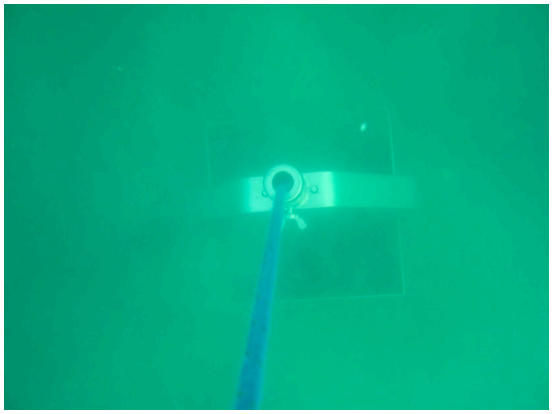
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

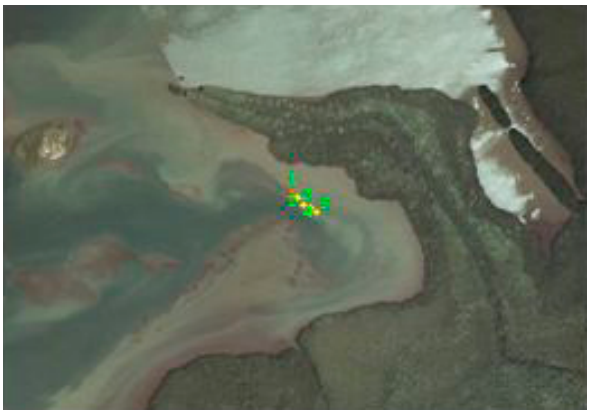
Direction Régionale de l'Environnement
MARTINIQUE

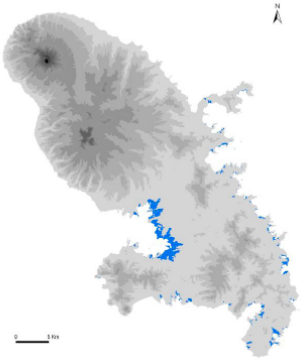
SUIVI DCE 2010 DES STATIONS DE SURVEILLANCE ET DE RÉFÉRENCE DES MASSES D'EAU COTIERES DE TRANSITION DE LA *MARTINIQUE*

Analyse spatio-temporelle de la macrofaune de substrat meuble

Rapport technique 2011







Impact Mer
Cabinet d'études et de conseil

EQUILIBRE

LOBB
UMR 7621

- SOMMAIRE -

1.- CONTEXTE ET OBJECTIFS …… 3

2.- METHODOLOGIES …… 3

2.1 – Stratégie et choix des stations d'échantillonnage …… 3
2.2 – Protocole d'échantillonnage …… 4
2.3 – Analyse et traitement des données …… 5

3- RESULTATS …… 7

3.1 – Structure générale des communautés benthiques en 2010 …… 7
3.1.1 – Abondance, biomasse et richesse spécifique …… 7
3.1.2 – Analyse taxonomique …… 8

3.2 – Comparaison de la structure des communautés sur 3 ans …… 9

3.3– Approche écologique basée sur les indices biotiques standardisés de la DCE …… 13
3.3.1 – Calcul des indices biotiques 2010 …… 13
3.3.2 – Evolution des indices biotiques au cours des 3 dernières années …… 14
3.3.3 – Calcul des indices moyens sur 3 ans …… 15

4- CONCLUSIONS – RECOMMANDATIONS …… 18

5- BIBLIOGRAPHIE …… 20

6- ANNEXES …… 22

Annexes 1 et 2 : *Données d'abondances et de biomasse 2011 relatives aux communautés macro benthiques des 4 stations de suivi annuel*

A citer sous la forme :

BIGOT L, AMOUROUX JM., 2011. Suivi DCE 2010 des stations de surveillance et de référence des masses d'eaux côtières de transition de La Martinique. Analyse spatio-temporelle de la macrofaune de substrat meuble. Rapport Equilibre / LOBB pour le compte de Impact Mer, 22 p.

1 CONTEXTE - OBJECTIFS

Le suivi environnemental de la macrofaune benthique est réalisé au niveau de 4 Masses d'Eaux définies en 2006 dans le cadre du programme de référence et de surveillance des masses d'eaux de transition de la Directive Cadre sur l'Eau (WFD, 2000). 4 stations d'études sont ainsi étudiées depuis 2008 (Impact-Mer, Pareto Ecoconsult, 2009). La macrofaune est un des indicateurs clé du suivi de la qualité du milieu littoral.
Les résultats acquis fin 2010 viennent ainsi compléter une première approche effectuée en 2008 sur différents sites des MET (in Bigot et Amouroux, 2008, 2009). Ils ont pour objectif de confirmer le premier diagnostic écologique établi en 2009, et de réfléchir à la définition du « bon état écologique » (sens DCE) adapté au contexte de La Martinique.

Les objectifs de ce suivi sur la macrofaune sont donc :

- De réaliser un suivi annuel des stations des 4 masses d'eaux de transition,
- De confirmer la structure des communautés précédemment définies sur ces stations,
- D'analyser l'évolution spatio-temporelle des communautés benthiques au cours des 3 dernières années sur les 4 stations pérennes, et notamment sur la station de référence proposée en 2009 (Baie des Requins).

2 METHODOLOGIES

2.1– Stratégie et choix des stations d'échantillonnage

Le choix des stations de suivi a été effectué par Impact Mer en concertation avec la DIREN Martinique. Les quatre stations de surveillance / référence de la DCE sont les suivantes (figure 1) :

- Station de référence DCE : Baie des Requins ;
- Stations du suivi DCE :
  - ✓ Cohé du Lamentin
  - ✓ Trou Manuel,
  - ✓ Etang des Salines ;

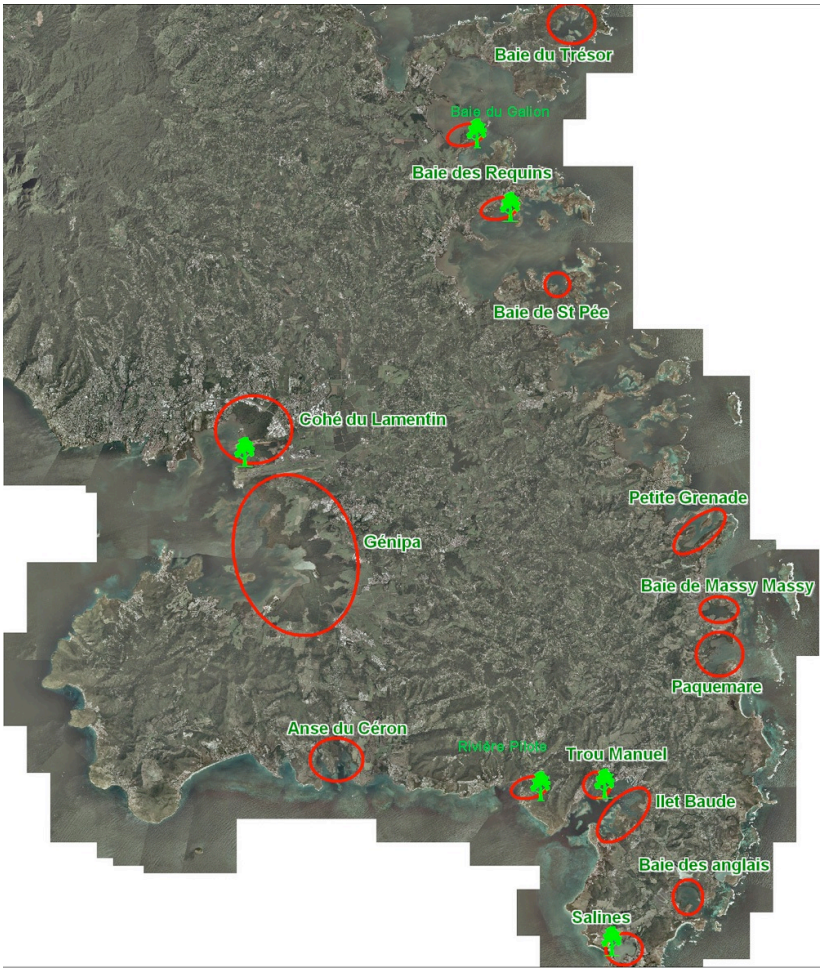


Figure 1 : Situation géographique des stations de surveillance et de référence de la macrofaune DCE en 2010 (Cohé du Lamentin, Trou Manuel, Les Salines, Baie des Requins)

La Baie des Requins est une station de référence caractérisée par la présence d'une mangrove soumise à une faible pression anthropique. Eloignée des sources de pollution, elle semble cependant être sous l'influence certes diluée des eaux chargées de la rivière du Galion.

