

Hily, C.,



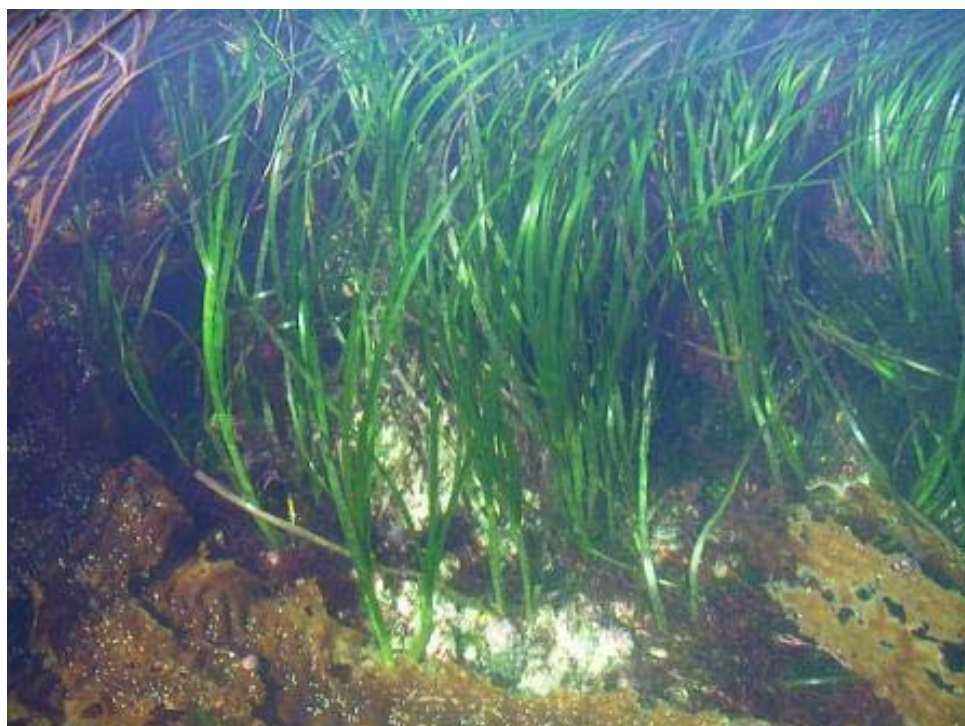
RST/IFREMER/DYNECO/AG/09-10/REBENT

Résultats de la surveillance du Benthos

Région Bretagne

> Suivi stationnel des herbiers à *Zostera marina* 2004-2006

Edition 2008



Coordination

ifremer

Photo Herbier à Zostera marina, Observatoire Biologique de Roscoff

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.	Résultats de la surveillance	5
3.1.	Documentation des figures	5
3.1.1.	<i>Granulométrie et taux de matière organique des sédiments</i>	5
3.1.2.	<i>Histogrammes de richesse spécifique et d'abondance</i>	6
3.1.3.	<i>Groupes écologiques (histogramme) et coefficient benthique (courbe)</i>	8
3.1.4.	<i>Groupes trophiques (histogramme empilé à 100%)</i>	9
3.1.5.	<i>Vitalité des zostères</i>	11
3.2.	Analyse sédimentaire	12
3.3.	Abondance et richesse spécifique.....	14
3.4.	Structure écologique de l'endofaune	18
3.5.	Structure trophique	20
3.5.1.	<i>Endofaune</i>	20
3.5.2.	<i>Epifaune vagile</i>	23
3.6.	Vitalité de l'herbier	25
3.6.1.	<i>Largeur moyenne des feuilles</i>	25
3.6.2.	<i>Longueur maximale des feuilles</i>	26
3.6.3.	<i>Nombre de feuilles par pied de <i>Zostera marina</i></i>	27
3.6.4.	<i>Surface utile de <i>Zostera marina</i></i>	28
3.6.5.	<i>Biomasse foliaire</i>	29
3.7.	Commentaire général	29
4.	Références bibliographiques	31

1. Présentation des acteurs

Touria BAJJOUK (IFREMER/DYNECO/AG)	Coordination Bretagne, édition du bulletin
Christian HILY (LEMAR)	Responsabilité scientifique
Jacques GRALL (LEMAR)	Prélèvements terrain, expertise taxonomique, rédaction
Marion MAGUER (LEMAR)	Bancarisation, édition du bulletin
Benjamin GUYONNET (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.

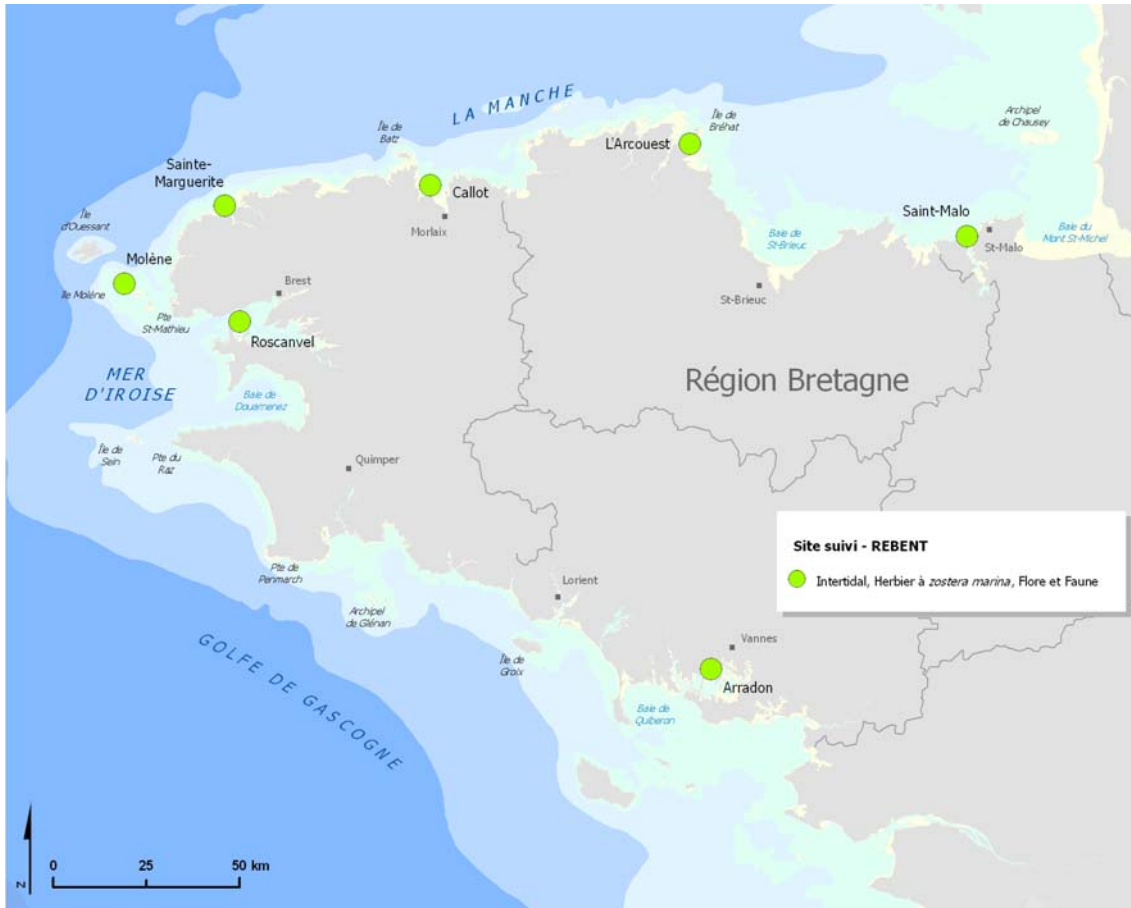
Outre l'intérêt botanique, les herbiers forment des écosystèmes particuliers de grand intérêt écologique et patrimonial, reconnus au niveau international et européen en tant qu'habitats remarquables. Ces herbiers, en particulier à *Z. marina*, constituent en effet des habitats privilégiés pour de nombreuses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



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.

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. Résultats de la surveillance

3.1. Documentation des figures

3.1.1. Granulométrie et taux de matière organique des sédiments

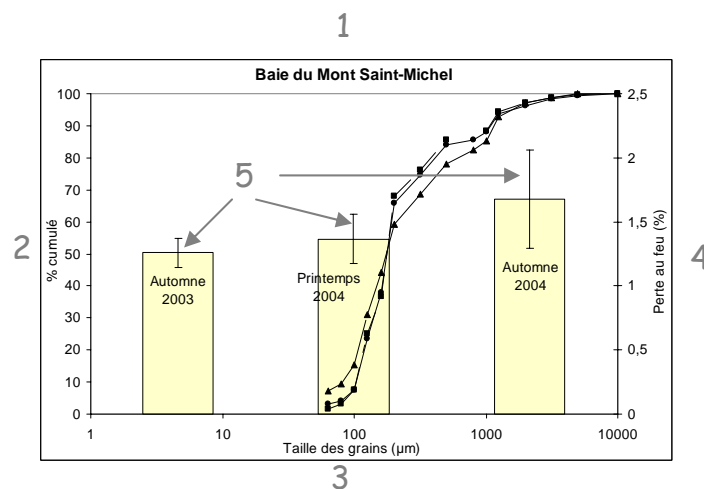
Les prélèvements de sédiments sont séparés en quatre : une partie sert à l'analyse granulométrique, les autres parties servent à la mesure du taux de matière organique présente dans le sédiment.

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)

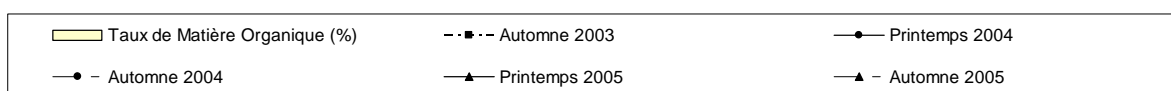
2 Axe principal des ordonnées: pourcentage cumulé de chaque fraction } Analyse granulométrique

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

4 Axe secondaire des ordonnées : taux de matière organique en % } Taux de Matière Organique

5 Ecart-type sur les taux de matière organique

La légende des graphes est indiquée en bas de chaque page (profil = profil granulométrique) :



3.1.2. 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.

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	← Prélèvements
<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	

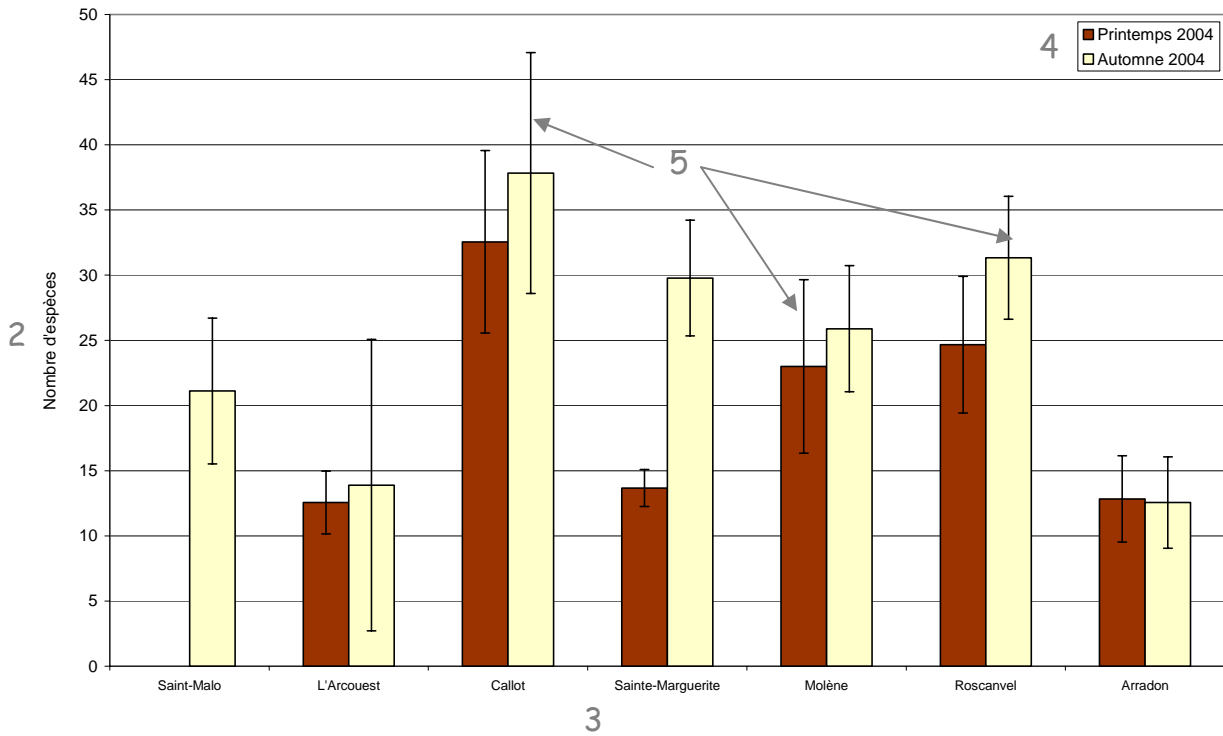
Les paramètres calculés à partir de cette matrice sont :

- 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.

