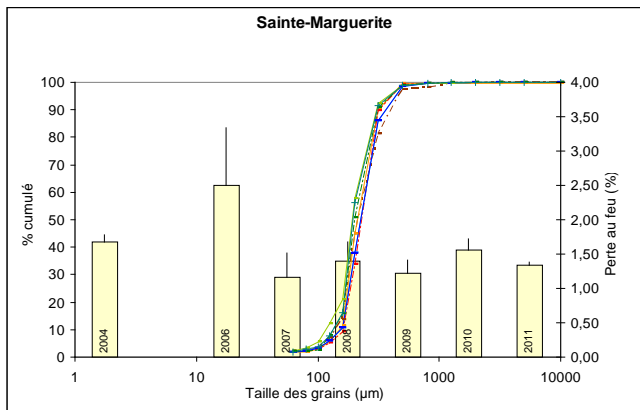
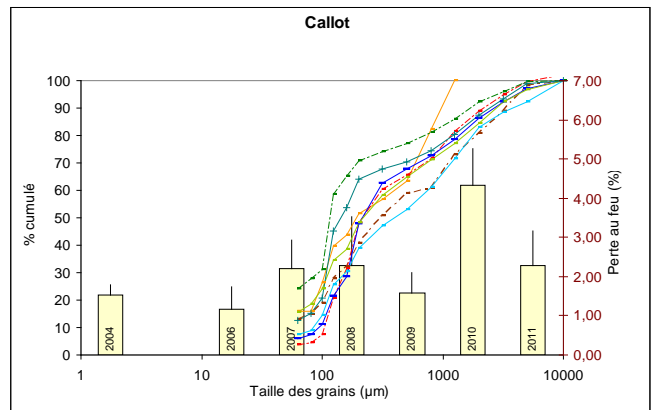
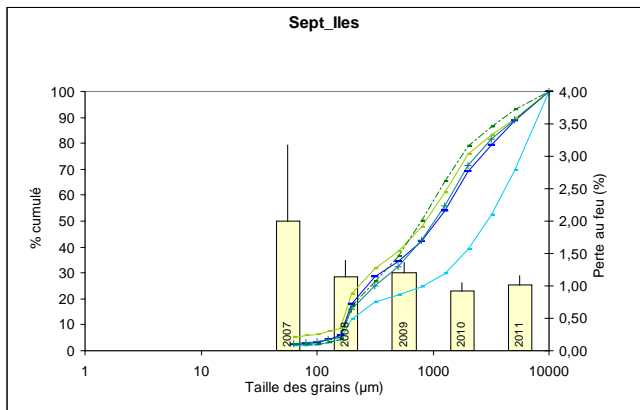
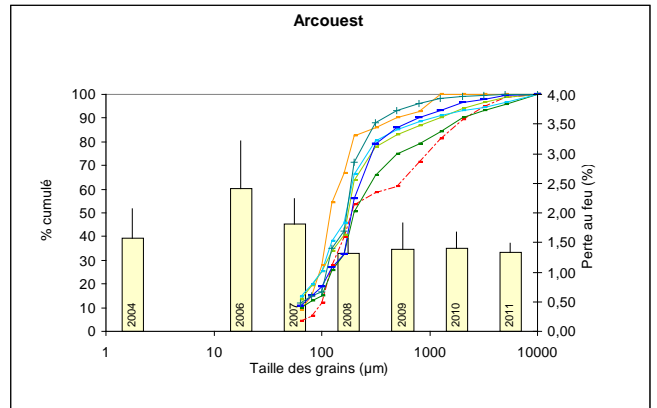
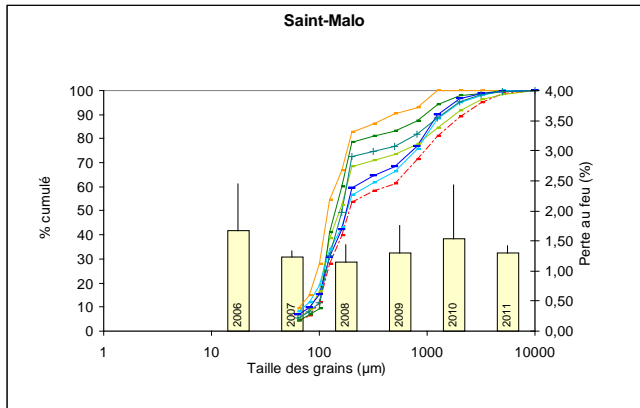
2 Valeur du paramètre

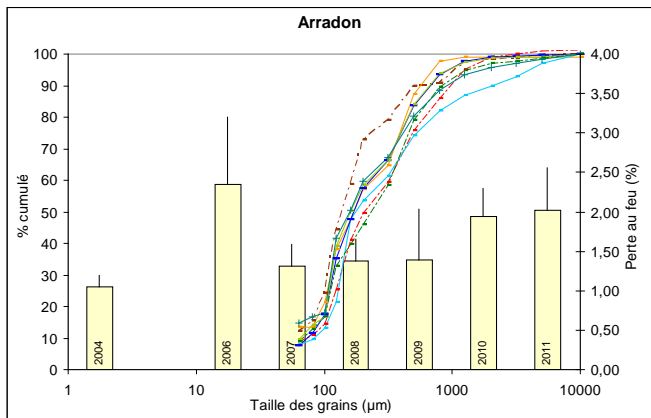
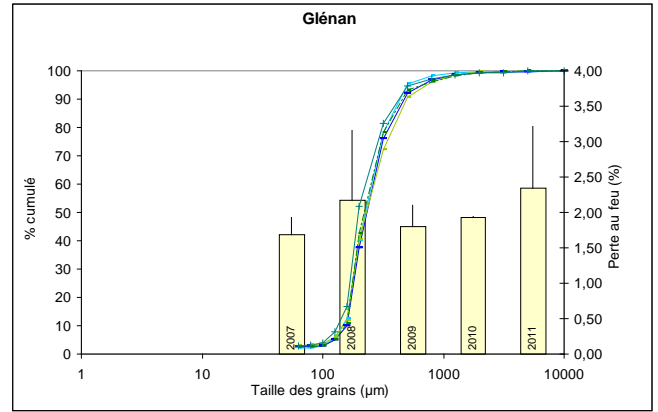
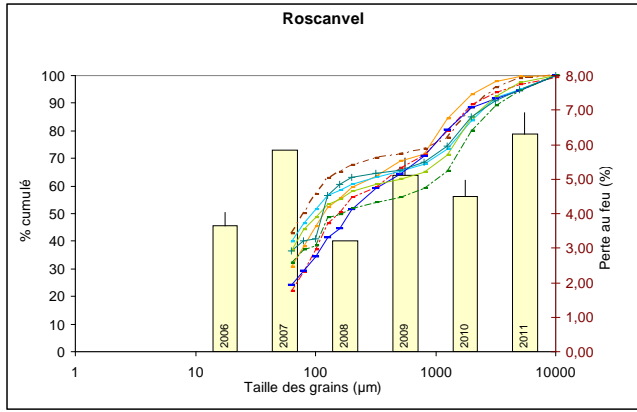
3 Nom des sites classés du nord au sud

4 Légende : 1 série d'historgramme par saison

5 Ecart-type sur le paramètre

4.2. Analyse sédimentaire





Granulométrie des Herbiers

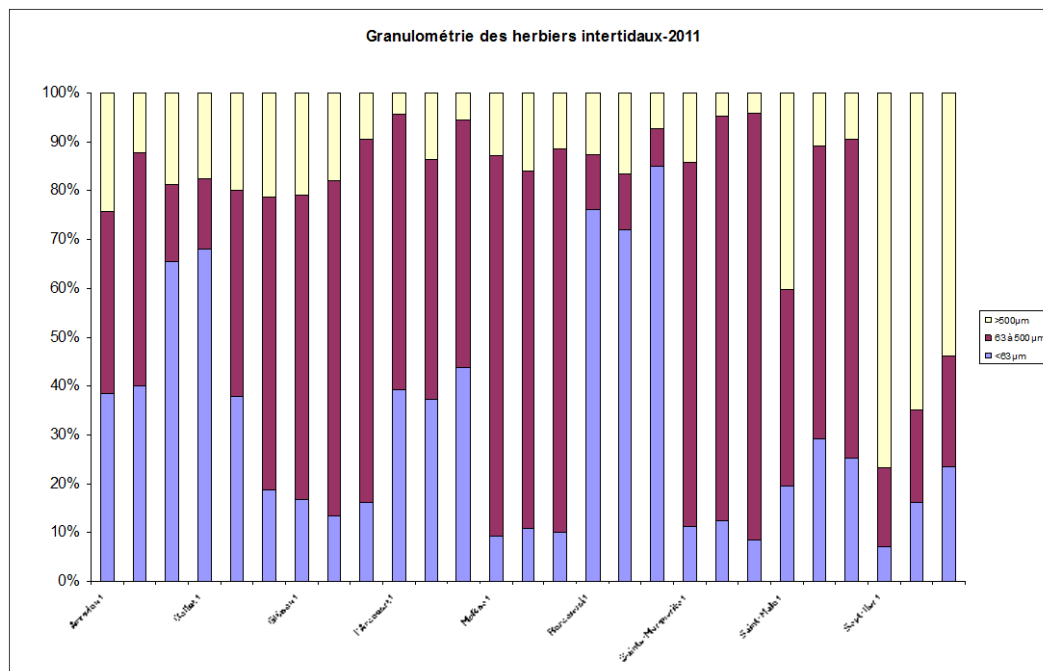
Les données sont présentées en tableaux extraits de la base Marben. Les résultats sont exprimés en pourcentage de poids sec de sédiment par classe granulométrique.

Ces données sont synthétisées dans les histogrammes regroupant les classes de taille de grains dans les trois grandes catégories sédimentaires : vases (<63 µm), sables fins (63 – 500 µm), sables grossiers (>500 µm). Pour chaque site et chaque campagne trois répliqués sont analysés.

Granulométrie (%) - 2011

Paramètre	Arradon			Callot			Glénan			Arcouest			Molène		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
< 63 µm	8,19	8,72	21,47	23,35	7,96	3,20	2,82	2,19	2,70	8,45	7,83	9,98	1,44	1,73	1,58
63 à 80 µm	0,65	1,77	3,01	2,00	1,21	0,32	0,23	0,25	0,22	5,57	1,62	2,99	0,03	0,11	0,12
80 à 100 µm	0,79	2,30	3,49	3,84	3,23	0,50	0,29	0,43	0,36	3,82	2,81	2,34	0,14	0,75	0,19
100 à 125 µm	0,82	1,44	1,72	6,70	9,25	0,68	0,46	0,90	0,52	2,20	1,22	1,00	0,09	0,61	0,13
125 à 160 µm	20,74	40,27	9,79	9,99	21,68	41,92	2,30	4,83	4,86	17,87	15,69	22,15	2,04	2,76	1,48
160 à 200 µm	9,89	11,59	4,58	3,14	9,05	12,92	5,31	9,15	12,42	6,16	7,13	8,61	3,28	2,83	3,66
200 à 315 µm	15,34	8,83	3,62	5,32	14,49	11,16	29,78	34,63	41,59	29,29	27,16	29,58	48,02	39,80	44,26
315 à 500 µm	7,09	6,28	9,70	3,30	3,87	3,97	34,19	27,45	26,36	19,78	16,28	14,37	31,06	33,68	35,94
500 µm à 1000 µm	8,15	7,80	23,23	2,23	1,82	3,74	17,91	12,64	8,87	4,27	7,62	4,06	6,87	8,01	6,80
1000 à 1250 µm	8,90	3,73	11,77	3,13	3,54	5,64	3,26	2,73	1,26	1,46	5,36	2,35	3,61	4,31	2,39
1250 à 2000 µm	7,71	2,28	4,60	5,21	5,38	7,37	2,25	1,69	0,42	0,59	3,68	1,39	1,75	2,46	1,10
2000 à 3150 µm	4,08	0,99	1,73	10,85	6,02	4,39	0,75	1,24	0,12	0,30	2,23	0,48	0,96	1,72	0,54
3150 à 5000 µm	2,66	0,62	0,50	11,28	4,79	1,97	0,14	0,68	0,09	0,16	0,86	0,22	0,46	0,94	0,56
5000 à 10000 µm	3,15	0,88	0,55	9,01	5,76	1,80	0,31	1,13	0,01	0,09	0,50	0,16	0,25	0,27	0,12
> 10000 µm	1,84	2,49	0,25	0,66	1,94	0,42	0,00	0,07	0,20	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	1,13

Paramètre	Roscanvel			Ste Marguerite			St Malo			Sept Iles		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
< 63 µm	31,27	26,79	44,75	1,76	1,97	1,28	3,34	5,57	4,60	1,08	2,71	4,23
63 à 80 µm	0,79	2,15	3,99	0,33	0,64	0,08	0,20	1,17	1,64	0,15	0,22	0,36
80 à 100 µm	2,46	4,98	3,09	0,61	1,45	0,16	0,17	2,01	4,95	0,26	0,35	0,46
100 à 125 µm	0,33	1,90	0,64	0,74	1,92	0,16	0,07	1,42	9,97	0,20	0,27	0,34
125 à 160 µm	15,69	16,67	14,01	3,24	6,93	2,35	4,38	28,82	25,05	0,67	1,38	0,68
160 à 200 µm	8,42	1,40	2,07	4,57	8,73	11,41	13,18	26,66	14,32	0,46	0,93	1,06
200 à 315 µm	3,08	2,23	2,73	33,09	44,58	42,40	28,01	17,92	23,97	8,35	9,88	13,53
315 à 500 µm	1,98	0,83	1,93	39,94	28,42	37,74	2,07	1,77	3,34	7,08	8,70	12,07
500 µm à 1000 µm	1,34	0,35	1,29	13,74	4,98	3,86	1,44	2,60	2,23	6,25	3,61	12,02
1000 à 1250 µm	3,71	1,48	3,07	1,57	0,26	0,40	4,90	5,01	4,24	12,57	4,94	13,07
1250 à 2000 µm	7,59	4,00	5,84	0,28	0,09	0,13	10,71	5,65	3,87	18,97	7,82	13,38
2000 à 3150 µm	13,29	11,31	7,47	0,11	0,03	0,00	18,63	0,94	0,81	22,59	12,81	11,04
3150 à 5000 µm	5,40	6,90	5,76	0,00	0,01	0,04	8,49	0,21	0,09	12,17	12,71	5,13
5000 à 10000 µm	3,45	5,61	2,82	0,02	0,00	0,00	3,94	0,24	0,06	7,47	10,60	5,13
> 10000 µm	1,21	13,40	0,56	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00	0,86	1,72	23,06	7,48