La mangrove de **Trou Manuel** semble être en relativement bon état, grâce sans doute à la circulation des masses d'eau dans la Baie du Marin qui la met relativement à l'abri des principales pressions. Cette station subit cependant les apports de son bassin versant agricole, des rejets urbains du Bourg, du port et par le jeu des courants et de façon plus diluée du bassin versant de O'Neil.

La mangrove **de Cohé du Lamentin**, recevant les eaux de grands bassins versants, a été classée en MET au titre de la DCE. Les pressions littorales sur ce site sont significativement importantes.

2.2– Protocole d'échantillonnage

Sur chacune des stations retenues, la macrofaune et les sédiments associés ont été collectés à l'aide d'une benne à prélèvement de type « Eckman-Birge » (0, 033 m^2).
Pour la macrofaune, 3 réplicats par station ont été effectués. Chaque réplicat résulte de la fusion de 3 bennes pleines, soit une surface échantillonnée de 0,1 m^2, afin d'avoir un échantillon représentatif et d'être en cohérence avec les recommandations « minimales» de la DCE.

Pour avoir une certaine représentativité de la station, les 3 réplicats sont effectués dans un rayon d'une cinquantaine de mètres carrés.
Les sédiments ont fait l'objet d'un sous échantillonnage effectué sur les différents réplicats.

2.3– Analyse et traitement des données biologiques

Les variables biologiques : après une phase de pré tri et de tri de la macrofaune, les principaux organismes sont identifiés et classés. Les analyses se décomposent en plusieurs étapes :

- ✓ analyse de la répartition taxonomique (Annélides, Crustacés, Mollusques,…),
- ✓ analyse de la richesse spécifique (S),
- ✓ analyse de l'abondance relative par espèce (N),
- ✓ analyse de la biomasse taxonomique (séchage et calcination à 450°C permettant d'obtenir des poids secs AFDW).

Le traitement des données porte sur :

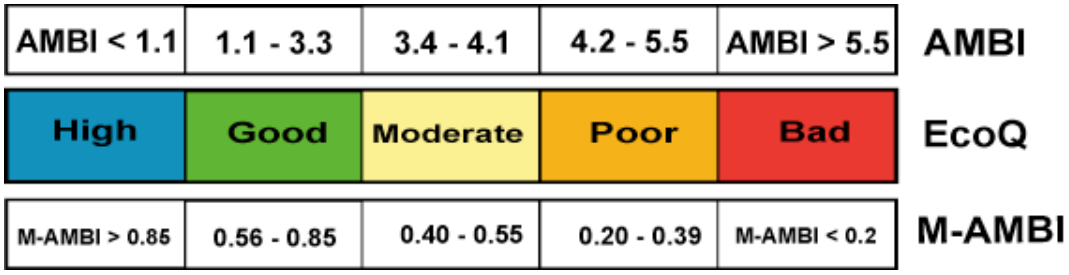
- ✓ Le calcul des biomasses (à partir de lot faunistique ou de taxons spécifiques)
- ✓ Le calcul des densités faunistiques (par espèce / par réplicats / par stations)
- ✓ Le calcul des indices de l'α diversité (indice de Shannon Weaver H', richesse spécifique)
- ✓ Le calcul de l'indice biotique AMBI et M-AMBI
- ✓ Des analyses multidimensionnelles (nMDS, Analyse Hiérarchique, ANOSIM)

Les données obtenues sont traitées pour définir la structure des communautés benthiques et leur évolution spatio-temporelle à l'aide d'outils statistiques d'analyse univariés (moyennes, Indices de diversité, AMBI), et multivariés (nMDS, Classifications Hiérarchiques).

Les calculs des indices AMBI et M-AMBI ont été effectués à l'aide du logiciel en ligne www. Azti technalia version 4.1 (Borja et al, 2010) sur la base des données faunistiques disponibles pour l'Amérique du Sud (données mises à jour du site AZTI ; Muniz et al, 2005), et sur l'expérience des auteurs (Bigot et al. 2008, 2009) pour l'assignation des espèces tropicales à des groupes fonctionnels.
Cette approche fonctionnelle s'appuie notamment sur la répartition des différentes espèces au sein de 5 groupes trophiques correspondant à des niveaux de perturbations environnementales croissantes (de I à V) (Borja et al, 2000).

Une réflexion a été menée sur **le fait de modifier les limites des classes relatives aux EcoQ / EQR** proposé par le logiciel afin de les adapter au contexte de la Martinique. La réalisation d'une inter calibration des données sur la base **de moins de 10 stations de suivi** étudiées depuis 2008 semble totalement hasardeuse si l'on compare cet exercice à celui effectué pour les zones Nord Atlantique et Européenne (plus de 596 échantillons considérés in Borja et al, 2007). Il semble ainsi plus raisonnable de **s'appuyer sur les résultats de cette publication et de reprendre les nouvelles bornes d'EcoQ** proposées par ces auteurs, et qui correspondent de plus à la situation environnementale de La Martinique. Ainsi les nouvelles bornes d'EcoQ proposées en 2007 (Borja et al, 2007) pour la zone Sud Européenne (Espagne) et définies par défaut dans la version 4.1 du logiciel AZTI semblent les plus pertinentes dans le contexte de La Martinique (zones urbanisées, perturbations organiques variables).

Les valeurs limites des indices AMBI et M-AMBI et leurs correspondances en terme de qualité du milieu récepteur au sens de la WFD que l'on peut retenir pour la Martinique sont les suivantes :



3 RESULTATS

3.1– Structure des communautés des stations DCE en 2010

L'étude du milieu marin comprend les communautés macro benthiques et leur milieu de vie. L'analyse effectuée en 2010 sur les 4 stations d'échantillonnage (n = 12) a permis de recenser **38 espèces et 304 individus**, tous taxons confondus.

3.1.1– Abondance, biomasse et richesse spécifique

L'analyse faunistique effectuée sur les communautés de macrofaune endogée permet de mettre en évidence les principaux éléments suivants :

- « Baie des Requins » confirme sont statut particulier de station de référence en terme de richesse spécifique (n=24), bien que la densité des communautés soient inférieure à celle des autres stations (213 ind.m-2) et que la biomasse reste assez élevée (figure 2). La chute de la densité faunistique observée en 2010 est assez surprenante pour cette station de référence (Bigot et al, 2010),
- « Trou Manuel » et « Cohé du Lamentin » sont assez proches en terme de caractéristiques générales, bien que Cohé du Lamentin soit cependant marquée par une biomasse globale plus importante (8,14 AFDW g/ m^2) ;
- « Trou Manuel » est cette année marquée par une densité d'individus supérieure à celle des autres stations (510 ind.m-2) et notamment de Baie des Requins, ce qui paraît assez surprenant. Cette station est cependant située assez éloignée de la zone urbanisée de la baie du Marin, ce qui pourrait expliquer cette situation,
- **« les Salines »** constituent toujours une zone totalement à part et peu comparable aux stations précédentes dans la mesure où les communautés sont absentes en 2010. La totalité des organismes collectés étaient mort en 2010 (coquilles de Gastéropodes Cerithidae, Modulidae). Ce résultat confirme les premières analyses effectuées en 2008 et en 2009 et montre que ce **milieu ne peut en aucun cas pas être comparé aux 3 autres stations de la DCE**.