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



1 Titre du graphique : la richesse spécifique moyenne est exprimée en nombre d'espèces par échantillon = nb.sp./éch.

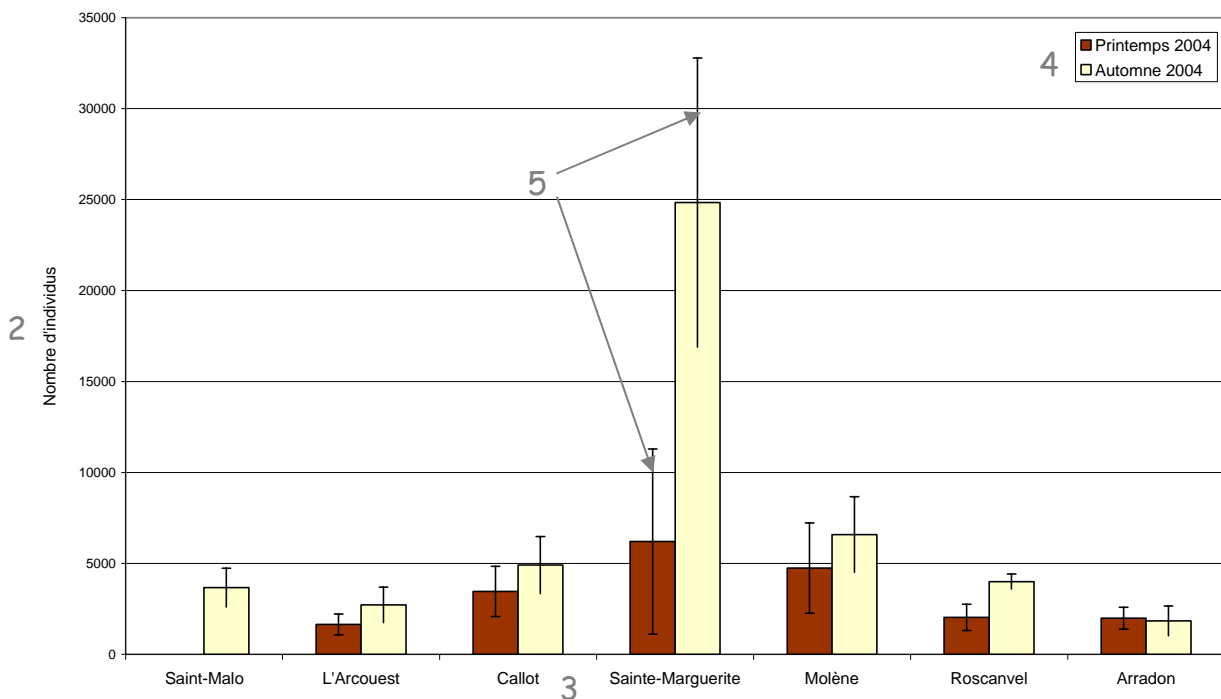
2 Nombre moyen d'espèces dans les prélèvements

3 Nom des sites classés du nord au sud

4 Légende : 1 série d'histogramme par saison. La légende change en fonction du type de faune étudiée : endofaune ou épifaune vagile

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.

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

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

3.1.3. 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 déposivores 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	- déposivores 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	- déposivores de subsurface
V	Opportunistes de premier ordre	- prolifèrent dans les sédiments réduits sur l'ensemble de leur épaisseur jusqu'à la surface	- déposivores

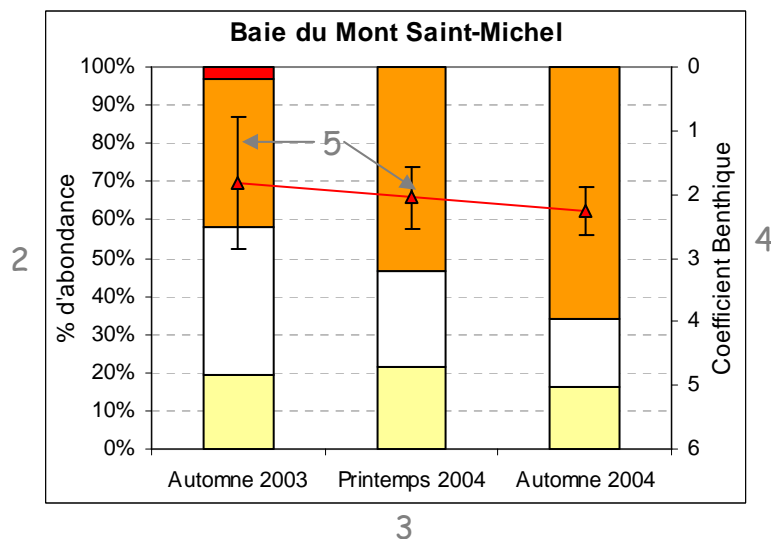
Un groupe a été attribué à chaque espèce [1], selon le référentiel AMBI [3]:

« 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 :

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

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. Le groupe "Ind" correspond aux espèces dont l'état des connaissances scientifiques ne permet pas de leur attribuer un groupe. Elles représentent toujours moins de 5% de l'abondance.

3.1.4. Groupes trophiques (histogramme empilé à 100%)

« 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

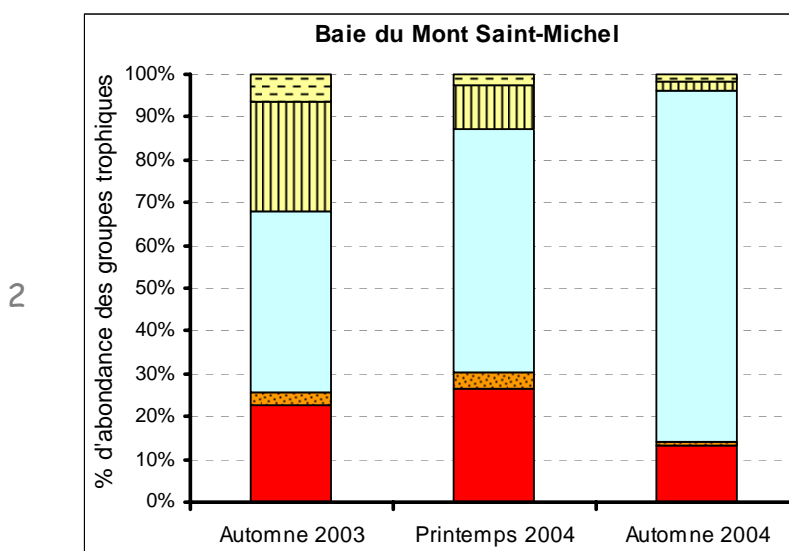
la colonne d'eau au-dessus du sédiment. D'autre part, il est possible de discriminer les espèces en considérant la nourriture qu'elles ingèrent, qu'elle soit d'origine animale ou végétale, l'état de l'alimentation (vivante ou en décomposition), ou encore, le rapport de taille entre l'espèce et les particules 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	État	Rapport de taille
C	Carnivores	Indifférent	Animal	Vivant	Macrophage
N	Nécrophages	Indifférent	Animal	Mort	Macrophage
H	Herbivores	Interface	Végétal	Vivant	Macrophage
DT	Détritivores	Interface	Végétal	Mort	Macrophage
S	Suspensivores	Colonne d'eau	Mixte	Mixte	Microphage
DS	Dépositivores sélectifs	Interface	Mixte	Mixte	Microphage
DNS	Dépositivores non sélectifs	Sédiment	Mixte	Mixte	Microphage
μB	Microbrouteurs	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/3 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 ■ μB ■ 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.

3.1.5. Vitalité des zostères

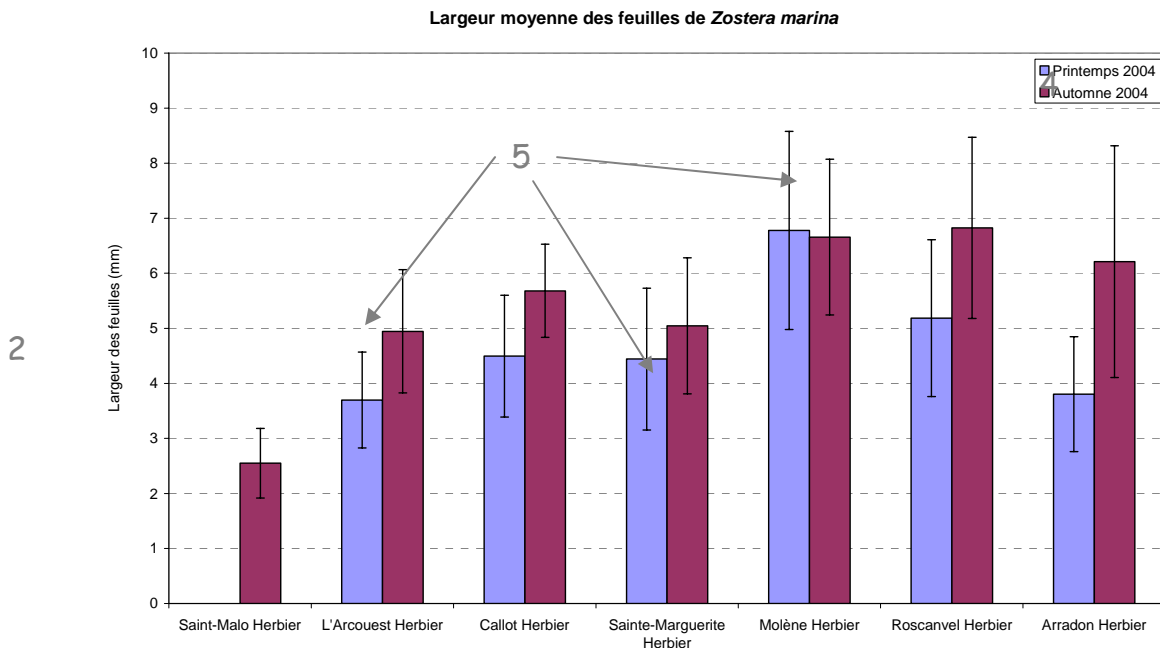
La vitalité (santé) d'un herbier à *Zostera marina* peut être évaluée grâce à plusieurs paramètres :