4.3. Abondance et richesse spécifique

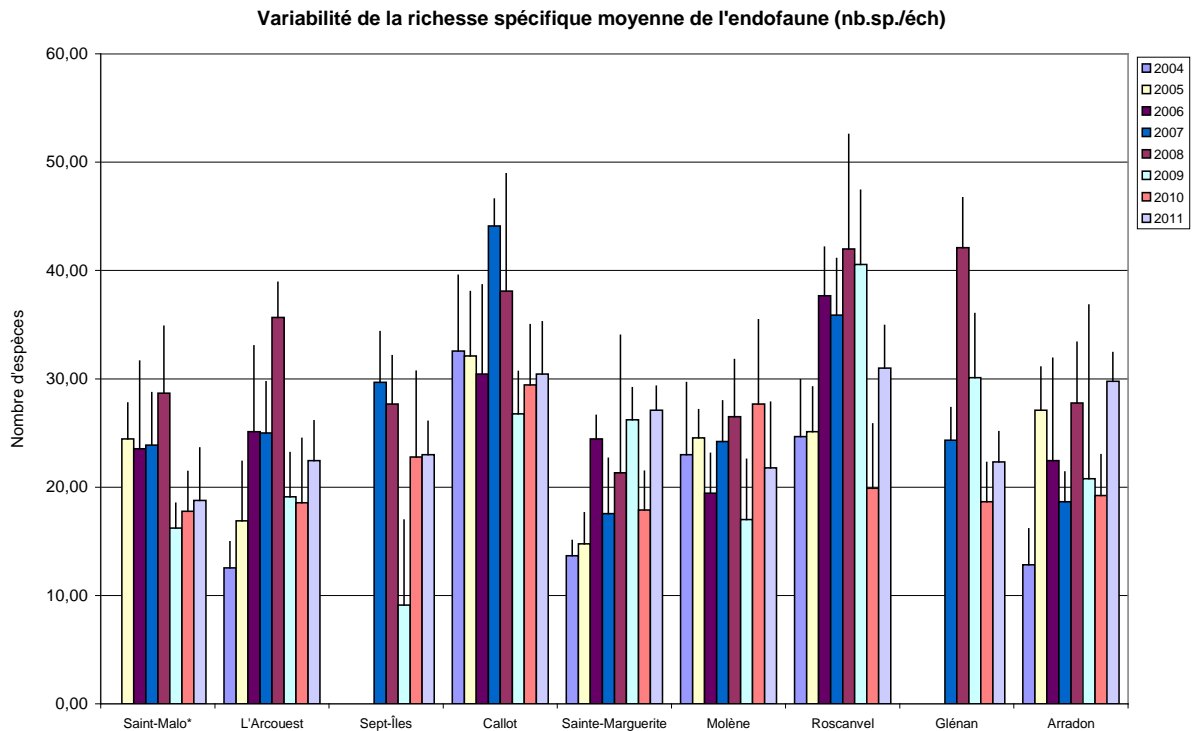
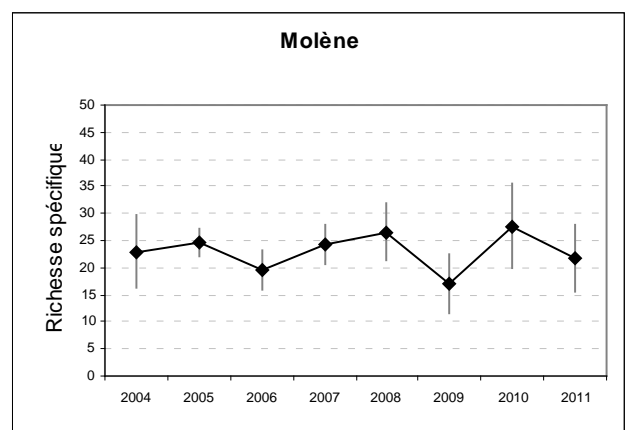
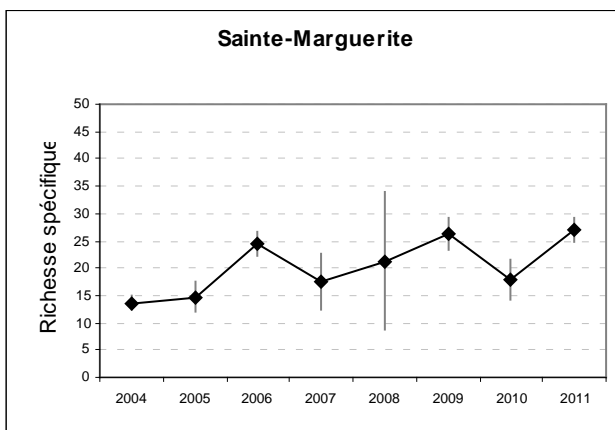
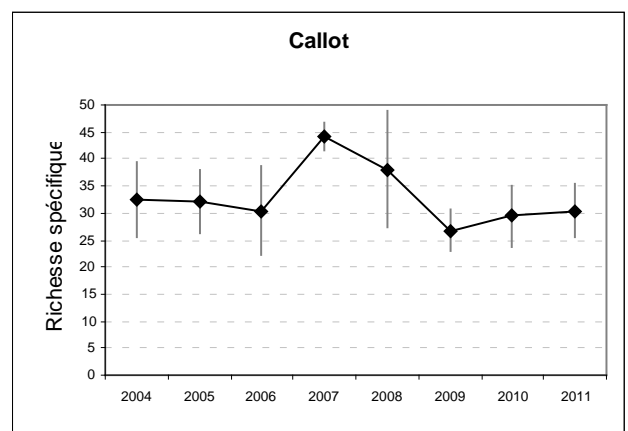
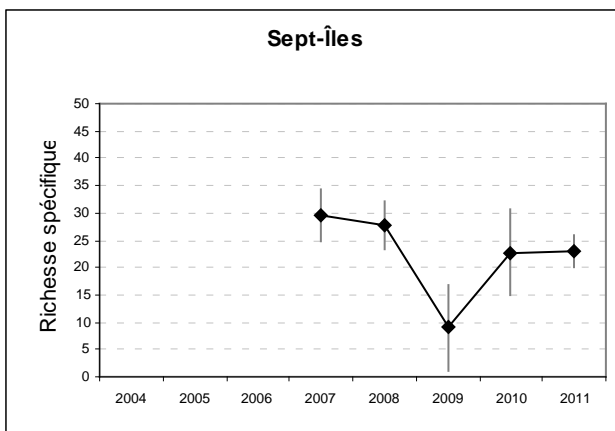
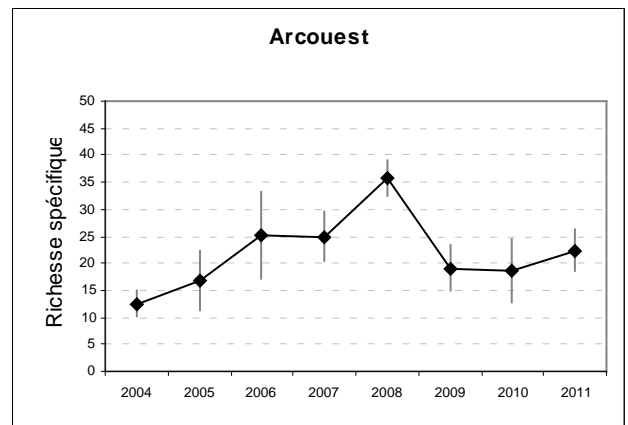
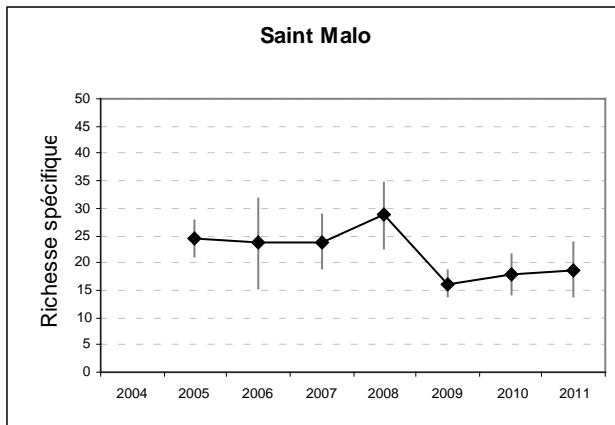
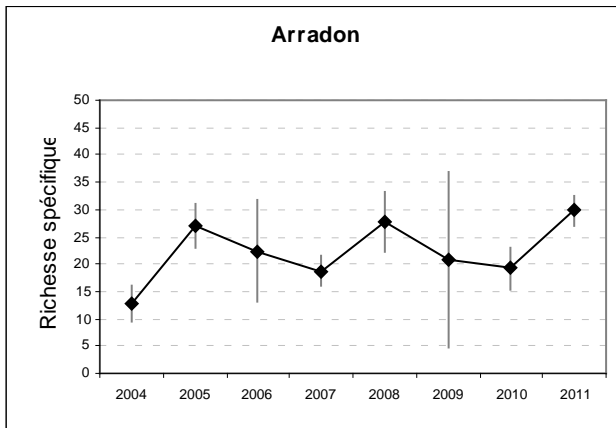
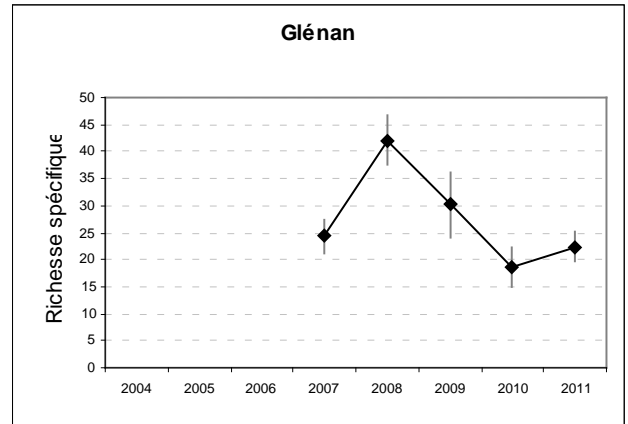
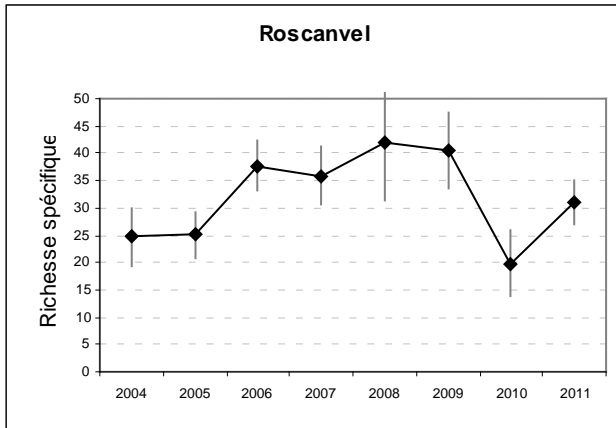


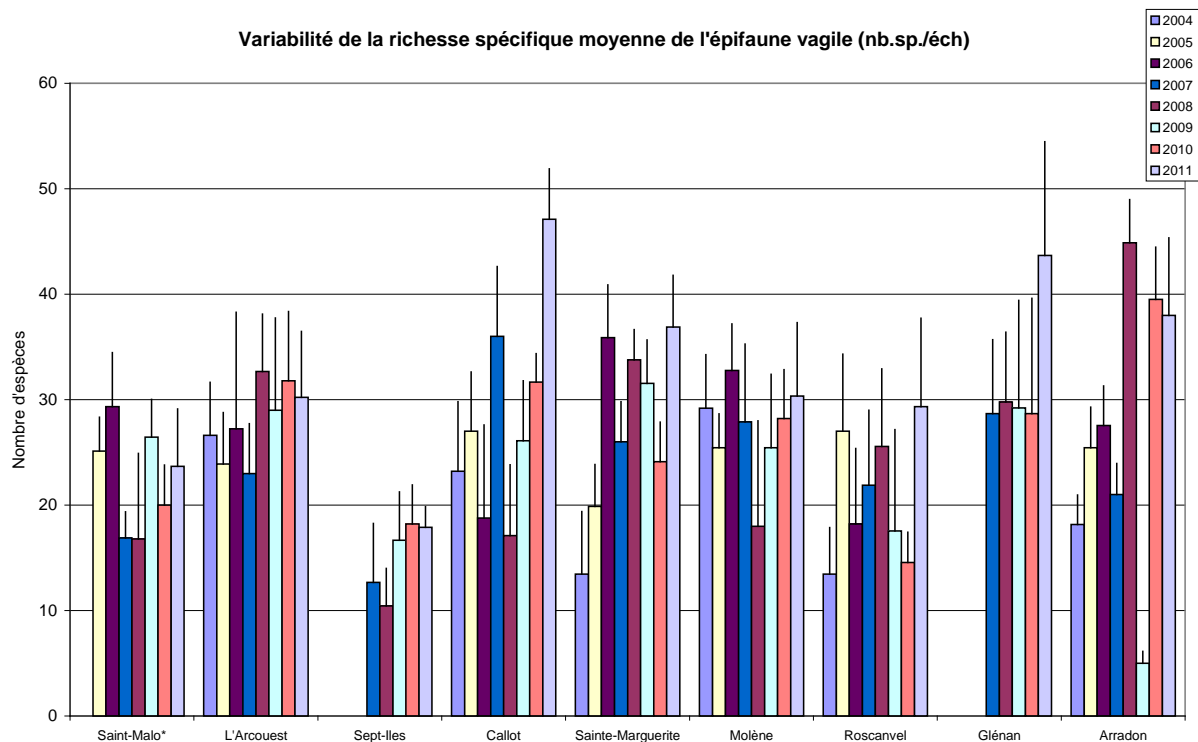
Tableau 2 : Endofaune – Richesse spécifique moyenne par échantillon.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Saint-Malo*		24,44	23,56	23,89	28,67	16,22	17,78	18,78
L'Arcouest	12,56	16,89	25,11	25,00	35,67	19,11	18,56	22,44
Sept-Îles				29,67	27,67	9,11	22,78	23,00
Callot	32,56	32,11	30,44	44,11	38,11	26,78	29,44	30,44
Sainte-Marguerite	13,67	14,78	24,44	17,56	21,33	26,22	17,89	27,11
Molène	23,00	24,56	19,44	24,22	26,50	17,00	27,67	21,78
Roscanvel	24,67	25,11	37,67	35,89	42,00	40,56	19,89	31,00
Glénan				24,33	42,11	30,11	18,67	22,33
Arradon	12,83	27,11	22,44	18,67	27,78	20,78	19,22	29,78

Endofaune - Variabilité de la richesse spécifique moyenne (nb sp./échantillon), représentation par site.





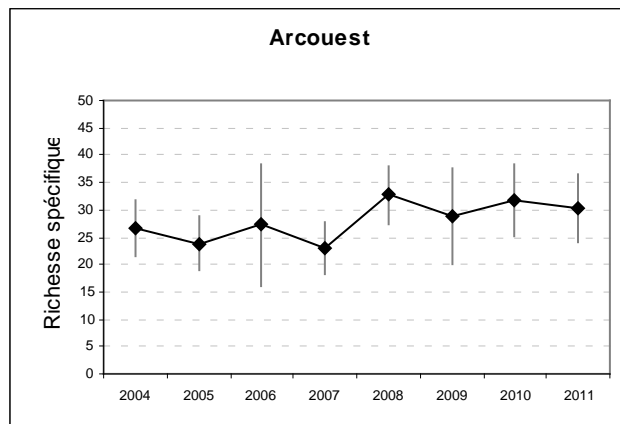
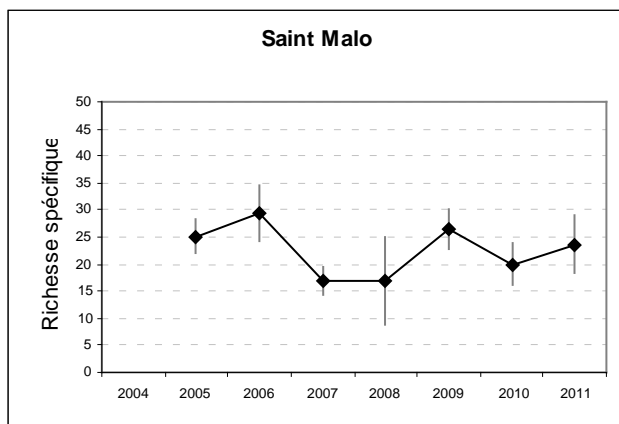


