

Hily C.



RST/IFREMER/DYNECO/AG/10-16/REBENT

Résultats de la surveillance du Benthos

Région Bretagne

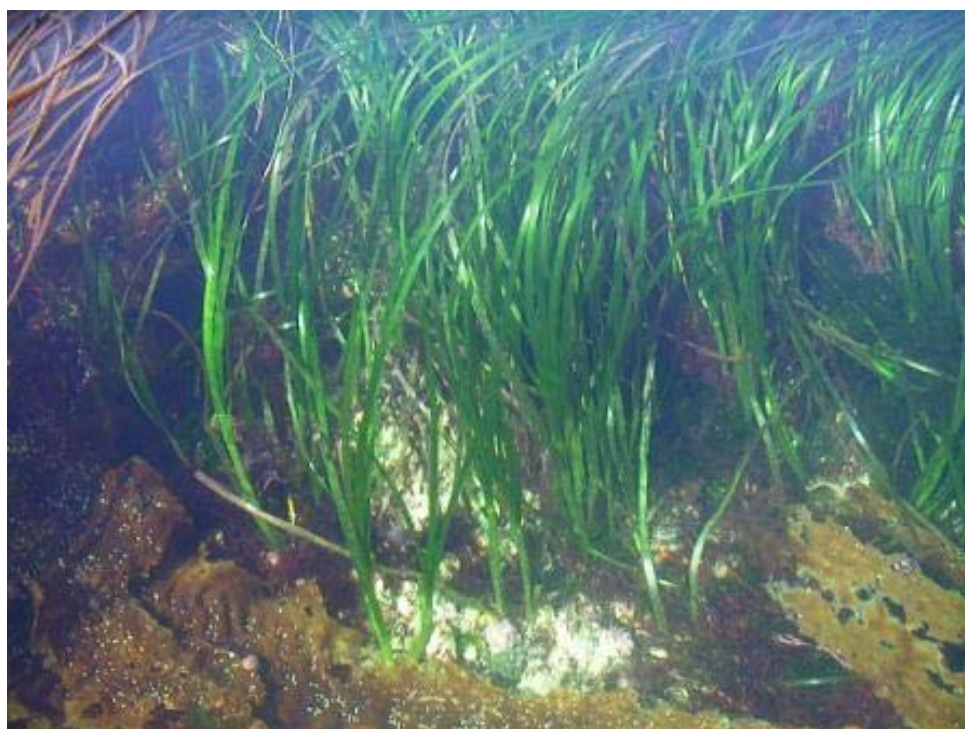
> Suivi stationnel des herbiers à *Zostera marina* 2004-2009

Edition 2009



Coordination

ifremer



Avant propos

Le REseau 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 œuvre 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 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 œuvre, 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 premiers bulletins établis sur la région Bretagne (édition 2005) ont été présentés dans le cadre des journées Rebent 2006. Cette nouvelle édition complète dans l'espace et dans le temps 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 2009.....	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>	9
4.1.4.	<i>Groupes trophiques (histogramme)</i>	10
4.1.5.	<i>Vitalité des zostères</i>	12
4.2.	Analyse sédimentaire	13
4.3.	Abondance et richesse spécifique.....	16
4.4.	Structure écologique de l'endofaune	27
4.5.	Structure trophique	30
4.5.1.	<i>Endofaune</i>	30
4.5.2.	<i>Epifaune vagile</i>	34
4.6.	Vitalité de l'herbier	38
4.6.1.	<i>Largeur moyenne des feuilles</i>	38
4.6.2.	<i>Longueur maximale des feuilles</i>	39
4.6.3.	<i>Nombre de feuilles par pied de <i>Zostera marina</i></i>	40
4.6.4.	<i>Surface utile de <i>Zostera marina</i></i>	41
4.6.5.	<i>Biomasse foliaire</i>	42
4.7.	Commentaire général	43
5.	Références bibliographiques	44

1. Présentation des acteurs

Touria BAJJOUK (IFREMER/DYNECO/AG)	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)	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.

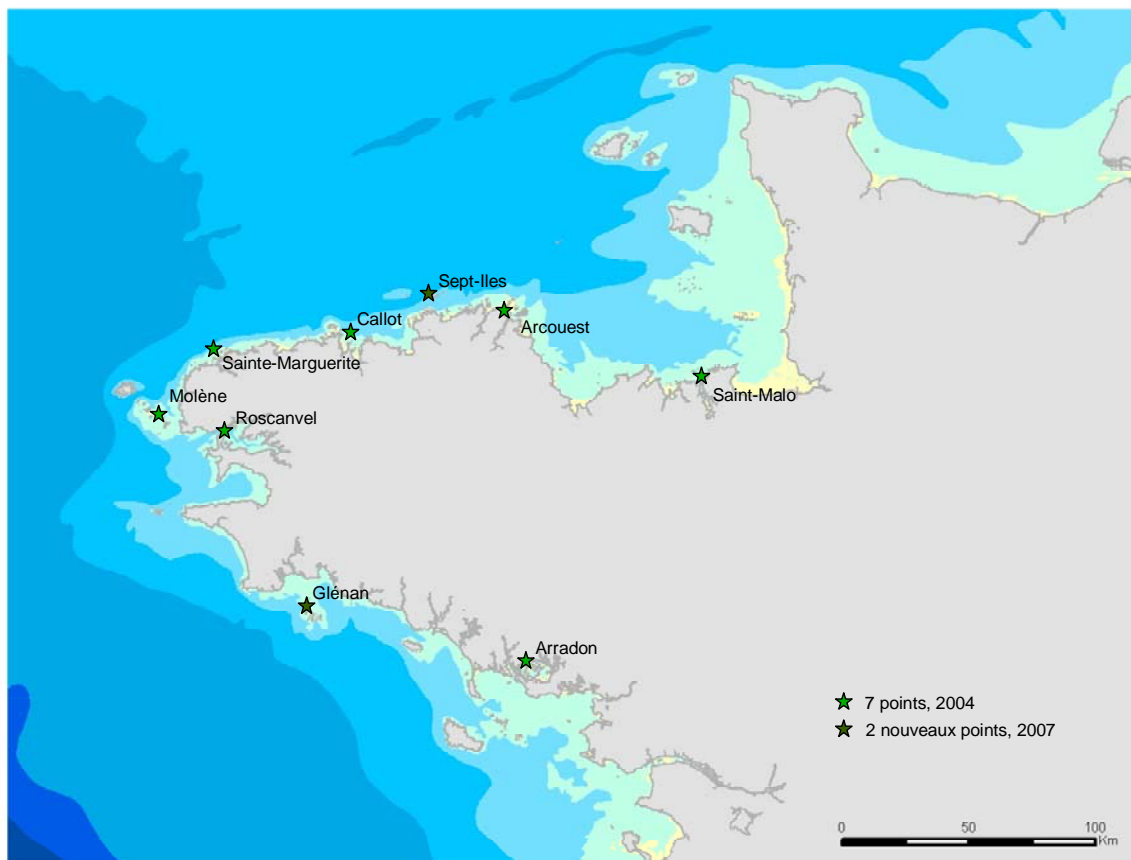
Outre l'intérêt botanique, les herbiers forment des écosystèmes particuliers de grand intérêt écologique et patrimonial, reconnus au niveau international et européen en tant qu'habitats remarquables. Ces herbiers, en particulier à *Z. marina*, constituent en effet des habitats privilégiés pour de nombreuses 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 œuvre 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*.

Prévoir commentaires pour expliquer la répartition et le choix des sites et les grandes caractéristiques ou groupes de sites (voir description des sites sur fiches station).

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.

Deux saisons sont échantillonnées : fin de l'Hiver, fin de l'Eté.

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 2009

Sites suivis	Date de prélèvement	Commentaire
St Malo	28 03 2009	REBENT
Arcouest	12 03 2009	REBENT
Sept-Îles	10 03 2009	Point de référence DCE
Callot	11 03 2009	REBENT
Ste Marguerite	12 02 2009	REBENT
Molène	11 02 2009	Point de référence REBENT
Roscanvel	10 02 2009	REBENT
Glénan	11 03 2009	Point de référence DCE
Arradon	12 03 2009	REBENT

- **Échantillons de macrofaune**

Tri et détermination en cours.

- **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

Les quelques problèmes, rencontrés en 2009, de disponibilité des personnels temporaires qui contribuent de manière récurrente et indispensable à la détermination des espèces de macrofaune expliquent l'absence de données dans quelques sites pour la macrofaune endogée des herbiers. Ces données manquantes qui ne constituent qu'une faible part des lots de données attendues seront maintenant rapidement disponibles et ne remettent pas en cause le diagnostic écologique

4.1. Documentation des figures

4.1.1. Granulométrie et taux de matière organique des sédiments

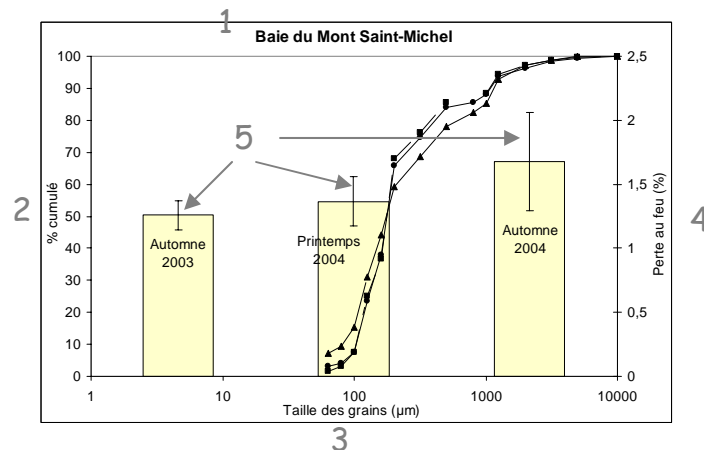
Les prélèvements de sédiments sont séparés en quatre : une partie sert à l'analyse granulométrique, les autres parties servent à la mesure du taux de matière organique présente dans le sédiment.

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

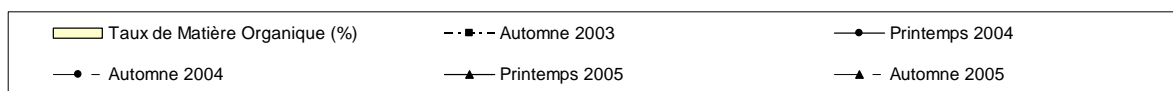
3 Axe principal des abscisses : taille des grains de sédiment en µm

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.

	Site X								
	Point1			Point2			Point3		
Espèces	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Espèce 1</i>									
<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

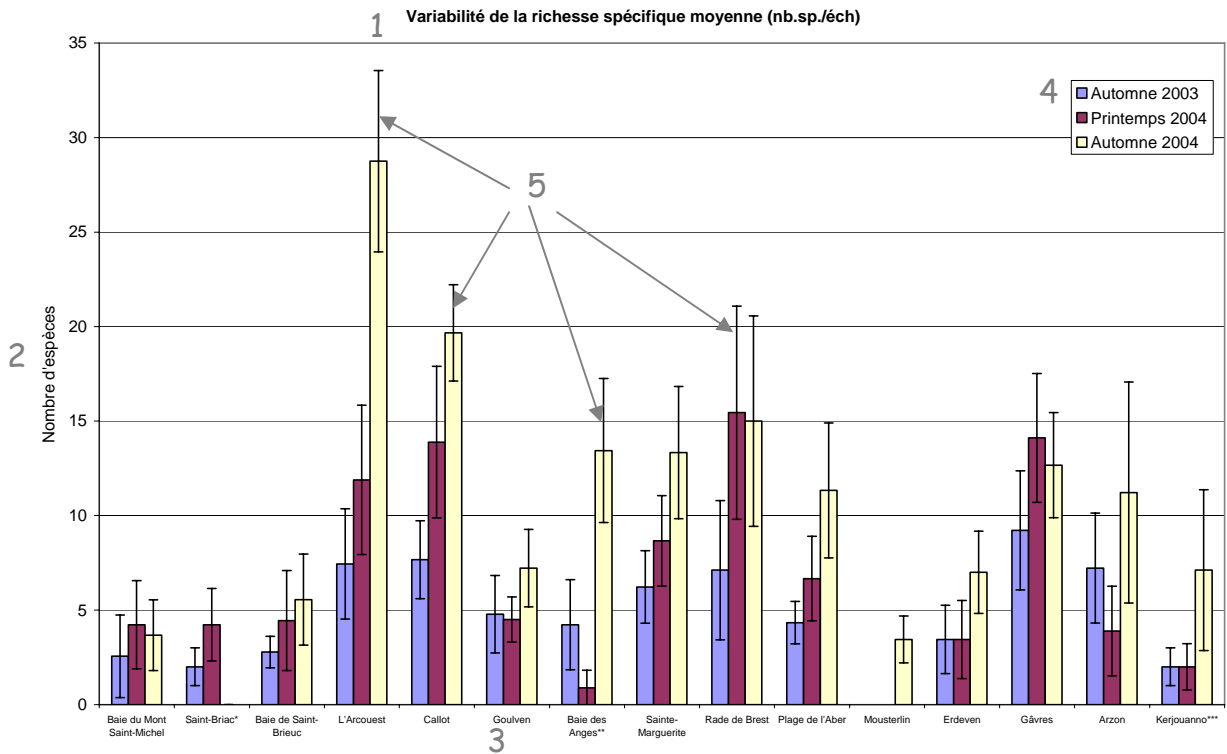
← Prélèvements

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 = 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.

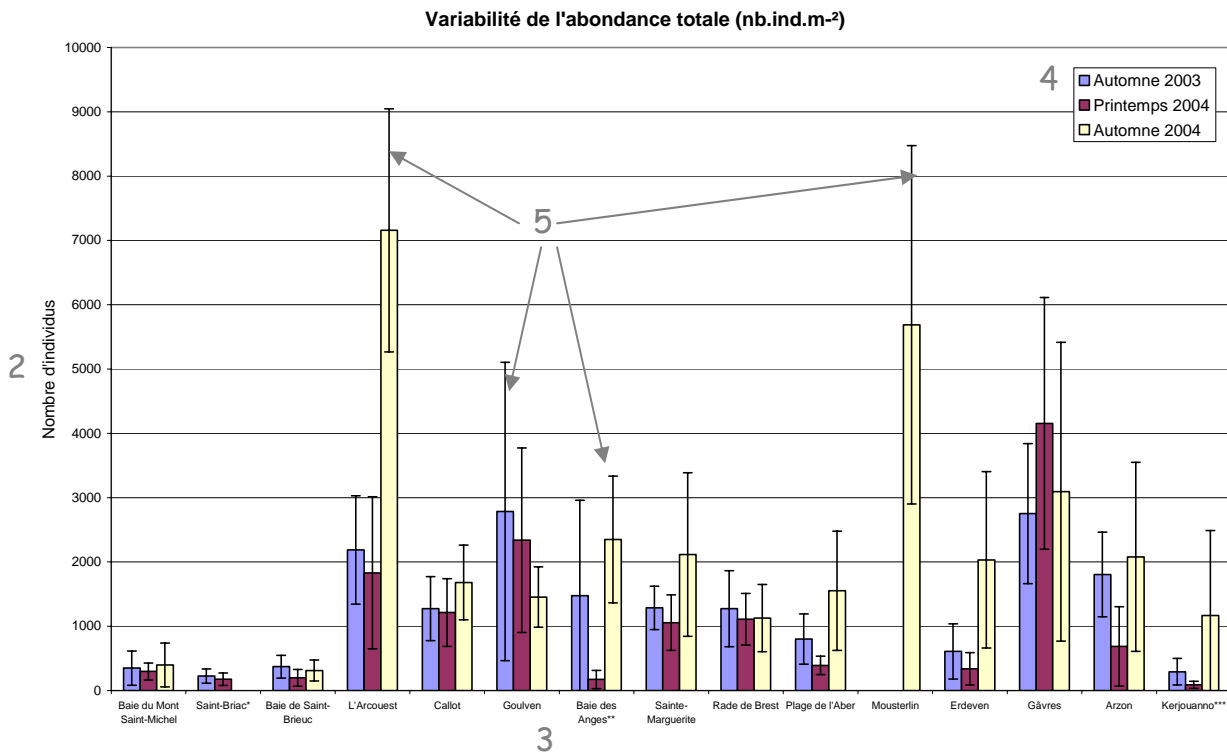
2 Nombre moyen d'espèces dans les prélèvements

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.m²

2 Nombre moyen d'individus dans les prélèvements

3 Nom des sites classés du nord au sud

4 Légende : 1 série d'historgramme 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

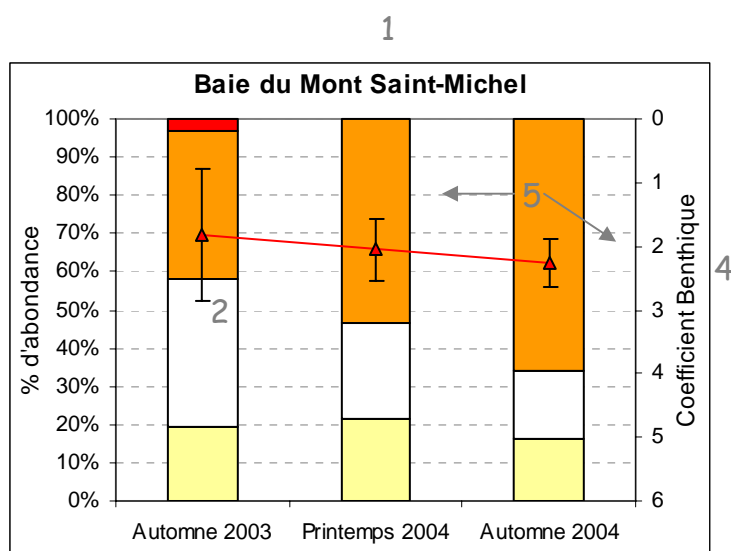
Un groupe a été attribué à chaque espèce [1], selon le référentiel AMBI [3]:

« 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 :

$$CB = \{(0 \times \%GI) + (1,5 \times \%GII) + (3 \times \%GIII) + (4,5 \times \%GIV) + (6 \times \%GV)\} / 100 \gg$$

Borja et al. recommandent de calculer cet indice pour chaque prélèvement, puis de moyenniser sur l'ensemble du site.