- 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



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

3.2. Analyse sédimentaire

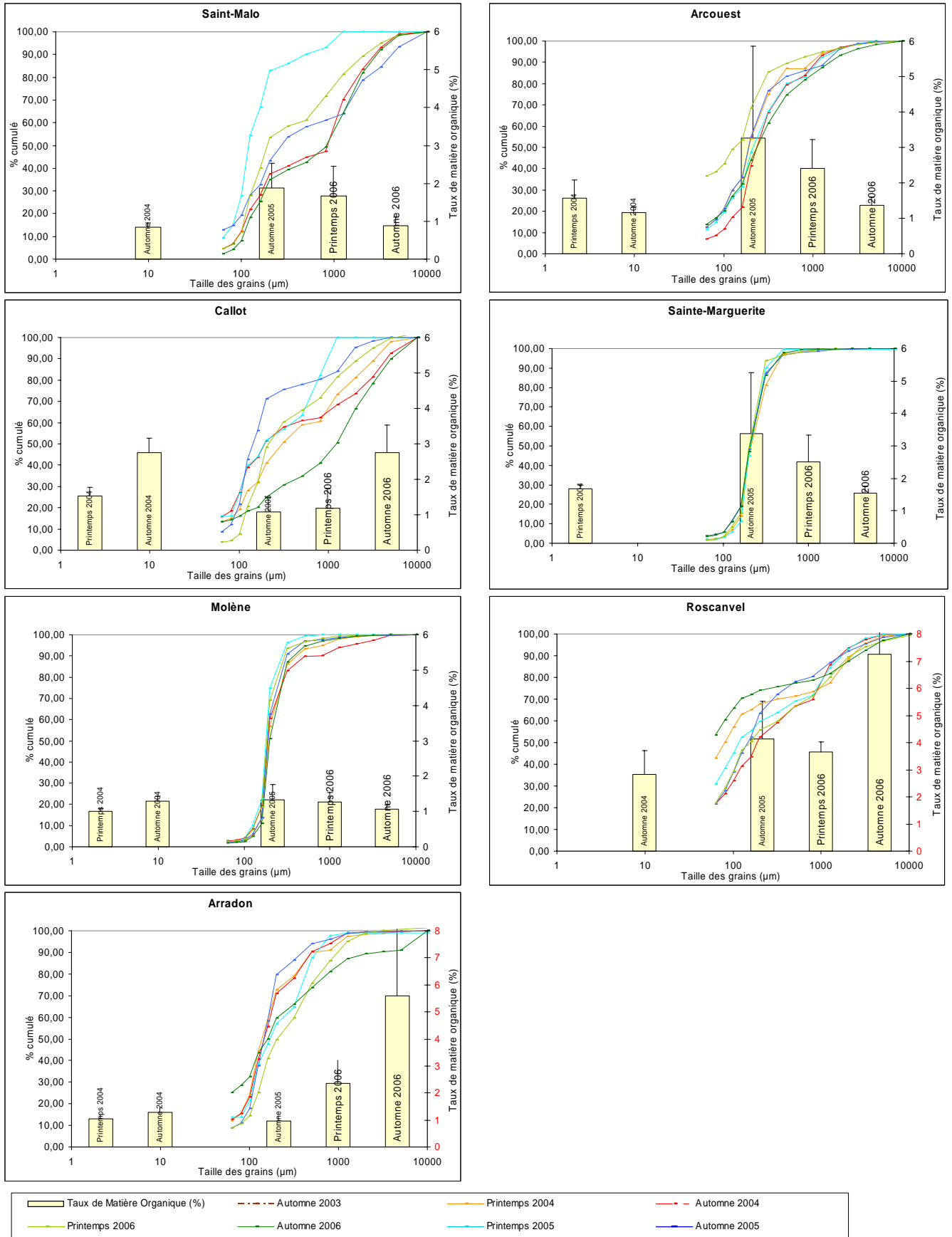


Tableau 1 : Analyses granulométriques et taux de matière organique

	PRINTEMPS 2004						AUTOMNE 2004					
	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							1140	299	3,68	0,61	0,85	0,11
L'Arcouest	285	100	10,31	6,41	1,58	0,50	382	131	5,68	2,14	1,16	0,15
Callot	617	415	12,21	2,81	1,54	0,24	289	69	14,30	3,73	2,75	0,41
Sainte-Marguerite	337	35	1,67	0,80	1,67	0,11						
Molène	298	37	1,87	0,40	1,00	0,09	290	44	2,44	0,61	1,29	0,15
Roscanvel	122	52	36,67	4,50			420	279	18,91	3,89	2,84	0,87
Arradon	177	17	10,33	2,94	1,05	0,15	285	199	10,67	5,84	1,29	0,17

	PRINTEMPS 2005						AUTOMNE 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			959	1055	12,51	3,84	1,87	0,67
L'Arcouest	353	152	8,79	3,92			297	128	10,35	5,59	3,27	2,60
Callot	355	136	9,16	4,97			201	65	7,33	1,94	1,08	0,42
Sainte-Marguerite	332		1,35				320	31	3,55	0,59	3,39	1,88
Molène	254	7	1,48	0,40			286	35	2,21	0,53	1,32	0,43
Roscanvel	167	63	26,32	6,89			211	96	17,83	16,36	4,13	1,39
Arradon	305	230	7,92	1,46			185	10	7,37	2,77	0,96	0,19

	PRINTEMPS 2006						AUTOMNE 2006					
	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	1353	993	1,45	0,76	0,88	0,24
L'Arcouest	170	153	34,40	29,69	2,42	0,80	367	122	10,50	6,12	1,37	0,22
Callot	344	126	3,17	1,69	1,18	0,56	2040	1110	12,27	1,11	2,76	0,77
Sainte-Marguerite	318	22	1,51	0,10	2,50	0,84	324	25	2,73	0,70	1,55	0,19
Molène	269	27	2,07	0,37	1,26	0,28	315	53	1,67	0,44	1,06	0,13
Roscanvel	195	39	17,01	2,60	3,65	0,37	74	41	48,02	20,54	7,26	1,97
Arradon	470	256	7,40	4,63	2,35	0,85	211	92	22,66	14,60	5,58	5,08

3.3. Abondance et richesse spécifique

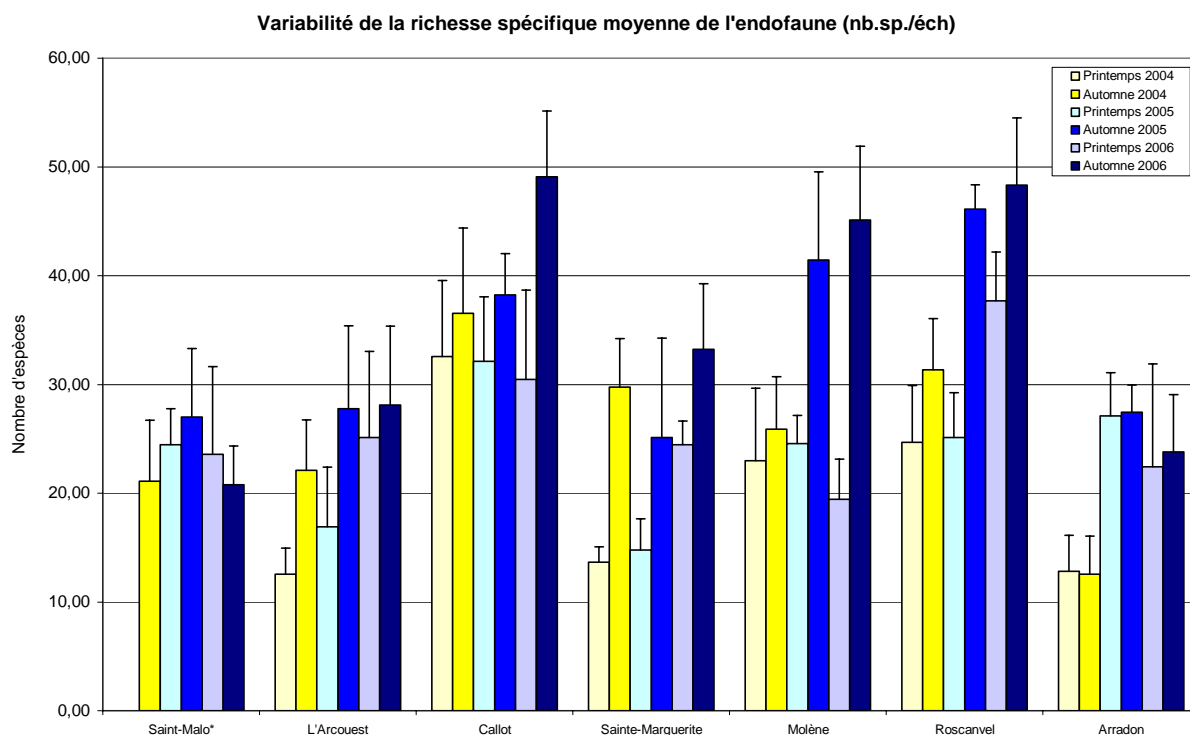
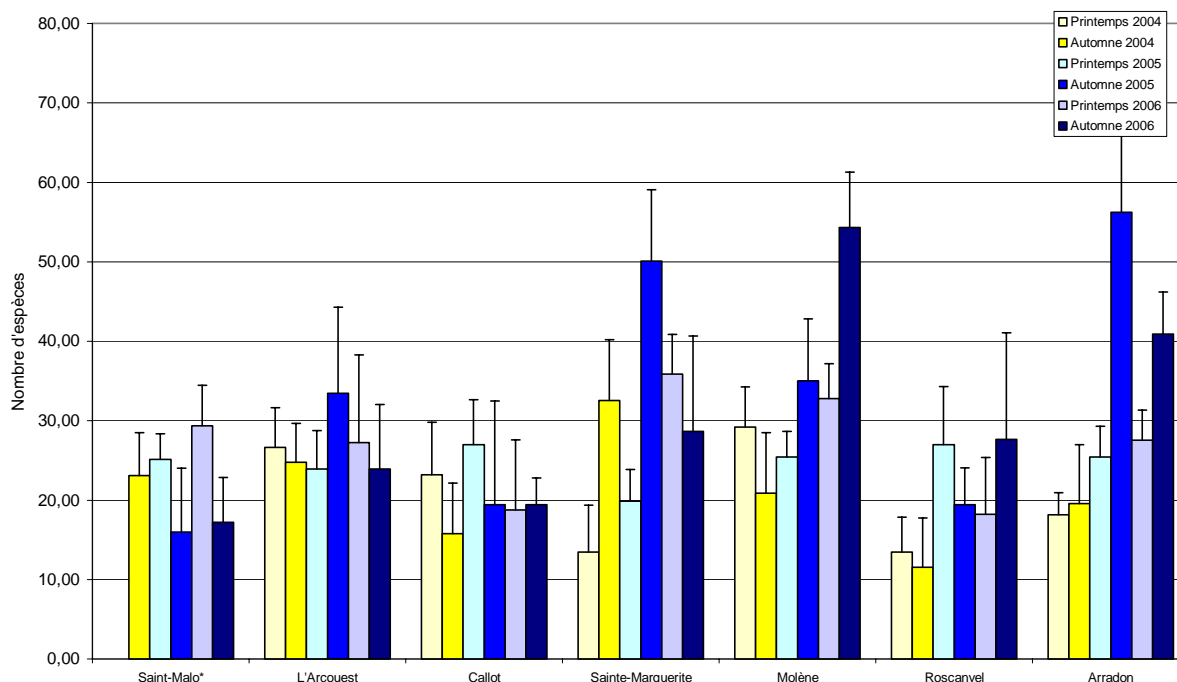


Tableau 1 : Endofaune - Richesse spécifique moyenne par échantillon (en nombre d'espèces par échantillon) (Moy.=moyenne ; ET = Ecart-type).

	Printemps 2004		Automne 2004		Printemps 2005		Automne 2005		Printemps 2006		Automne 2006	
	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET
Saint-Malo			24,44	3,32	24,44	3,32	27,00	6,28	23,56	8,08	20,78	3,56
L'Arcouest	12,56	2,40	16,89	5,49	16,89	5,49	27,78	7,61	25,11	7,93	28,11	7,24
Callot	32,56	7,00	32,11	5,95	32,11	5,95	38,22	3,80	30,44	8,23	49,11	6,03
Sainte-Marguerite	13,67	1,41	14,78	2,86	14,78	2,86	25,11	9,14	24,44	2,19	33,22	6,04
Molène	23,00	6,65	24,56	2,60	24,56	2,60	41,44	8,08	19,44	3,68	45,11	6,79
Roscanvel	24,67	5,24	25,11	4,14	25,11	4,14	46,11	2,26	37,67	4,50	48,33	6,16
Arradon	12,83	3,31	12,56	3,50	27,11	3,98	27,44	2,51	22,44	9,45	23,78	5,29

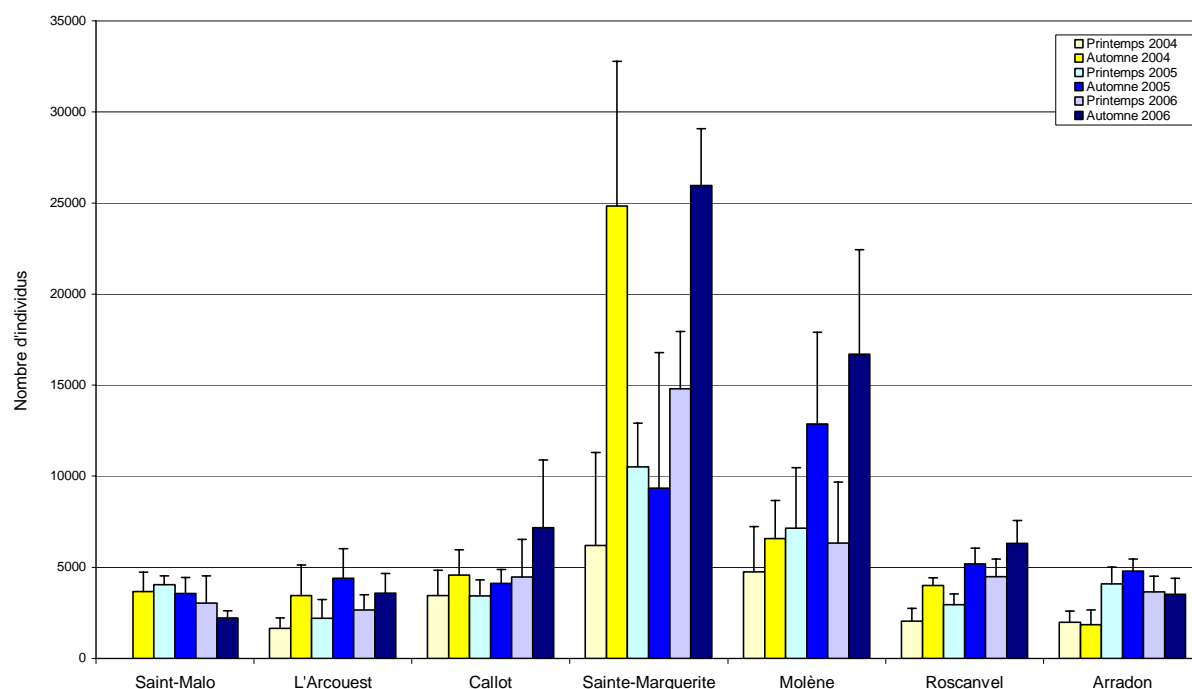
Variabilité de la richesse spécifique moyenne de l'épifaune vagile (nb.sp./éché)



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

Tableau 2 : Epifaune - Richesse spécifique moyenne par échantillon (en nombre d'espèces par échantillon) (Moy.=moyenne ; ET = Ecart-type).