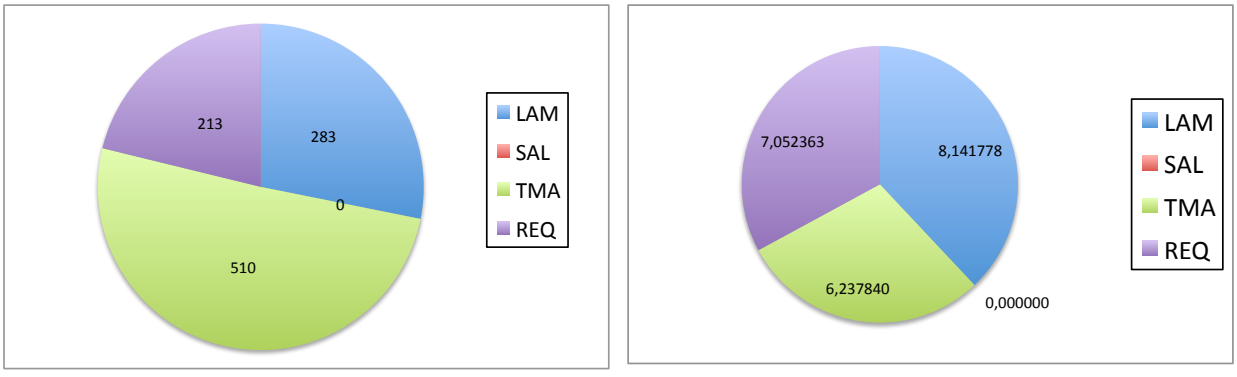


Figure 2 : Répartition de l'abondance globale (Ind.m-2) et biomasses (g. m^{-2}) de la macrofaune benthique

3.1.2– Analyse taxonomique

L'analyse taxonomique par station (Figure 3) confirme la forte représentation des Bivalves et des Annélides sur la grande majorité des stations. Les autres taxons sont globalement toujours représentés sur les stations bien que leur abondance soit nettement moindre. Ils contribuent cependant à la diversité globale de ces habitats.

Paradoxalement, la station de référence de Baie des requins semble caractérisée par une certaine hétérogénéité de l'abondance des communautés qui est assez inhabituelle (modification environnementale en cours, problème d'échantillonnage,… ??) La faible réplication de 2010 ne permet pas de d'apporter d'éléments de réponse dans un sens ou dans un autre, bien qu'une nette tendance à la baisse de la densité faunistique soit observée en 2010. Cependant la richesse spécifique de cette station demeure assez élevée, ce confirme son statut de zone de référence.

Cohé du lamentin et Trou Manuel présentent des niveaux d'abondances supérieurs en 2010 et une bonne homogénéité des communautés.

Les polychètes sont dominés par des Familles caractéristiques telles que des Eunicidae (*Lumbrineris emandibulata),* et des Terebellidae très bien représentés sur Trou Manuel (*Polycirrus sp.*).

Sur la majorité des stations, les Mollusques Bivalves sont bien représentés. Les principales espèces rencontrées sont des Corbulidae (*Corbula cf.dietziana, C. carribea*), des Nuculidae (*Nucullana verilliana*) et des Veneridae (*Cyclinella tenuis*).

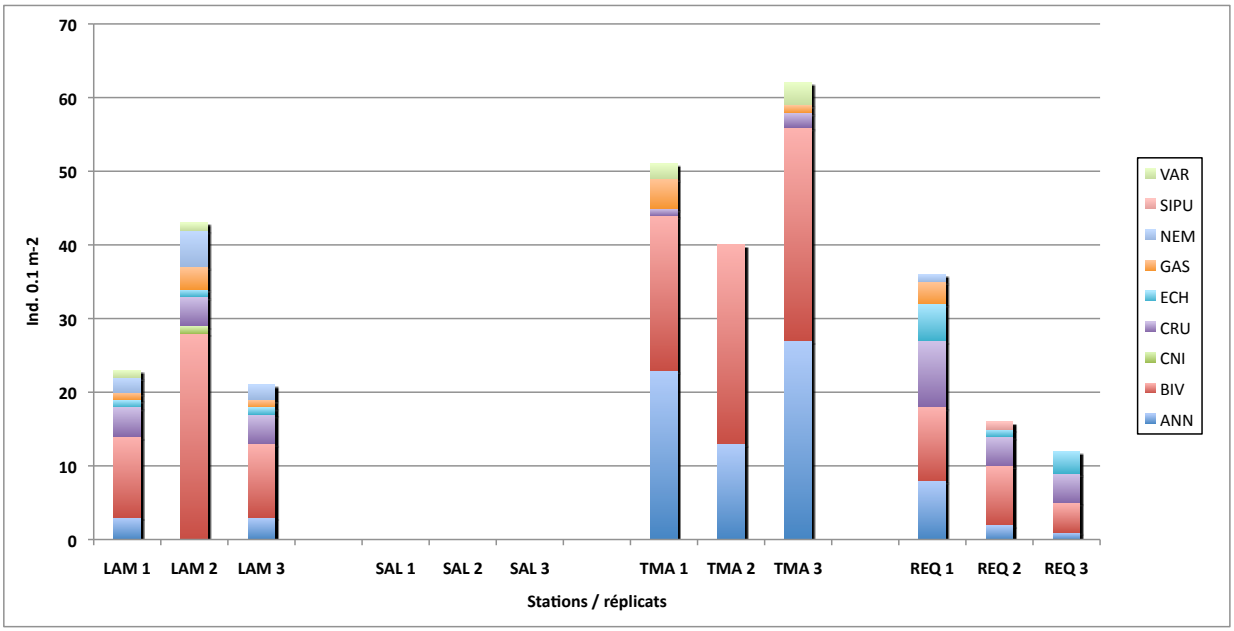


Figure 3 : Répartition taxonomique de la macrofaune sur les 4 stations en 2010 (VAR : varia ; PLA ; SIPU : Sipunculidae ; NEM : Némertiens ; SCA : Scaphopodes ; GAS : Gastéropodes ; ECH : Echinodermes ; CRU : Crustacés ; CNI : Cnidaires ; BIV : Bivalves ; ANN : Annélides).

Enfin, les Crustacés constituent toujours un groupe taxonomique important en terme de biomasse sur les stations, les principales espèces rencontrées étant des crevettes Alpheidae (*Alpheus bouvieri, Athanas sp.)* et des Paleamonidae (*Palaemonella atlantica*).