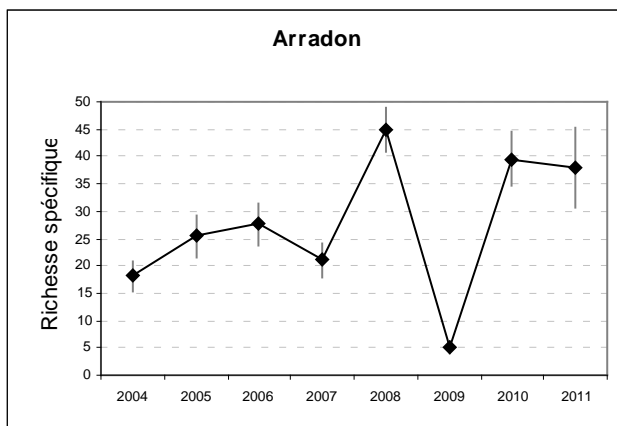
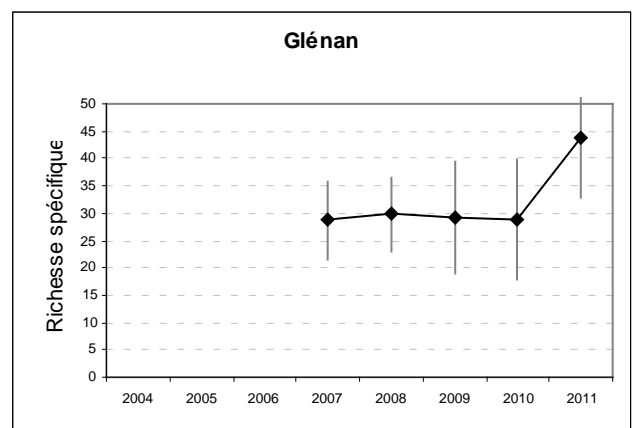
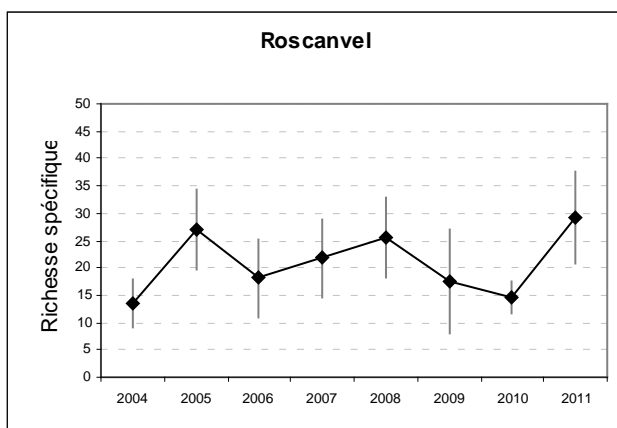
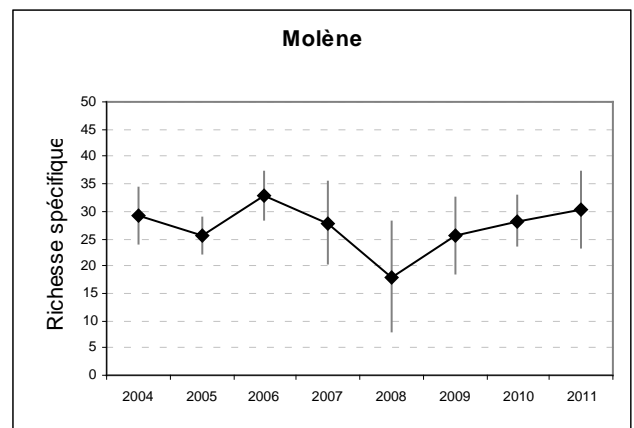
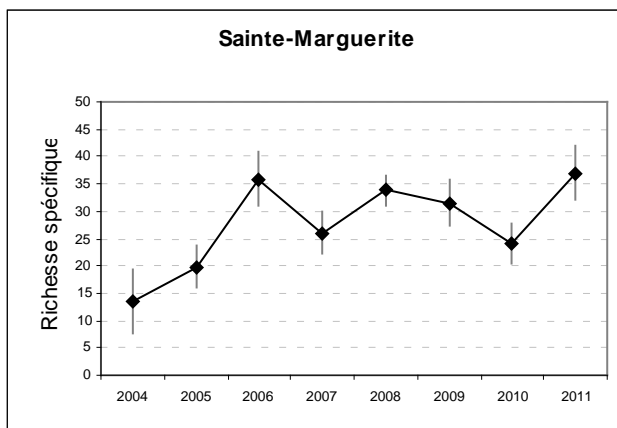
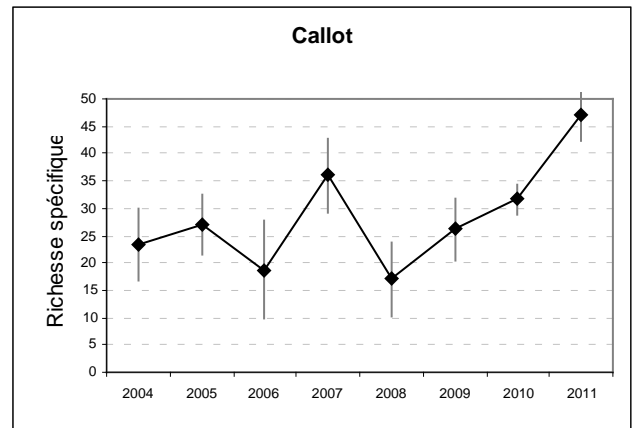
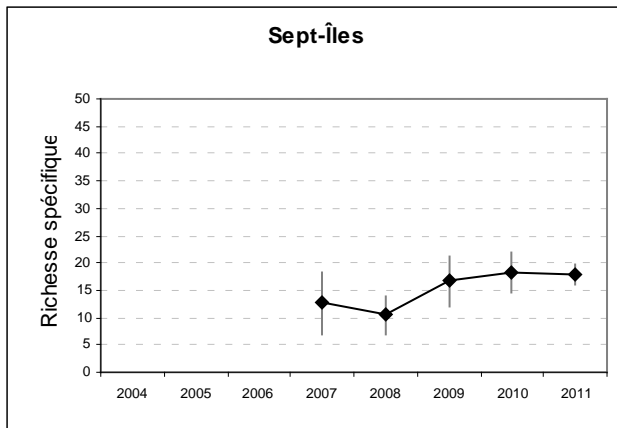
* Le site de Saint-Malo n'est suivi que depuis l'automne 2004.

Tableau 3 : Epifaune - Richesse spécifique moyenne par échantillon.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Saint-Malo*		25,11	29,33	16,89	16,78	26,44	20,00	23,67
L'Arcouest	26,63	23,89	27,22	23,00	32,67	29,00	31,78	30,22
Sept-Îles				12,67	10,44	16,67	18,22	17,89
Callot	23,22	27,00	18,78	36,00	17,11	26,11	31,67	47,11
Sainte-Marguerite	13,44	19,89	35,89	26,00	33,78	31,56	24,11	36,89
Molène	29,20	25,44	32,78	27,89	18,00	25,44	28,22	30,33
Roscanvel	13,44	27,00	18,22	21,89	25,56	17,56	14,56	29,33
Glénan				28,67	29,78	29,22	28,67	43,67
Arradon	18,17	25,44	27,56	21,00	44,89	5,00	39,50	38,00

Epifaune - Variabilité de la richesse spécifique moyenne (nb sp. /échantillon), représentation par site.





Variabilité de l'abondance totale de l'endofaune (nb.ind.m⁻²)

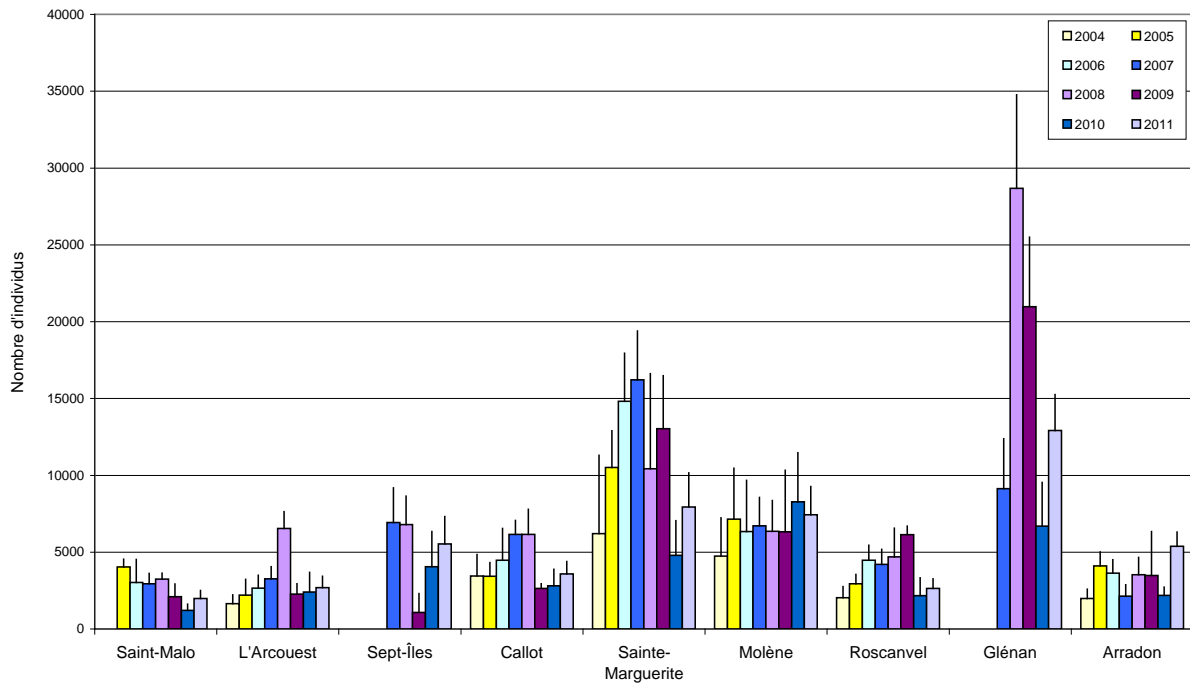
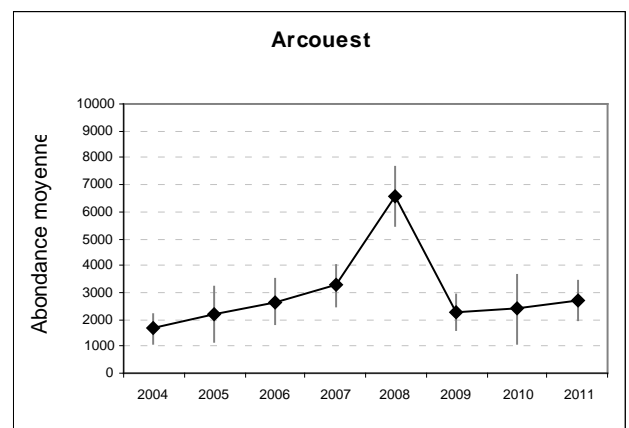
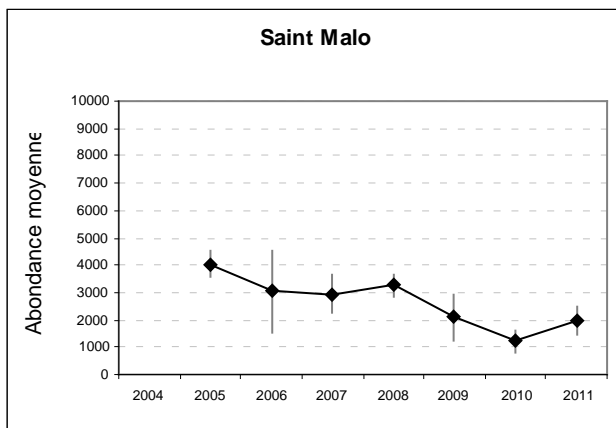
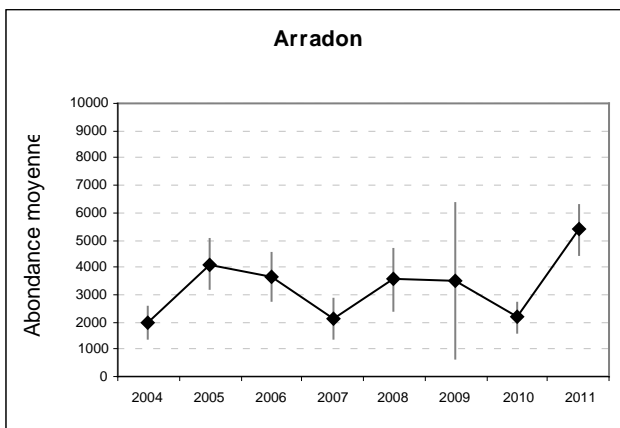
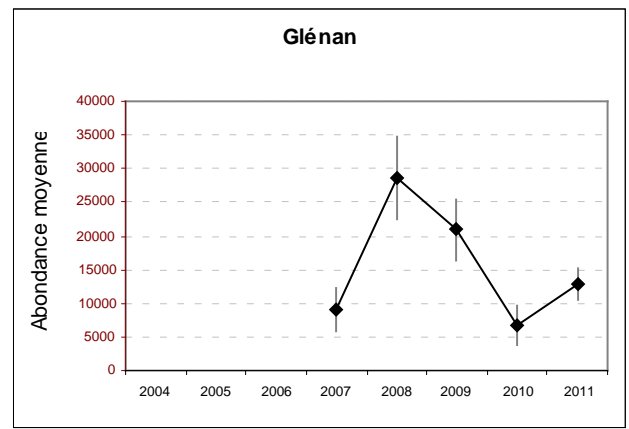
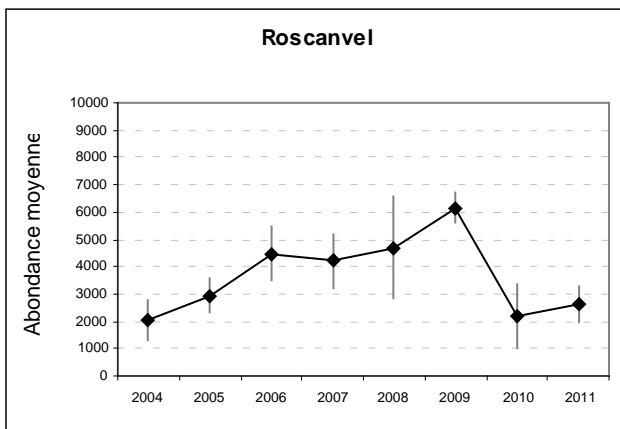
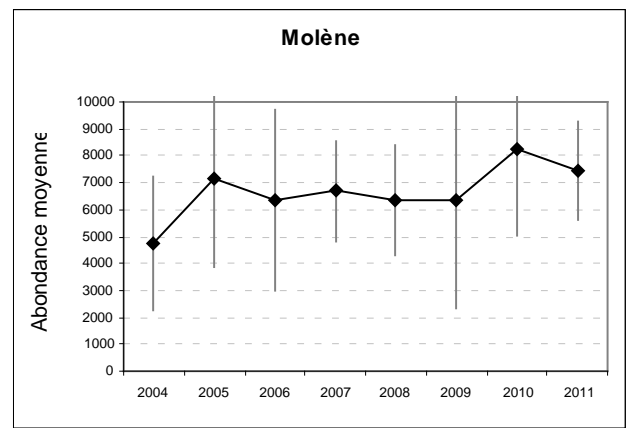
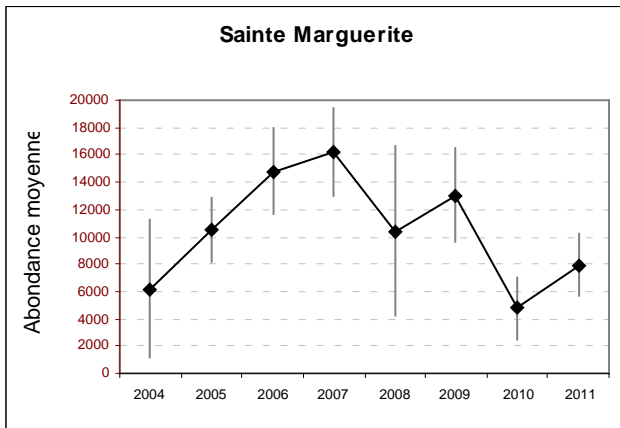
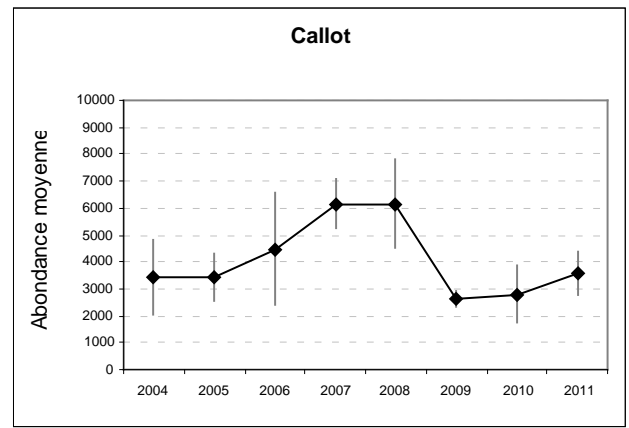
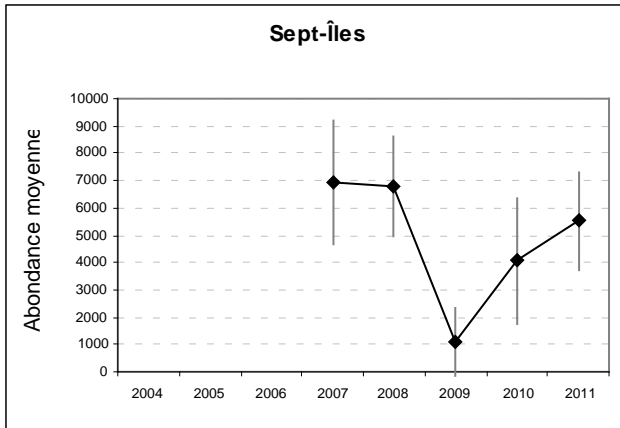


Tableau 4 : Endofaune - Abondance totale moyenne de chaque site (en nombre d'individus par m²).

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Saint-Malo		4044	3030	2952	3252	2096	1215	1981
L'Arcoüest	1652	2200	2652	3256	6548	2270	2407	2689
Sept-Îles				6933	6804	1078	4056	5533
Callot	3456	3437	4470	6148	6152	2648	2804	3585
Sainte-Marguerite	6204	10515	14815	16222	10430	13033	4793	7944
Molène	4744	7152	6333	6704	6356	6322	8270	7441
Roscanvel	2037	2937	4481	4211	4700	6141	2178	2633
Glénan				9126	28674	20978	6696	12922
Arradon	1983	4096	3642	2137	3541	3481	2181	5389

Endofaune - Variabilité de l'abondance moyenne (nb sp. /m²), représentation par site.