	Printemps 2004		Automne 2004		Printemps 2005		Automne 2005		Printemps 2006		Automne 2006	
	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET
Saint-Malo			23,11	5,40	25,11	3,22	16,00	8,00	29,33	5,12	17,22	5,65
L'Arcouest	26,63	5,01	24,78	4,87	23,89	4,88	33,44	10,82	27,22	11,07	23,89	8,13
Callot	23,22	6,57	15,78	6,36	27,00	5,61	19,44	13,02	18,78	8,81	19,44	3,36
Sainte-Marguerite	13,44	5,94	32,56	7,67	19,89	3,95	50,11	8,95	35,89	4,99	28,67	11,99
Molène	29,20	5,07	20,89	7,62	25,44	3,21	35,00	7,82	32,78	4,41	54,33	6,96
Roscanvel	13,44	4,42	11,56	6,19	27,00	7,32	19,44	4,64	18,22	7,14	27,67	13,38
Arradon	18,17	2,79	19,56	7,45	25,44	3,84	56,22	12,54	27,56	3,75	40,89	5,30

Variabilité de l'abondance totale de l'endofaune (nb.ind.m⁻²)Tableau 3 : Endofaune - Abondance totale moyenne de chaque site (en nombre d'individus par m²)

	Printemps 2004		Automne 2004		Printemps 2005		Automne 2005		Printemps 2006		Automne 2006	
	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET
Saint-Malo			3670	1062	4044	489	3574	871	3030	1491	2211	404
L'Arcouest	1652	571	3444	1681	2200	1024	4389	1637	2652	848	3578	1080
Callot	3456	1385	4585	1381	3437	879	4111	773	4470	2073	7174	3721
Sainte-Marguerite	6204	5095	24841	7940	10515	2388	9348	7436	14815	3134	25952	3122
Molène	4744	2486	6585	2086	7152	3318	12859	5047	6333	3345	16689	5748
Roscanvel	2037	718	4004	410	2937	606	5185	854	4481	977	6322	1237
Arradon	1983	604	1844	818	4096	915	4804	645	3642	868	3530	860

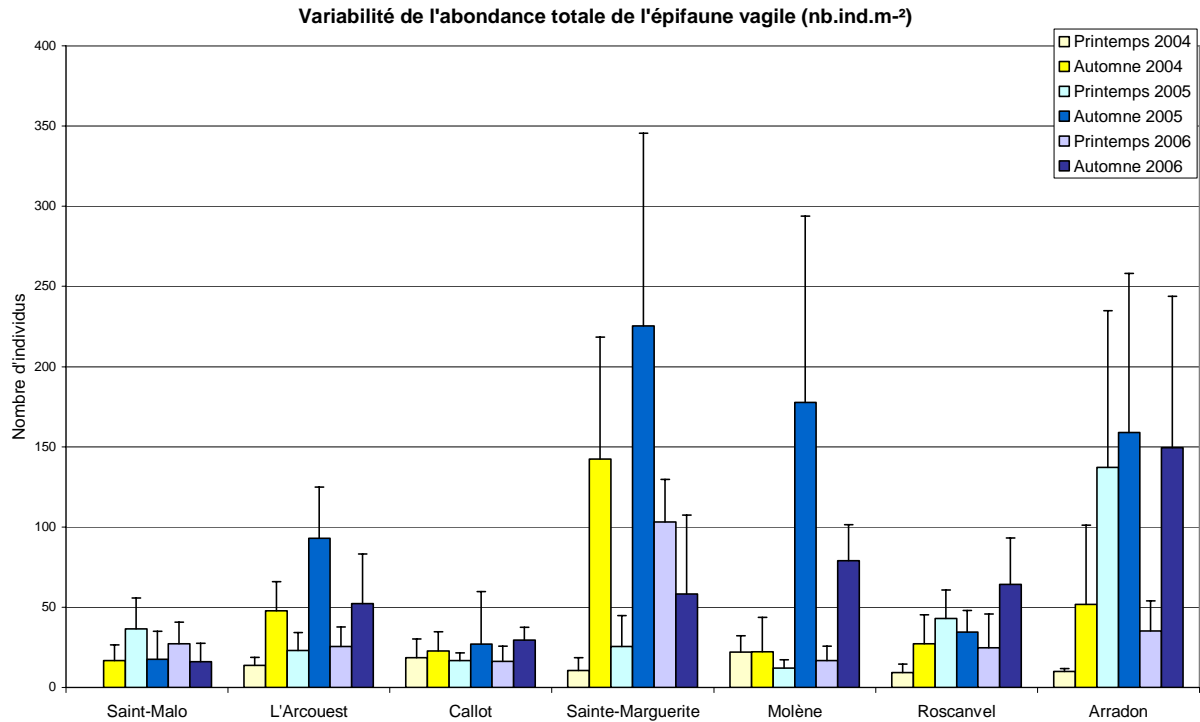
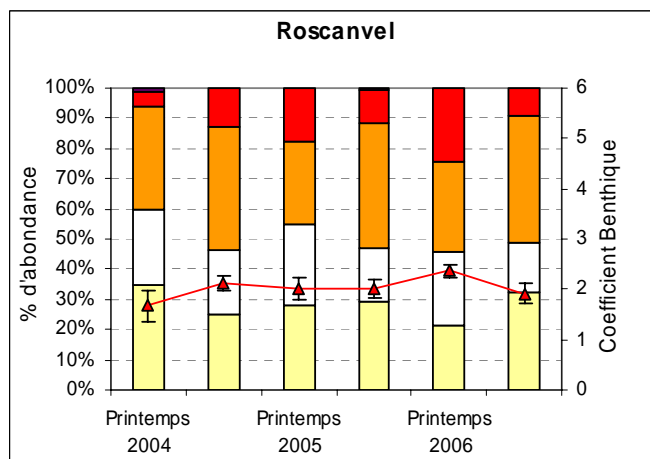
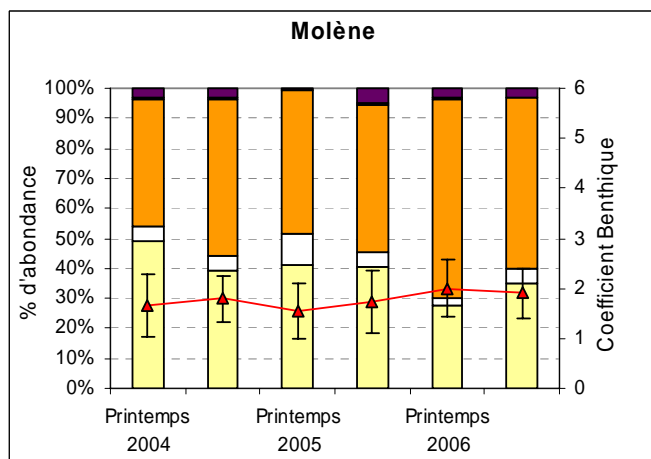
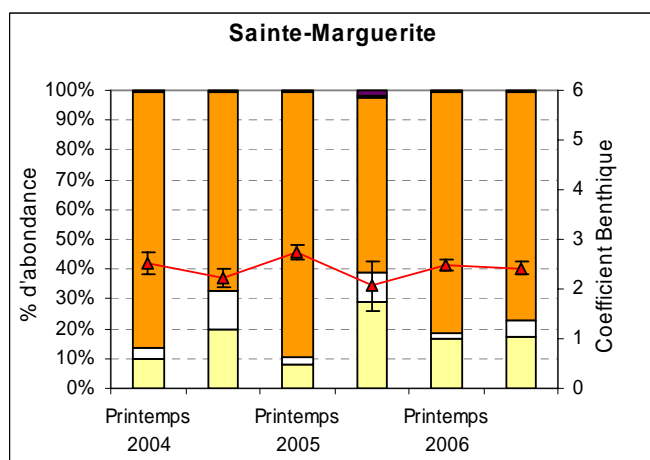
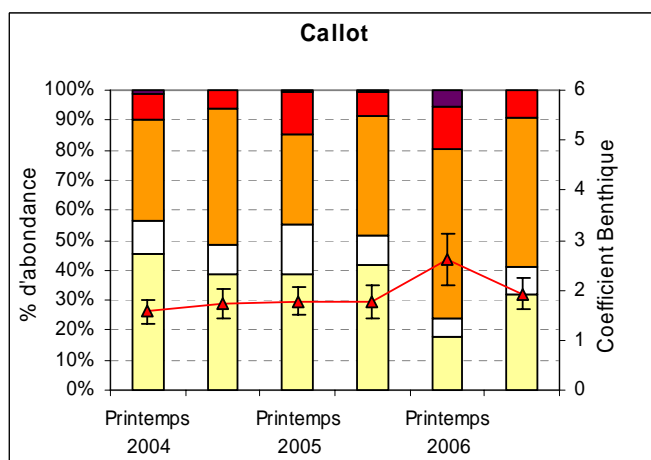
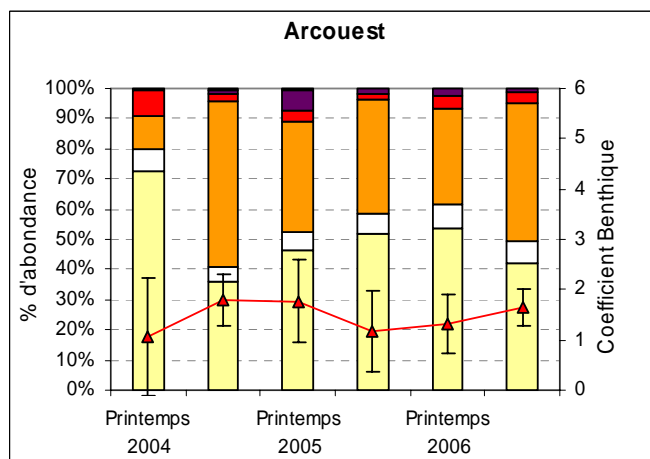
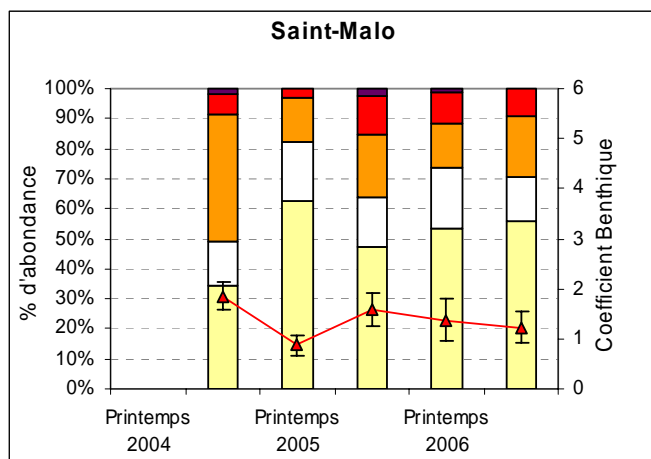
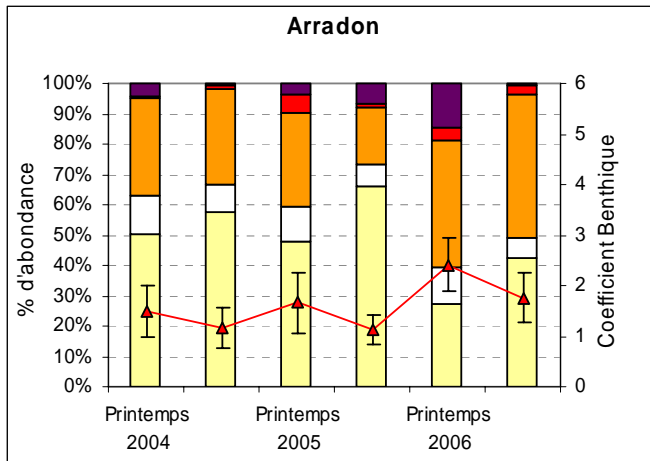


Tableau 4 : Epifaune - Abondance totale moyenne de chaque site (en nombre d'individus par m²).