3.2– Comparaison de la structure des communautés sur 3 ans

L'analyse comparative effectuée en 2010 (Figure 4) montre globalement que la structure des communautés (en terme de représentativité des différents groupes) est assez homogène d'une année à l'autre à l'exception des Salines. En revanche certaines spécificités sont observées en terme de densités faunistiques :

- TMA semble assez homogène et montre des valeurs de densités comparables en 2008 et 2009. L'année 2010 est en revanche marquée par un net accroissement de la densité faunistique lié à une recrudescence des communautés de Bivalves (*Nucullana verilliana, Corbula diertziana, Tagelus divisus)* et de polychètes (*Polycirrus sp., Lumbrineris emandibulata*)
- Cohé du Lamentin présente une abondance moyenne qui augmente progressivement depuis 3 ans. Les variations observées restent cependant comparables d'une année sur l'autre. Les populations de Bivalves sont stables depuis 2009 sur cette station et les espèces observées sont identiques (*Tellina spp, Nucullana verilliana, Cyclinella tenuis*).
- Les communautés de Baie des Requins sont en nette régression depuis 2009 mais cette diminution de densité n'est cependant pas associée à une perte de diversité conséquente. Les espèces observées restent globalement les mêmes que l'année précédente.
- Les Salines présentent toujours une instabilité propre à ce type d'environnement. Le statut très particulier de cette zone se confirme, et montre ainsi les limites d'utilisation de l'indicateur macrofaune pour des environnements lagunaires soumis à des fluctuations majeures des caractéristiques environnementales dans le temps.

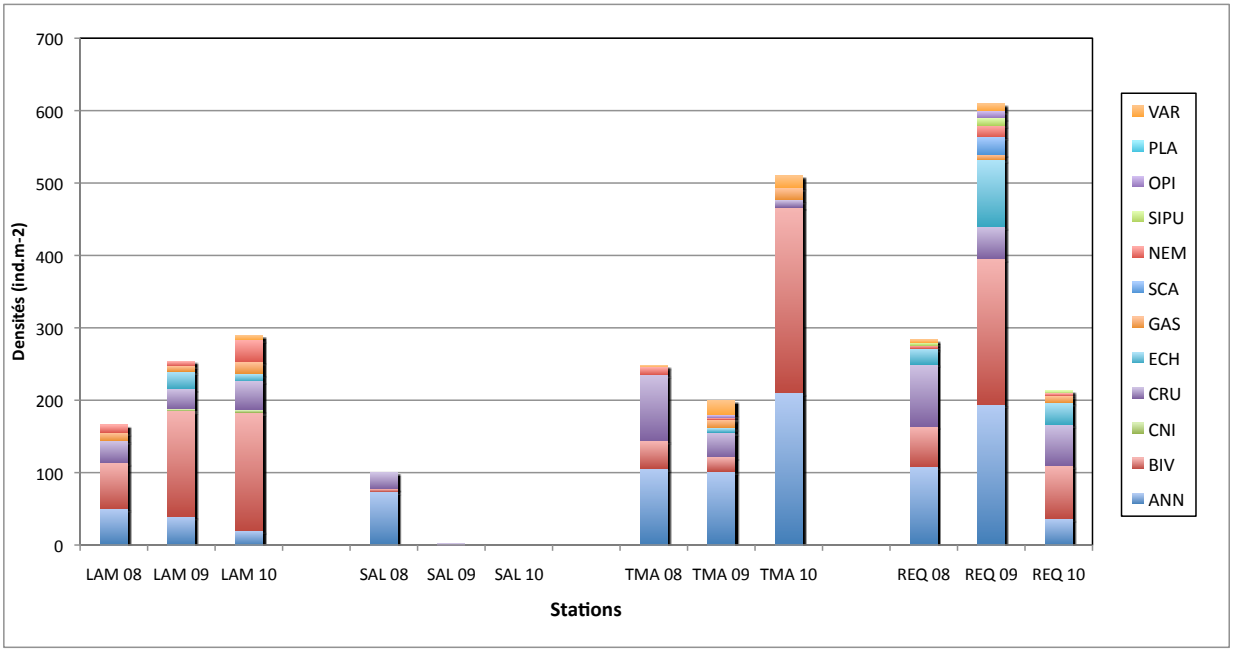


Figure 4 : Evolution de la répartition taxonomique de la macrofaune sur les 4 stations DCE entre 2008 et 2010 (VAR : varia ; PLA : Plathelminthes, OPI : Opistobranches ; SIPU : Sipunculidae ; NEM : Némertiens ; SCA : Scaphopodes ; GAS : Gastéropodes ; ECH : Echinodermes ; CRU : Crustacés ; CNI : Cnidaires ; BIV : Bivalves ; ANN : Annélides).

D'un point de vue diversité, l'analyse comparative montre une évolution de la situation de Baie des Requins au cours des 3 dernières années**,** bien que cette tendance reste à confirmer (Tableau 1). Cette dernière station est marquée par une biodiversité qui diminue progressivement (H' de

4,07) même si cette valeur est encore élevée et ne traduit pas de déséquilibre particulier dans le contexte de cette station. Cette diminution de diversité est surtout liée à la régression des communautés de polychètes et de Bivalves qui étaient précédemment mieux représentés sur cette station (Figure 4). Cette situation environnementale de cette station de référence reste à surveiller (cause non définie ?) car la diminution d'abondance des communautés est incontestable.

Stations	S	N	Equitabilité J'	Shannon H'(loge)
Lamentin 2008 (n=5)	21	83	0,82	3,61
Lamentin 2009 (n=5)	22	127	0,86	3,86
Lamentin 2010 (n=3)	21	290	0,82	3,57
Trou Manuel 2008 (n=5)	21	124	0,85	3,65
Trou Manuel 2009 (n=5)	22	96	0,84	3,79
Trou Manuel 2010 (n=3)	15	510	0,66	2,54
Baie Requins 2008 (n=5)	43	140	0,90	4,19
Baie Requins 2009 (n=5)	35	298	0,77	4,63
Baie Requins 2010 (n=3)	24	214	0,88	4,07
Les Salines 2008 (n=5)	7	50	0,69	1,94
Les Salines 2009 (n=5)	1	1	-	0
Les Salines 2010 (n=3)	-	-	-	-

Tableau 1 : Evolution des indices biotiques classiques (richesse S ; abondance N ; indice d'équitabilité (Piélou) J' ; diversité de Shannon Weaver (H') ; 2008 et 2009 correspondent à des surface échantillonnées de 0.5 m2 ; 2010 à 0.3 m2

La station la plus déstructurée est « **Les Salines** » (H' = 0), qui est caractérisée par un environnement différent des autres stations (lagune interne) non comparable aux autres faciès de milieu marin. Comme en 2009, la totalité des organismes répertoriées sur cette station étaient morts en 2010 (coquilles de Mollusques Gastéropodes Cerithidae, Bullidae). Les lagunes littorales sont connues comme des milieux spécifiques très instables et qui abritent des biocénoses très particulières. Elles peuvent être soumises à des conditions environnementales très variables, et sont identifiées comme des habitats particuliers au titre de la DCE. Cette station ne peut en aucun cas être comparée aux 3 autres environnements subtidaux.

Sur les 2 autres stations de suivi (TMA, Cohé) l'analyse de la diversité globale (H', équitabilité) montre une relative stabilité sur les 3 dernières (tout étant relatif à cette échelle de temps) en l'état actuel des conditions de milieu, même si un accroissement important de la densité faunistique a été noté sur TMA et Cohé du Lamentin.

L'analyse du milieu sédimentaire au cours des deux dernières années confirme la relative stabilité du milieu benthique en termes de composante organique (C org) et de fractions fines < à 63 microns (Tableau 2). Aucune évolution significative de ces composantes n'est observée sur les deux dernières années, même si un léger accroissement du taux de carbone organique et de pélites a été noté sur Baie des Requins.