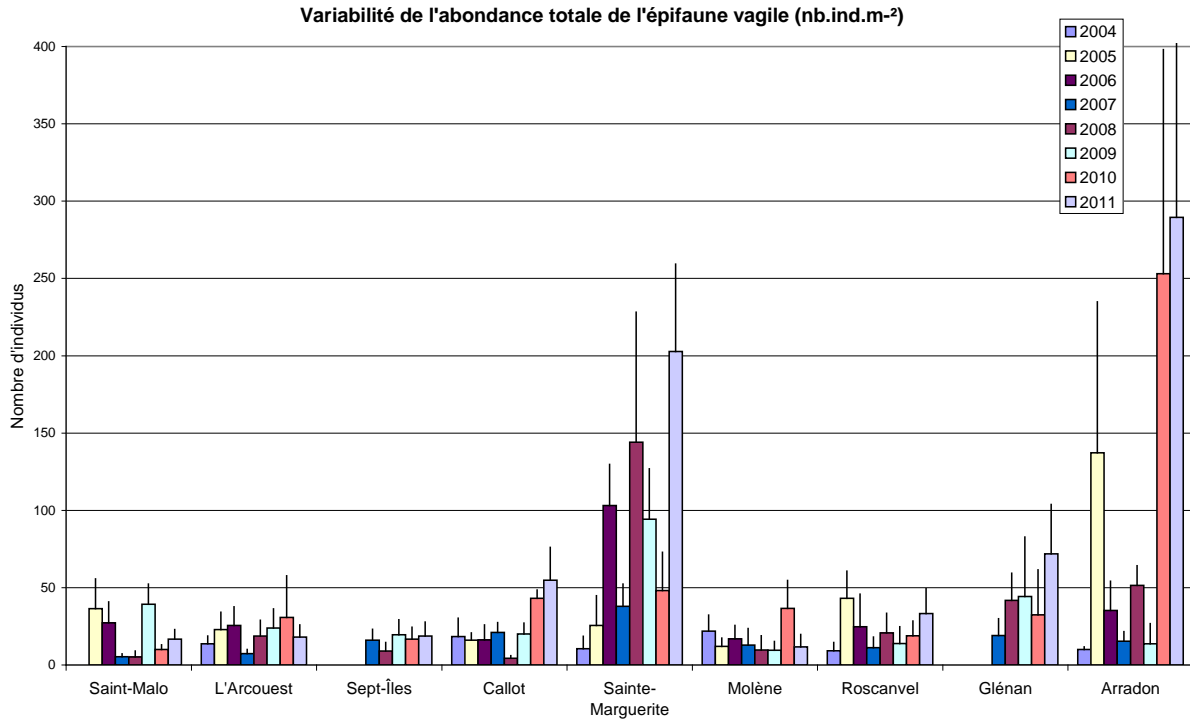
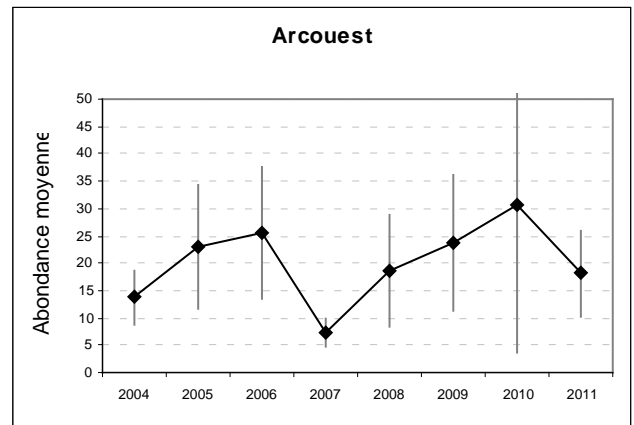
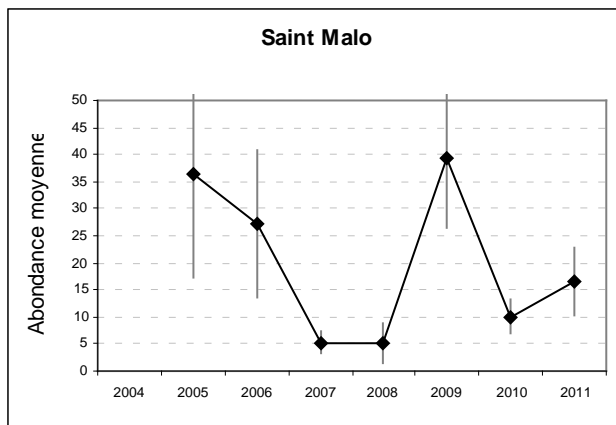
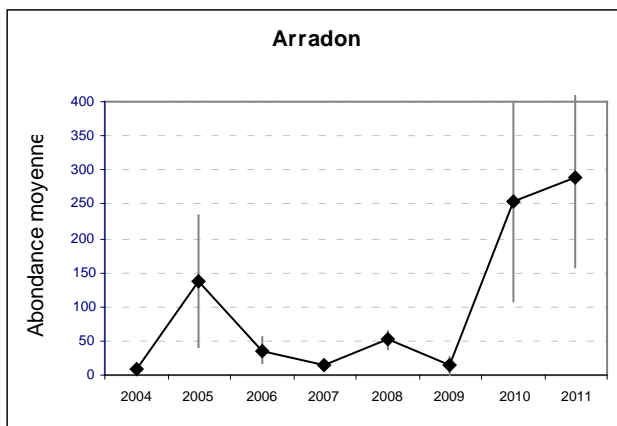
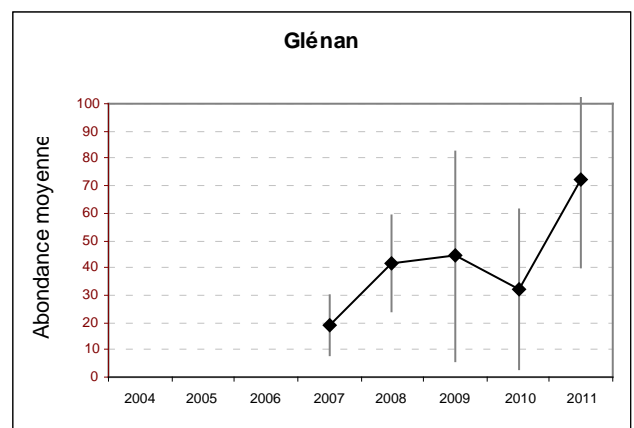
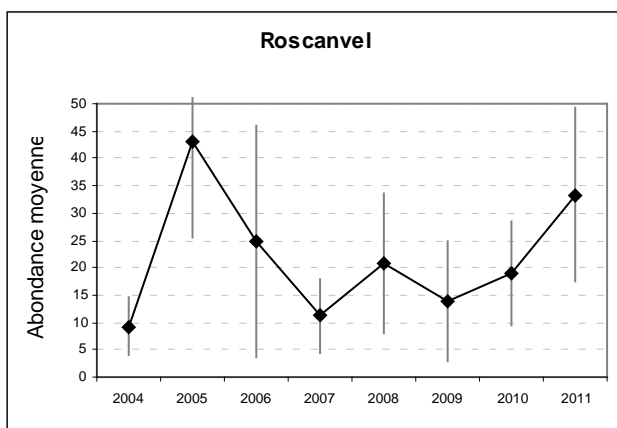
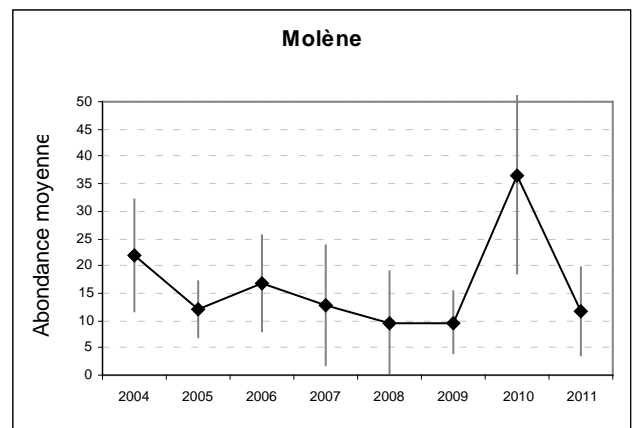
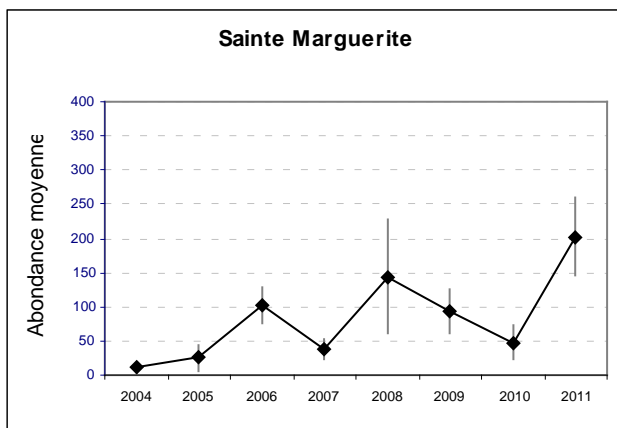
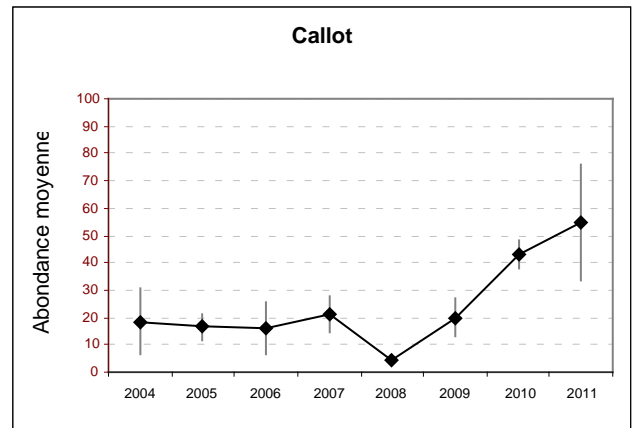
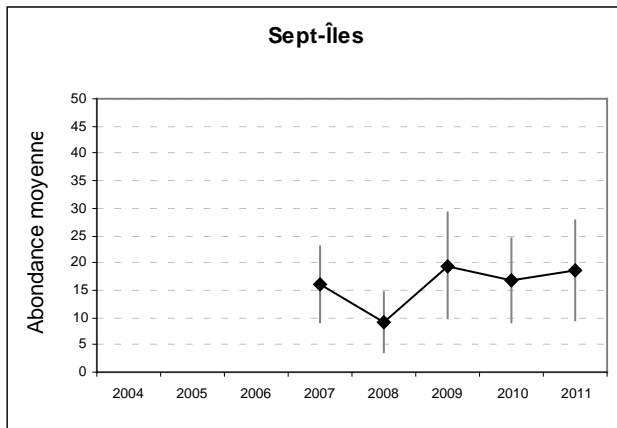


Tableau 5 : Epifaune - Abondance totale moyenne de chaque site (en nombre d'individus par m²).

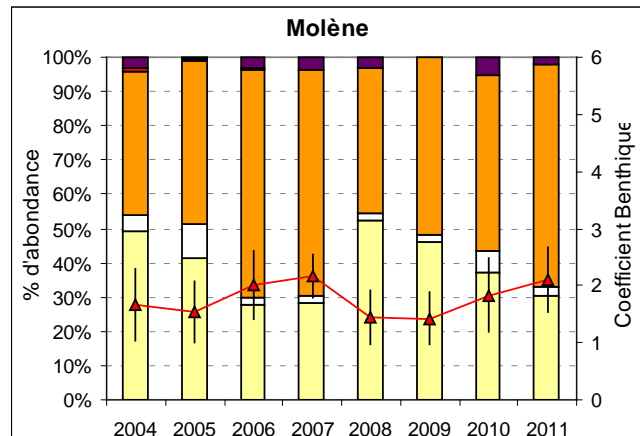
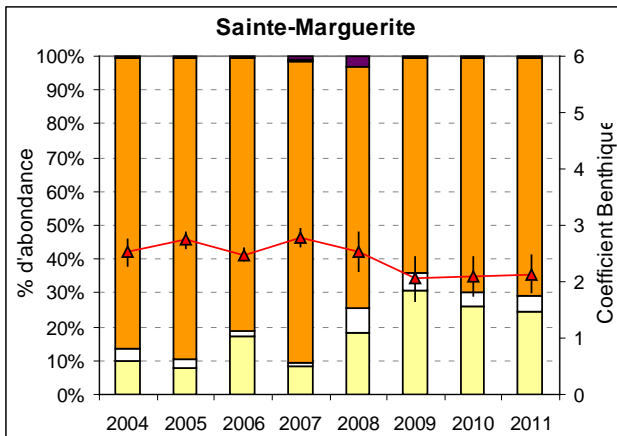
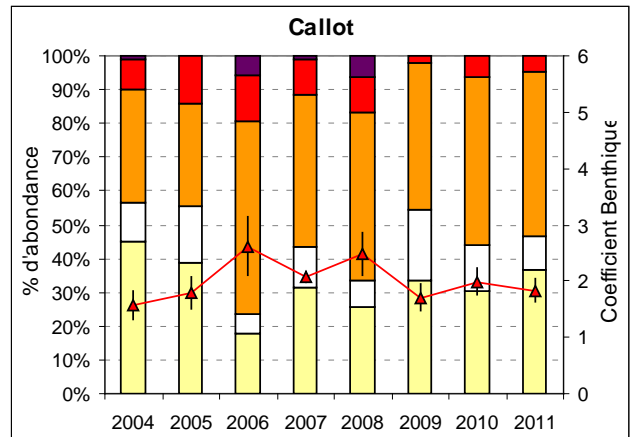
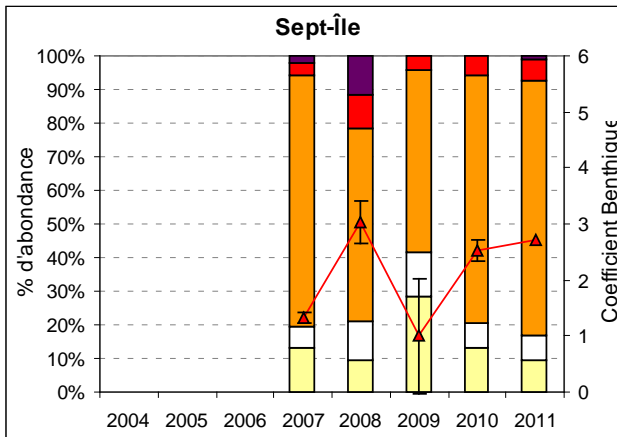
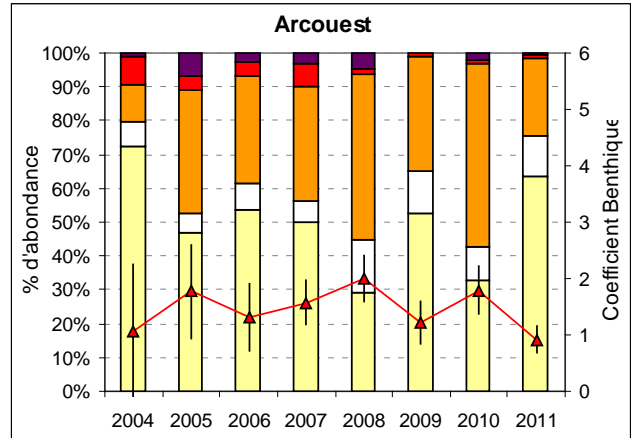
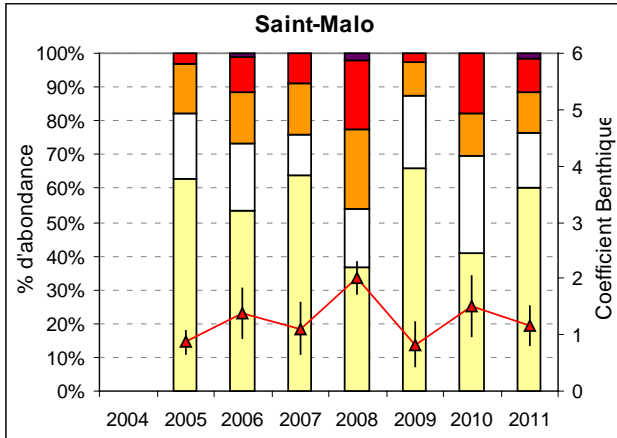
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Saint-Malo		36	27	5	5	39	10	17
L'Arcouest	14	23	26	7	19	24	31	18
Sept-Îles				16	9	19	17	19
Callot	18	17	16	21	4	20	43	55
Sainte-Marguerite	11	26	103	38	144	94	48	203
Molène	22	12	17	13	10	10	37	12
Roscanvel	9	43	25	11	21	14	19	33
Glénan				19	42	44	32	72
Arradon	10	137	35	15	52	14	253	289

Epifaune - Variabilité de l'abondance moyenne (nb sp. /m²), représentation par site.