	Printemps 2004		Automne 2004		Printemps 2005		Automne 2005		Printemps 2006		Automne 2006	
	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET
Saint-Malo			17	10	36	19	18	17	27	14	16	12
L'Arcouest	14	5	48	18	23	11	93	32	26	12	52	31
Callot	18	12	23	12	17	5	27	33	16	10	29	8
Sainte-Marguerite	11	8	142	76	26	19	225	120	103	27	58	49
Molène	22	10	22	21	12	5	178	116	17	9	79	22
Roscanvel	9	5	27	18	43	18	34	14	25	21	64	29
Arradon	10	2	52	49	137	98	159	99	35	19	149	94

3.4. Structure écologique de l'endofaune





I II III IV V Ind BC

Tableau 5 : Pourcentages d'abondance des groupes écologiques de l'endofaune et valeur du coefficient benthique (BC) (Moy. = moyenne ; ET = écart-type).

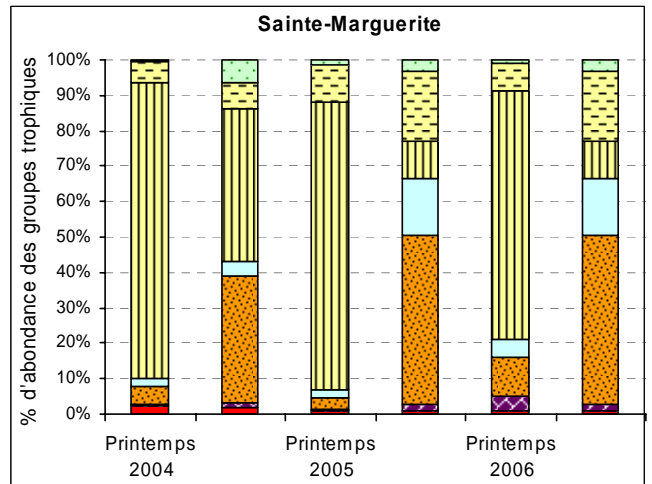
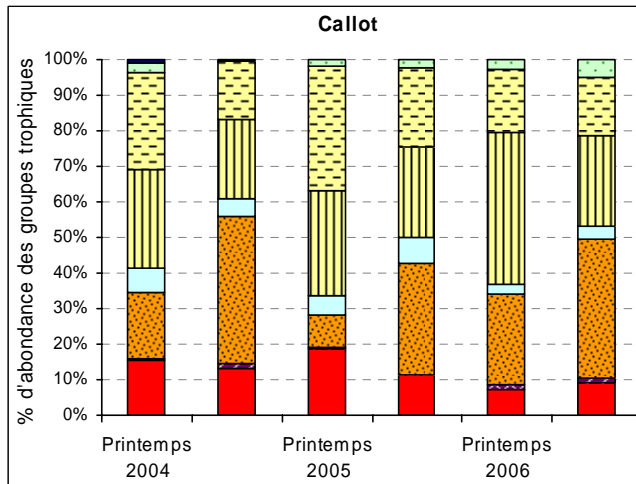
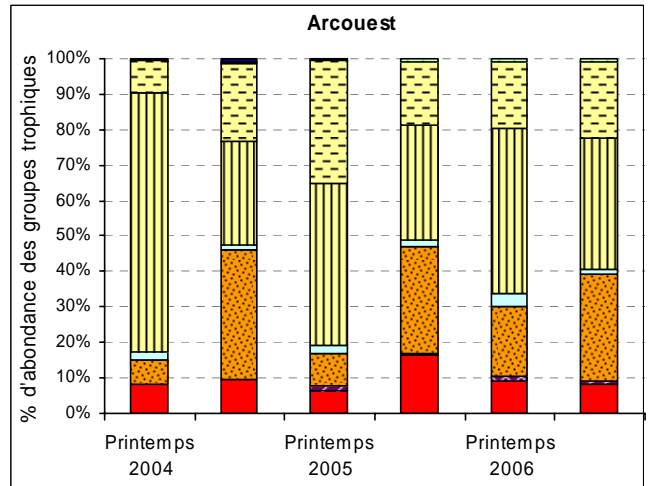
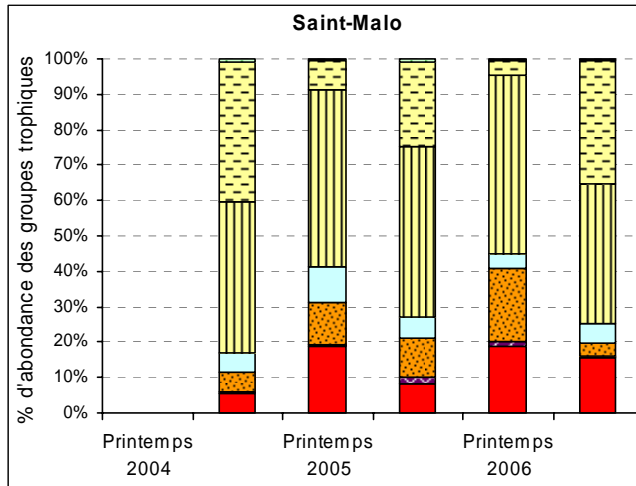
	Printemps 2004							Automne 2004								
	Ind	I	II	III	IV	V	BC		Ind	I	II	III	IV	V	BC	
							Moy	ET							Moy	ET
Saint-Malo									0,0	34,6	14,3	42,7	6,7	1,7	1,85	0,27
L'Arcouest	0,0	72,4	7,2	11,2	8,3	0,9	1,07	1,16	0,3	36,1	4,9	54,4	2,5	1,7	1,78	0,52
Callot	0,1	45,1	11,6	33,4	8,6	1,2	1,57	0,24	0,0	38,9	9,8	45,2	6,1	0,1	1,74	0,29
Sainte-Marguerite	0,0	10,1	3,2	86,1	0,0	0,5	2,52	0,23	0,0	19,9	12,6	67,1	0,0	0,3	2,23	0,18
Molène	0,0	49,0	5,1	41,9	0,6	3,4	1,66	0,62	0,0	39,4	4,6	52,2	1,0	2,9	1,79	0,47
Roscanvel	0,0	34,7	24,7	34,2	4,9	1,5	1,67	0,31	0,0	25,3	21,4	40,6	12,7	0,1	2,12	0,16
Arradon	0,0	50,1	13,2	31,9	0,6	4,2	1,49	0,51	0,0	57,4	9,2	31,5	1,4	0,4	1,16	0,41

	Printemps 2005							Automne 2005								
	Ind	I	II	III	IV	V	BC		Ind	I	II	III	IV	V	BC	
							Moy	ET							Moy	ET
Saint-Malo	0,0	62,6	19,6	14,7	3,0	0,1	0,87	0,20	0,0	47,2	16,9	20,5	13,1	2,4	1,59	0,34
L'Arcouest	0,5	46,5	5,7	36,5	4,2	6,6	1,77	0,82	0,1	51,9	6,6	38,1	1,9	1,5	1,17	0,81
Callot	0,3	38,4	17,0	30,1	14,1	0,1	1,78	0,29	0,2	41,6	9,6	40,1	7,7	0,7	1,76	0,34
Sainte-Marguerite	0,0	8,1	2,3	89,1	0,0	0,5	2,74	0,15	0,0	29,3	9,4	59,2	0,2	2,0	2,06	0,51
Molène	0,0	41,1	10,4	47,6	0,5	0,4	1,55	0,54	0,1	40,7	4,8	48,9	0,4	5,1	1,73	0,63
Roscanvel	0,0	28,1	26,7	27,6	17,5	0,0	2,01	0,21	0,1	29,4	17,6	41,1	11,1	0,6	2,03	0,19
Arradon	0,0	48,0	11,2	31,2	6,0	3,6	1,66	0,60	0,0	66,1	7,5	18,3	1,6	6,6	1,14	0,30

	Printemps 2006								Automne 2006							
	Ind	I	II	III	IV	V	BC		Ind	I	II	III	IV	V	BC	
							Moy	ET							Moy	ET
Saint-Malo	0,0	53,2	20,2	15,2	10,4	1,0	0,87	0,20	0,0	55,9	14,6	20,3	9,0	0,2	1,59	0,34
L'Arcouest	0,0	53,5	8,1	31,4	4,6	2,4	1,77	0,82	0,0	41,8	7,7	45,3	4,2	0,9	1,17	0,81
Callot	0,0	17,6	6,2	56,7	14,0	5,6	1,78	0,29	0,0	32,1	9,1	49,5	9,3	0,1	1,76	0,34
Sainte-Marguerite	0,0	17,0	1,6	80,9	0,1	0,4	2,74	0,15	0,0	17,5	5,4	76,4	0,1	0,7	2,06	0,51
Molène	0,0	27,9	1,9	66,6	0,4	3,2	1,55	0,54	0,0	35,2	4,8	56,9	0,2	3,0	1,73	0,63
Roscanvel	0,0	21,2	24,8	29,4	24,4	0,2	2,01	0,21	0,0	32,0	16,7	42,1	9,1	0,0	2,03	0,19
Arradon	0,0	30,9	13,5	47,0	5,0	16,1	1,66	0,60	0,0	42,4	6,9	47,0	3,3	0,4	1,14	0,30

3.5. Structure trophique

3.5.1. Endofaune



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

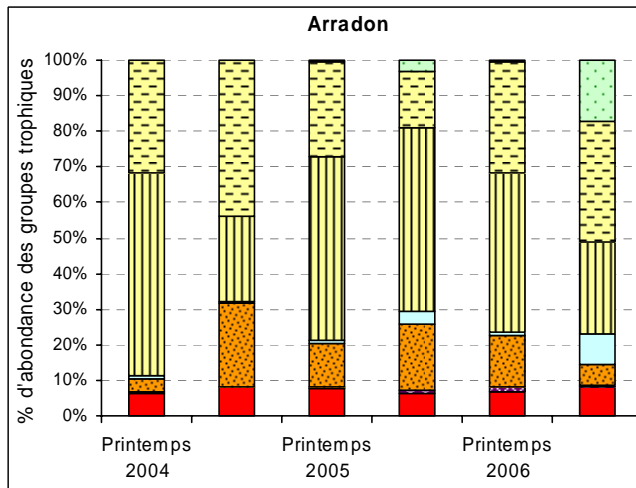
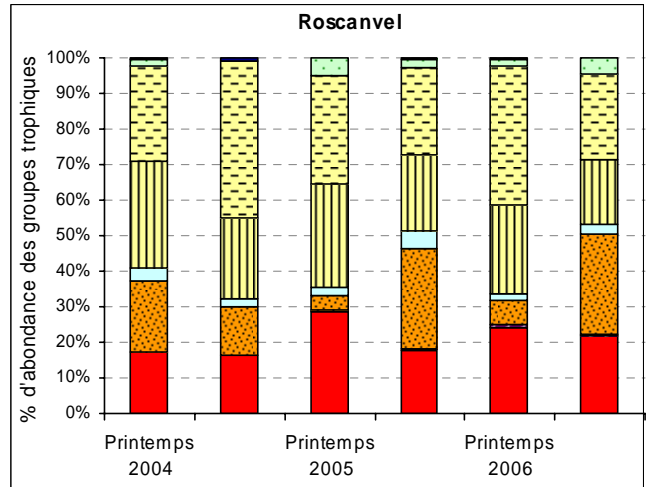
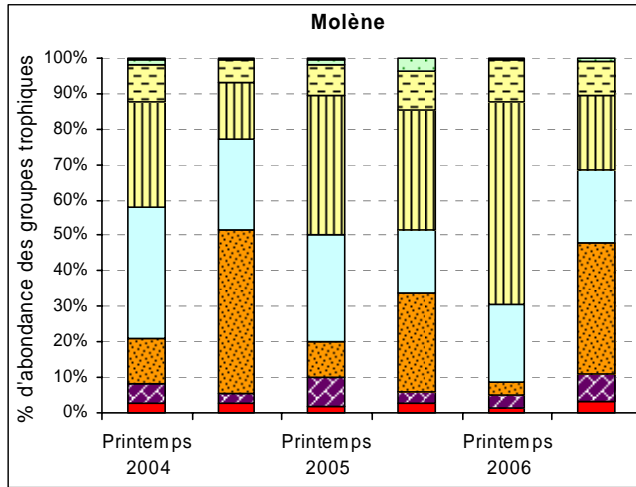