	Cohé Lam	Requins	TMA	Sal
C.org 2009 (n=5)	3,94	4,97	5,638	1
C.org 2010 (n=3)	4,81	5,35	5,036	1,29
fines 2009 (n=5)	79,8	61,7	68,42	59,3
fines 2010 (n=3)	80,5	76,4	69,96	70,1

Tableau 2 : Evolution de la composante organique et du taux de pélites (fines) des sédiments entre 2009 et 2010 (C.org moyen et particules fines en %)

Une analyse multidimensionnelle (nMDS et Classification hiérarchique) a été effectuée sur les données faunistiques (matrice de contingence « espèce / échantillons ») des 3 stations suivies entre 2008 et 2010, en excluant volontairement la station « les Salines » qui présentent des caractéristiques différentes des stations de suivi maritimes (Figure 5). Les principaux résultats sont les suivants :

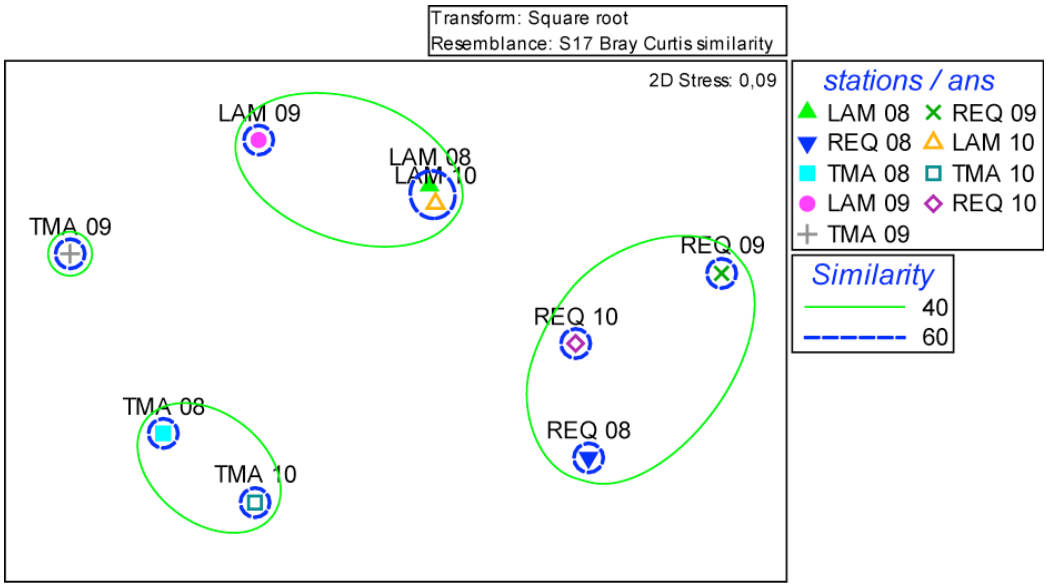


Figure 5: Analyse multidimensionnelle (nMDS) et Classification hiérarchique (CAH) sur les communautés benthiques des 3 stations de milieu subtidal (2008 à 2010).

- Les communautés benthiques des 3 stations se caractérisent par des « signatures » faunistiques différentes, et présentent des fluctuations temporelles au cours des 3 dernières années,

- L'existence de spécificités dans la structure spatiale des communautés entre les stations est confirmée d'un point de vue statistique (ANOSIM à 2 facteurs) ($R = 0,709$; $p < 0,1$), et les différences entre années le sont également ($R = 0, 495$; $p < 0,1$),

- Bien qu'ayant la même structure de communauté, la station **« Baie des Requins »** est caractérisée une certaine variabilité inter annuelle de ses peuplements. Il demeure donc

important de continuer à suivre cette zone identifiée comme « de référence » dans le contexte du suivi DCE même si la diversité y demeure élevée pour La Martinique.

- **Cohé du Lamentin** est caractérisée par des communautés homogènes et stables dans l'état actuel du milieu sédimentaire.

- **Trou Manuel** présente également une certaine variabilité de ses communautés liée notamment à l'accroissement de densité faunistique mis en évidence en 2010. Les communautés sont actuellement marquées par la présence d'Annélides polychètes (*Polycirrus spp., Lumbrineris emandibulata*) et de Bivalves (*Tagelus divisus, Corbula diertziana, Nucullana verilliana*).

3.3– Approche écologique basée sur les indices standardisés de la DCE

Le calcul de l'indice biotique AMBI et M-AMBI a été testé dans le contexte de La Martinique que les jeux de données 2008 et 2009 (Bigot & Amouroux, 2008, 2009). Il a été adapté au contexte local sur la base de la liste faunistique disponible pour l'Amérique du Sud pour l'assignation des espèces tropicales à des groupes fonctionnels (site AZTI v4 ; Muniz et al, 2005) et sur l'expérience personnelle des auteurs.

3.3.1– Calcul des indices biotiques 2010

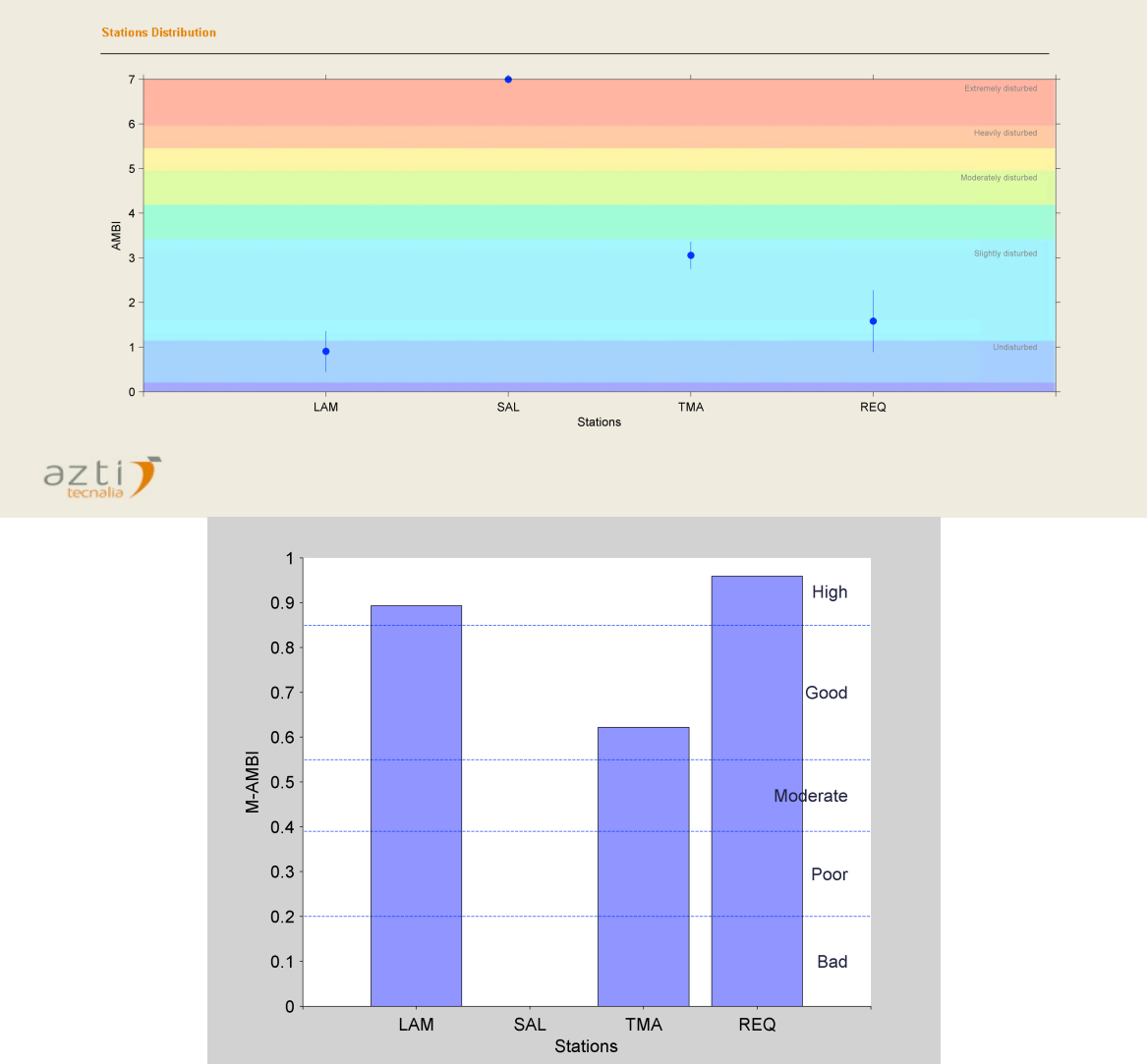


Figure 6: Calcul des indices AMBI et M-AMBI sur les 4 stations DCE en 2010

L'analyse des indices AMBI et M-AMBI calculés sur les données 2010 met en évidence plusieurs points principaux :

- Les indices AMBI calculés en 2010 sur LAM, TAM et Baie des Requins sont globalement assez proches les uns des autres et correspondent à des états, non à très peu perturbés comme le confirme le calcul de l'indice M-AMBI (Fig. 6). Ces résultats

montrent la fiabilité et la reproductibilité du calcul de l'indice AMBI en Martinique sur des stations se référant à des habitats homogènes.