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)

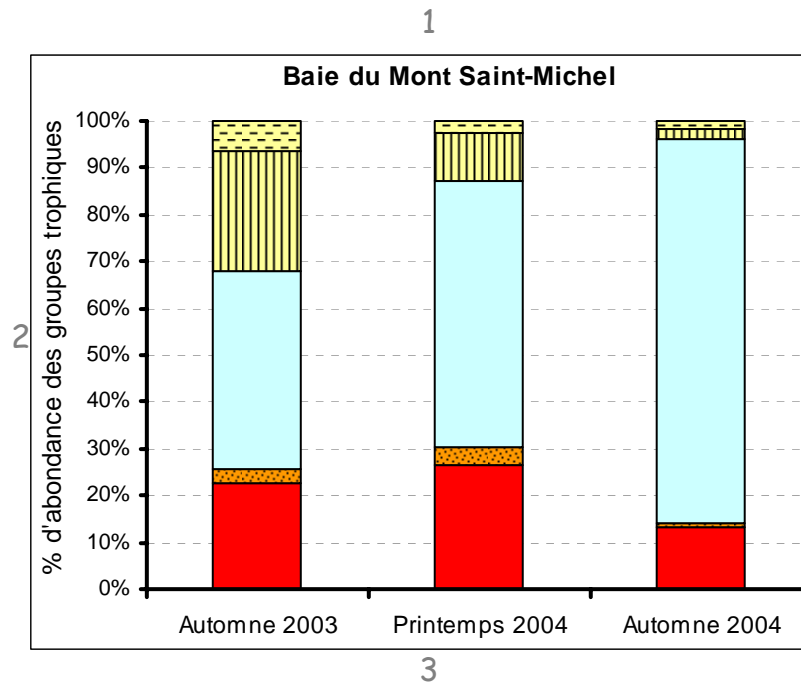
« Les organismes benthiques sont capables de trouver leur source de nourriture dans trois principaux types d'environnement : i) dans le sédiment, ii) à l'interface eau-sédiment, iii) dans la colonne d'eau au-dessus du sédiment. D'autre part, il est possible de discriminer les espèces en considérant la 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
μB	<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. Cette validation aura lieu lors de l'implémentation de la base de données QUADRIGE²

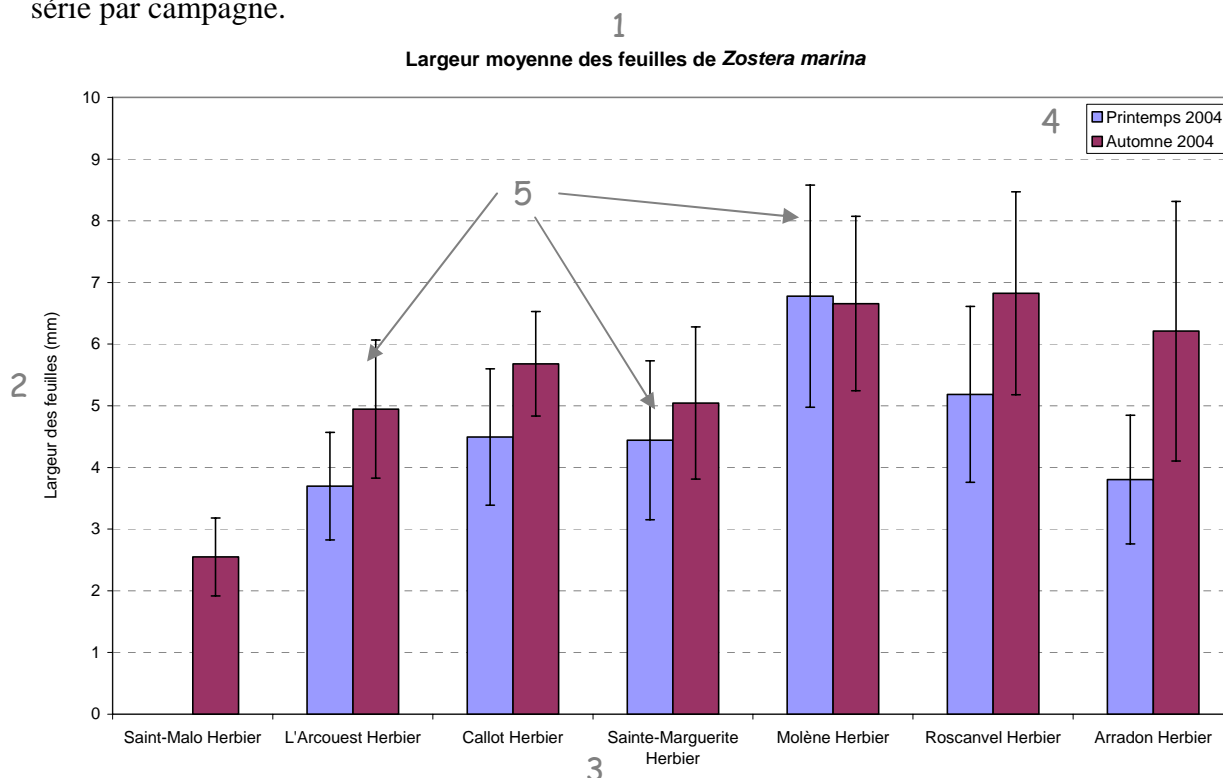
4.1.5. Vitalité des zostères

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

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

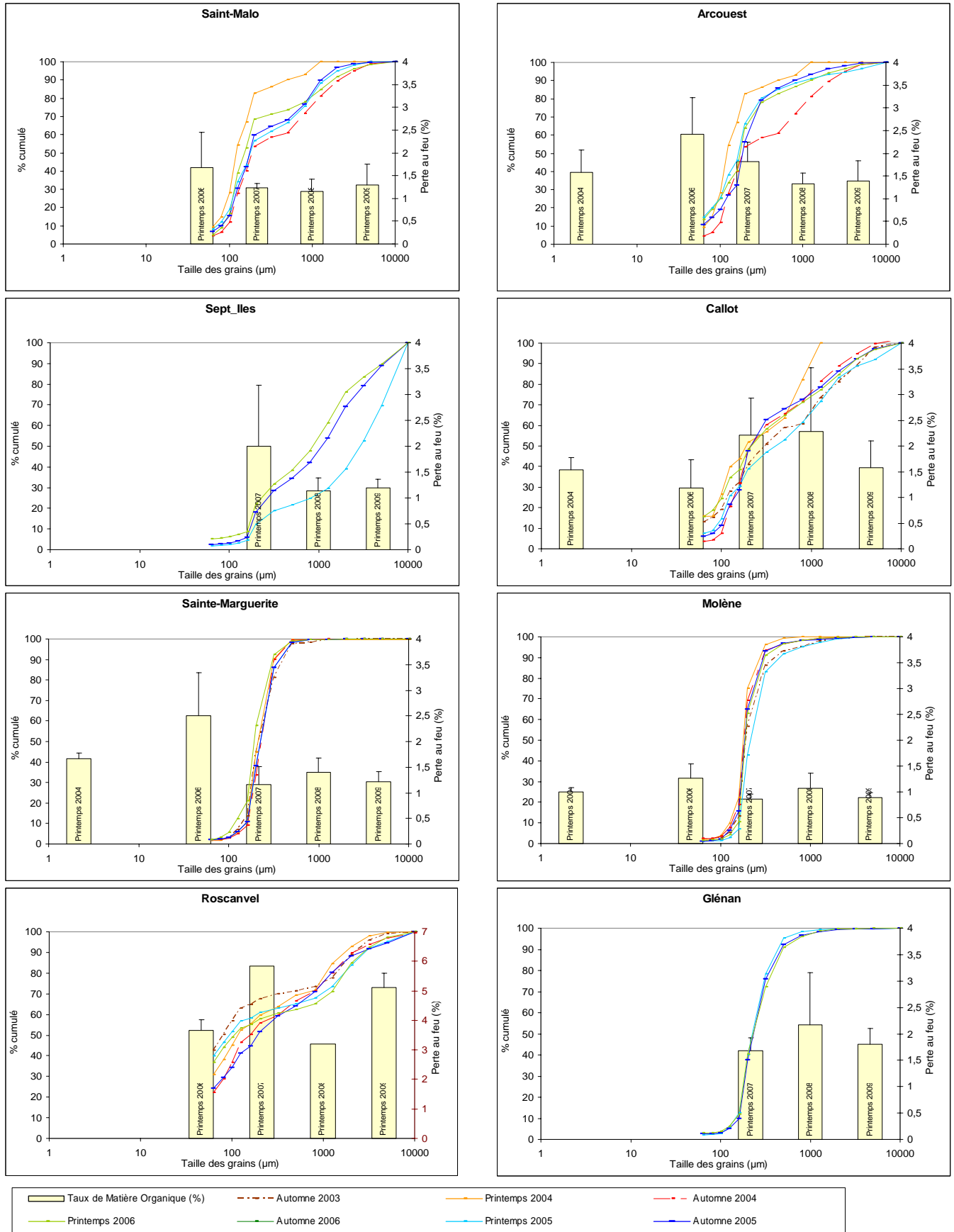
2 Valeur du paramètre

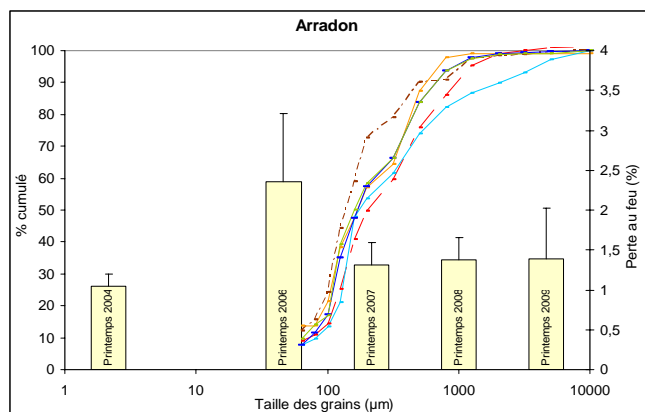
3 Nom des sites classés du nord au sud

4 Légende : 1 série d'histogramme par saison

5 Ecart-type sur le paramètre

4.2. Analyse sédimentaire





	PRINTEMPS 2004						PRINTEMPS 2005					
	Médiane (µm)		Fraction <63 µm (mg)		Taux de matière organique (%)		Médiane (µm)		Fraction <63 µm (mg)		Taux de matière organique (%)	
	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET
Saint-Malo							157	14	7,10	4,00		
L'Arcouest	285	100	10,31	6,41	1,58	0,50	353	152	8,79	3,92		
Sept-Iles												
Callot	617	415	12,21	2,81	1,54	0,24	355	136	9,16	4,97		
Ste-Marguerite	337	35	1,67	0,80	1,67	0,11	332		1,35			
Molène	298	37	1,87	0,40	1,00	0,09	254	7	1,48	0,40		
Roscanvel	122	52	36,67	4,50			167	63	26,32	6,89		
Glénan												
Arradon	177	17	10,33	2,94	1,05	0,15	305	230	7,92	1,46		
	PRINTEMPS 2006						PRINTEMPS 2007					
	Médiane (µm)		Fraction <63 µm (mg)		Taux de matière organique (%)		Médiane (µm)		Fraction <63 µm (mg)		Taux de matière organique (%)	
	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET
Saint-Malo	643	411	3,27	1,05	1,67	0,79	313	176	6,04	1,68	1,24	0,09
L'Arcouest	170	153	34,40	29,69	2,42	0,80	233	67	11,77	8,20	1,82	0,43
Sept-Iles							4321	3518	1,48	1,01	2,00	1,18
Callot	344	126	3,17	1,69	1,18	0,56	650	86	6,90	0,48	2,21	0,72
Ste-Marguerite	318	22	1,51	0,10	2,50	0,84	357	29	1,90	0,47	1,17	0,34
Molène	269	27	2,07	0,37	1,26	0,28	344	50	1,08	0,55	0,86	0,11
Roscanvel	195	39	17,01	2,60	3,65	0,37	145	99	37,03	14,50	5,83	
Glénan							356	55	1,96	0,53	1,68	0,24
Arradon	470	256	7,40	4,63	2,35	0,85	453	284	6,73	5,02	1,31	0,28

	PRINTEMPS 2008						PRINTEMPS 2009					
	Médiane (μm)		Fraction <63 μm (mg)		Taux de matière organique (%)		Médiane (μm)		Fraction <63 μm (mg)		Taux de matière organique (%)	
	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET
Saint-Malo	256	60	4,80	1,57	1,15	0,27	579	707	3,98	1,41	1,29	0,46
L'Arcouest	282	81	8,47	4,77	1,32	0,25	242	76	10,29	4,01	1,39	0,45
Sept-Iles	1678	329	2,21	1,54	1,14	0,25	1477	493	4,60	1,98	1,20	0,17
Callot	383	192	5,55	3,77	2,29	1,23	313	140	14,20	10,08	1,57	0,53
Ste-Marguerite	349	44	1,83	0,66	1,40	0,27	291	43	1,90	0,23	1,21	0,20
Molène	276	16	1,10	0,24	1,07	0,29	287	35	1,38	0,19	0,89	0,09
Roscanvel	287		20,58		3,20		728	1077	32,32	6,33	5,11	0,48
Glénan	366	27	2,55	0,47	2,17	0,98	364	63	2,90	0,59	1,81	0,30
Arradon	384	191	6,03	3,45	1,38	0,27	314	201	9,00	4,82	1,39	0,64

4.3. Abondance et richesse spécifique

Variabilité de la richesse spécifique moyenne de l'endofaune (nb.sp./éch)