4.4. Structure écologique de l'endofaune



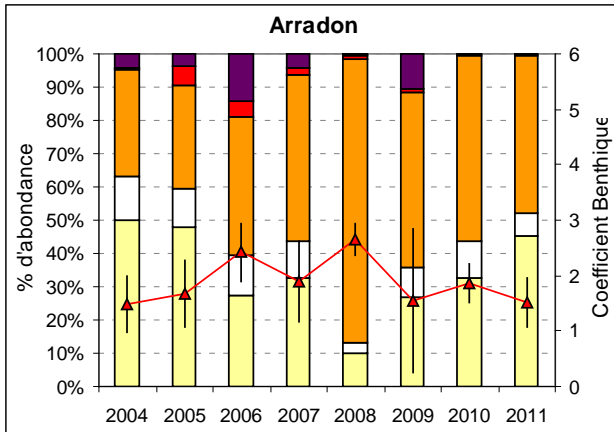
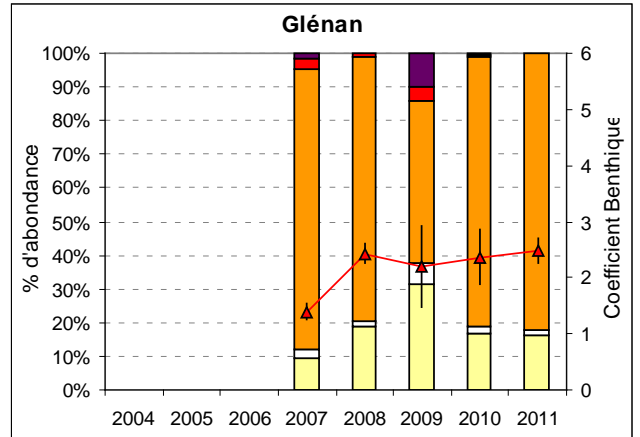
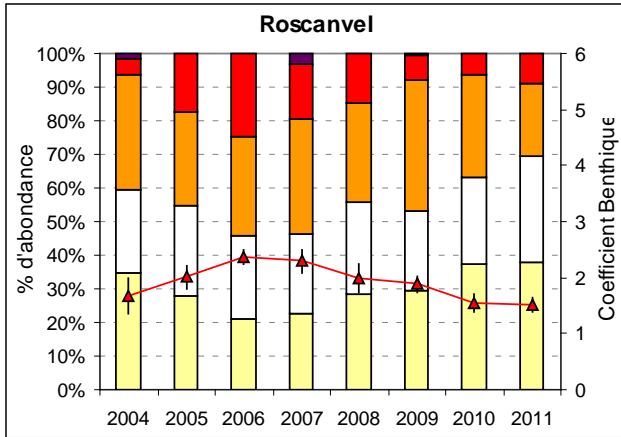


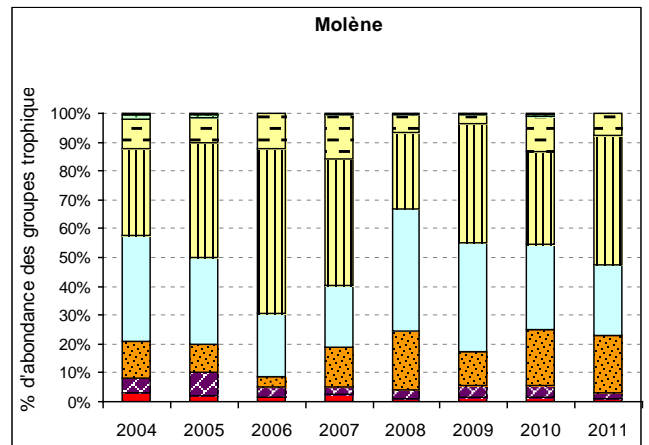
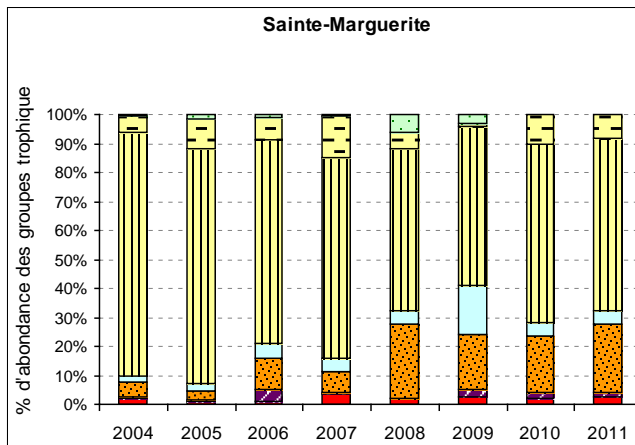
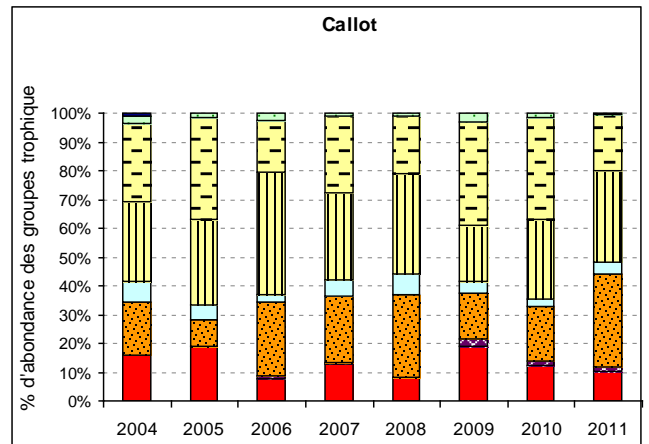
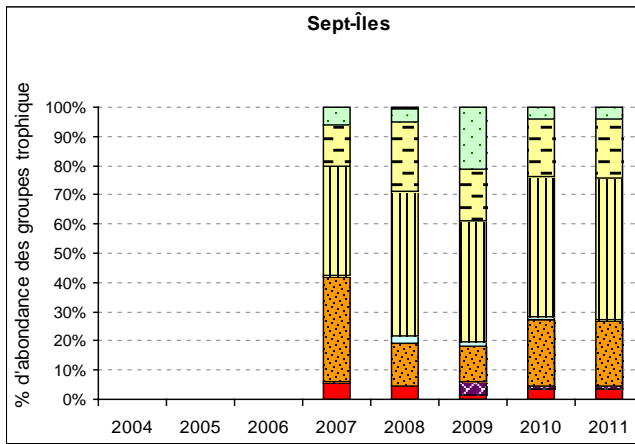
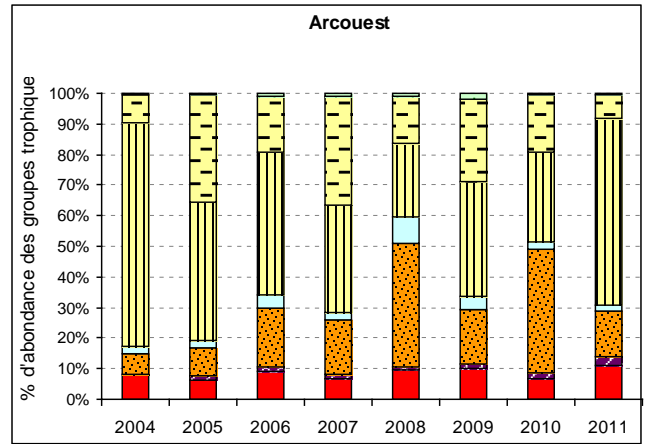
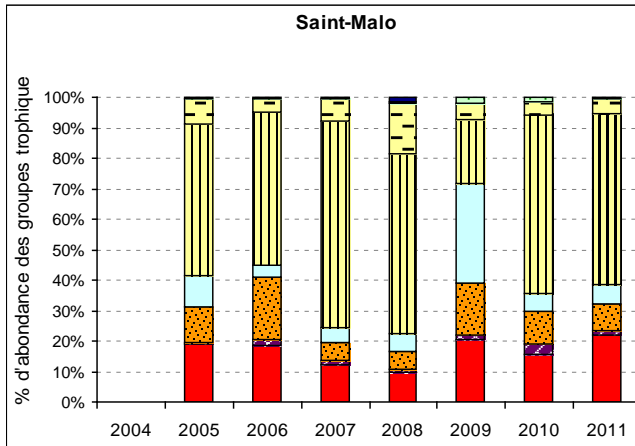
Tableau 6 : Pourcentages d'abondance des groupes écologiques de l'endofaune et valeur du coefficient benthique (BC).

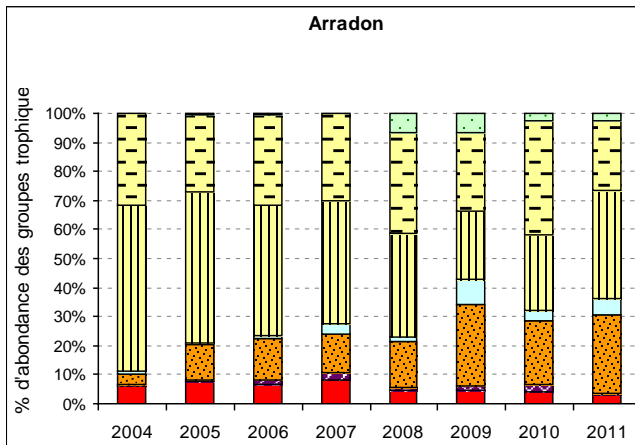
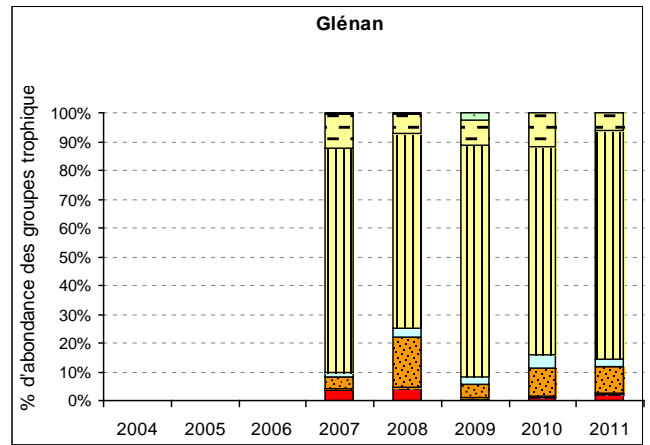
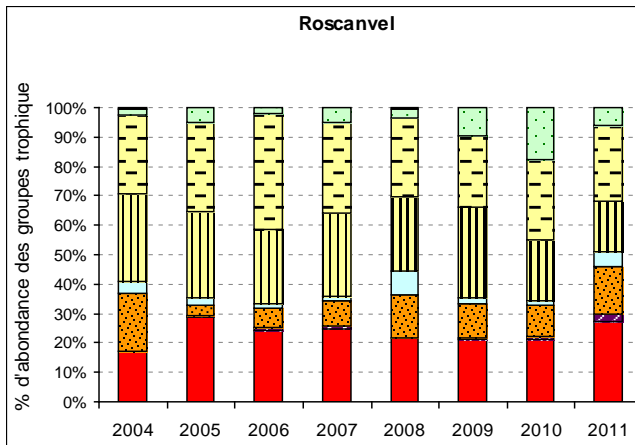
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Saint-Malo	I		62,6	53,2	64,0	36,6	65,9	40,9	60,4
	II		19,6	20,2	11,7	17,2	21,6	28,7	16,3
	III		14,7	15,2	15,2	23,8	9,9	12,8	11,8
	IV		3,0	10,4	9,0	20,4	2,5	17,7	10,1
	V		0,1	1,0	0,0	1,9	0,2	0,0	1,5
	BC		0,87	1,38	1,11	2,01	0,83	1,51	1,17
Arcouest	I	72,4	46,5	53,5	49,7	29,2	52,7	32,9	63,4
	II	7,2	5,7	8,1	6,3	15,6	12,2	9,5	12,1
	III	11,2	36,5	31,4	34,0	49,2	34,3	54,2	23,1
	IV	8,3	4,2	4,6	6,8	1,4	0,8	1,4	0,8
	V	0,9	6,6	2,4	3,1	4,6	0,0	2,0	0,6
	BC	1,07	1,77	1,32	1,57	2,00	1,23	1,79	0,92
Sept-Îles	I				13,2	9,7	28,5	13,3	9,4
	II				6,4	11,2	13,1	7,4	7,4
	III				74,4	57,4	54,3	73,6	75,6
	IV				4,1	10,2	4,1	5,6	6,4
	V				1,9	11,6	0,0	0,1	1,0
	BC				1,32	3,04	1,00	2,53	2,70
Callot	I	45,1	38,4	17,6	31,3	25,8	33,8	30,5	36,7
	II	11,6	17,0	6,2	12,0	7,5	20,7	13,5	10,0
	III	33,4	30,1	56,7	45,2	49,8	43,3	49,5	48,3
	IV	8,6	14,1	14,0	10,5	10,6	2,2	6,3	5,0
	V	1,2	0,1	5,6	1,0	6,3	0,0	0,1	0,0
	BC	1,57	1,78	2,62	2,06	2,47	1,71	1,99	1,83
Sainte-Marguerite	I	10,1	8,1	17,0	8,4	18,2	30,5	26,1	24,7
	II	3,2	2,3	1,6	0,9	7,3	5,2	4,3	4,7
	III	86,1	89,1	80,9	89,4	71,4	63,6	69,0	69,8
	IV	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3	0,4
	V	0,5	0,5	0,4	1,2	2,9	0,6	0,2	0,3
	BC	2,52	2,74	2,48	2,79	2,53	2,05	2,09	2,13
Molène	I	49,0	41,1	27,9	28,1	52,2	46,0	37,2	30,4
	II	5,1	10,4	1,9	2,3	2,4	2,0	6,1	2,7
	III	41,9	47,6	66,6	66,0	42,5	51,7	51,5	64,6
	IV	0,6	0,5	0,4	0,2	0,0	0,2	0,0	0,1
	V	3,4	0,4	3,2	3,5	3,0	0,1	5,2	2,1
	BC	1,66	1,55	2,01	2,16	1,44	1,42	1,84	2,12

		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Roscanvel	I	34,7	28,1	21,2	22,6	28,2	29,2	37,2	38,1
	II	24,7	26,7	24,8	23,6	27,2	24,0	25,9	31,5
	III	34,2	27,6	29,4	34,6	29,7	38,8	30,4	21,4
	IV	4,9	17,5	24,4	15,9	14,4	7,4	6,3	9,0
	V	1,5	0,0	0,2	3,3	0,2	0,3	0,2	0,0
	BC	1,67	2,01	2,37	2,30	1,98	1,88	1,54	1,52
Glénan	I				9,5	19,0	31,4	16,8	16,1
	II				2,6	1,2	6,5	2,2	1,5
	III				82,9	78,6	47,7	80,0	82,1
	IV				3,2	1,0	4,5	0,5	0,0
	V				1,7	0,2	9,8	0,6	0,3
	BC				1,39	2,43	2,20	2,37	2,48
Arradon	I	50,1	48,0	30,9	32,6	10,1	26,6	32,8	45,5
	II	13,2	11,2	13,5	11,3	2,8	9,4	10,9	6,7
	III	31,9	31,2	47,0	49,9	85,5	52,7	55,9	47,1
	IV	0,6	6,0	5,0	1,7	1,1	1,1	0,3	0,3
	V	4,2	3,6	16,1	4,3	0,5	10,3	0,2	0,3
	BC	1,49	1,66	2,42	1,90	2,65	1,55	1,86	1,53