- La situation environnementale particulière **des « Salines »** se confirme en 2010, et l'état de perturbation avancé de cet environnement lagunaire se confirme, notamment du fait de l'instabilité chronique des environnements lagunaires qui abritent des communautés très spécifiques. Le calcul des indices Ambi et M-Ambi (*sensus stricto*) n'est pas adapté à ce type d'environnement comme cela a été mentionné par de nombreux auteurs.

- En terme de **groupes fonctionnels**, les 2 stations LAM et TAM présentent toujours une forte proportion d'espèces appartenant au groupe I (espèces très sensibles aux perturbations) et II (espèces moyennement sensibles).

- La station Baie des Requins établie comme une zone de référence pour la Martinique (Bigot & Amouroux, 2010) présente en sus des espèces composant le groupe I, des espèces appartenant aux groupes II, ainsi qu'une proportion non négligeable d'espèces se référant au groupe III (espèces tolérantes aux enrichissements en matière organique) et IV (réplicats 1 et 2). Ceci explique la valeur de 1,530 de l'AMBI en 2010 sur cette dernière station (Figure 7).

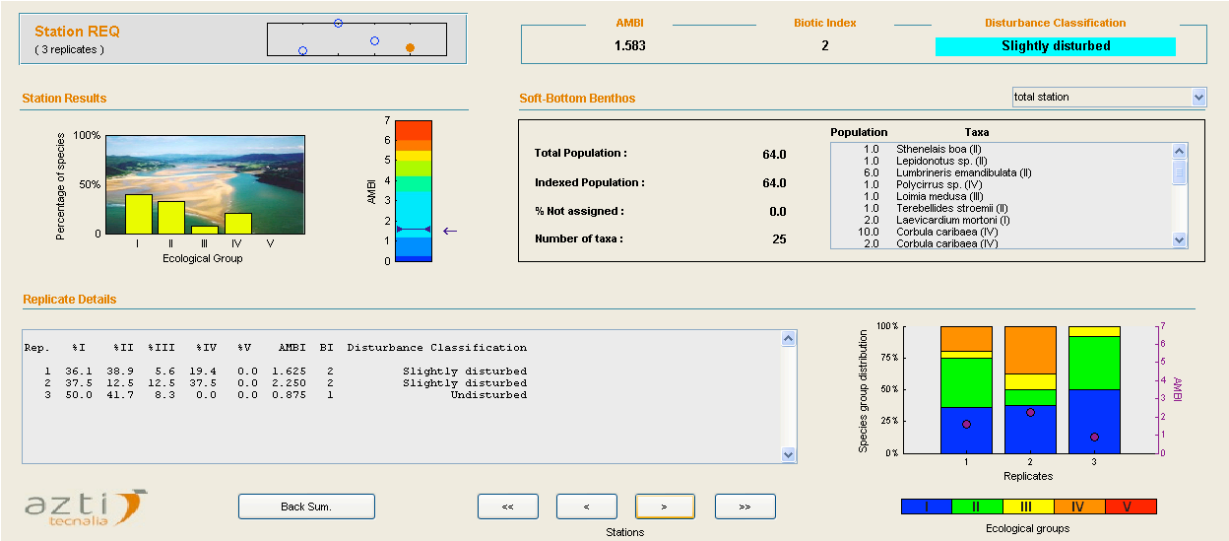
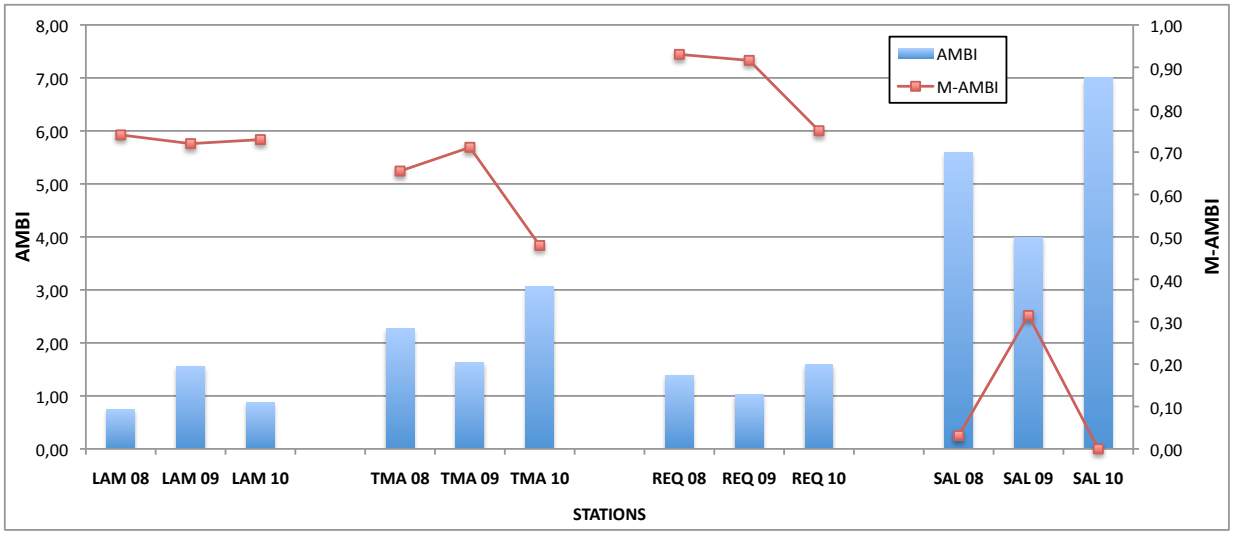


Figure 7: Exemple de calcul de l'indice AMBI sur la station de référence «Baie des Requins 2010»

3.3.2– Evolution des indices biotiques au cours des 3 dernières années

Les indices AMBI et M-AMBI ont été recalculés pour 2008, 2009, et 2010 sur la base de la dernière version du logiciel AZTI (v4), et les bornes proposées pour les différents statuts écologiques sont celles de Borja et al., 2007.
Les principaux éléments qui se dégagent de cette analyse sont les suivants :



	AMBI	M-AMBI	Diversity (H')	Richness	Status
LAM 08	0,74	0,74	3,6147	21	Good
LAM 09	1,56	0,72	3,8604	22	Good
LAM 10	0,88	0,73	3,5734	21	**Good**
TMA 08	2,28	0,66	3,6534	21	Good
TMA 09	1,62	0,71	3,7901	22	Good
TMA 10	3,06	0,48	2,543	15	**Moderate**
REQ 08	1,39	0,93	4,1862	43	High
REQ 09	1,02	0,92	4,6307	35	High
REQ 10	1,58	0,75	4,0654	24	**Good**
SAL 08	5,60	0,03	0	1	Bad
SAL 09	3,99	0,31	1,9388	7	Poor
SAL 10	7,00	0,00	0	0	**Bad**

Figure 8: Evolution des indices AMBI, M-AMBI (fig. 8a), de la diversité (H') et de la richesse spécifique (fig. 8b) au cours des 3 dernières années

- La station de la Baie du Lamentin se caractérise par une grande stabilité de ces communautés au cours des 3 ans (« good ») et qui correspondent à un schéma environnemental relativement peu perturbé du point de vue de ce paramètre « macrofaune ». Ceci est corroboré par les analyses du milieu sédimentaire (tab. 2) qui confirment cette stabilité dans le temps,

- Les stations de Trou Manuel (TAM) et de la baie des Requins (Req) sont marquées par une nette diminution de l'état de santé des communautés en 2010 (???) (0,48 et 0,75 pour M-Ambi) qui se manifeste par une chute assez importante de la biomasse sans pour autant perdre de la richesse spécifique. La chute de M-Ambi est assez identique sur ces deux stations et pourrait être lié à un phénomène plus général de grande envergure qui reste à confirmer.