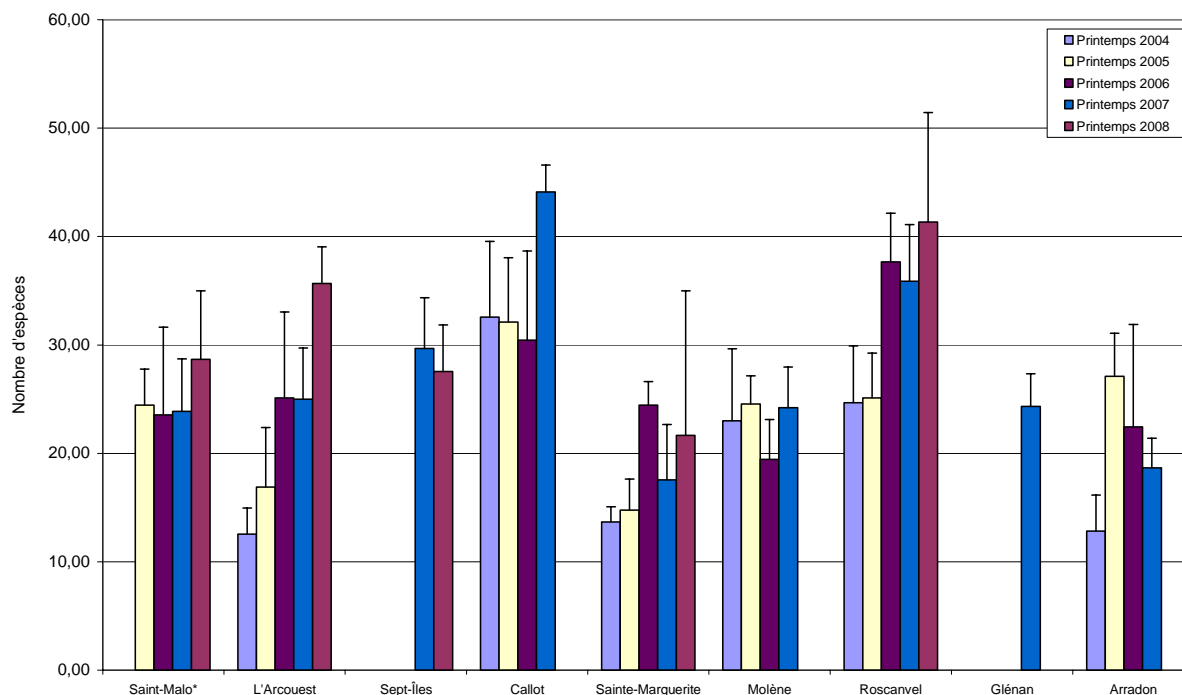
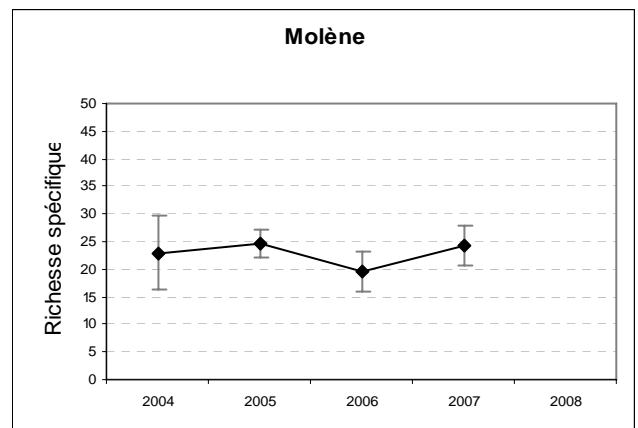
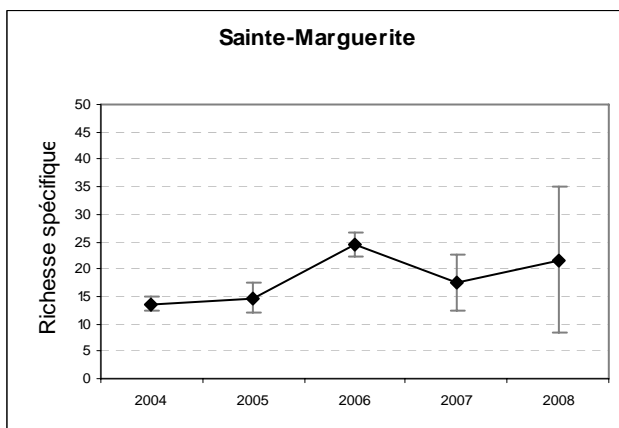
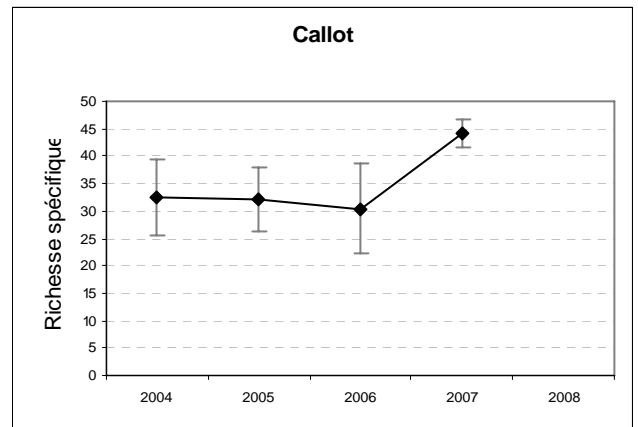
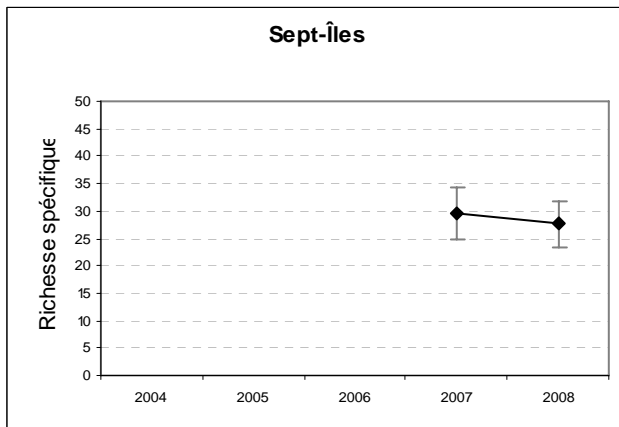
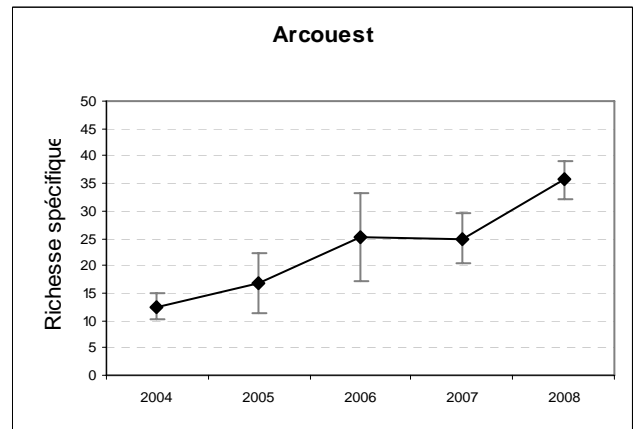
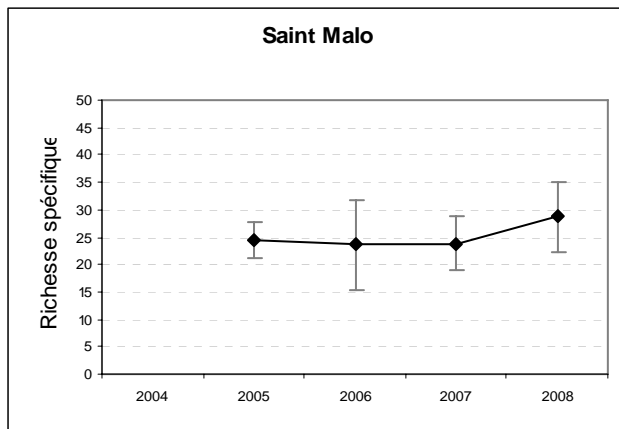
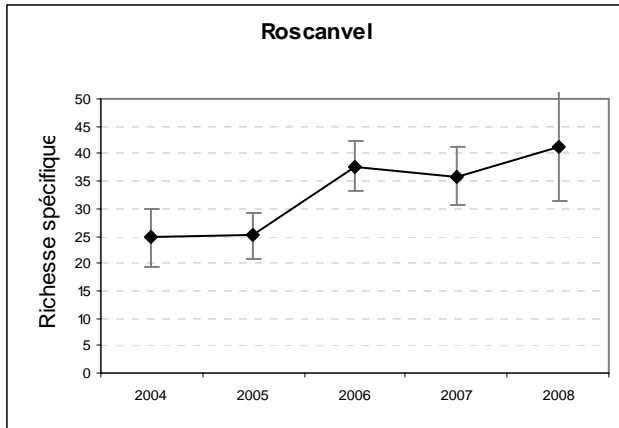


Tableau 2 : Endofaune – Richesse spécifique moyenne par échantillon (Moy.=moyenne ; ET = Ecart-type).
(nb : Les données de 2008 manquantes sont en phase de validation taxonomique)

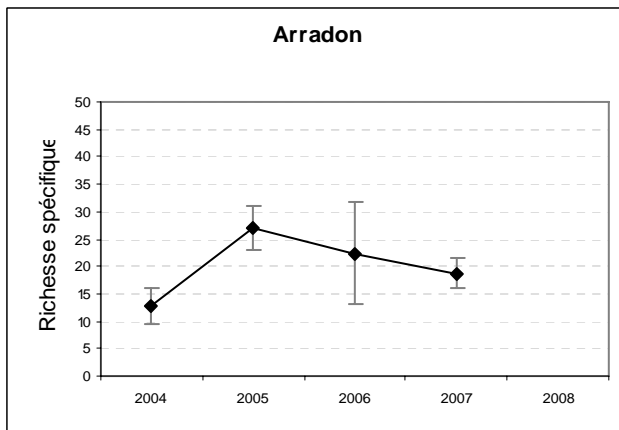
	Printemps 2004		Printemps 2005		Printemps 2006		Printemps 2007		Printemps 2008	
	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET
Saint-Malo*			24,44	3,32	23,56	8,08	23,89	4,83	28,67	6,32
L'Arcouest	12,56	2,40	16,89	5,49	25,11	7,93	25,00	4,72	35,67	3,39
Sept-Îles							29,67	4,69	27,56	4,30
Callot	32,56	7,00	32,11	5,95	30,44	8,23	44,11	2,47		
Sainte-Marguerite	13,67	1,41	14,78	2,86	24,44	2,19	17,56	5,10	21,67	13,34
Molène	23,00	6,65	24,56	2,60	19,44	3,68	24,22	3,73		
Roscanvel	24,67	5,24	25,11	4,14	37,67	4,50	35,89	5,21	41,33	10,11
Glénan							24,33	3,00		
Arradon	12,83	3,31	27,11	3,98	22,44	9,45	18,67	2,74		

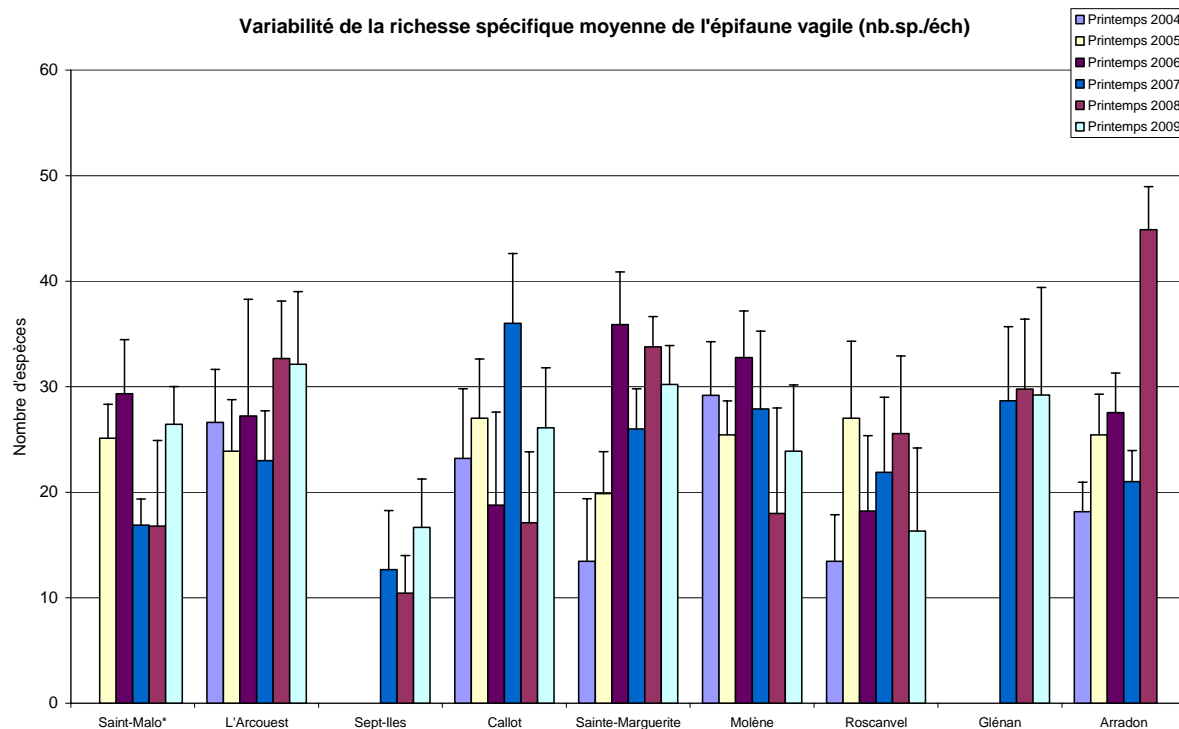
Endofaune - Variabilité de la richesse spécifique moyenne (nb sp./échantillon), représentation par site.



**Glénan**

Pas de graphe, une seule série de données de disponible.



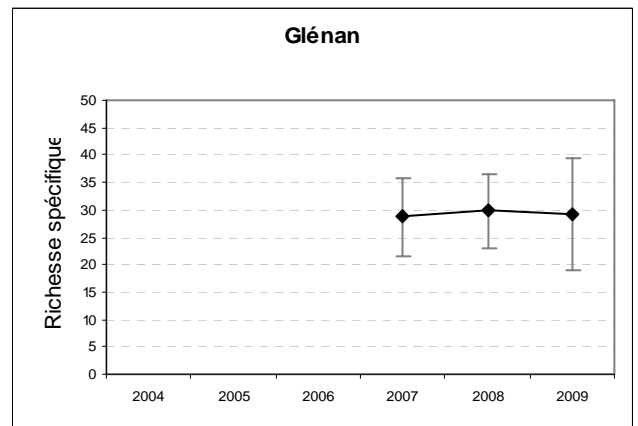
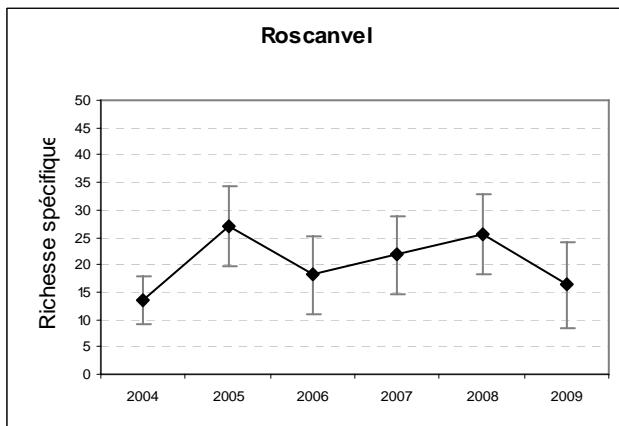
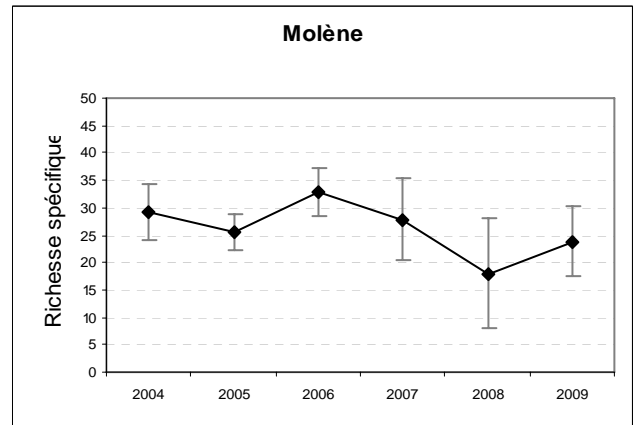
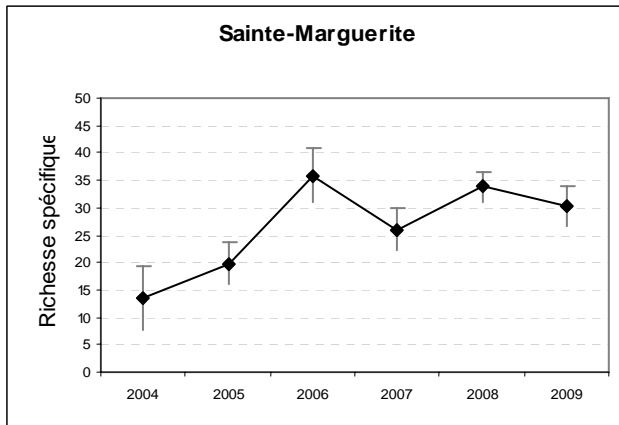
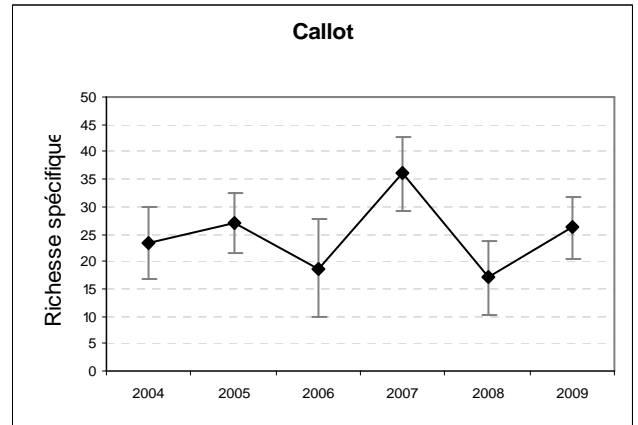
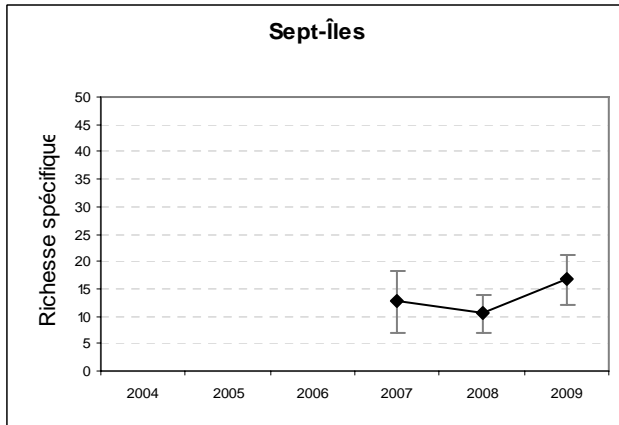
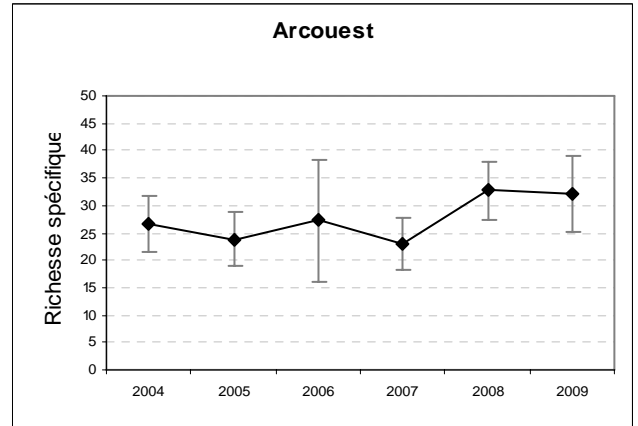
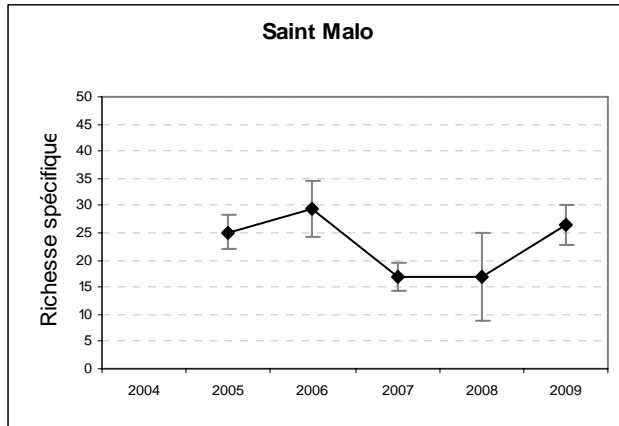