4.5. Structure trophique

4.5.1. Endofaune





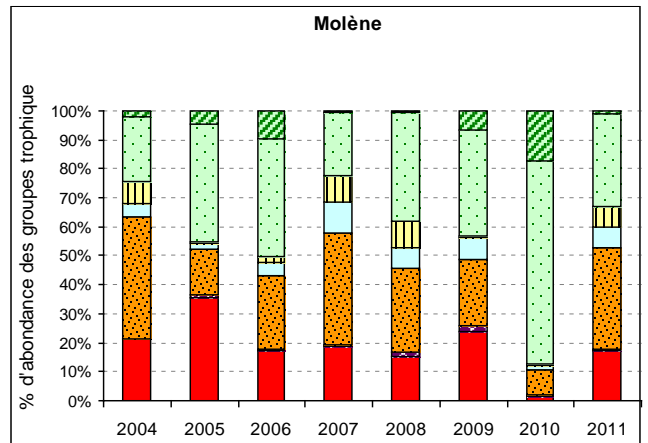
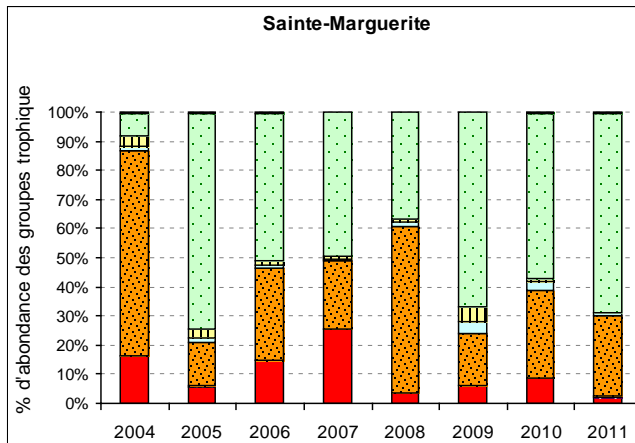
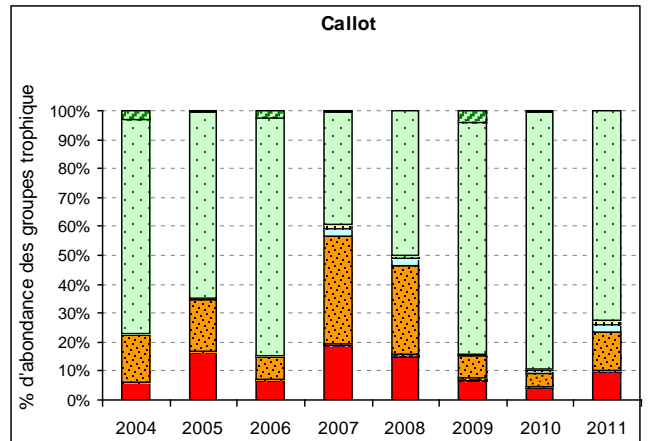
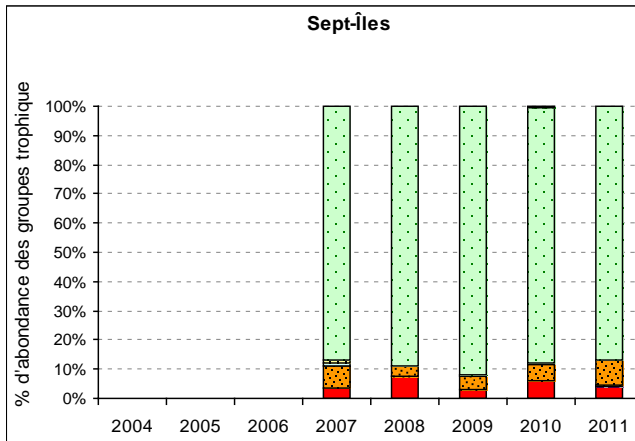
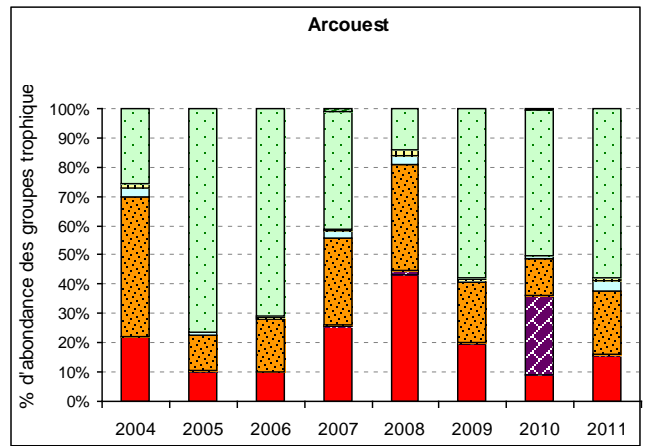
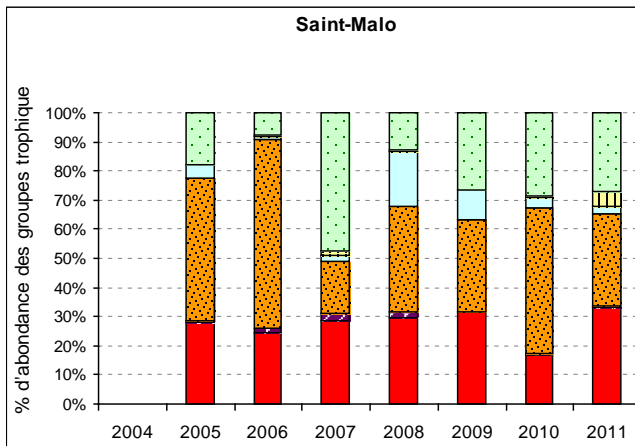
■ C
 ■ N
 ■ DT
 ■ S
 ■ DS
 ■ DNS
 ■ uB
 ■ H
 ■ NoR

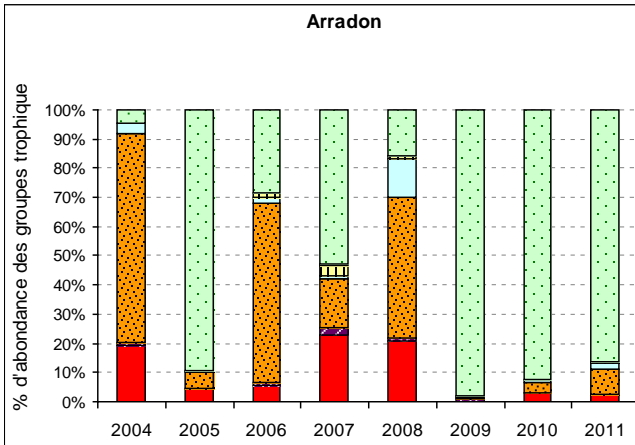
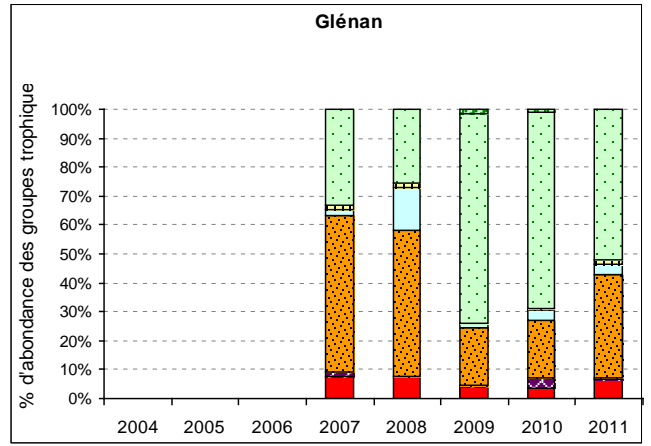
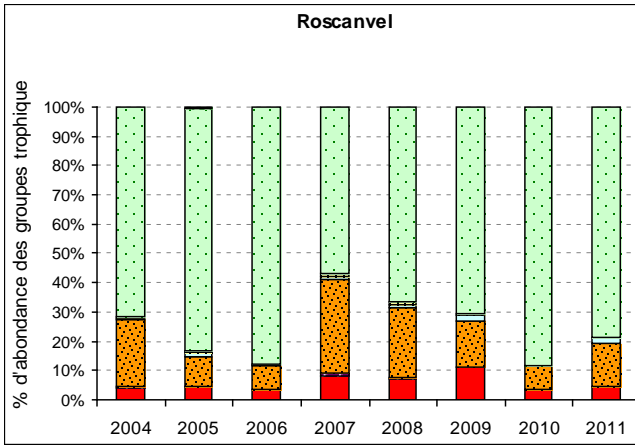
Tableau 7 : Pourcentages d'abondance des groupes trophiques de l'endofaune.

		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Saint-Malo	C		18,9	18,7	12,3	9,7	20,3	15,5	22,1
	N		0,5	1,6	1,4	0,9	1,6	3,4	1,3
	DT		12,0	20,7	5,8	6,2	17,1	10,7	8,6
	S		10,1	3,9	4,8	5,6	32,7	6,1	6,7
	DS		49,6	50,5	67,9	59,2	20,8	58,5	56,1
	DNS		8,2	4,4	7,3	16,6	5,5	4,6	4,7
	uB		0,6	0,2	0,5	0,2	1,9	1,2	0,4
	H		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NoR		0,0	0,0	0,1	1,6	0,0	0,0	0,2
Arcouest	C	8,1	7,0	9,1	6,7	9,8	10,3	6,8	11,2
	N	0,0	1,5	1,4	1,3	0,8	1,1	1,8	2,8
	DT	7,0	10,6	19,6	18,1	40,1	17,8	40,3	14,7
	S	2,2	2,3	3,9	2,2	8,9	4,2	2,5	1,9
	DS	73,1	51,5	46,6	35,4	24,0	37,5	29,2	61,4
	DNS	9,2	39,1	18,3	35,5	15,5	26,9	18,8	7,7
	uB	0,0	0,8	1,1	0,9	0,7	2,1	0,6	0,3
	H	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NoR	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Sept-Îles	C				5,7	4,6	1,4	3,3	3,5
	N				0,5	0,2	4,8	1,2	0,8
	DT				35,6	14,3	12,0	22,9	22,2
	S				0,8	2,9	1,4	1,0	0,5
	DS				37,2	49,5	41,6	47,8	48,7
	DNS				14,4	23,3	17,5	19,5	20,0
	uB				5,6	5,0	21,3	4,1	4,0
	H				0,0	0,1	0,0	0,2	0,1
	NoR				0,2	0,3	0,0	0,0	0,0
Callot	C	15,6	18,9	7,5	12,9	8,1	19,2	12,5	10,0
	N	0,4	0,1	1,3	0,5	0,2	2,2	1,5	1,9
	DT	18,4	9,1	25,4	23,1	28,8	15,8	18,9	32,1
	S	6,9	5,5	2,8	5,7	7,0	4,2	2,4	4,1
	DS	27,9	29,7	42,5	30,2	34,8	19,7	28,0	31,8
	DNS	27,3	35,1	17,8	26,7	19,9	35,8	35,4	19,5
	uB	2,6	1,6	2,6	1,0	1,1	2,9	1,3	0,5
	H	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
	NoR	0,9	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Sainte-Marguerite	C	2,3	0,8	1,0	3,4	1,9	2,5	1,9	2,7
	N	0,5	0,6	4,2	0,8	0,3	2,8	2,3	1,6
	DT	4,8	3,1	10,7	7,2	25,4	19,2	19,2	23,4
	S	2,4	2,5	5,0	4,6	4,6	16,7	4,9	4,8
	DS	83,6	81,3	70,2	69,3	55,8	55,0	61,5	59,5
	DNS	5,7	10,2	7,8	14,3	6,1	1,2	10,0	8,0
	uB	0,7	1,5	1,1	0,5	6,0	3,2	0,2	0,0
	H	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NoR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Molène	C	3,0	2,0	1,5	2,7	0,9	1,3	1,4	0,8
	N	5,3	8,0	3,5	2,5	3,0	4,3	4,5	2,1
	DT	12,9	9,9	3,7	13,8	20,9	11,5	19,2	20,3
	S	36,6	30,3	22,2	21,0	42,2	38,1	29,4	24,3
	DS	29,8	39,5	56,7	44,1	26,3	41,4	32,3	45,1
	DNS	10,4	8,7	12,2	15,3	6,0	2,8	12,4	7,3
	uB	1,6	1,1	0,2	0,4	0,7	0,6	0,4	0,1
	H	0,2	0,5	0,1	0,1	0,0	0,0	0,4	0,0
	NoR	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Roscanvel	C	17,3	28,8	24,3	24,8	21,5	21,2	21,4	27,1
	N	0,0	0,5	0,8	1,1	0,5	0,7	1,0	2,8
	DT	19,8	3,8	6,8	8,5	14,4	11,5	10,5	15,8
	S	4,0	2,3	1,7	1,4	8,3	2,1	1,4	5,5
	DS	29,6	29,1	25,0	28,3	25,3	30,5	20,9	16,9
	DNS	26,9	30,6	39,4	31,0	26,5	24,2	26,9	25,9
	uB	2,0	4,8	1,8	4,9	2,8	9,7	17,9	6,0
	H	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NoR	0,4	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0
Glénan	C				3,6	4,3	0,7	0,8	1,9
	N				0,4	0,2	0,2	0,7	0,5
	DT				4,0	17,6	4,7	10,0	9,6
	S				1,7	3,1	2,7	4,5	2,5
	DS				77,9	67,9	80,4	72,1	79,7
	DNS				12,0	6,6	8,8	11,8	5,8
	uB				0,4	0,3	2,3	0,1	0,1
	H				0,0	0,0	0,1	0,1	0,0
	NoR				0,0	0,0	0,0	0,0	
Arradon	C	6,2	7,5	6,8	8,0	4,4	4,4	4,2	2,8
	N	0,6	0,5	1,4	2,6	1,5	1,6	2,2	0,7
	DT	3,6	12,4	14,3	13,5	15,5	28,0	21,9	27,3
	S	0,8	0,7	1,3	3,3	1,6	8,8	3,7	5,4
	DS	57,1	51,9	44,6	42,3	35,8	23,7	26,3	37,5
	DNS	31,7	26,6	31,2	30,2	34,8	26,8	39,2	23,8
	uB	0,0	0,5	0,5	0,2	6,4	6,7	2,4	2,5
	H	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NoR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0

4.5.2. Épifaune vagile





■ C
 ■ N
 ■ DT
 ■ S
 ■ DS
 ■ DNS
 ■ uB
 ■ H
 ■ NoR

Tableau 8 : Pourcentages d'abondance des groupes trophiques de l'épifaune vagile.

		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Saint-Malo	C		28,2	24,5	28,5	29,5	31,5	17,0	33,2
	N		0,2	1,5	2,7	2,1	0,3	0,4	0,5
	DT		49,4	65,0	17,8	36,1	31,3	49,7	31,4
	S		4,2	0,7	2,1	19,1	10,1	3,9	2,9
	DS		0,2	0,8	1,3	0,4	0,2	0,7	4,9
	DNS		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	uB		17,7	7,5	47,6	12,7	26,5	28,3	27,2
	H		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NoR		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Arcouest	C	21,9	10,2	9,9	25,6	43,2	19,8	8,8	15,7
	N	0,4	0,3	0,3	0,8	1,4	0,5	27,5	0,2
	DT	47,5	12,3	17,7	29,3	36,5	20,3	12,3	21,7
	S	3,1	0,6	0,7	2,6	3,0	1,2	1,1	3,7
	DS	1,4	0,1	0,3	0,6	1,9	0,7	0,3	0,9
	DNS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	uB	25,7	76,5	71,0	40,2	14,0	57,5	49,4	57,9
	H	0,0	0,0	0,0	0,9	0,1	0,1	0,7	0,0
	NoR	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sept-Îles	C				3,8	7,7	3,1	6,0	4,2
	N				0,0	0,0	0,1	0,1	0,2
	DT				7,1	3,7	4,6	5,6	8,6
	S				1,0	0,0	0,2	0,5	0,1
	DS				1,1	0,0	0,2	0,2	0,1
	DNS				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	uB				87,0	88,6	91,7	87,0	86,6
	H				0,1	0,0	0,2	0,7	0,2
	NoR				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Callot	C	6,0	16,4	6,4	19,1	14,6	6,7	4,2	9,5
	N	0,2	0,2	0,9	0,4	1,3	0,9	0,4	0,7
	DT	16,2	18,2	7,6	37,3	30,4	7,8	4,8	13,3
	S	0,4	0,4	0,2	2,2	2,5	0,4	1,0	2,7
	DS	0,4	0,3	0,2	1,8	1,3	0,2	0,1	1,2
	DNS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	uB	73,8	64,1	82,4	39,0	50,0	80,1	88,8	72,4
	H	3,0	0,5	2,3	0,2	0,0	3,9	0,7	0,1
	NoR	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Sainte-Marguerite	C	16,5	5,8	14,8	25,5	3,5	6,0	8,5	2,2
	N	0,1	0,4	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1
	DT	70,1	14,6	31,3	23,2	57,3	17,6	30,2	27,8
	S	1,6	1,7	1,3	0,6	1,4	4,3	2,8	0,9
	DS	3,4	2,9	1,3	1,2	1,2	5,2	1,2	0,3
	DNS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	uB	8,1	74,3	50,7	49,2	36,6	66,7	56,6	68,1
	H	0,3	0,2	0,2	0,2	0,0	0,1	0,4	0,7
	NoR	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Molène	C	21,1	35,8	17,3	18,8	15,2	23,6	1,7	17,4
	N	0,0	1,0	0,3	0,7	1,4	2,1	0,1	0,6
	DT	42,5	15,4	25,5	38,3	29,1	22,8	9,0	34,8
	S	4,5	1,9	4,8	10,9	6,9	7,6	1,6	7,3
	DS	7,7	0,6	1,7	8,7	9,5	0,8	0,2	6,9
	DNS	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	uB	22,0	40,9	40,7	22,2	37,5	36,6	70,2	31,8
	H	2,2	4,4	9,4	0,3	0,3	6,5	17,3	1,1
	NoR	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Roscanvel	C	4,2	4,6	3,5	8,0	7,0	11,3	3,3	4,3
	N	0,4	0,0	0,1	1,1	0,5	0,1	0,0	0,2
	DT	23,0	10,2	8,0	31,9	24,1	15,5	8,3	14,7
	S	0,5	1,6	0,4	1,2	0,9	2,1	0,1	1,8
	DS	0,1	0,4	0,2	1,0	1,0	0,4	0,1	0,1
	DNS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	uB	71,8	82,6	87,6	56,8	66,3	70,6	88,2	78,7
	H	0,0	0,5	0,1	0,0	0,2	0,1	0,1	0,1
	NoR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gléan	C				7,8	7,4	4,1	3,5	6,8
	N				1,1	0,2	0,5	3,8	0,5
	DT				54,6	50,6	20,0	19,6	35,3
	S				2,0	14,7	1,5	3,8	3,9
	DS				1,5	1,4	0,2	0,7	1,3
	DNS				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	uB				33,0	25,7	72,4	67,4	52,0
	H				0,1	0,0	1,3	1,2	0,2
	NoR			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Arradon	C	19,1	4,5	5,7	22,9	20,8	0,2	3,2	2,4
	N	1,2	0,1	0,7	2,4	0,8	1,1	0,0	0,0
	DT	71,5	5,6	61,8	16,7	48,6	0,2	3,6	9,0
	S	3,6	0,3	1,6	1,4	13,0	0,4	0,6	1,6
	DS	0,0	0,1	1,5	3,6	0,9	0,0	0,3	0,5
	DNS	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
	uB	4,5	89,2	28,6	52,9	15,8	98,1	92,0	86,5
	H	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
	NoR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