- On note une nette augmentation du nombre et de l'abondance des espèces de référant au espèces du groupe IV sur TMA et sur la Baie des Requins (Figure 9). Cet état de fait bien qu'encore peu important (Bigot, 2011) resterait à surveiller au cours des suivis ultérieurs.

Figure 9: Evolution des indices et des groupes trophiques (de I à V) sur les différentes stations DCE

3.3.3– Calcul des indices moyens sur 3 ans

Dans le cadre de la définition d'un « état initial de référence » du milieu au sens de la DCE, une synthèse de l'état de santé « moyen » des différentes stations a été effectuée en regroupant les réplicats obtenus sur 3 ans (13 échantillons / site).
Les résultats de cette analyse (Figure 10 et 11) mettent en évidence plusieurs points principaux :

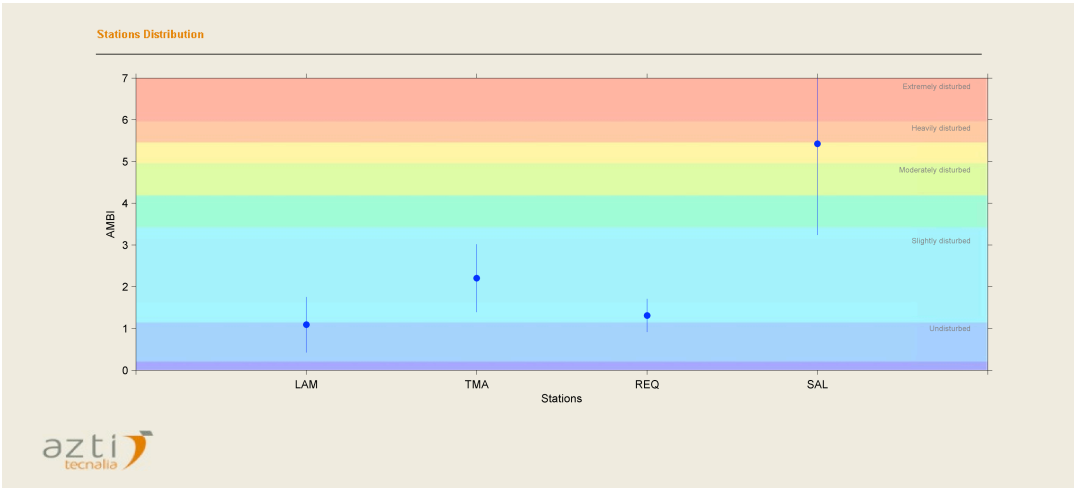
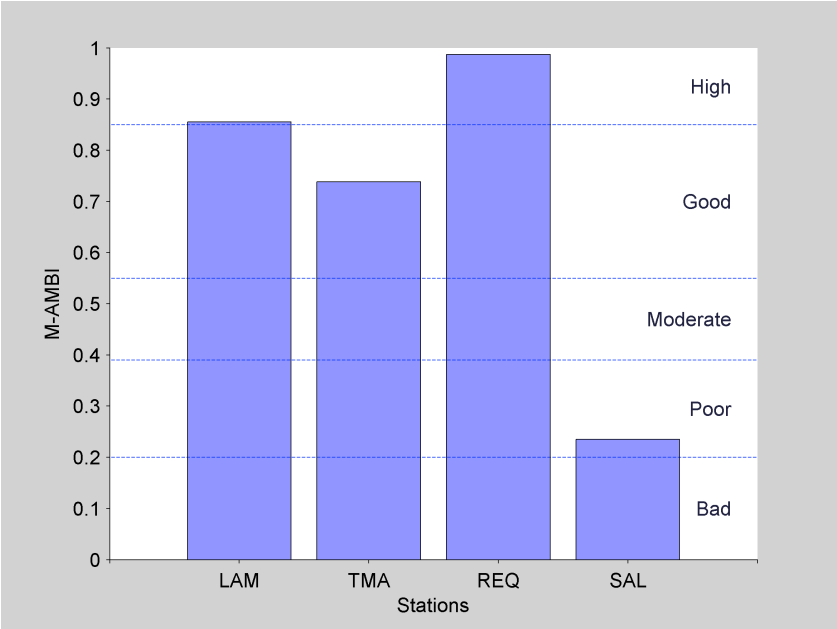


Figure 10: Valeur des indices « AMBI moyens » sur 3 ans sur les quatre stations DCE.



	AMBI	M-AMBI	Diversity	Richness	X	Y	Z	Status
Bad	6	0	0	0	2.5131	2.6592	-2.4702	Bad
High	1.09	1	4.81	56	-1.4372	-1.4793	1.4596	High
LAMENTIN	1.0901	0.85499	4.1464	40	-0.92819	-0.88198	0.82265	**High**
TROU MANUEL	2.206	0.73837	4.0011	34	-0.41571	-0.44665	0.36663	**Good**
REQUINS	1.2939	**0.98734**	4.8117	56	-1.374	-1.4341	1.4155	**High**
SALINES	5.426	0.23536	2.04	8	1.6421	1.5827	-1.5942	**Poor**

Figure 11: Calcul de l'indice « M-AMBI moyen » sur les stations de suivi DCE au cours des 3 dernières années et situation en terme de qualité du milieu (sens DCE).

- Le calcul d'un indice AMBI moyen sur 3 ans n'apporte pas plus d'information que les valeurs spécifiques interannuelles. Il nivelle les différences observées d'une année sur l'autre ce qui ne correspond pas à la « philosophie » de la DCE et notamment au suivi de la qualité des masses d'eau en vue d'atteindre un « bon état écologique » en 2015. Le calcul de l'indice M-AMBI moyen confirme la tendance générale de l'état de santé donné précédemment.
- La station de **Baie des Requins** reste une **zone de référence** est présente un **très bon état écologique** à l'heure actuelle. Cependant, l'évolution particulière des indices DCE de cette station au cours de l'année 2010 reste à surveiller. Bien qu'aucune perte de diversité n'ai été noté, on note une nette diminution des effectifs (et donc des biomasses) de cette station.
- Les stations **Baie du Lamentin et Trou Manuel** sont caractérisées par un état de santé globalement **moyen à bon** au sens de la DCE.
- La station des Salines présente toujours les mêmes spécificités de zone lagunaire soumises à des facteurs de perturbation importants. Elle n'est en aucun cas comparable aux autres stations de zones subtidales.