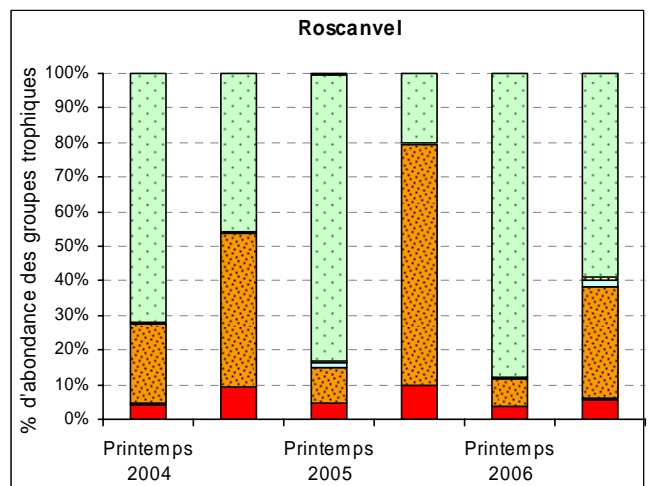
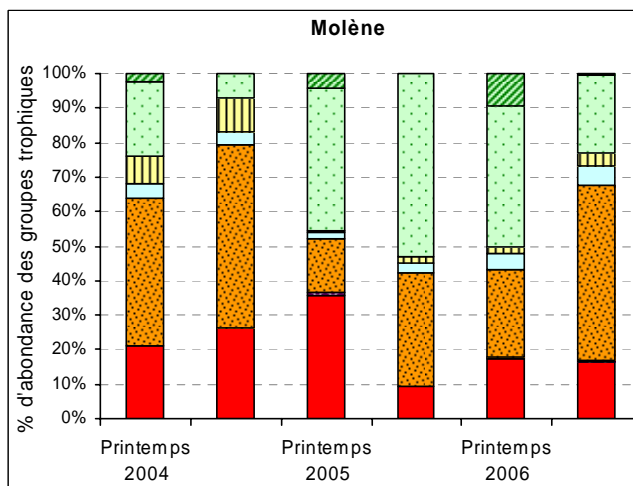
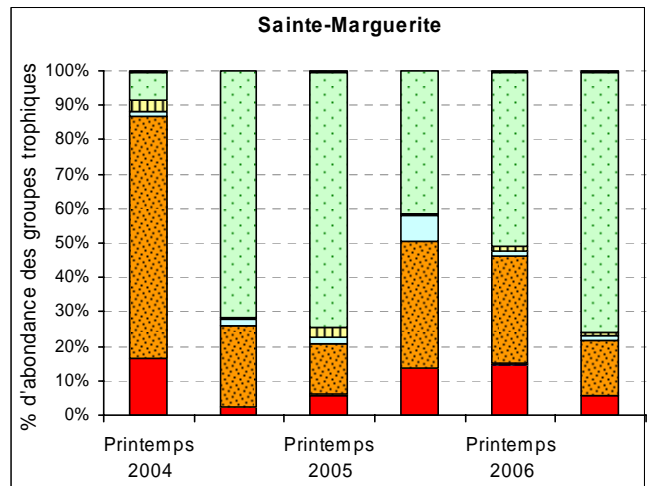
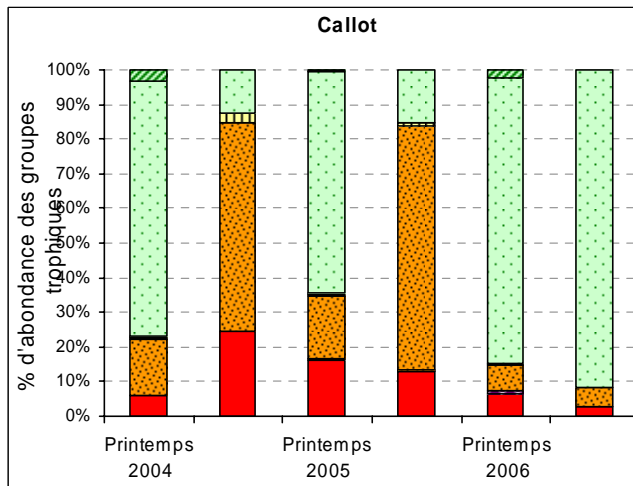
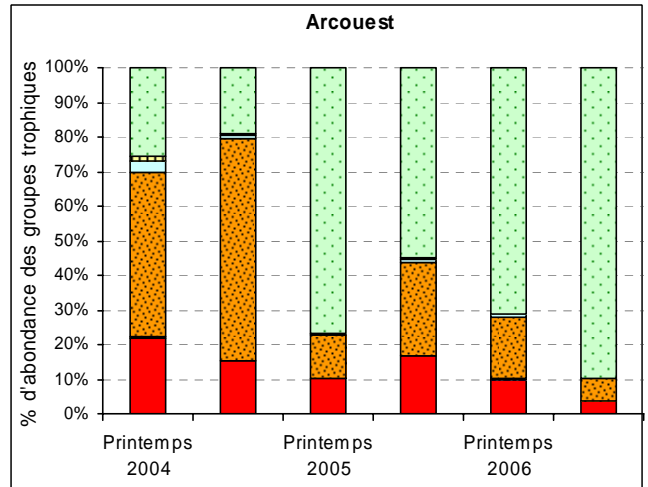
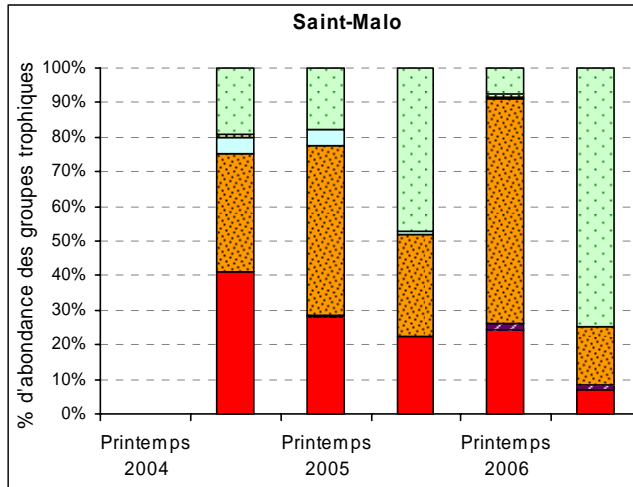
Tableau 6 : Pourcentages d'abondance des groupes trophiques de l'endofaune.

	Printemps 2004									Automne 2004								
	C	N	DT	S	DS	DNS	uB	H	NoR	C	N	DT	S	DS	DNS	uB	H	NoR
Saint-Malo										5,5	0,6	5,2	5,5	42,6	39,6	0,9	0,0	0,0
L'Arcouest	8,1	0,0	7,0	2,2	73,1	9,2	0,0	0,0	0,4	9,6	0,2	36,1	1,6	29,2	21,8	0,4	0,0	1,0
Callot	15,6	0,4	18,4	6,9	27,9	27,3	2,6	0,0	0,9	13,2	1,1	41,7	4,9	22,0	16,6	0,4	0,0	0,0
Sainte-Marguerite	2,3	0,5	4,8	2,4	83,6	5,7	0,7	0,0	0,0	1,6	1,4	36,1	4,3	42,7	7,5	6,4	0,0	0,0
Molène	3,0	5,3	12,9	36,6	29,8	10,4	1,6	0,2	0,3	2,6	3,0	46,0	25,5	16,0	6,5	0,3	0,0	0,2
Roscanvel	17,3	0,0	19,8	4,0	29,6	26,9	2,0	0,0	0,4	16,3	0,2	13,6	2,4	22,7	43,8	0,2	0,1	0,7
Arradon	6,2	0,6	3,6	0,8	57,1	31,7	0,0	0,0	0,0	8,0	0,0	23,7	0,4	24,1	43,8	0,0	0,0	0,0

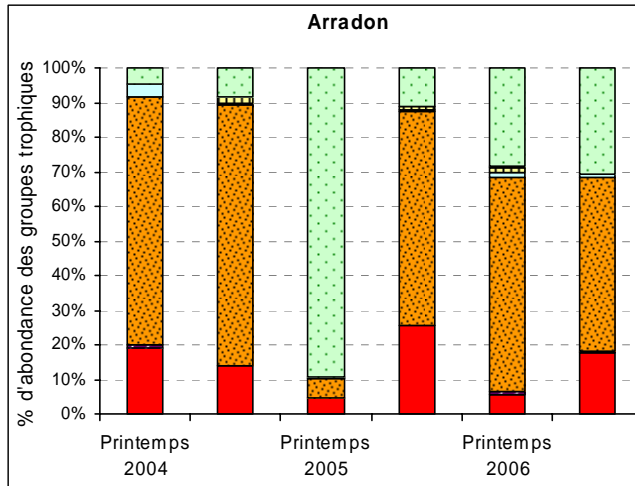
	Printemps 2005									Automne 2005								
	C	N	DT	S	DS	DNS	uB	H	NoR	C	N	DT	S	DS	DNS	uB	H	NoR
Saint-Malo	18,9	0,5	12,0	10,1	49,6	8,2	0,6	0,0	0,0	8,5	1,6	11,5	5,7	49,1	23,9	0,8	0,0	0,1
L'Arcouest	7,0	1,5	10,6	2,3	51,5	39,1	0,8	0,0	0,0	17,6	0,5	32,0	2,1	34,9	18,6	1,2	0,0	0,0
Callot	18,9	0,1	9,1	5,5	29,7	35,1	1,6	0,0	0,0	10,9	0,2	30,3	6,9	24,9	21,5	2,3	0,0	0,0
Sainte-Marguerite	0,8	0,6	3,1	2,5	81,3	10,2	1,5	0,0	0,0	2,1	3,2	90,9	31,4	20,0	37,4	6,4	0,0	0,0
Molène	2,0	8,0	9,9	30,3	39,5	8,7	1,1	0,5	0,0	2,6	3,3	27,9	17,8	33,5	11,2	3,6	0,0	0,0
Roscanvel	28,8	0,5	3,8	2,3	29,1	30,6	4,8	0,1	0,0	17,7	0,6	27,9	5,0	21,4	24,8	2,3	0,3	0,0
Arradon	7,5	0,5	12,4	0,7	51,9	26,6	0,5	0,0	0,0	6,6	0,5	18,8	3,5	51,8	15,5	3,3	0,0	0,0

	Printemps 2006									Automne 2006								
	C	N	DT	S	DS	DNS	uB	H	NoR	C	N	DT	S	DS	DNS	uB	H	NoR
Saint-Malo	18,7	1,6	20,7	3,9	50,5	4,4	0,2	0,0	0,0	15,4	0,7	3,9	5,2	39,4	34,8	0,7	0,0	0,0
L'Arcouest	9,1	1,4	19,6	3,9	46,6	18,3	1,1	0,0	0,0	8,1	1,1	30,0	1,3	37,2	21,1	1,1	0,0	0,0
Callot	7,5	1,3	25,4	2,8	42,5	17,8	2,6	0,2	0,0	8,9	1,4	39,1	3,8	25,4	16,4	5,0	0,0	0,0
Sainte-Marguerite	1,0	4,2	10,7	5,0	70,2	7,8	1,1	0,0	0,0	0,8	1,2	32,8	11,3	7,2	13,5	2,3	0,0	0,0
Molène	1,5	3,5	3,7	22,2	56,7	12,2	0,2	0,1	0,0	3,3	7,8	36,9	20,6	21,0	9,5	0,9	0,1	0,0
Roscanvel	24,3	0,8	6,8	1,7	25,0	39,4	1,8	0,2	0,0	21,7	0,4	28,5	2,8	17,9	24,1	4,6	0,1	0,0
Arradon	6,8	1,4	14,3	1,3	44,6	31,2	0,5	0,0	0,0	8,1	0,5	5,7	9,0	25,6	33,7	17,4	0,0	0,0

3.5.2. Epifaune vagile



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



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

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

	Printemps 2004									Automne 2004								
	C	N	DT	S	DS	DNS	uB	H	NoR	C	N	DT	S	DS	DNS	uB	H	NoR
Saint-Malo										41,1	0,1	33,9	4,8	1,1	0,1	18,9	0,0	0,0
L'Arcouest	21,9	0,4	47,5	3,1	1,4	0,0	25,7	0,0	0,1	15,3	0,1	64,0	1,2	0,4	0,0	19,0	0,0	0,0
Callot	6,0	0,2	16,2	0,4	0,4	0,0	73,8	3,0	0,1	24,5	0,0	60,1	0,1	2,9	0,0	12,4	0,0	0,0
Sainte-Marguerite	16,5	0,1	70,1	1,6	3,4	0,0	8,1	0,3	0,0	2,5	0,1	23,2	1,9	0,6	0,0	71,7	0,0	0,0
Molène	21,1	0,0	42,5	4,5	7,7	0,0	22,0	2,2	0,0	26,1	0,1	53,0	3,8	9,9	0,0	6,9	0,0	0,0
Roscanvel	4,2	0,4	23,0	0,5	0,1	0,0	71,8	0,0	0,0	9,5	0,0	44,1	0,2	0,2	0,0	46,0	0,0	0,0
Arradon	19,1	1,2	71,5	3,6	0,0	0,0	4,5	0,2	0,0	13,8	0,0	75,3	0,8	1,8	0,0	8,2	0,0	0,0