4.6. Vitalité de l'herbier

4.6.1. Largeur moyenne des feuilles

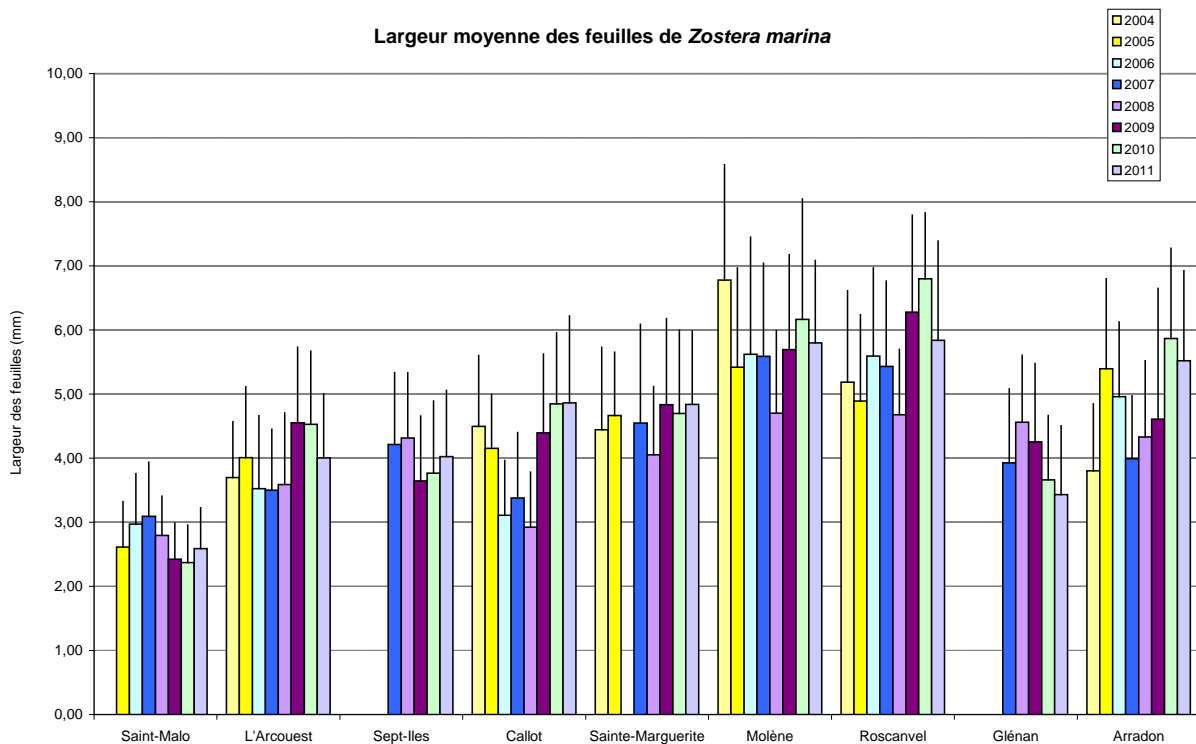


Tableau 9 : Largeur moyenne des feuilles de *Zostera marina*.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Saint-Malo		2,61	2,97	3,09	2,80	2,43	2,37	2,59
L'Arcoüest	3,70	4,01	3,52	3,50	3,59	4,55	4,53	4,00
Sept-Îles				4,21	4,31	3,64	3,77	4,02
Callot	4,49	4,15	3,11	3,38	2,92	4,40	4,84	4,86
Sainte-Marguerite	4,44	4,67		4,55	4,05	4,83	4,70	4,84
Molène	6,78	5,42	5,62	5,59	4,70	5,69	6,17	5,80
Roscanvel	5,18	4,89	5,59	5,43	4,68	6,28	6,80	5,84
Glénan				3,93	4,56	4,25	3,66	3,43
Arradon	3,80	5,39	4,96	3,99	4,33	4,61	5,87	5,52

4.6.2. Longueur maximale des feuilles

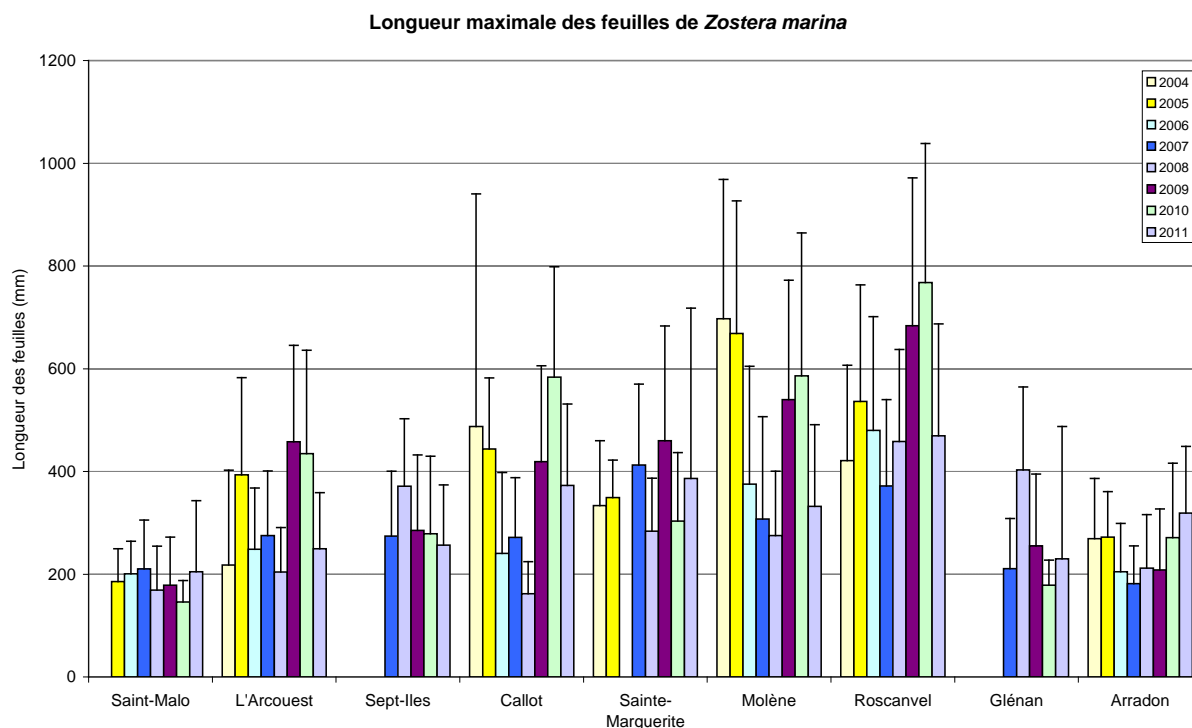


Tableau 10 : Longueur maximale moyenne des feuilles non cassées.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Saint-Malo		186	201	211	169	179	146	205
L'Arcoüest	218	393	249	275	204	458	435	250
Sept-Îles				274	371	285	279	257
Callot	488	444	240	272	162	419	583	373
Sainte-Marguerite	334	349		413	284	460	304	386
Molène	697	669	375	308	275	540	586	332
Roscanvel	421	537	480	372	459	684	768	469
Glénan				211	403	255	179	230
Arradon	269	272	205	182	212	208	271	319

4.6.3. Nombre de feuilles par pied de *Zostera marina*

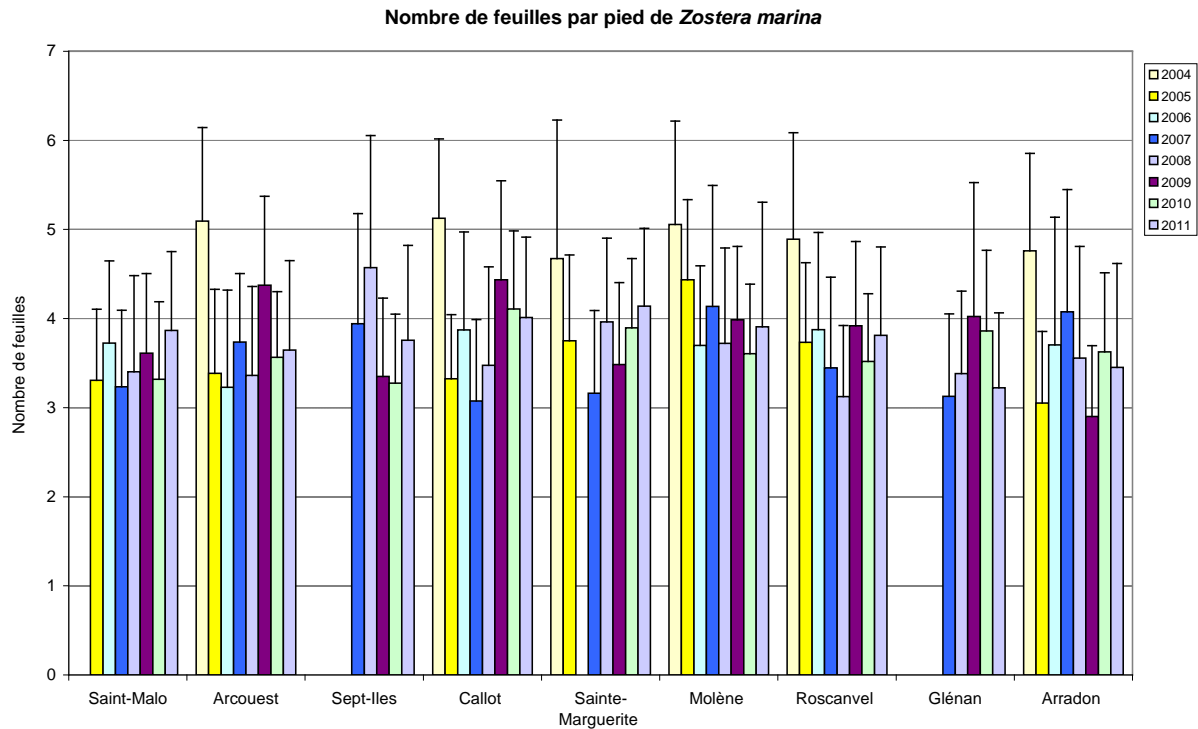


Tableau 11 : Nombre moyen de feuilles par pied de *Zostera marina*.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Saint-Malo		3,31	3,72	3,23	3,40	3,61	3,32	3,87
Arcouest	5,09	3,39	3,23	3,74	3,36	4,38	3,57	3,65
Sept-Îles				3,94	4,57	3,35	3,28	3,76
Callot	5,13	3,33	3,87	3,07	3,47	4,43	4,11	4,01
Sainte-Marguerite	4,67	3,75		3,16	3,96	3,48	3,89	4,14
Molène	5,06	4,44	3,70	4,14	3,72	3,99	3,61	3,91
Roscanvel	4,89	3,73	3,88	3,45	3,13	3,92	3,52	3,81
Glénan				3,13	3,38	4,02	3,86	3,22
Arradon	4,76	3,05	3,71	4,08	3,56	2,90	3,63	3,45

4.6.4. Surface utile de *Zostera marina*

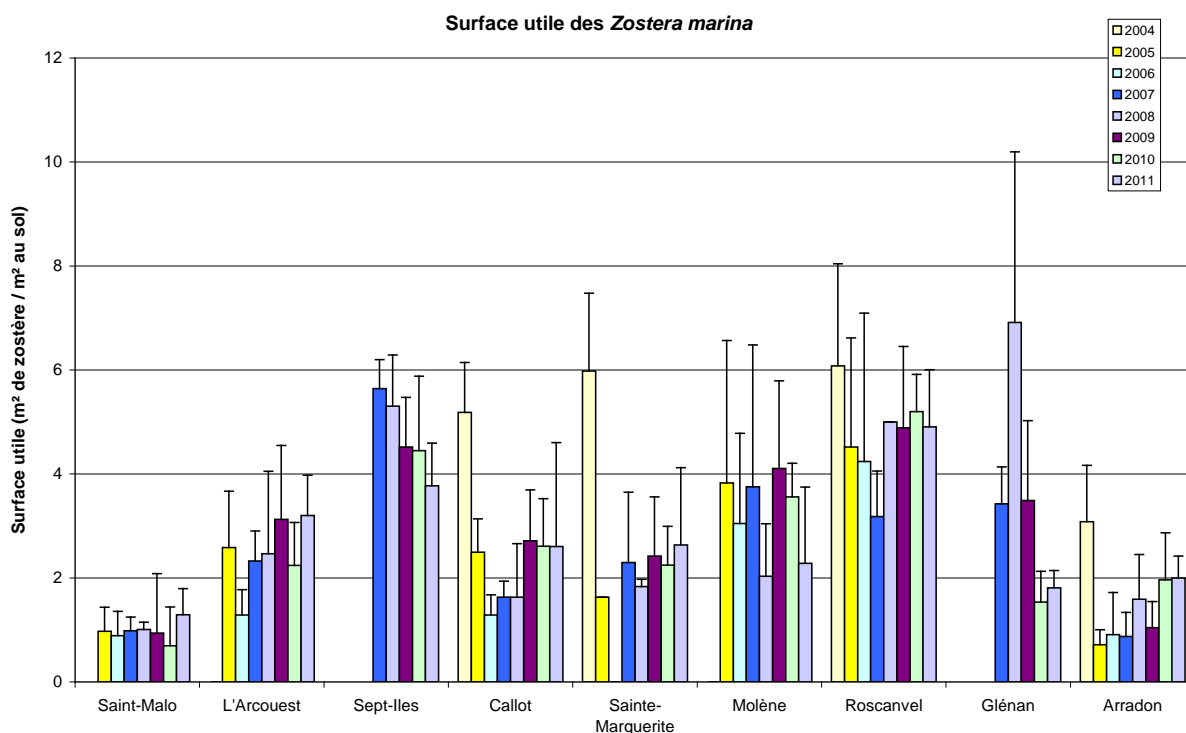
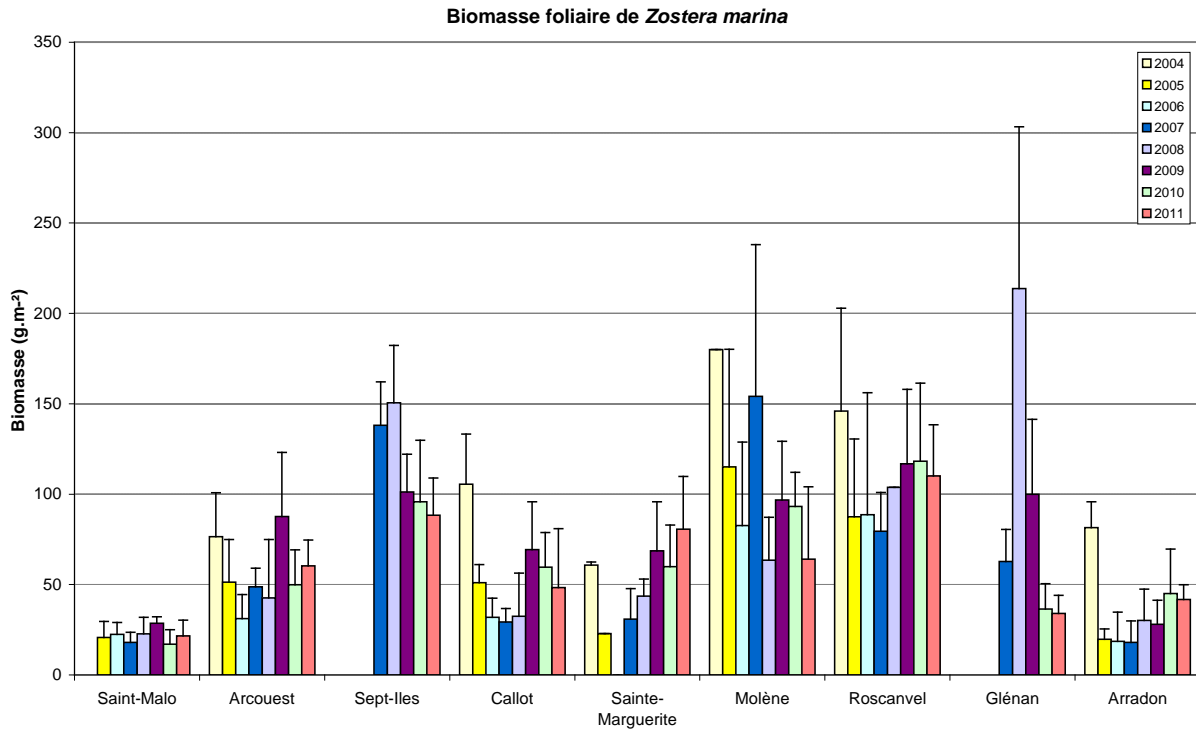