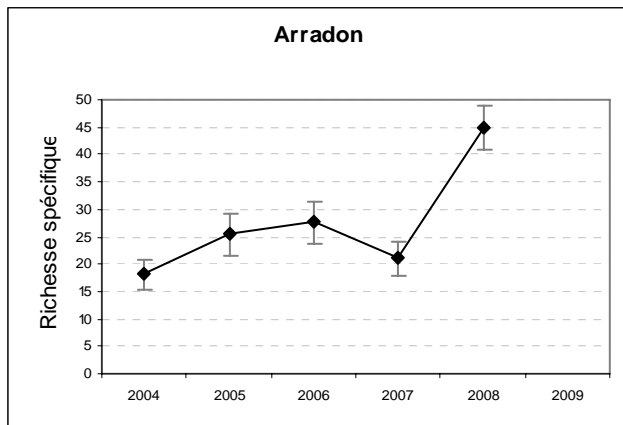
* Le site de Saint-Malo n'est suivi que depuis l'automne 2004.

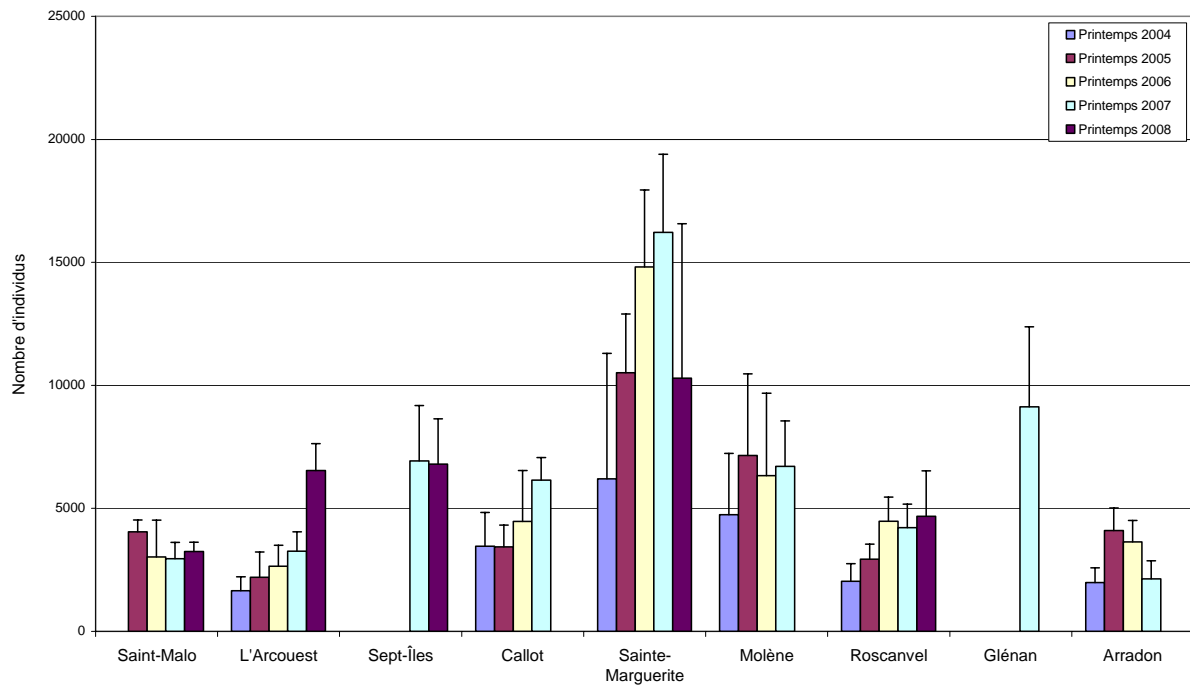
Tableau 3 : Epifaune - Richesse spécifique moyenne par échantillon (Moy.=moyenne ; ET = Ecart-type).

	Printemps 2004		Printemps 2005		Printemps 2006		Printemps 2007		Printemps 2008		Printemps 2009	
	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET
Saint-Malo*			25,11	3,22	29,33	5,12	16,89	2,47	16,78	8,14	26,44	3,57
L'Arcouest	26,63	5,01	23,89	4,88	27,22	11,07	23,00	4,72	32,67	5,45	32,14	6,87
Sept-Îles							12,67	5,59	10,44	3,54	16,67	4,58
Callot	23,22	6,57	27,00	5,61	18,78	8,81	36,00	6,63	17,11	6,72	26,11	5,67
Sainte-Marguerite	13,44	5,94	19,89	3,95	35,89	4,99	26,00	3,81	33,78	2,86	30,22	3,67
Molène	29,20	5,07	25,44	3,21	32,78	4,41	27,89	7,37	18,00	10,00	23,89	6,29
Roscanvel	13,44	4,42	27,00	7,32	18,22	7,14	21,89	7,11	25,56	7,35	16,33	7,86
Glénan							28,67	7,02	29,78	6,61	29,22	10,20
Arradon	18,17	2,79	25,44	3,84	27,56	3,75	21,00	2,96	44,89	4,08		

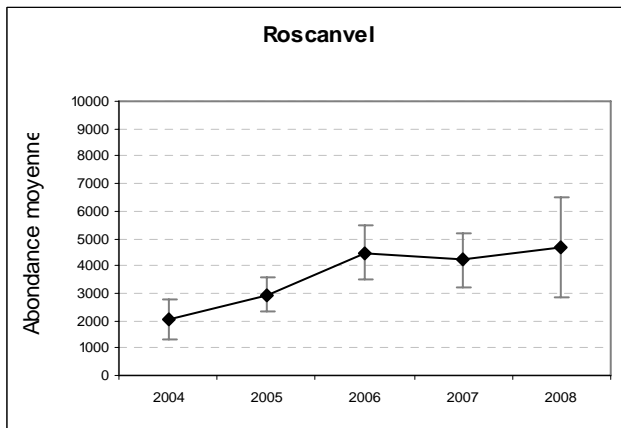
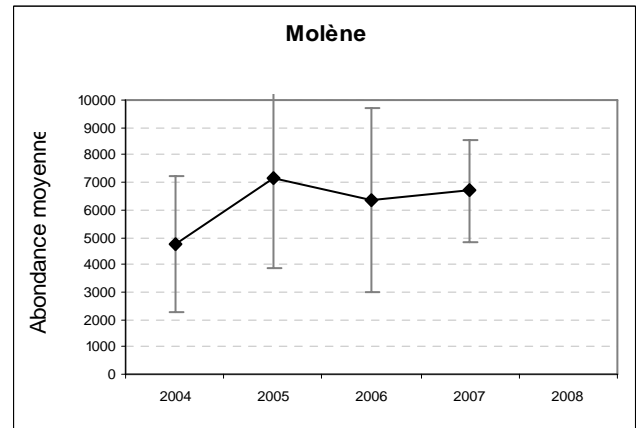
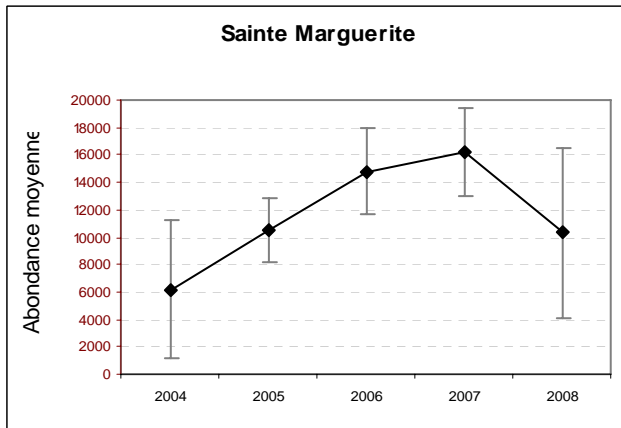
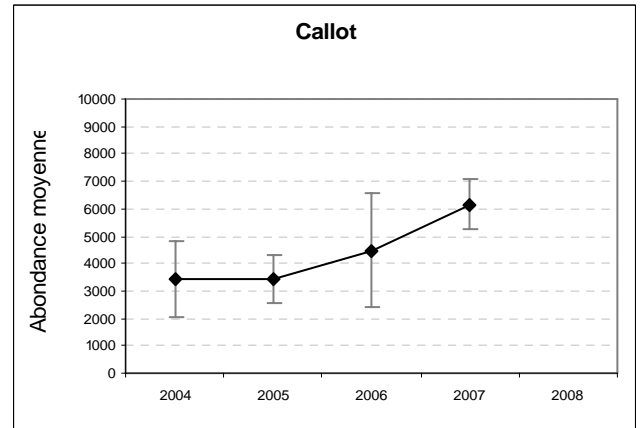
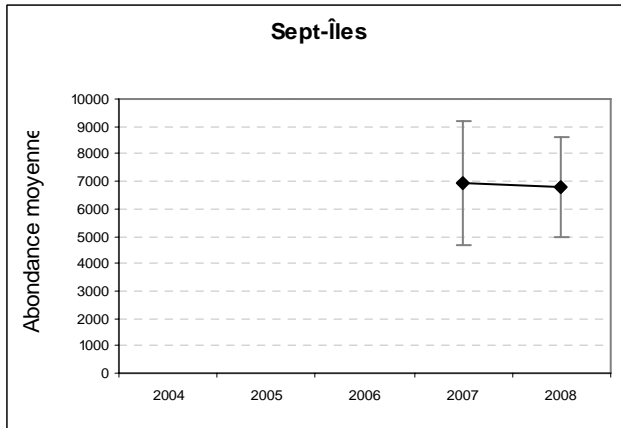
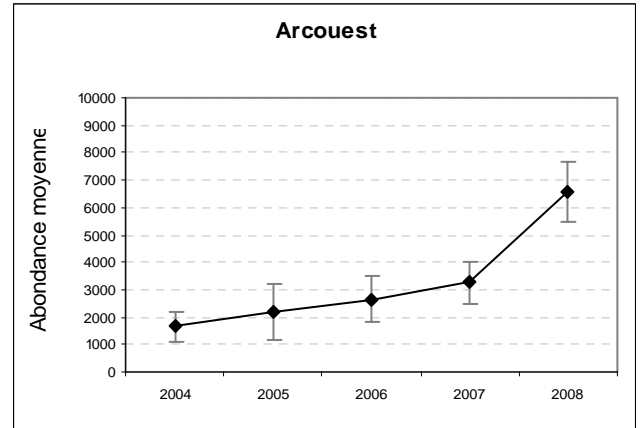
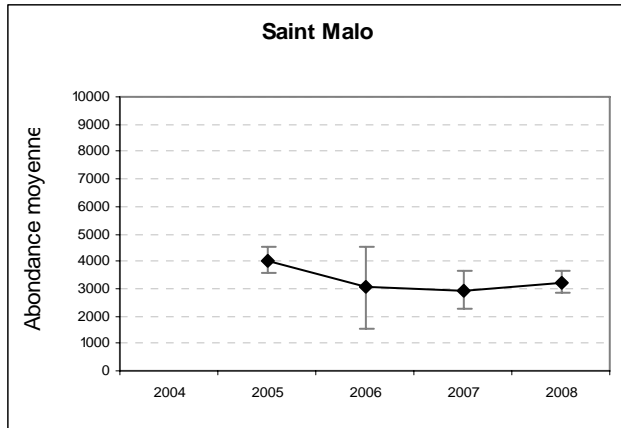
Epifaune - Variabilité de la richesse spécifique moyenne (nb sp. /échantillon), représentation par site.



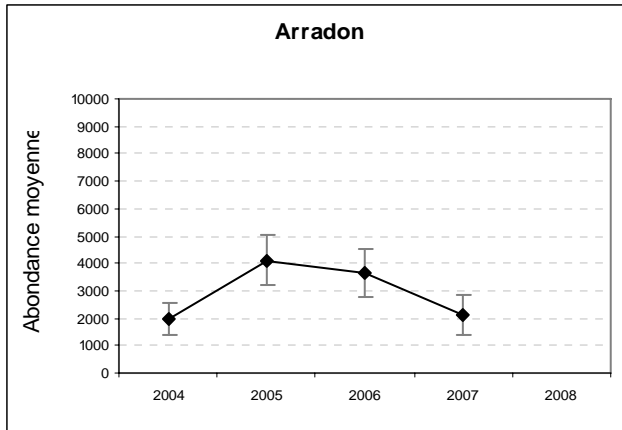


Variabilité de l'abondance totale de l'endofaune (nb.ind.m⁻²)Tableau 4 : Endofaune - Abondance totale moyenne de chaque site (en nombre d'individus par m²).

	Printemps 2004		Printemps 2005		Printemps 2006		Printemps 2007		Printemps 2008	
	Moy.	ET	Moy.	ET					Moy.	ET
Saint-Malo			4044	489	3030	1491	2952	665	3248	384
L'Arcouest	1652	571	2200	1024	2652	848	3256	795	6541	1092
Sept-Îles							6933	2243	6804	1842
Callot	3456	1385	3437	879	4470	2073	6148	918		
Sainte-Marguerite	6204	5095	10515	2388	14815	3134	16222	3176	10293	6273
Molène	4744	2486	7152	3318	6333	3345	6704	1854		
Roscanvel	2037	718	2937	606	4481	977	4211	965	4674	1856
Glénan							9126	3259		
Arradon	1983	604	4096	915	3642	868	2137	735		

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

Pas de graphe, une seule série de données de disponible.