	Printemps 2005									Automne 2005								
	C	N	DT	S	DS	DNS	uB	H	NoR	C	N	DT	S	DS	DNS	uB	H	NoR
Saint-Malo	28,2	0,2	49,4	4,2	0,2	0,0	17,7	0,0	0,0	22,3	0,3	29,1	1,1	0,1	0,0	47,1	0,0	0,0
L'Arcouest	10,2	0,3	12,3	0,6	0,1	0,0	76,5	0,0	0,0	16,6	0,0	27,2	0,7	0,5	0,0	55,0	0,0	0,0
Callot	16,4	0,2	18,2	0,4	0,3	0,0	64,1	0,5	0,0	12,8	0,8	70,0	0,3	0,9	0,0	15,2	0,0	0,0
Sainte-Marguerite	5,8	0,4	14,6	1,7	2,9	0,0	74,3	0,2	0,1	13,7	0,2	36,8	7,3	0,7	0,0	41,3	0,1	0,0
Molène	35,8	1,0	15,4	1,9	0,6	0,0	40,9	4,4	0,0	9,5	0,1	32,7	2,6	2,0	0,0	53,0	0,1	0,0
Roscanvel	4,6	0,0	10,2	1,6	0,4	0,0	82,6	0,5	0,0	9,8	0,1	69,6	0,3	0,3	0,0	20,0	0,0	0,0
Arradon	4,5	0,1	5,6	0,3	0,1	0,0	89,2	0,1	0,0	28,8	0,1	69,5	0,7	0,9	0,0	12,4	0,0	0,0

	Printemps 2006									Automne 2006								
	C	N	DT	S	DS	DNS	uB	H	NoR	C	N	DT	S	DS	DNS	uB	H	NoR
Saint-Malo	24,5	1,5	65,0	0,7	0,8	0,0	7,5	0,0	0,0	7,2	1,0	16,8	0,1	0,2	0,0	74,7	0,0	0,0
L'Arcouest	9,9	0,3	17,7	0,7	0,3	0,0	71,0	0,0	0,0	3,9	0,0	6,2	0,1	0,1	0,0	89,6	0,0	0,0
Callot	6,4	0,9	7,6	0,2	0,2	0,0	82,4	2,3	0,0	2,8	0,2	5,3	0,1	0,0	0,0	91,5	0,2	0,0
Sainte-Marguerite	14,8	0,1	31,3	1,3	1,3	0,0	50,7	0,2	0,2	5,5	0,2	15,9	1,5	0,7	0,0	75,6	0,5	0,0
Molène	17,3	0,3	25,5	4,8	1,7	0,3	40,7	9,4	0,1	16,5	0,3	50,9	5,3	4,0	0,0	22,6	0,2	0,0
Roscanvel	3,5	0,1	8,0	0,4	0,2	0,0	87,6	0,1	0,0	5,8	0,2	32,2	2,0	0,7	0,1	59,0	0,0	0,0
Arradon	5,7	0,7	61,8	1,6	1,5	0,0	28,6	0,0	0,0	17,7	0,4	50,4	0,8	0,2	0,0	30,4	0,0	0,1

3.6. Vitalité de l'herbier

3.6.1. Largeur moyenne des feuilles

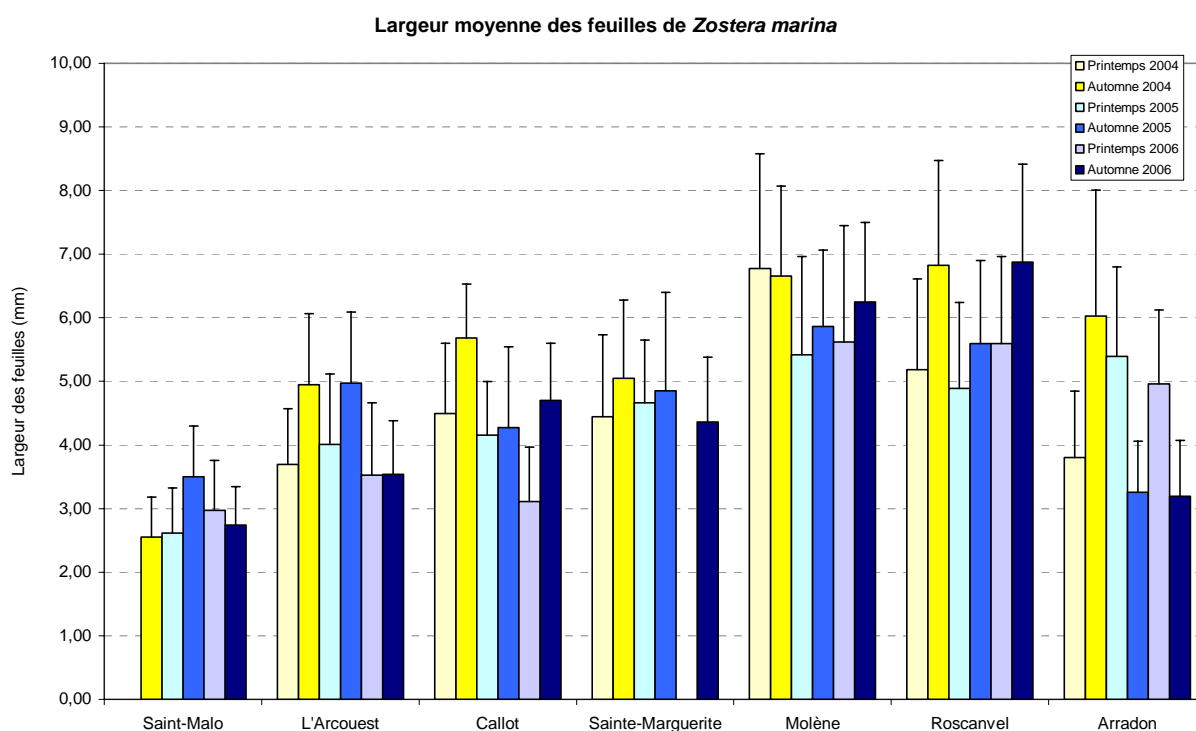


Tableau 8 : Largeur moyenne des feuilles de *Zostera marina*.

	Printemps 2004		Automne 2004		Printemps 2005		Automne 2005		Printemps 2006		Automne 2006	
	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET
Saint-Malo			2,55	0,63	2,61	0,71	3,50	0,80	2,97	0,78	2,74	0,60
L'Arcouest	3,70	0,87	4,95	1,12	4,01	1,11	4,97	1,12	3,52	1,14	3,54	0,85
Callot	4,49	1,10	5,68	0,85	4,15	0,84	4,28	1,27	3,11	0,86	4,70	0,90
Sainte-Marguerite	4,44	1,29	5,05	1,24	4,67	0,98	4,85	1,55			4,36	1,01
Molène	6,78	1,80	6,66	1,41	5,42	1,55	5,86	1,20	5,62	1,83	6,25	1,25
Roscanvel	5,18	1,43	6,83	1,65	4,89	1,35	5,59	1,31	5,59	1,37	6,88	1,54
Arradon	3,80	1,04	6,03	1,98	5,39	1,41	3,26	0,80	4,96	1,16	3,20	0,88

3.6.2. Longueur maximale des feuilles

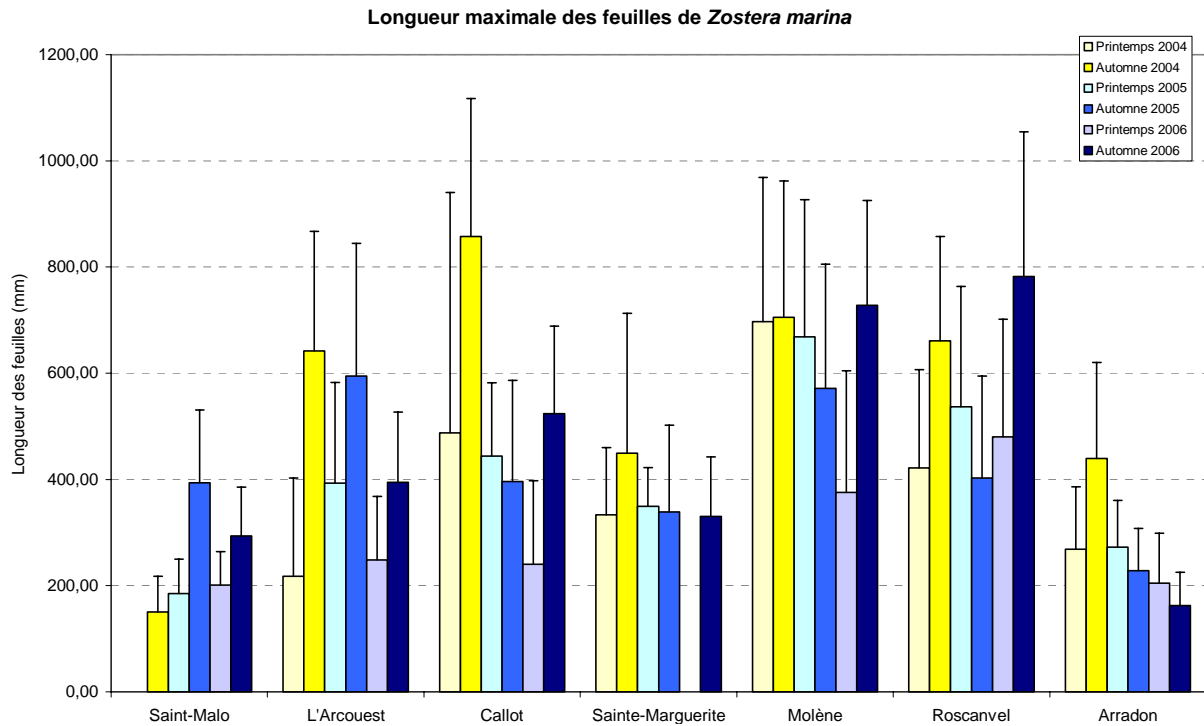


Tableau 9 : Longueur maximale moyenne des feuilles non cassées.

	Printemps 2004		Automne 2004		Printemps 2005		Automne 2005		Printemps 2006		Automne 2006	
	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET
Saint-Malo			150,36	67,48	185,52	64,17	393,58	137,10	200,84	63,35	293,67	91,68
L'Arcoüest	217,72	184,89	641,82	225,65	393,21	189,20	594,83	249,58	248,56	119,24	394,31	132,76
Callot	487,57	452,65	857,37	259,73	443,83	138,19	395,82	190,93	240,43	157,41	523,73	165,05
Sainte-Marguerite	333,78	125,92	449,61	263,01	349,17	73,09	338,47	163,74			330,23	112,68
Molène	697,47	271,06	705,33	257,01	668,69	258,05	571,68	234,12	375,38	229,39	727,70	197,53
Roscanvel	421,21	185,71	661,07	196,51	536,54	226,63	402,49	192,27	480,01	221,50	781,98	272,56
Arradon	269,03	117,26	439,87	180,18	272,34	88,47	228,38	79,85	204,98	93,95	162,59	62,19

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

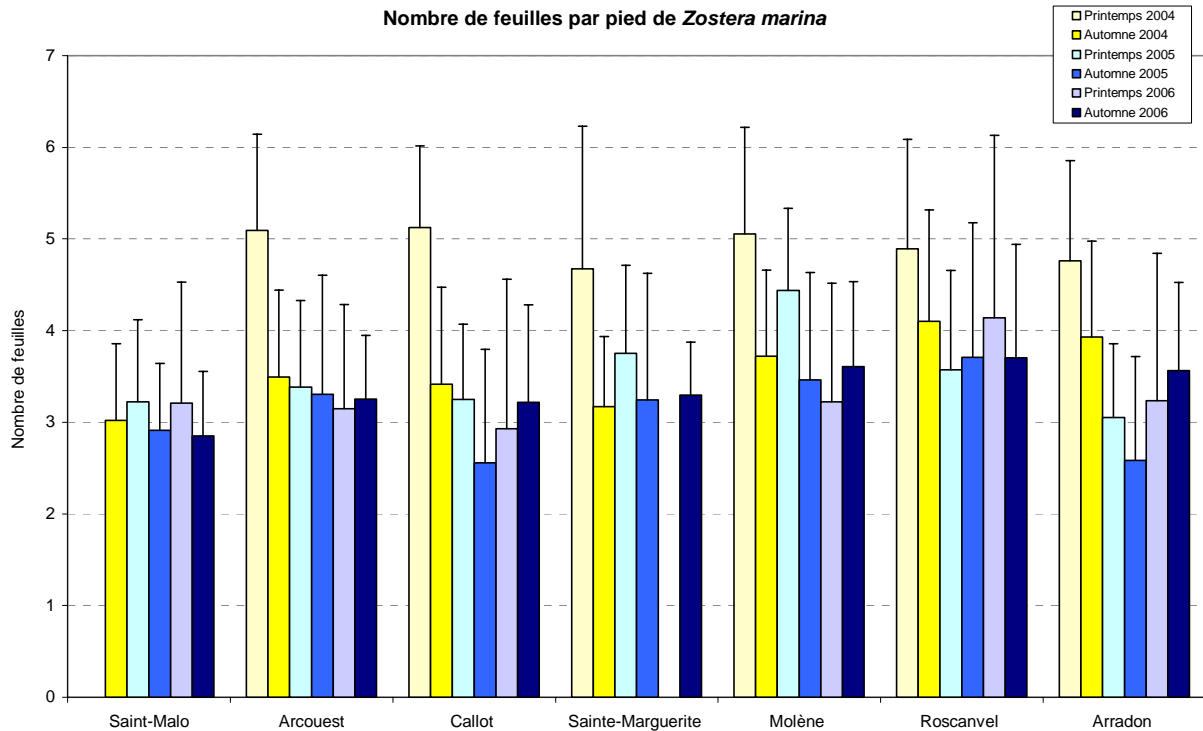


Tableau 10 : Nombre moyen de feuilles par pied de *Zostera marina*.