Tableau 12 : Surface utile des *Zostera marina* (m² de zostère / m² au sol)

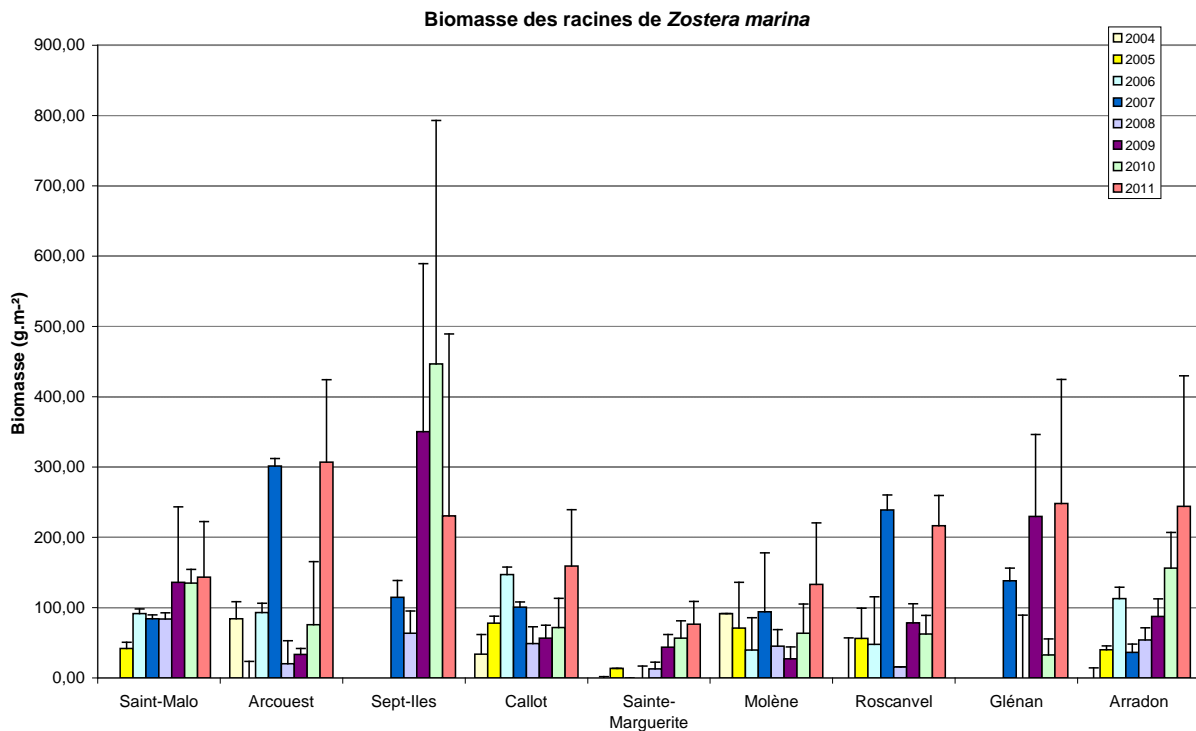
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Saint-Malo		0,975	0,892	0,984	1,009	0,939	0,695	1,295
L'Arcouest		2,586	1,285	2,324	2,467	3,126	2,241	3,200
Sept-Îles				5,640	5,306	4,520	4,449	3,773
Callot	5,183	2,495	1,287	1,629	1,630	2,715	2,610	2,603
Sainte-Marguerite	5,982	1,631		2,295	1,836	2,419	2,249	2,634
Molène		3,827	3,048	3,754	2,035	4,105	3,560	2,280
Roscanvel	6,081	4,520	4,241	3,182	4,999	4,887	5,199	4,905
Glénan				3,424	6,917	3,492	1,534	1,808
Arradon	3,080	0,716	0,909	0,876	1,591	1,042	1,962	1,999

4.6.5. Biomasse foliaire

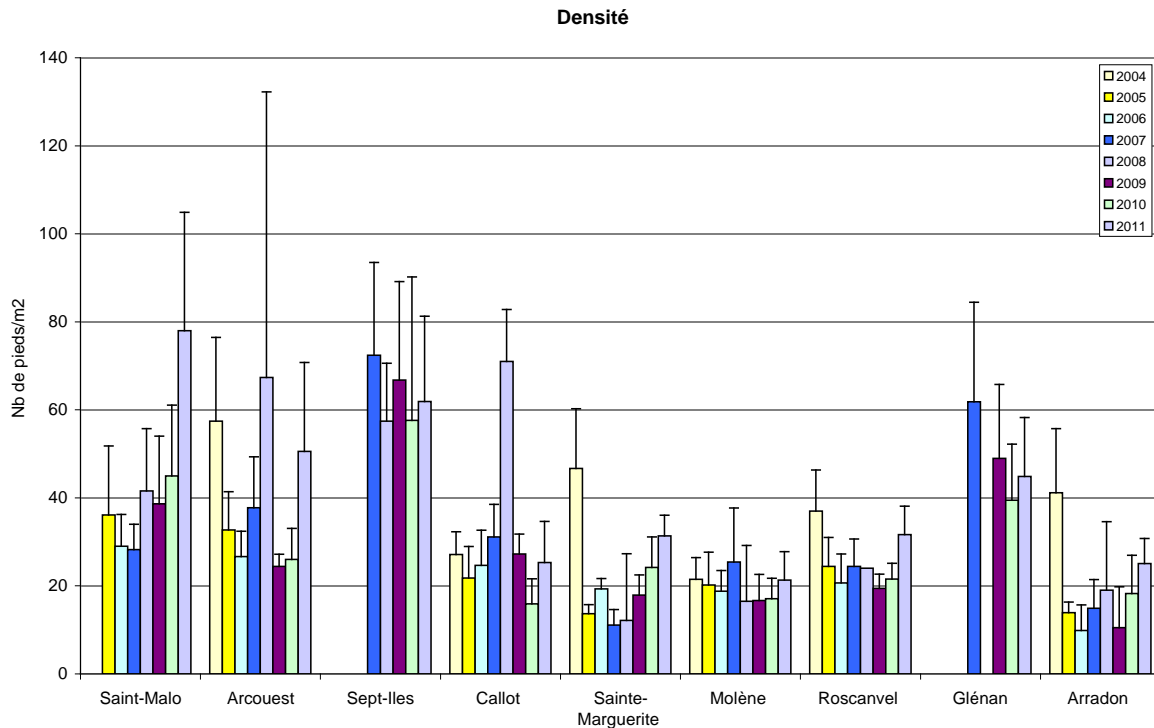
Tableau 13: Biomasse foliaire des *Zostera marina* (g.m²)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Saint-Malo		20,75	22,46	18,08	22,78	28,54	17,01	21,61
Arcouest	76,43	51,36	31,13	48,74	42,55	87,62	49,91	60,31
Sept-Îles				138,06	150,57	101,23	95,75	88,30
Callot	105,50	51,04	31,90	29,29	32,39	69,35	59,59	48,26
Sainte-Marguerite	60,70	22,90		30,93	43,63	68,60	59,85	80,66
Molène	180,00	115,12	82,69	154,15	63,48	96,81	93,27	64,08
Roscanvel	146,03	87,44	88,68	79,52	103,84	116,86	118,19	110,09
Glénan				62,74	213,78	99,91	36,51	33,96
Arradon	81,50	19,76	18,61	17,98	30,18	28,09	45,06	41,70

4.6.6. Biomasse des rhizomes

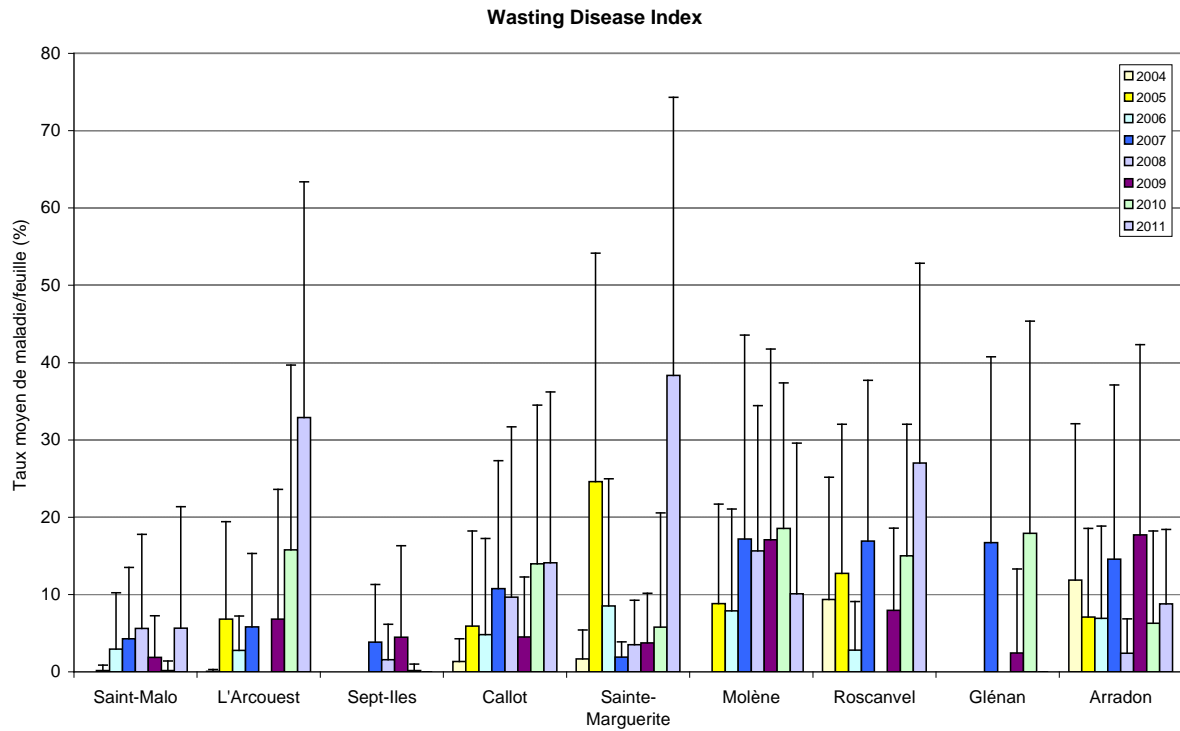
Tableau 14 : Biomasse des rhizomes de *Zostera marina* (g.m²)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Saint-Malo		41,97	91,61	84,16	83,67	135,99	134,89	143,53
Arcouest	84,10	0,00	93,10	301,63	20,39	33,62	75,90	306,94
Sept-Îles				114,55	63,48	350,36	446,57	230,54
Callot	34,00	77,78	147,07	100,70	49,03	56,63	71,51	159,34
Sainte-Marguerite	0,00	13,47	0,00	0,00	12,85	43,93	56,67	76,38
Molène	91,60	70,95	39,65	94,06	45,16	27,03	63,57	132,96
Roscanvel	0,00	56,30	47,95	238,98	15,76	78,38	62,54	216,40
Glénan				138,37	0,00	229,73	32,54	248,02
Arradon	0,00	40,02	112,84	36,31	54,09	87,52	156,31	244,23

4.6.7. Densité des pieds de *Zostera marina*Tableau 15 : Densité des pieds de *Zostera marina* par m²

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Saint-Malo		36,13	29,00	28,22	41,56	38,67	45,00	78,00
Arcouest	57,44	32,71	26,67	37,78	67,33	24,44	26,00	50,58
Sept-Îles				72,40	57,44	66,75	57,58	61,92
Callot	27,11	21,78	24,67	31,11	71,00	27,22	15,89	25,33
Sainte-Marguerite	46,67	13,67	19,33	11,08	12,14	17,89	24,22	31,33
Molène	21,50	20,22	18,78	25,44	16,50	16,67	17,11	21,33
Roscanvel	37,00	24,44	20,67	24,44	24,00	19,44	21,56	31,67
Glénan				61,82		49,00	39,44	44,89
Arradon	41,14	13,90	9,89	14,89	19,00	10,50	18,25	25,08

4.6.8. Wasting Disease Index

Tableau 16 : Taux moyen de maladie par feuilles de *Zostera marina*.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Saint-Malo		0,17	2,96	4,28	5,61	1,86	0,16	5,64
L'Arcoüest	0,06	6,80	2,77	5,82		6,80	15,77	32,90
Sept-Îles				3,85	1,58	4,46	0,18	0,00
Callot	1,34	5,92	4,80	10,77	9,66	4,52	13,98	14,11
Sainte-Marguerite	1,68	24,62	8,51	1,89	3,51	3,73	5,80	38,33
Molène		8,83	7,90	17,19	15,64	17,09	18,56	10,11
Roscanvel	9,35	12,73	2,82	16,90		7,97	15,00	27,02
Glénan				16,73		2,45	17,93	
Arradon	11,88	7,10	6,92	14,56	2,40	17,70	6,28	8,79

4.7. Commentaires

Granulométrie et matière organique

Très grande stabilité dans les profils granulométriques des sites d'herbiers en 2011, de même les taux de matière organique du sédiment restent dans des valeurs moyennes, cependant à Roscanvel les taux de matière organique, logiquement plus élevés que dans les autres sites du fait du taux de pélites élevé dépassent cependant les plus fortes valeurs observées depuis le début de la série de mesures.

Richesse spécifique de l'endofaune

Dans 8 des 9 herbiers suivis, les valeurs de la richesse spécifique de l'endofaune augmentent par rapport à 2011. Seul à Molène cette valeur diminue, cela peut être dû à la réduction de la surface des patchs d'herbier dans le site suivi.

Richesse spécifique de l'épifaune

Arradon, Ste Marguerite, Glénan et Callot voient leur richesse spécifique augmenter de façon spectaculaire. Hormis Molène et l'Arcouest, les autres sites restent stables.

Structure écologique – Biotic Index

Si les valeurs absolues des biotic index ne peuvent pas être interprétées comme dans les sédiments non végétalisés du fait du piégeage naturel des particules fines et donc de l'augmentation de la matière organique favorisant les espèces supportant l'anoxie, la tendance évolutive temporelle peut être utilement observée. D'une manière globale, seul le site d'Arradon se signale, avec une baisse significative de l'index confirmant une amélioration des conditions dans cet herbier du peuplement animal.

Structure trophique

Grande stabilité de la structure trophique pour l'endofaune. Aucune station ne se démarque vraiment par rapport à l'année précédente. Pour l'épifaune la dominance des microbrouleurs herbivores est toujours élevée, à Molène l'évolution remarquée en 2010 ne se confirme pas, la structure retrouve le format constaté en 2004. A Arradon, après le déséquilibre de 2009, la structure trophique tend à se complexifier à nouveau.

Caractéristiques de la canopée

En dehors des sites de Glénan et de Saint Malo, caractérisés par des valeurs moyennes de largeur de feuilles relativement étroites, les deux dernières années 2010 et 2011 se situent dans les gammes de largeur les plus élevées des séries depuis leur origine, montrant la vitalité globale des populations de *Z. marina*. Cependant la longueur moyenne des feuilles ne suit pas ce patron avec des valeurs en 2011 souvent plus faibles qu'en 2010 et/ou 2009. Le nombre moyen de feuilles par pied reste également dans la norme de chaque site sans tendance particulière.

En terme de surface utile, les trois métriques combinées (largeur, longueur et nombre de feuilles) permettent de voir se dessiner un patron intéressant, équivalent dans plusieurs sites : Arcouest, Arradon, Callot, Ste Marguerite, Molène, Roscanvel avec une baisse marquée entre

2004 et 2006 – puis une augmentation jusqu'en 2010 – 2011. En termes de biomasse foliaire les valeurs élevées confirment les indices de bonne santé de l'herbier d'une manière globale régionale, avec des valeurs élevées dans toutes les séries. Les densités de pieds sont partout en augmentation depuis ces trois dernières années. Ces valeurs semblent en contradiction avec les observations du Wasting disease qui montre dans trois sites (Sainte Marguerite, Arcouest et Roscanvel) des valeurs supérieures à 30%. Il sera intéressant de vérifier si ces symptômes conduisent à un épisode de régression dans l'année prochaine.

5. Références bibliographiques

- [1] Grall J. & Coic N. 2005. Une synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du macrobenthos en milieu côtier.
- [2] Fiche technique REBENT n°10 : Traitement des données stationnelles (faune). J. Grall et C. Hily, 2003.
- [3] AZTI Biotic Index (AMBI) : <http://www.azti.es/>