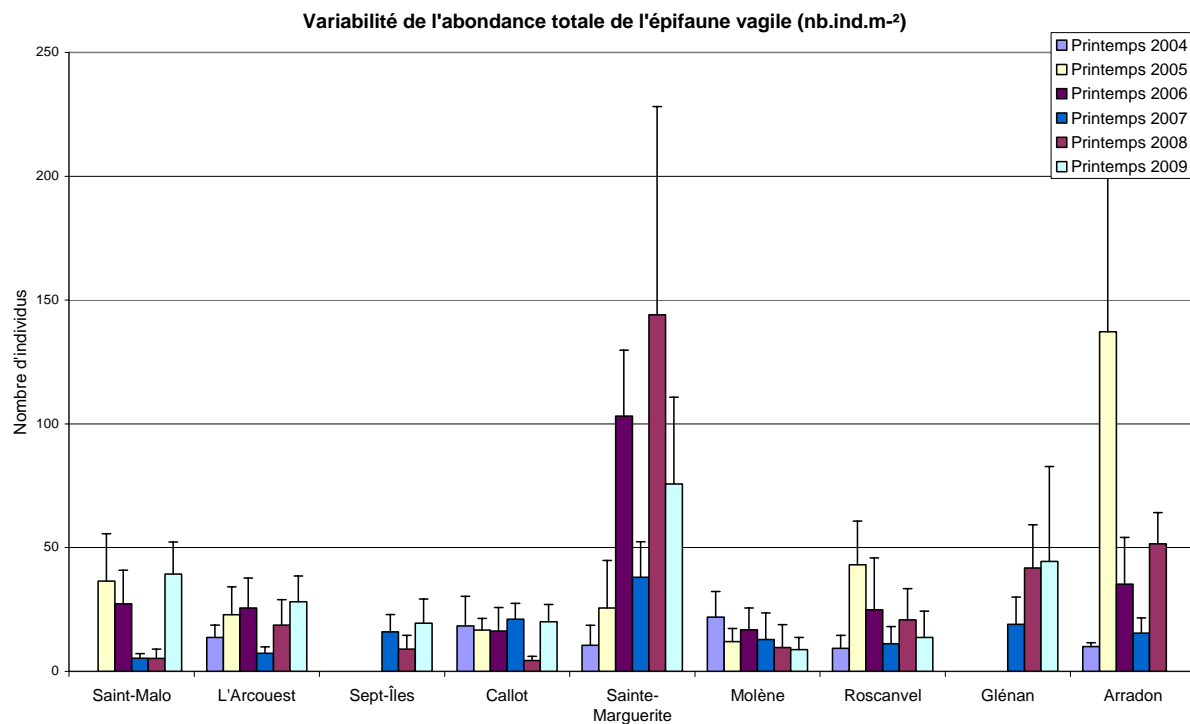
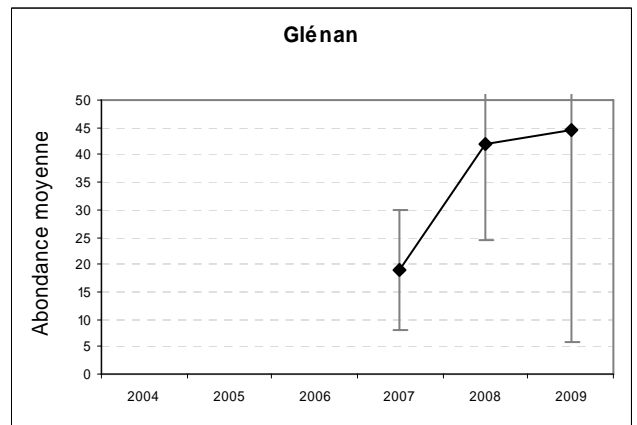
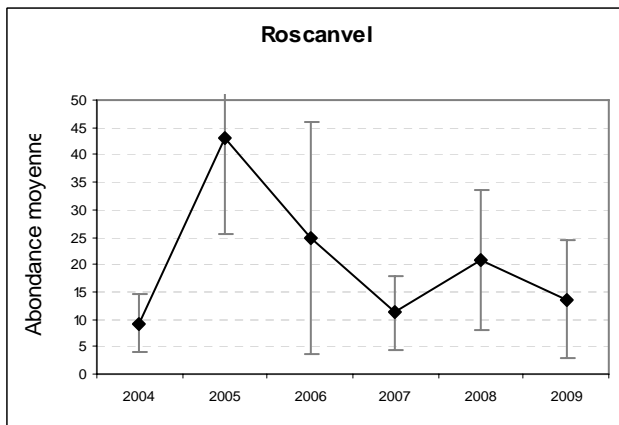
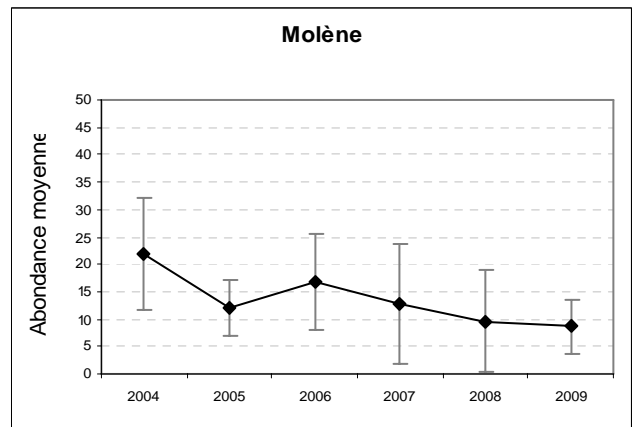
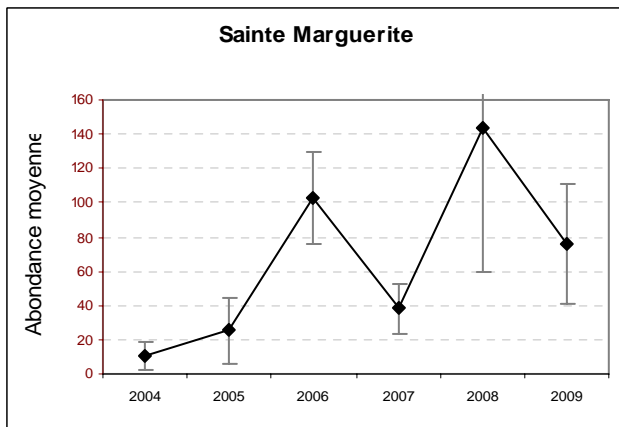
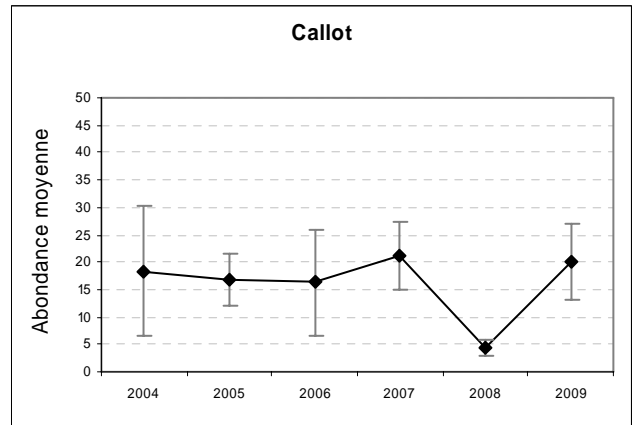
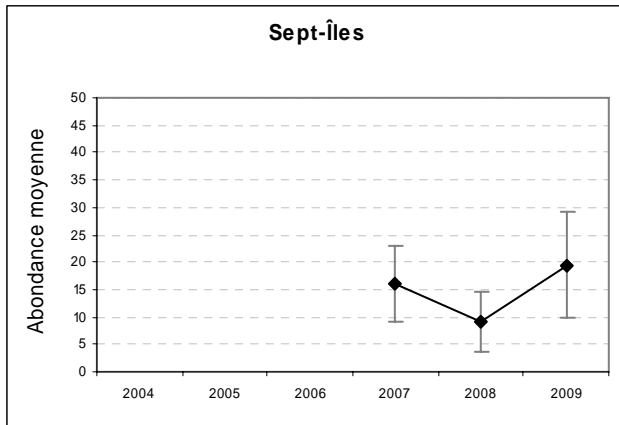
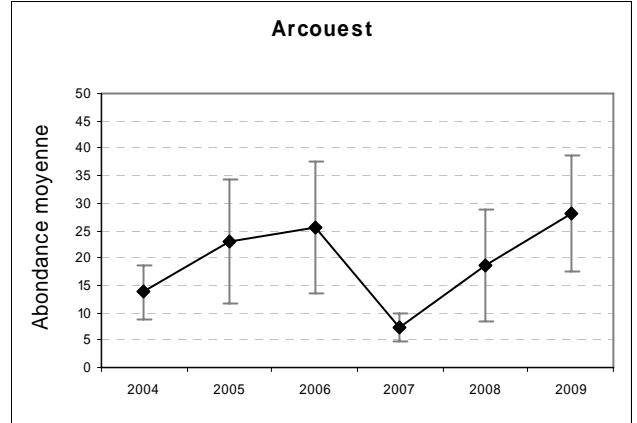
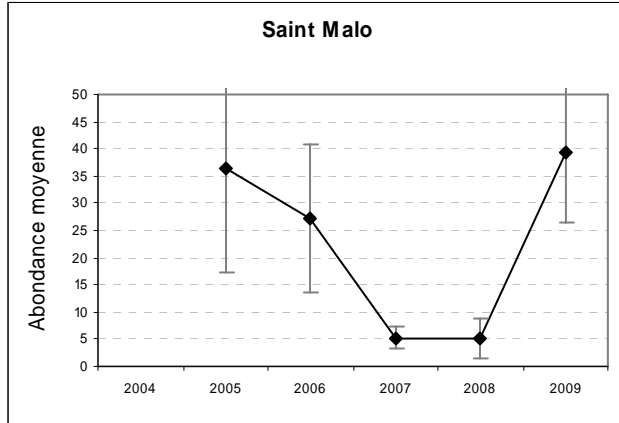
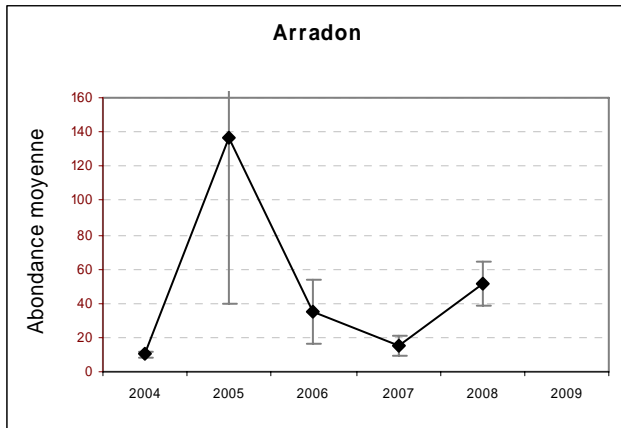


Tableau 5 : Epifaune - Abondance totale moyenne de chaque site (en nombre d'individus par m²).

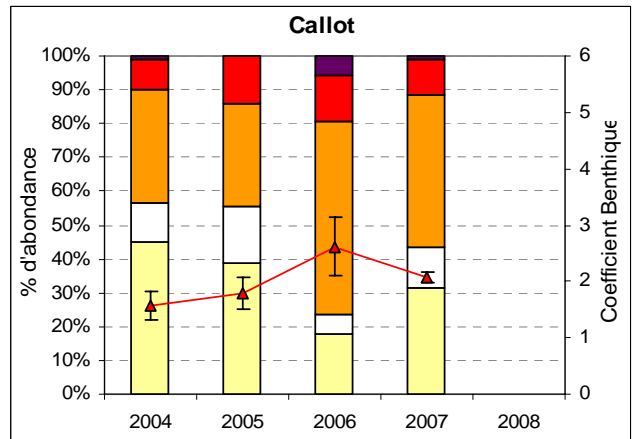
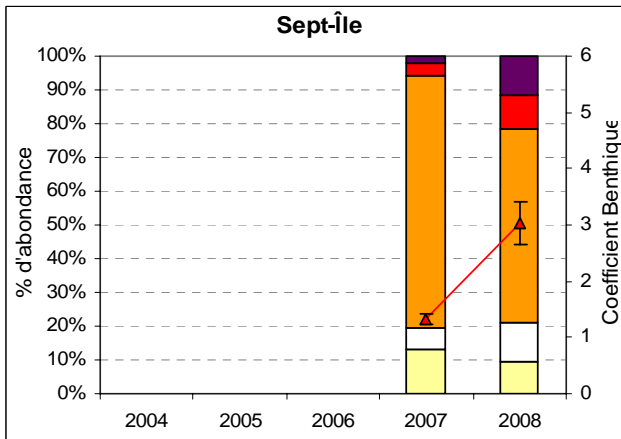
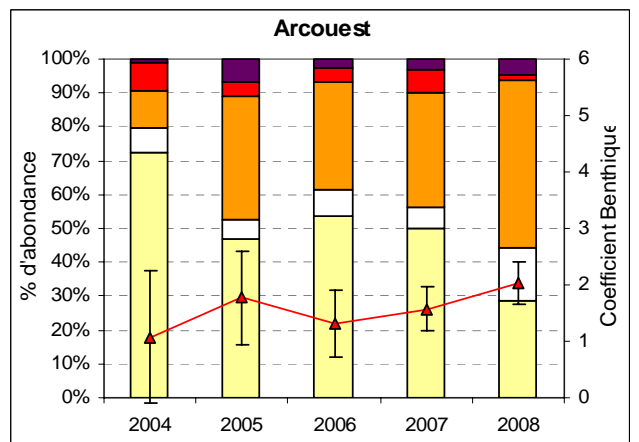
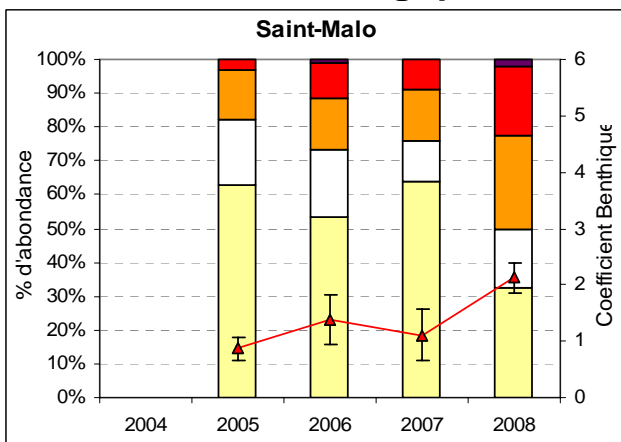
	Printemps 2004		Printemps 2005		Printemps 2006		Printemps 2007		Printemps 2008		Printemps 2009	
	Moy.	ET	Moy.	ET					Moy.	ET	Moy.	ET
Saint-Malo			36	19	27	14	5	2	5	4	39	13
L'Arcouest	14	5	23	11	26	12	7	3	19	10	28	10
Sept-Îles							16	7	9	6	19	10
Callot	18	12	17	5	16	10	21	6	4	2	20	7
Sainte-Marguerite	11	8	26	19	103	27	38	14	144	84	76	35
Molène	22	10	12	5	17	9	13	11	10	9	9	5
Roscanvel	9	5	43	18	25	21	11	7	21	13	14	11
Glénan							19	11	42	17	44	38
Arradon	10	2	137	98	35	19	15	6	52	13		