	Printemps 2004		Automne 2004		Printemps 2005		Automne 2005		Printemps 2006		Automne 2006	
	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET
Saint-Malo			3,02	0,83	3,22	0,89	2,91	0,73	3,21	1,32	2,85	0,70
L'Arcouest	5,09	1,05	3,49	0,95	3,39	0,94	3,31	1,30	3,15	1,13	3,25	0,70
Callot	5,13	0,89	3,41	1,06	3,25	0,82	2,56	1,24	2,93	1,63	3,22	1,07
Sainte-Marguerite	4,67	1,56	3,17	0,77	3,75	0,97	3,24	1,38			3,29	0,58
Molène	5,06	1,16	3,72	0,94	4,44	0,90	3,46	1,17	3,22	1,30	3,61	0,93
Roscanvel	4,89	1,19	4,10	1,21	3,57	1,08	3,71	1,47	4,14	1,99	3,71	1,24
Arradon	4,76	1,09	3,93	1,04	3,05	0,80	2,59	1,13	3,23	1,61	3,57	0,96

3.6.4. Surface utile de *Zostera marina*

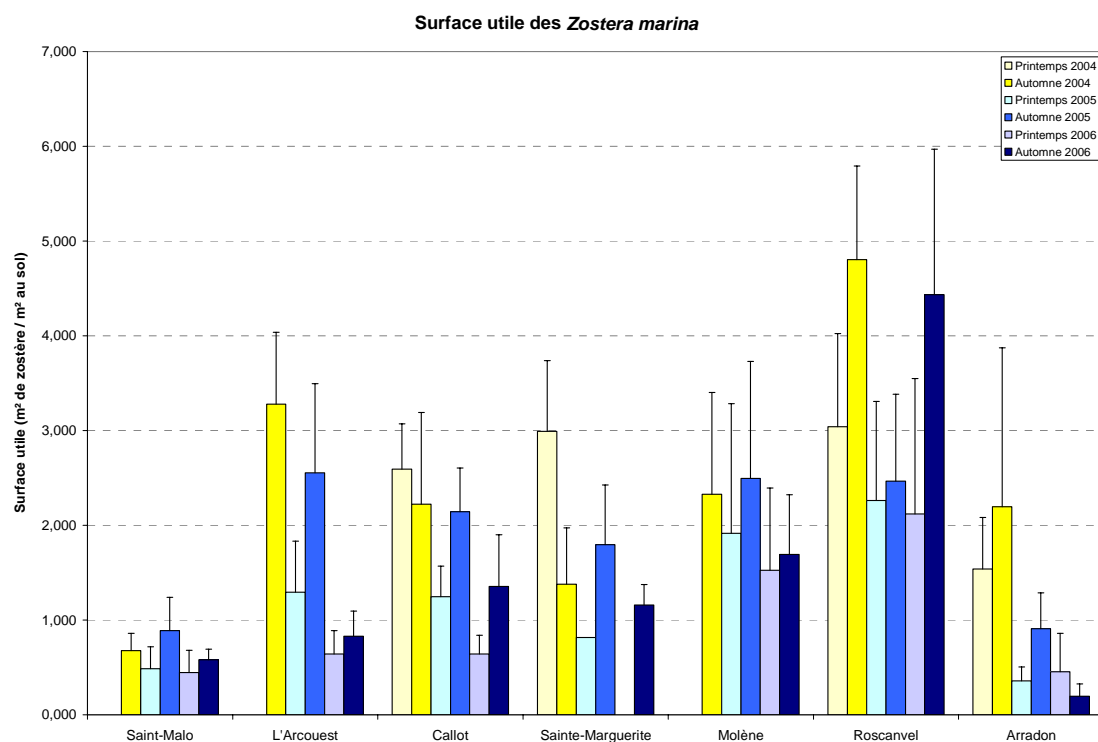


Tableau 11 : Surface utile des *Zostera marina* (m² de zostère / m² au sol)

	Printemps 2004		Automne 2004		Printemps 2005		Automne 2005		Printemps 2006		Automne 2006	
	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET
Saint-Malo			0,677	0,182	0,487	0,230	0,889	0,352	0,446	0,233	0,580	0,112
L'Arcouest			3,278	0,760	1,293	0,541	2,553	0,942	0,643	0,245	0,829	0,263
Callot	2,591	0,480	2,222	0,969	1,247	0,322	2,143	0,460	0,643	0,196	1,355	0,547
Sainte-Marguerite			1,378	0,596	0,815		1,796	0,629			1,159	0,218
Molène			2,327	1,076	1,914	1,370	2,495	1,234	1,524	0,868	1,691	0,630
Roscanvel	3,041	0,982	4,802	0,990	2,260	1,047	2,465	0,920	2,120	1,427	4,434	1,537
Arradon	1,540	0,542	2,195	1,677	0,358	0,145	0,910	0,378	1,540	0,542	0,358	0,145

3.6.5. Biomasse foliaire

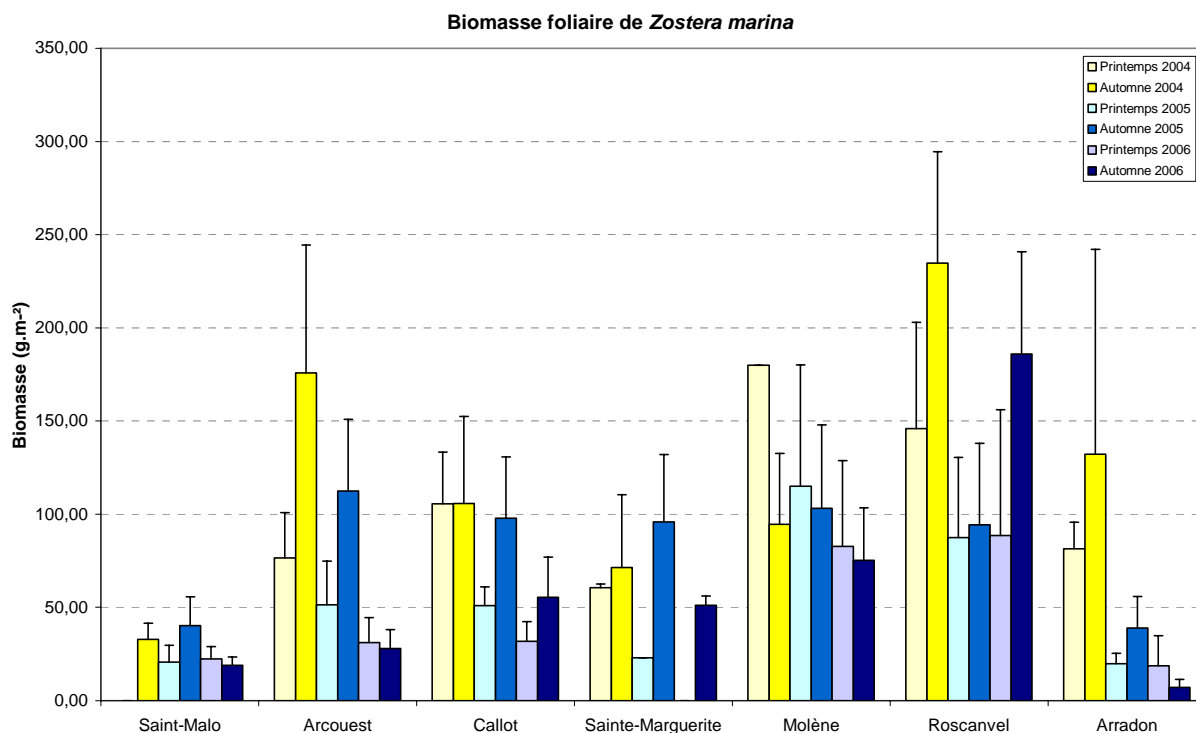


Tableau 12: Biomasse foliaire des *Zostera marina* (g.m²)

	Printemps 2004		Automne 2004		Printemps 2005		Automne 2005		Printemps 2006		Automne 2006	
	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET
Saint-Malo			1,65	0,43	1,04	0,44	2,01	0,78	22,5	6,6	18,9	4,5
L'Arcouest	3,82	1,22	8,80	3,43	2,57	1,18	5,63	1,92	31,1	13,3	27,9	10,1
Callot	5,28	1,39	5,29	2,33	2,55	0,50	4,89	1,64	31,9	10,6	55,6	21,5
Sainte-Marguerite	3,04	0,09	3,57	1,95	1,15		4,79	1,81	0,0	0,0	51,1	5,1
Molène	9,00		4,73	1,90	5,76	3,25	5,16	2,24	82,7	46,2	75,3	28,0
Roscanvel	7,30	2,84	11,74	2,99	4,37	2,16	4,71	2,19	88,7	67,5	186,1	54,7
Arradon	4,08	0,71	6,61	5,50	0,99	0,28	1,95	0,85	18,6	16,1	7,0	4,4

3.7. Commentaire général

En ce qui concerne les caractéristiques sédimentaires, on notera qu'en automne 2006, les taux de matière organique ont nettement augmenté par rapport au printemps, ainsi que par rapport aux valeurs des années précédente dans les trois sites abrités (Callot, Rade de Brest et Arradon), alors que la granulométrie des sédiments de montrait pas de changement particulier. Cette accumulation de matière organique est susceptible de modifier les conditions d'oxygénation des sédiments et donc de modifier la distribution des espèces de l'endofaune des herbiers. Pour l'endofaune, les richesses spécifiques sont plus élevées en automne pour la

raison soulignée plus haut pour les sables. Callot reste le site le plus riche globalement même si en 2006 Roscanvel en rade de Brest atteint des valeurs plus élevées au printemps. Pour l'épifaune, c'est l'herbier de Molène suivi par ceux de Sainte Marguerite et Arradon qui sont les plus riches en espèces. Pour ces trois sites, l'année 2006 montre des valeurs plus élevées qu'en 2004 et 2005. En terme d'abondance l'année 2006 montre des valeurs élevées au printemps comme en automne pour l'endofaune, mais cette caractéristique ne se retrouve pas pour l'épifaune, soulignant s'il était nécessaire la dynamique différente de ces deux compartiments de la faune des herbiers, et l'importance d'analyser séparément leur comportement dans le temps. Il est intéressant de souligner que l'analyse des groupes écologiques de l'endofaune et le coefficient biotique reste stable en 2006 malgré l'augmentation de l'abondance des individus. Ceci souligne que les espèces qui ont augmenté en 2006 ne sont pas des opportunistes caractéristiques des milieux anoxiques. Ainsi les augmentations de matière organique signalées plus haut n'ont pas induit des conditions d'anoxies suffisantes pour la prolifération des espèces indicatrice d'eutrophisation. Il s'agit de la phase d'enrichissement avec un maximum d'espèces et d'abondance, étape précédant la phase des espèces opportunistes.

L'analyse des paramètres décrivant les caractéristiques des phanérogames est particulièrement intéressante au niveau de la vitalité globale de l'herbier. La largeur moyenne des feuilles est une métrique qui se confirme comme étant indicatrice des conditions globales de l'herbier car elle montre des variations interannuelles de plus grande ampleur que ce qui était connu jusqu'à présent. Ainsi la largeur moyenne des feuilles n'est pas seulement une caractéristique générale propre à un herbier donné mais sa variabilité interannuelle peut être un bon indicateur. Dans cette configuration la diminution de la largeur des feuilles entre le printemps 2006 à Arradon est atypique et pourrait être un signal de contrainte forte de l'environnement qu'il faudra suivre attentivement, d'autant que la longueur moyenne des feuilles et les biomasses foliaires ont également diminué, au contraire des autres sites pour lesquels, logiquement les feuilles sont plus longues en automne. Les biomasses foliaires de saint Malo, Arcouest, Callot, Sainte Marguerite, Molène, Arradon ont globalement diminué en 2006. Ce trait est surprenant dans la mesure où les herbiers ne montrent pas de tendance à la régression bien au contraire, il s'agira de suivre attentivement ce paramètre pour identifier s'il est révélateur de conditions climatiques de l'année 2006 ou s'il est l'amorce d'une évolution plus large.

4. 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/>