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





4.4. Structure écologique de l'endofaune



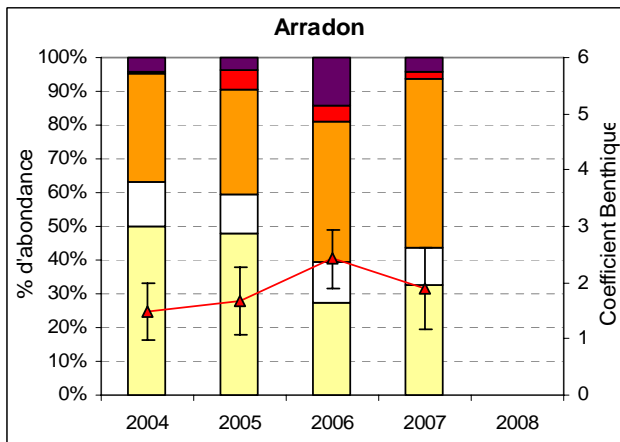
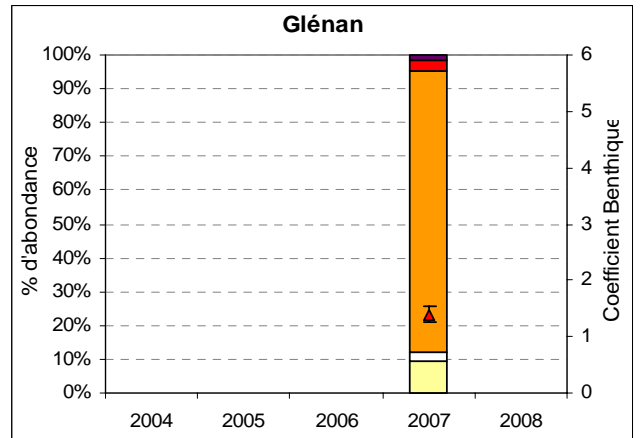
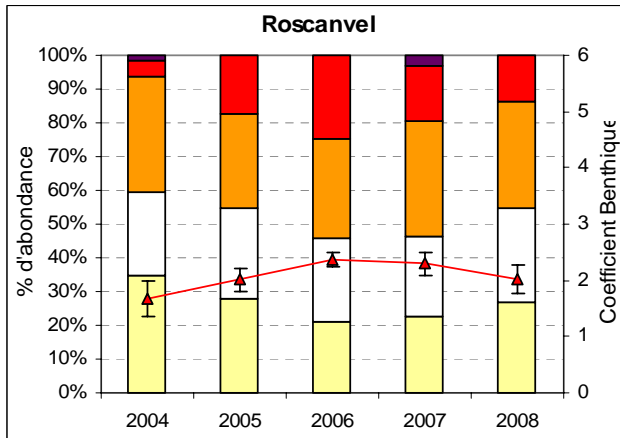
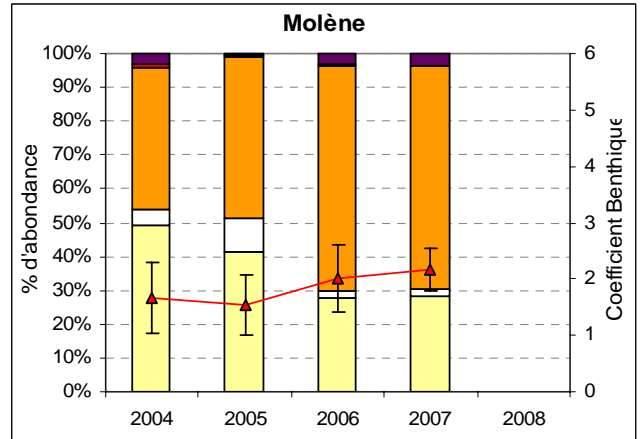
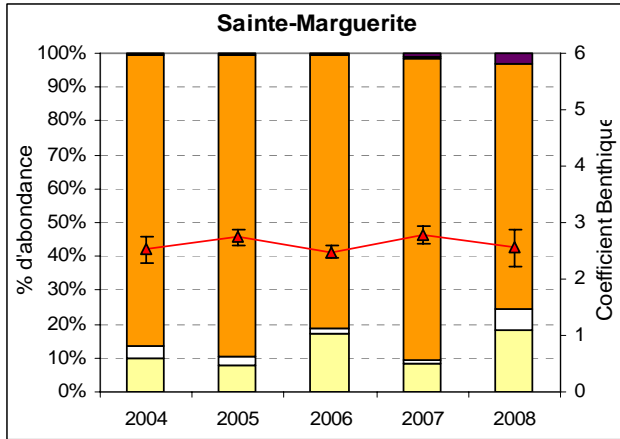


Tableau 6 : Pourcentages d'abondance des groupes écologiques de l'endofaune et valeur du coefficient benthique (BC) (Moy. = moyenne ; ET = écart-type)

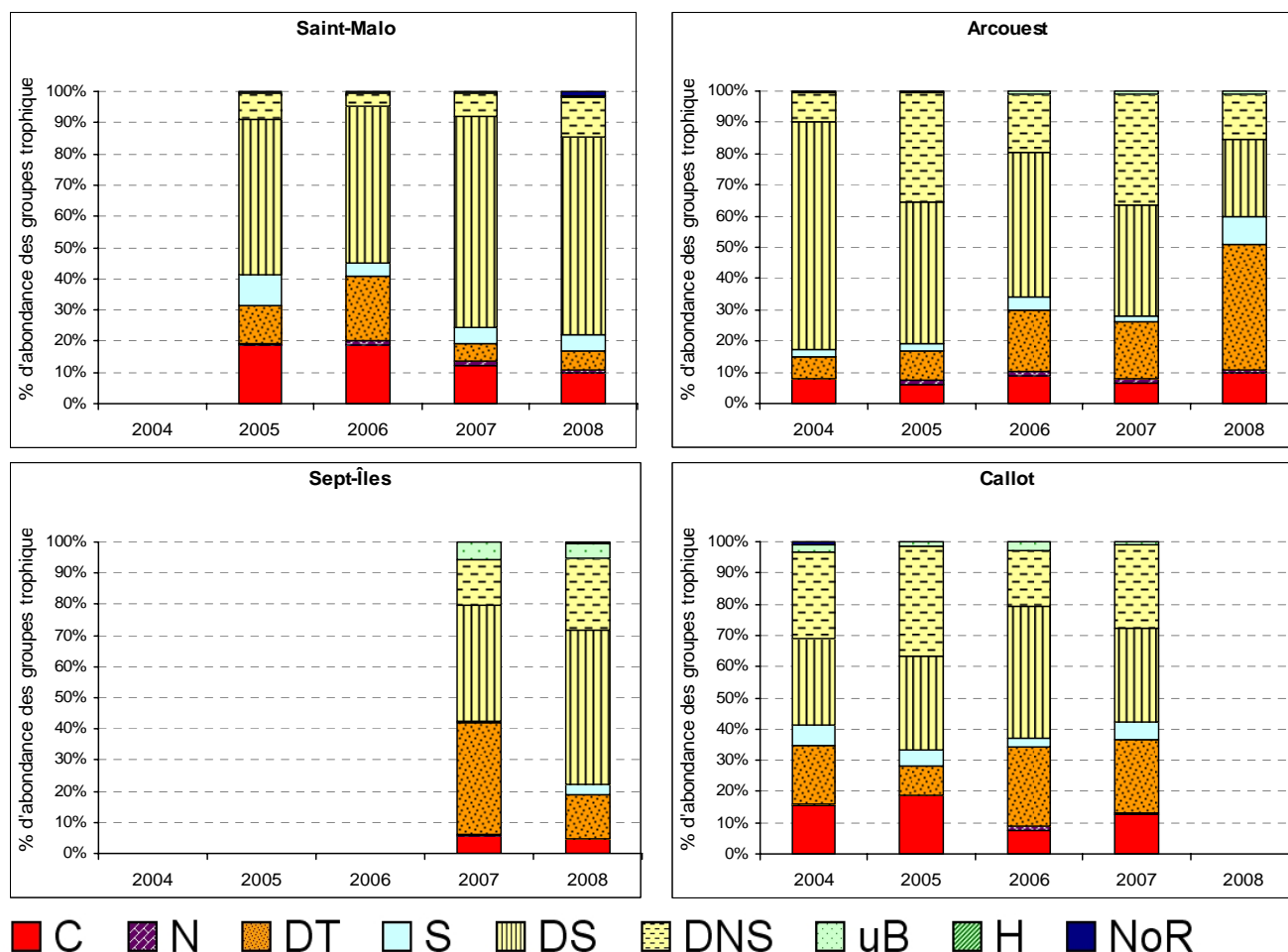
		2004	2005	2006	2007	2008*
Saint-Malo	I		62,6	53,2	64,0	32,5
	II		19,6	20,2	11,7	17,2
	III		14,7	15,2	15,2	27,8
	IV		3,0	10,4	9,0	20,4
	V		0,1	1,0	0,0	1,9
	BC	Moy		0,87	1,38	1,11
	E.-T.		0,20	0,43	0,46	0,28
Arcouest	I	72,4	46,5	53,5	49,7	28,5
	II	7,2	5,7	8,1	6,3	15,5
	III	11,2	36,5	31,4	34,0	49,9
	IV	8,3	4,2	4,6	6,8	1,4
	V	0,9	6,6	2,4	3,1	4,6
	BC	Moy	1,07	1,77	1,32	1,57
	E.-T.	1,16	0,82	0,60	0,39	0,38
Sept-Îles	I	0,0	0,0	0,0	13,2	9,6
	II	0,0	0,0	0,0	6,4	11,2
	III	0,0	0,0	0,0	74,4	57,4
	IV	0,0	0,0	0,0	4,1	10,2
	V	0,0	0,0	0,0	1,9	11,6
	BC	Moy	0,00	0,00	0,00	1,32
	E.-T.	0,00	0,00	0,00	0,11	0,39
Callot	I	45,1	38,4	17,6	31,3	
	II	11,6	17,0	6,2	12,0	
	III	33,4	30,1	56,7	45,2	
	IV	8,6	14,1	14,0	10,5	
	V	1,2	0,1	5,6	1,0	
	BC	Moy	1,57	1,78	2,62	2,06
	E.-T.	0,24	0,29	0,51	0,09	
Sainte-Marguerite	I	10,1	8,1	17,0	8,4	18,4
	II	3,2	2,3	1,6	0,9	6,0
	III	86,1	89,1	80,9	89,4	72,4
	IV	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2
	V	0,5	0,5	0,4	1,2	3,0
	BC	Moy	2,52	2,74	2,48	2,79
	E.-T.	0,23	0,15	0,10	0,16	0,33
Molène	I	49,0	41,1	27,9	28,1	
	II	5,1	10,4	1,9	2,3	
	III	41,9	47,6	66,6	66,0	
	IV	0,6	0,5	0,4	0,2	
	V	3,4	0,4	3,2	3,5	
	BC	Moy	1,66	1,55	2,01	2,16
	E.-T.	0,62	0,54	0,59	0,37	
Roscanvel	I	34,7	28,1	21,2	22,6	26,6
	II	24,7	26,7	24,8	23,6	28,0
	III	34,2	27,6	29,4	34,6	31,3
	IV	4,9	17,5	24,4	15,9	13,5
	V	1,5	0,0	0,2	3,3	0,2
	BC	Moy	1,67	2,01	2,37	2,30
	E.-T.	0,31	0,21	0,13	0,20	0,26

		2004	2005	2006	2007	2008*
Glénan	I	0,0	0,0	0,0	9,5	
	II	0,0	0,0	0,0	2,6	
	III	0,0	0,0	0,0	82,9	
	IV	0,0	0,0	0,0	3,2	
	V	0,0	0,0	0,0	1,7	
	BC	Moy	0,00	0,00	0,00	1,39
	E.-T.	0,00	0,00	0,00	0,14	
Arradon	I	50,1	48,0	30,9	32,6	
	II	13,2	11,2	13,5	11,3	
	III	31,9	31,2	47,0	49,9	
	IV	0,6	6,0	5,0	1,7	
	V	4,2	3,6	16,1	4,3	
	BC	Moy	1,49	1,66	2,42	1,90
	E.-T.	0,51	0,60	0,51	0,72	

*Traitement des données en cours de finalisation

4.5. Structure trophique

4.5.1. Endofaune



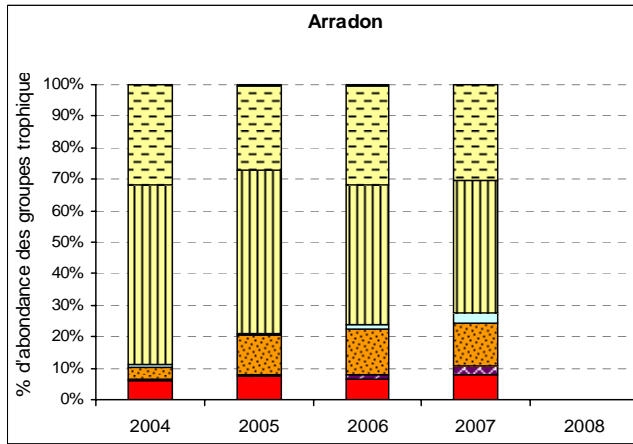
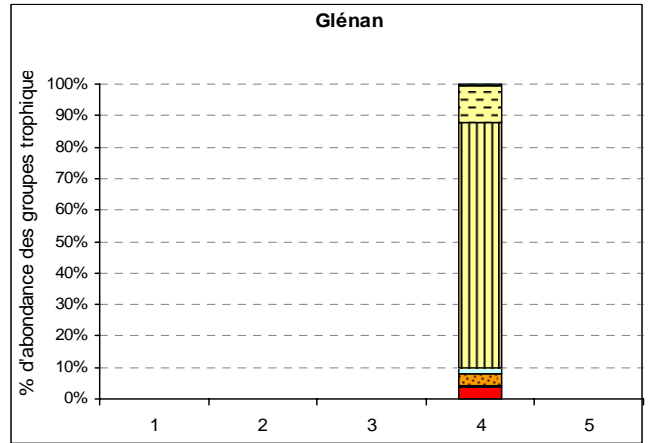
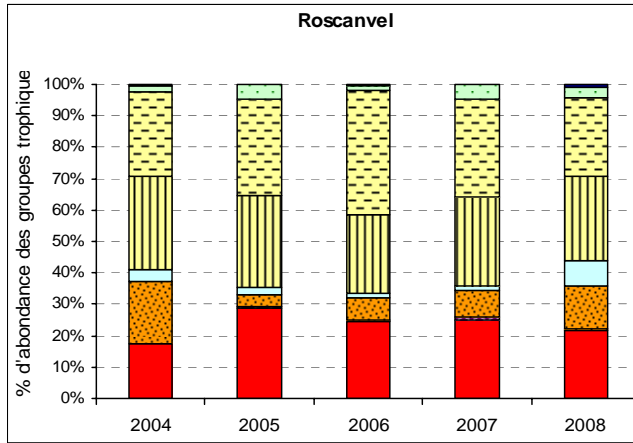
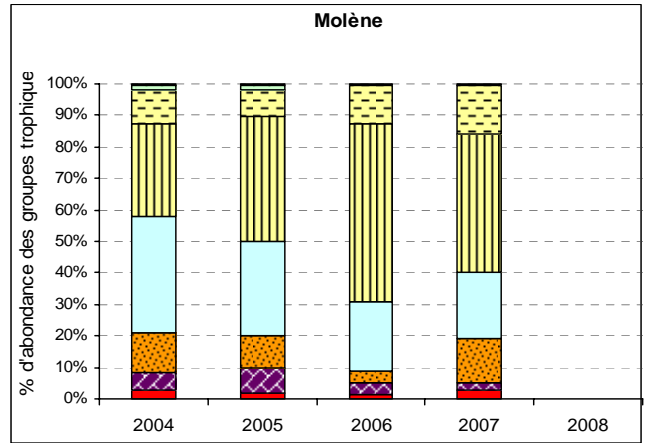
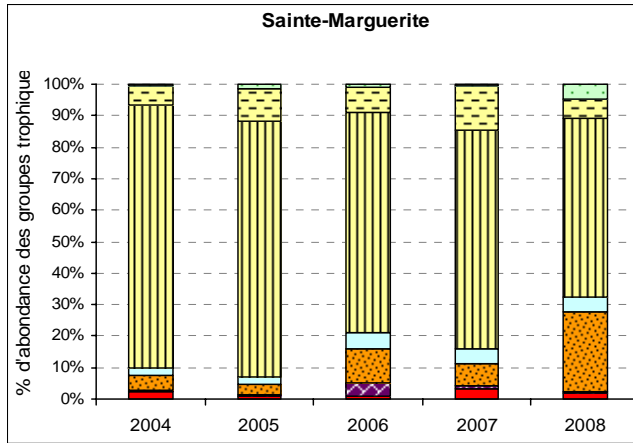


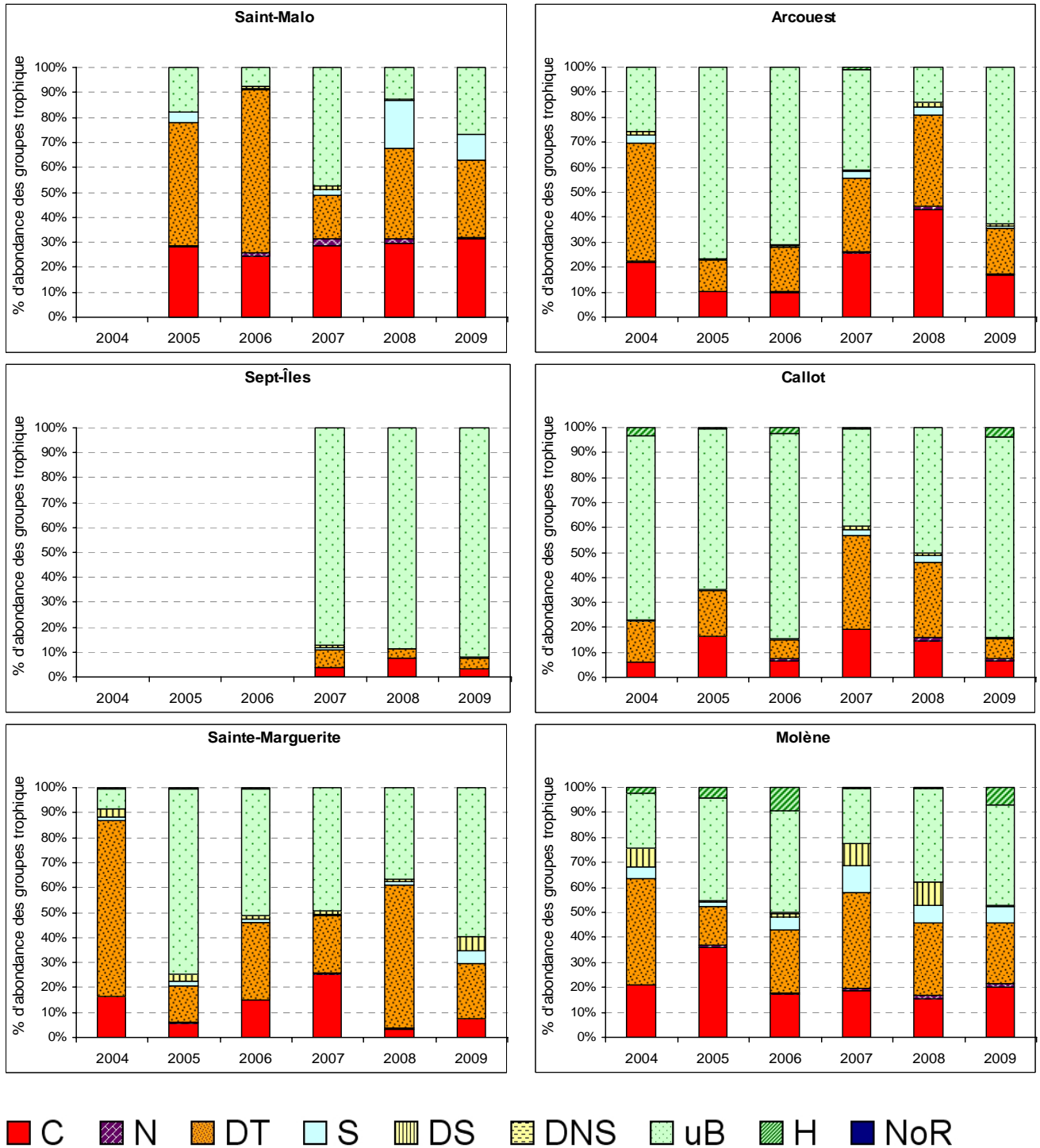
Tableau 7 : Pourcentages d'abondance des groupes trophiques de l'endofaune.

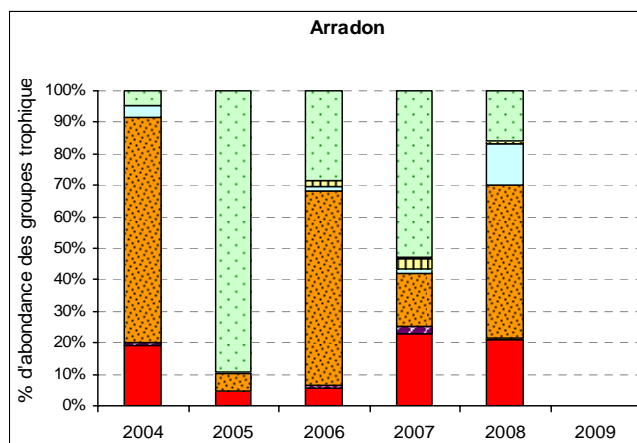
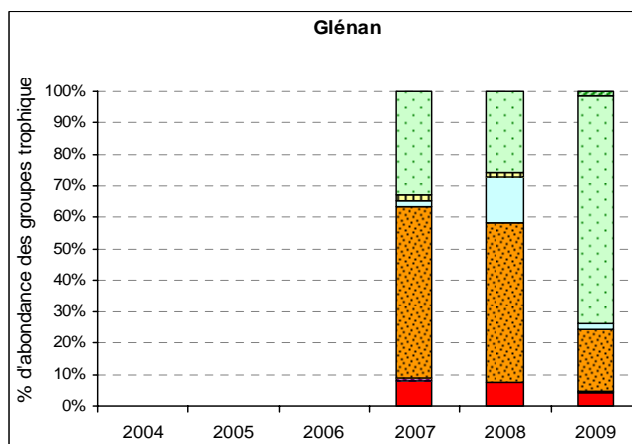
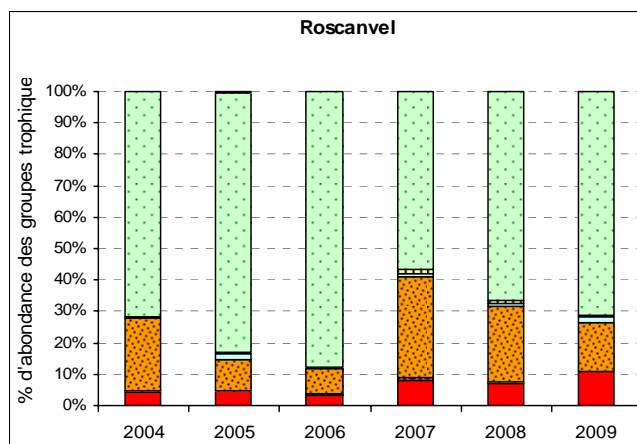
		2004	2005	2006	2007	2008*
Saint-Malo	C	0,0	18,9	18,7	12,3	9,7
	N	0,0	0,5	1,6	1,4	0,9
	DT	0,0	12,0	20,7	5,8	6,2
	S	0,0	10,1	3,9	4,8	5,5
	DS	0,0	49,6	50,5	67,9	63,3
	DNS	0,0	8,2	4,4	7,3	12,7
	uB	0,0	0,6	0,2	0,5	0,2
	H	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NoR	0,0	0,0	0,0	0,1	1,6
Arcouest	C	8,1	7,0	9,1	6,7	9,7
	N	0,0	1,5	1,4	1,3	0,8
	DT	7,0	10,6	19,6	18,1	40,2
	S	2,2	2,3	3,9	2,2	9,0
	DS	73,1	51,5	46,6	35,4	24,7
	DNS	9,2	39,1	18,3	35,5	14,8
	uB	0,0	0,8	1,1	0,9	0,7
	H	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NoR	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1
Sept-Îles	C	0,0	0,0	0,0	5,7	4,6
	N	0,0	0,0	0,0	0,5	0,2
	DT	0,0	0,0	0,0	35,6	14,3
	S	0,0	0,0	0,0	0,8	2,9
	DS	0,0	0,0	0,0	37,2	49,9
	DNS	0,0	0,0	0,0	14,4	22,9
	uB	0,0	0,0	0,0	5,6	5,0
	H	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	NoR	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3
Callot	C	15,6	18,9	7,5	12,9	
	N	0,4	0,1	1,3	0,5	
	DT	18,4	9,1	25,4	23,1	
	S	6,9	5,5	2,8	5,7	
	DS	27,9	29,7	42,5	30,2	
	DNS	27,3	35,1	17,8	26,7	
	uB	2,6	1,6	2,6	1,0	
	H	0,0	0,0	0,2	0,0	
	NoR	0,9	0,0	0,0	0,0	
Sainte-Marguerite	C	2,3	0,8	1,0	3,4	1,9
	N	0,5	0,6	4,2	0,8	0,3
	DT	4,8	3,1	10,7	7,2	25,7
	S	2,4	2,5	5,0	4,6	4,6
	DS	83,6	81,3	70,2	69,3	56,6
	DNS	5,7	10,2	7,8	14,3	6,2
	uB	0,7	1,5	1,1	0,5	4,7
	H	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NoR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

		2004	2005	2006	2007	2008*
Molène	C	3,0	2,0	1,5	2,7	
	N	5,3	8,0	3,5	2,5	
	DT	12,9	9,9	3,7	13,8	
	S	36,6	30,3	22,2	21,0	
	DS	29,8	39,5	56,7	44,1	
	DNS	10,4	8,7	12,2	15,3	
	uB	1,6	1,1	0,2	0,4	
	H	0,2	0,5	0,1	0,1	
	NoR	0,3	0,0	0,0	0,1	
Roscanvel	C	17,3	28,8	24,3	24,8	21,6
	N	0,0	0,5	0,8	1,1	0,5
	DT	19,8	3,8	6,8	8,5	14,0
	S	4,0	2,3	1,7	1,4	7,6
	DS	29,6	29,1	25,0	28,3	27,1
	DNS	26,9	30,6	39,4	31,0	25,1
	uB	2,0	4,8	1,8	4,9	3,2
	H	0,0	0,1	0,2	0,0	0,2
	NoR	0,4	0,0	0,0	0,0	0,7
Glénan	C	0,0	0,0	0,0	3,6	
	N	0,0	0,0	0,0	0,4	
	DT	0,0	0,0	0,0	4,0	
	S	0,0	0,0	0,0	1,7	
	DS	0,0	0,0	0,0	77,9	
	DNS	0,0	0,0	0,0	12,0	
	uB	0,0	0,0	0,0	0,4	
	H	0,0	0,0	0,0	0,0	
	NoR	0,0	0,0	0,0	0,0	
Arradon	C	6,2	7,5	6,8	8,0	
	N	0,6	0,5	1,4	2,6	
	DT	3,6	12,4	14,3	13,5	
	S	0,8	0,7	1,3	3,3	
	DS	57,1	51,9	44,6	42,3	
	DNS	31,7	26,6	31,2	30,2	
	uB	0,0	0,5	0,5	0,2	
	H	0,0	0,0	0,0	0,0	
	NoR	0,0	0,0	0,0	0,0	

*traitement des données en cours de finalisation

4.5.2. Epifaune 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
Saint-Malo	C	28,2	24,5	28,5	29,5	31,5	
	N	0,2	1,5	2,7	2,1	0,3	
	DT	49,4	65,0	17,8	36,1	31,3	
	S	4,2	0,7	2,1	19,1	10,1	
	DS	0,2	0,8	1,3	0,4	0,2	
	DNS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	uB	17,7	7,5	47,6	12,7	26,5	
	H	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	NoR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Arcouest	C	21,9	10,2	9,9	25,6	43,2	16,6
	N	0,4	0,3	0,3	0,8	1,4	0,5
	DT	47,5	12,3	17,7	29,3	36,5	18,5
	S	3,1	0,6	0,7	2,6	3,0	1,0
	DS	1,4	0,1	0,3	0,6	1,9	0,6
	DNS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	uB	25,7	76,5	71,0	40,2	14,0	62,7
	H	0,0	0,0	0,0	0,9	0,1	0,1
	NoR	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

		2004	2005	2006	2007	2008	2009
Sept-îles	C				3,8	7,7	3,1
	N				0,0	0,0	0,1
	DT				7,1	3,7	4,6
	S				1,0	0,0	0,2
	DS				1,1	0,0	0,2
	DNS				0,0	0,0	0,0
	uB				87,0	88,6	91,7
	H				0,1	0,0	0,2
Callot	NoR				0,0	0,0	0,0
	C	6,0	16,4	6,4	19,1	14,6	6,7
	N	0,2	0,2	0,9	0,4	1,3	0,9
	DT	16,2	18,2	7,6	37,3	30,4	7,8
	S	0,4	0,4	0,2	2,2	2,5	0,4
	DS	0,4	0,3	0,2	1,8	1,3	0,2
	DNS	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
Sainte-Marguerite	H	3,0	0,5	2,3	0,2	0,0	3,9
	NoR	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
	C	16,5	5,8	14,8	25,5	3,5	7,4
	N	0,1	0,4	0,1	0,1	0,1	0,2
	DT	70,1	14,6	31,3	23,2	57,3	21,9
	S	1,6	1,7	1,3	0,6	1,4	5,3
	DS	3,4	2,9	1,3	1,2	1,2	5,7
	DNS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Molène	uB	8,1	74,3	50,7	49,2	36,6	59,3
	H	0,3	0,2	0,2	0,2	0,0	0,1
	NoR	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0
	C	21,1	35,8	17,3	18,8	15,2	19,9
	N	0,0	1,0	0,3	0,7	1,4	1,7
	DT	42,5	15,4	25,5	38,3	29,1	24,0
	S	4,5	1,9	4,8	10,9	6,9	6,6
	DS	7,7	0,6	1,7	8,7	9,5	0,8
Roscanvel	DNS	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
	uB	22,0	40,9	40,7	22,2	37,5	39,9
	H	2,2	4,4	9,4	0,3	0,3	7,1
	NoR	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
	C	4,2	4,6	3,5	8,0	7,0	10,9
	N	0,4	0,0	0,1	1,1	0,5	0,1
	DT	23,0	10,2	8,0	31,9	24,1	15,4
	S	0,5	1,6	0,4	1,2	0,9	1,9
Glénan	DS	0,1	0,4	0,2	1,0	1,0	0,3
	DNS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	uB	71,8	82,6	87,6	56,8	66,3	71,4
	H	0,0	0,5	0,1	0,0	0,2	0,1
	NoR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	C				7,8	7,4	4,1
	N				1,1	0,2	0,5
	DT				54,6	50,6	20,0
Glénan	S				2,0	14,7	1,5
	DS				1,5	1,4	0,2
	DNS				0,0	0,0	0,0
	uB				33,0	25,7	72,4
	H				0,1	0,0	1,3
	NoR				0,0	0,0	0,0

		2004	2005	2006	2007	2008	2009
Arradon	C	19,1	4,5	5,7	22,9	20,8	
	N	1,2	0,1	0,7	2,4	0,8	
	DT	71,5	5,6	61,8	16,7	48,6	
	S	3,6	0,3	1,6	1,4	13,0	
	DS	0,0	0,1	1,5	3,6	0,9	
	DNS	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	
	uB	4,5	89,2	28,6	52,9	15,8	
	H	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	
	NoR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

4.6. Vitalité de l'herbier

4.6.1. Largeur moyenne des feuilles

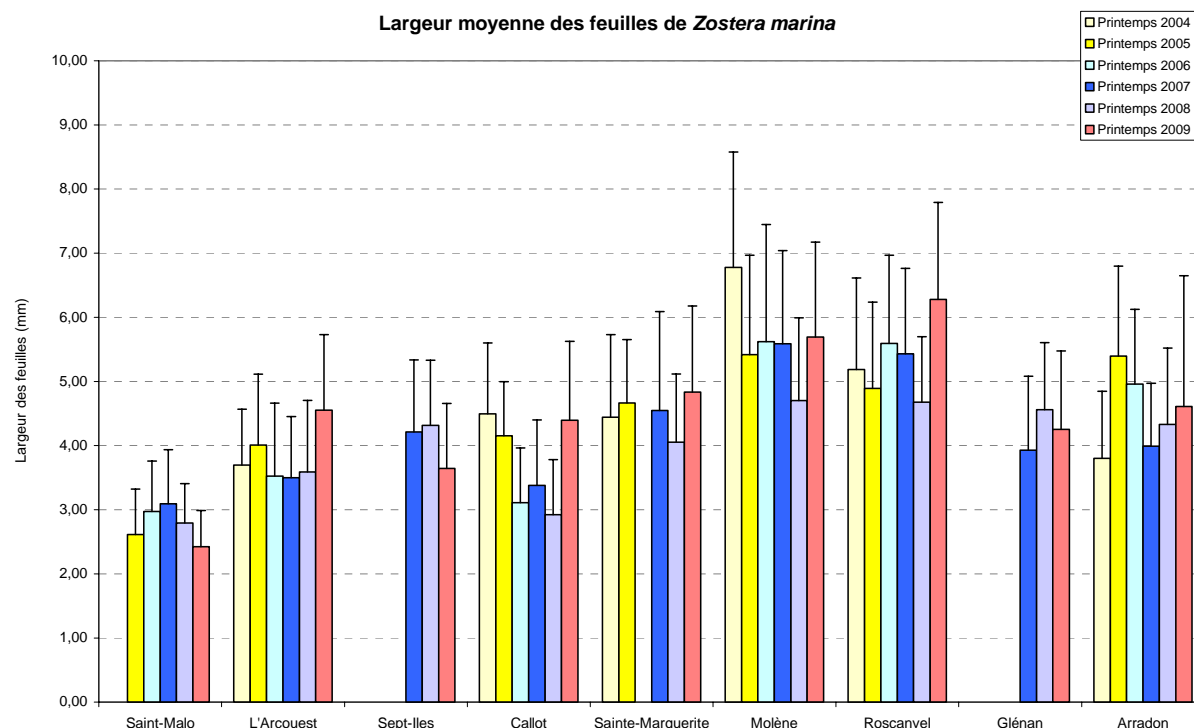


Tableau 9 : Largeur moyenne des feuilles de *Zostera marina*.

	Printemps 2004		Printemps 2005		Printemps 2006		Printemps 2007	
	moyenne	Ecart-type	moyenne	moyenne	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type
Saint-Malo			2,61	0,71	2,97	0,78	3,09	0,84
L'Arcouest	3,70	0,87	4,01	1,11	3,52	1,14	3,50	0,95
Sept-Îles							4,21	1,12
Callot	4,49	1,10	4,15	0,84	3,11	0,86	3,38	1,02
Sainte-Marguerite	4,44	1,29	4,67	0,98			4,55	1,54
Molène	6,78	1,80	5,42	1,55	5,62	1,83	5,59	1,45
Roscanvel	5,18	1,43	4,89	1,35	5,59	1,37	5,43	1,33
Glénan							3,93	1,15
Arradon	3,80	1,04	5,39	1,41	4,96	1,16	3,99	0,98

	Printemps 2008		Printemps 2009	
	moyenne	Ecart-type	moyenne	Ecart-type
Saint-Malo	2,80	0,61	2,43	0,56
L'Arcouest	3,59	1,12	4,55	1,17
Sept-Îles	4,31	1,02	3,64	1,01
Callot	2,92	0,86	4,40	1,23
Sainte-Marguerite	4,05	1,06	4,83	1,34
Molène	4,70	1,29	5,69	1,48
Roscanvel	4,68	1,02	6,28	1,51
Glénan	4,56	1,05	4,25	1,22
Arradon	4,33	1,19	4,61	2,04

4.6.2. Longueur maximale des feuilles

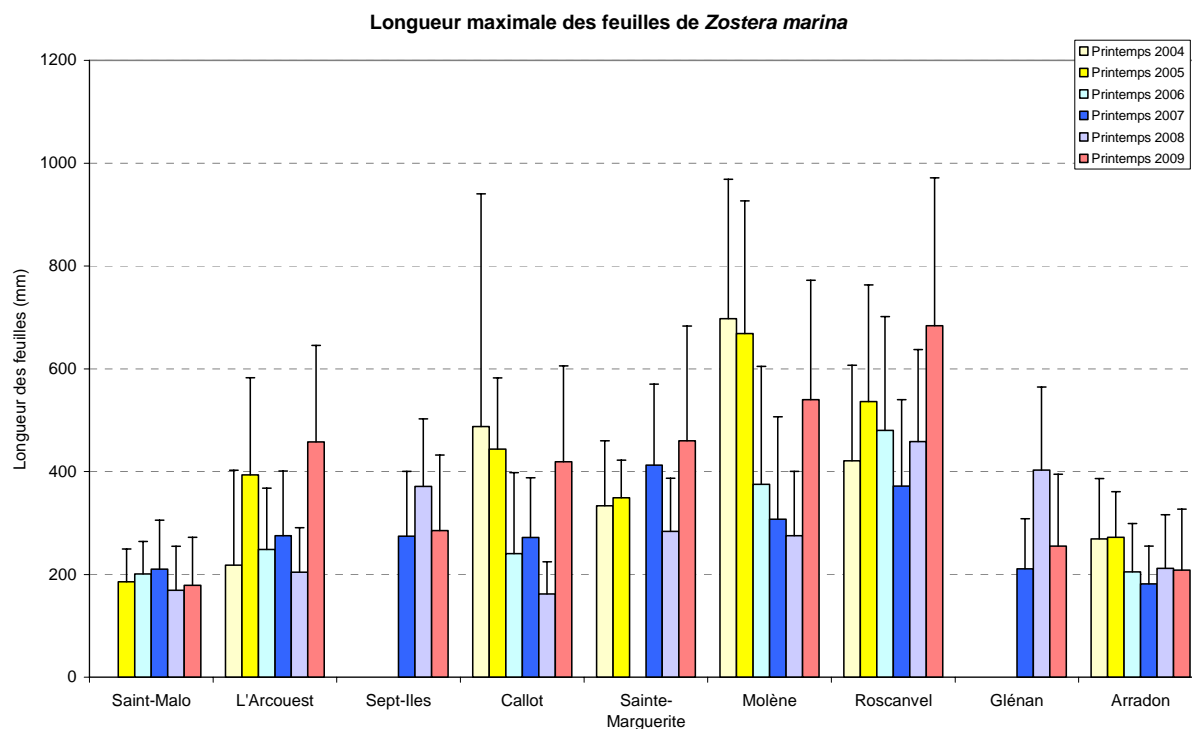


Tableau 10 : Longueur maximale moyenne des feuilles non cassées.

	Printemps 2004		Printemps 2005		Printemps 2006		Printemps 2007	
	moyenne	Ecart-type	moyenne	moyenne	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type
Saint-Malo			186	64	201	63	211	95
L'Arcoouest	218	185	393	189	249	119	275	126
Sept-Îles							274	126
Callot	488	453	444	138	240	157	272	117
Sainte-Marguerite	334	126	349	73			413	157
Molène	697	271	669	258	375	229	308	199
Roscanvel	421	186	537	227	480	221	372	168
Glénan							211	98
Arradon	269	117	272	88	205	94	182	74

	Printemps 2008		Printemps 2009	
	moyenne	Ecart-type	moyenne	Ecart-type
Saint-Malo	169	86	179	94
L'Arcoouest	204	87	458	188
Sept-Îles	371	131	285	147
Callot	162	62	419	187
Sainte-Marguerite	284	103	460	223
Molène	275	125	540	233
Roscanvel	459	179	684	288
Glénan	403	161	255	140
Arradon	212	104	208	119

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

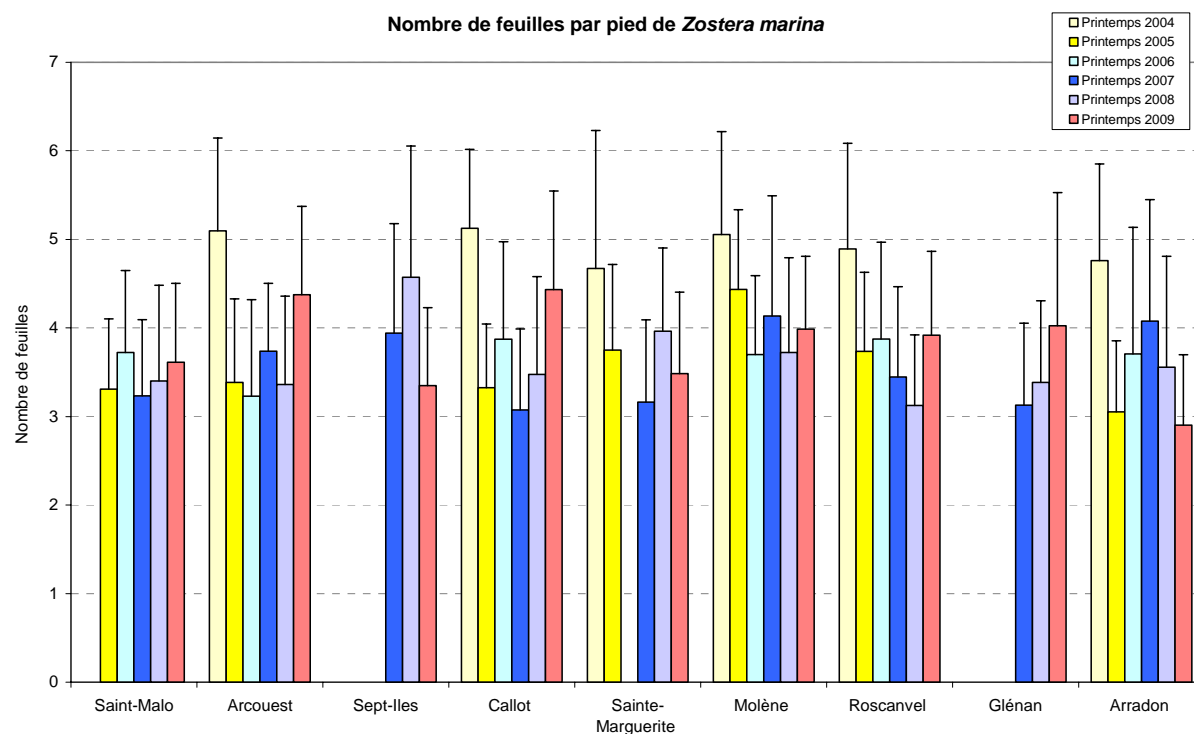


Tableau 11 : Nombre moyen de feuilles par pied de *Zostera marina*.

	Printemps 2004		Printemps 2005		Printemps 2006		Printemps 2007	
	moyenne	Ecart-type	moyenne	moyenne	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type
Saint-Malo			3,31	0,80	3,72	0,92	3,23	0,86
Arcouest	5,09	1,05	3,39	0,94	3,23	1,09	3,74	0,77
Sept-Îles							3,94	1,24
Callot	5,13	0,89	3,33	0,72	3,87	1,10	3,07	0,91
Sainte-Marguerite	4,67	1,56	3,75	0,97			3,16	0,93
Molène	5,06	1,16	4,44	0,90	3,70	0,89	4,14	1,36
Roscanvel	4,89	1,19	3,73	0,89	3,88	1,09	3,45	1,02
Glénan							3,13	0,92
Arradon	4,76	1,09	3,05	0,80	3,71	1,43	4,08	1,37

	Printemps 2008		Printemps 2009	
	moyenne	Ecart-type	moyenne	Ecart-type
Saint-Malo	3,40	1,08	3,61	0,89
Arcouest	3,36	1,00	4,38	1,00
Sept-Îles	4,57	1,48	3,35	0,88
Callot	3,47	1,11	4,43	1,11
Sainte-Marguerite	3,96	0,94	3,48	0,92
Molène	3,72	1,07	3,99	0,83
Roscanvel	3,13	0,80	3,92	0,95
Glénan	3,38	0,92	4,02	1,50
Arradon	3,56	1,25	2,90	0,80

4.6.4. Surface utile de *Zostera marina*

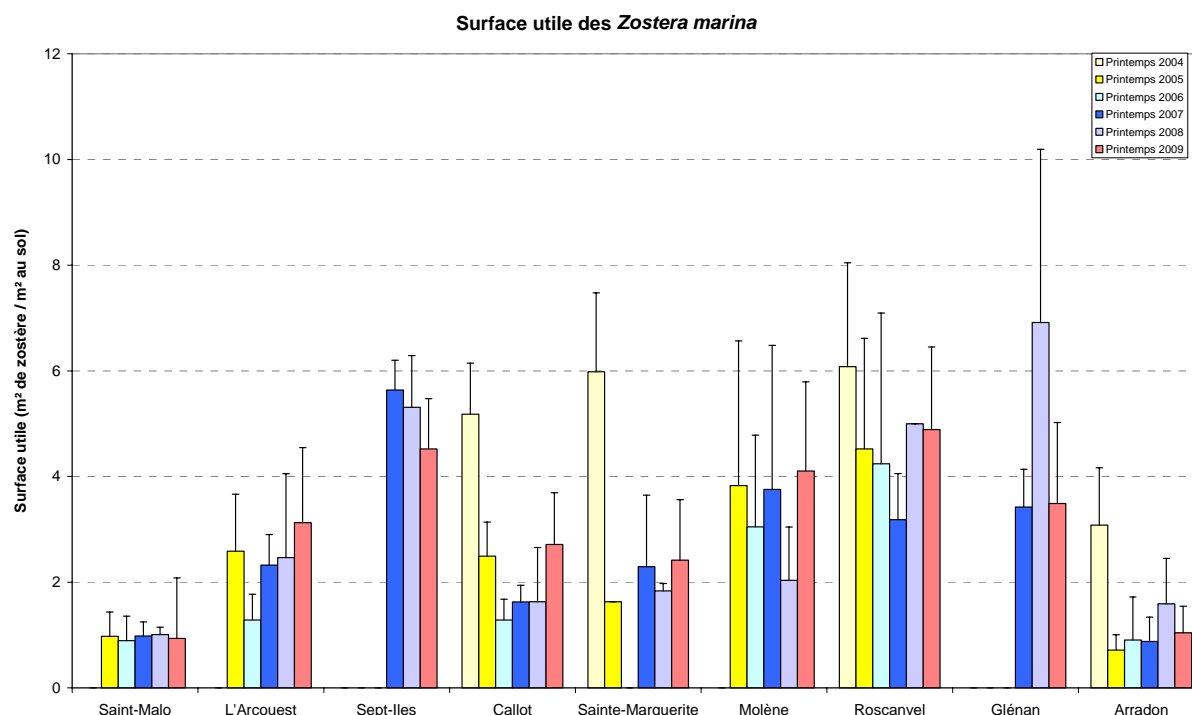


Tableau 12 : Surface utile des *Zostera marina* (m² de zostère / m² au sol)

	Printemps 2004		Printemps 2005		Printemps 2006		Printemps 2007	
	moyenne	Ecart-type	moyenne	moyenne	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type
Saint-Malo			0,975	0,461	0,892	0,466	0,984	0,265
L'Arcouest			2,586	1,082	1,285	0,489	2,324	0,577
Sept-Îles							5,640	0,560
Callot	5,183	0,960	2,495	0,643	1,287	0,391	1,629	0,312
Sainte-Marguerite	5,982	1,494	1,631	0,000			2,295	1,352
Molène			3,827	2,739	3,048	1,735	3,754	2,727
Roscanvel	6,081	1,964	4,520	2,095	4,241	2,854	3,182	0,876
Glénan							3,424	0,713
Arradon	3,080	1,085	0,716	0,290	0,909	0,811	0,876	0,463

	Printemps 2008		Printemps 2009	
	moyenne	Ecart-type	moyenne	Ecart-type
Saint-Malo	1,009	0,139	0,939	1,142
L'Arcouest	2,467	1,586	3,126	1,423
Sept-Îles	5,306	0,981	4,520	0,954
Callot	1,630	1,028	2,715	0,978
Sainte-Marguerite	1,836	0,139	2,419	1,142
Molène	2,035	1,008	4,105	1,686
Roscanvel	4,999	0,000	4,887	1,566
Glénan	6,917	3,277	3,492	1,532
Arradon	1,591	0,862	1,042	0,503

4.7. Commentaire général

Granulométrie et matière organique

Il n'y a pas eu d'évolution notable en 2009 dans la granulométrie des herbiers de zostères marines. Les taux de matière organiques mesurés se situent dans les valeurs moyennes des stations, les valeurs fortes de Roscanvel, sont cependant à surveiller car proches des valeurs maximales mesurées sur ce site.

Épifaune des herbiers

L'année 2009 est globalement une "bonne année" en terme de nombre d'espèces, et ce qui permet aux graphiques des séries de richesse spécifiques de retrouver une certaine stabilité, interrompant la petite baisse amorcée les deux années précédentes. Cependant deux exceptions, le site de Roscanvel est en baisse sensible atteignant presque les valeurs minimales observées en début de suivi et de site de Molène qui continue sa baisse régulière parallèlement à l'érosion progressive de l'herbier échantillonné, sous l'effet des houles.

A Sainte-Marguerite l'augmentation marquée en 2006 se maintient au niveau de ce nouveau plateau.

Caractéristiques des herbiers

Dans 6 des 9 sites la largeur des feuilles est supérieure à celle des deux années précédentes ce qui suggère une bonne année de croissance pour l'espèce. La longueur moyenne des plus longues feuilles par pied confirme cette interprétation car 5 sites ont également une valeur supérieure à celles des deux années précédentes. Arradon et St Malo sont les deux exceptions pour ces deux paramètres, Ste marguerite et Sept îles étant stables.

La surface utile ou surface développée qui est un indicateur synthétique de l'habitat constitué par la canopée permet d'identifier quatre sites, Sept îles, Roscanvel, Molène, Glénan, qui en moyenne créent une surface utile pour les espèces, de quatre mètres carrés pour un mètre carré de sédiment. L'année 2009 est une année situant ce paramètre dans les "bonnes" années pour l'ensemble des sites (exception faite pour les Sept îles et Glénan où le suivi est trop court pour émettre une interprétation). Le nombre de faisceaux de feuilles ou nombre de pieds est pour 2009 une année moyenne pour laquelle 6 sites présentent des densités plus faibles qu'en 2008.

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/>