4 CONCLUSIONS - RECOMMANDATIONS

Ce nouvel état des lieux effectué sur les stations de suivi DCE des masses d'eaux côtières de transition de La Martinique (Cohé du Lamentin, Trou Manuel, Les Salines et Baie des Requins) permet de compléter les analyses 2008 et 2009. Indépendamment de l'analyse intégrée et discriminante des sources de pressions identifiées sur les bassins versants et sur le littoral, l'état des lieux 2010 permet de dégager les principaux points suivants :

- L'utilisation d'une méthodologie comparable et conforme aux protocoles méthodologique défini par la DCE, permet de disposer d'un jeu de données exploitables pour mener à bien une réflexion sur les masses d'eaux de transition étudiées. Cependant le nombre de sites choisis (4 dont 3 comparables entre eux en terme d'habitats) reste à notre avis encore trop faible pour étendre la réflexion à l'ensemble de La Martinique.

- L'analyse 2011 basée sur le calcul des indices biotiques (H', S, AMBI, M-AMBI) adaptés à La Martinique est pertinente et satisfaisante pour des environnements équivalents en terme d'habitat.

- Les résultats montre une certaine reproductibilité des indicateurs de suivi de la macrofaune d'une année sur l'autre, bien que des variations interannuelles assez conséquentes aient pu être observées sur Trou Manuel et la Baie des Requins. L'existence de changements potentiels des conditions environnementales de ces zones resterait à définir pour expliquer en partie ces résultats, même si les conditions actuelles restent assez « stables » au regard de la réponse des communautés macrobenthiques.

- L'analyse taxonomique 2010 confirme la nette dominance de 3 taxons majeurs constitués par des Annélides polychètes, des Mollusques Bivalves et des Crustacés Décapodes représentés par un cortège d'espèces au sein de chacun des sites de suivi. Ce cortège faunistique est assez classique pour ce type de milieu, bien que la forte représentation des Bivalves et des Crustacés reste assez originale par rapport à des environnements marins subtidaux plus « classiques ».

- L'analyse temporelle montre une remarquable stabilité du site de la Baie du Lamentin (LAM) en terme d'état écologique du milieu (sens DCE), ce qui est intéressant et assez inattendu pour une zone industrielle perturbée (cf. nécessité d'établir une typologie des perturbations).

- Dans le même temps une légère évolution de la structure des peuplements a été notée sur Trou Manuel et Baie des Requins. **Un suivi plus important** de ces zones et notamment du site de **Baie des requins** (station de référence DCE) serait souhaitable afin de confirmer ou d'infirmer la tendance actuelle.

- « Les Salines » constituent toujours un environnement totalement atypique, qui semble de plus présenter des fluctuations de milieu importante d'une année à l'autre. Les résultats ne peuvent en aucun cas être comparés aux autres valeurs, et confirment bien le statut particulier des environnements lagunaires tels que cela est décrit en zone européenne et tropicales. Bien que les résultats atteste d'un niveau de perturbation environnementale important au sens de la DCE, il est probable que les indices actuellement utilisés (AMBI, M-AMBI) ne soient pas pertinents sur suivre ce type de milieu.

- Il est dommage de ne pas pouvoir étendre la réflexion actuelle engagée sur La Martinique depuis 3 (suivi des indicateurs DCE « macrofaune ») aux autres îles de l'arc Caribéen, et notamment en Guadeloupe. Elle pourrait apporter des éléments de comparaison pertinents dans le cadre de l'harmonisation de la DCE aux Antilles et du point de vue de la réflexion inter DOM TOM engagée par l'ONEMA sur ce thème de recherche appliqué.

5 BIBLIOGRAPHIE

AZTI (2010) Instructions for the use of the AMBI index software (version 4.1). http://ambi.azti.es/index.php.

Bigot L., Gremare, A., Amouroux JM., Frouin P., Maire O., Gaertner, JC. (2008). Assessment of the ecological quality status of soft-bottoms in Reunion Island (tropical Southwest Indian Ocean) using AZTI Marine Biotic Indices **-** *Marine Pollution Bulletin 56 : 704-722.*

Bigot L, Amouroux JM., (2008). Définition de l'état de référence et contrôle de surveillance des masses d'eau de transition (MET) - Directive Cadre sur L'Eau – Martinique 2008. Analyse de la macrofaune de substrat meuble. Rapport Equilibre / LOBB pour le compte de Impact-Mer, 22 p.

Bigot L, Amouroux JM., (2010). Définition de l'état de référence et contrôle de surveillance des masses d'eau de transition (MET) - Directive Cadre sur L'Eau – Martinique 2009. Analyse de la macrofaune de substrat meuble. Rapport Equilibre / LOBB pour le compte de Impact-Mer, 18 p.

Bigot L (2006) The soft-bottom macrobenthic communities from tropical non reefal area: Diversity and response to marine environmental changes at Reunion Island (Indian Ocean). pHd, University of Reunion island, 230 p.

Borja A, Franco J, Perez V (2000) A Marine Biotic Index to Establish the Ecological Quality of Soft-Bottom Benthos Within European Estuarine and Coastal Environments. Marine Pollution Bulletin 40:1100-1114

Borja A, Muxika I, Franco J (2003) The application of a Marine Biotic Index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along European coasts. Marine Pollution Bulletin 46:835-845

Borja A (2004) The biotic indices and the Water Framework Directive: the required consensus in the new benthic monitoring tools. Marine Pollution Bulletin 48:405-408

Borja A, Josefson AB., Miles A., Muxika I, Olsgard F., Phillips G., Rodriguez G., Rygg B. (2007) An approch to the intercalibration of benthic ecological status assessment in the North Atlantic ecoregion, according to the European Water Framework Directive. Marine Pollution Bulletin 55: 42-52.

Clarke KR, Gorley RN (2001) PRIMER v5: User manual, (PRIMER - E Ltd, Plymouth, United Kingdom) Plymouth, Vol

Directive 2000/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

Fitzhugh K (1984) Temporal and spatial patterns of the polychaete fauna on the central Northern Gulf of Mexico continental shelf. In: Hutchings PA (ed) Proceedings of the First International Polychaete Conference, Sydney, Australia, 1983. The Linnean Society of New South Wales, Sydney, p 211-226.

Guillaumont B, et al, (2005). Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE. Recommandations concernant le benthos marin- Document IFREMER – DYNECO, 152 p.

Impact Mer (2006). Définition du réseau de surveillance des masses d'eau littorales de la Martinique- Directive cadre Européenne sur l'Eau. Rapport pour le compte de DIREN Martinique, 76 p + annexes.

Impact Mer (2008). Définition due l'état de reference et realisation du contrôle de surveillance des masses d'eau de transition de La Martinique- Etude complémentaire 2008. Compte rendu de Terrain, Juillet 2008. Rapport Impact Mer / Pareto pour le compte de DIREN Martinique, 20 p.

Impact-Mer, Pareto Ecoconsult, 2009. Directive Cadre européenne sur l'Eau. Définition de l'état de référence pour les Masses d'Eau de Transition de la Martinique. Années 2007/2008. Rapport final, Rapport pour: DIREN Martinique, 154 pp.

Muniz P, Venturini N, Pires-Vanin AMS, Tommasi LR, Borja A (2005) Testing the applicability of a Marine Biotic Index (AMBI) to assessing the ecological quality of soft-bottom benthic communities, in the South America Atlantic region. Marine Pollution Bulletin 50:624-637.

Muniz P, Venturini N, Hutton M., Kandratavicius N, Pita A, Brugnoli E, Burone L, Garcia Rodriguez F. (2011) Ecosystem health of Montevideo coastal zone : A multiapproach using some different benthic indicators to improve a ten-year-ago assessment. Journal of Sea Research 65:38-50.

Muxika I, Borja A., Bald J.(2007) Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status according to the European Water Framework Directive. Marine Pollution Bulletin 55: 16-29.

Venturini N, Muniz P, Rodriguez M (2004) Macrobenthic subtidal communities in relation to sediment pollution: the phylum-level meta-analysis approach in a south-eastern coastal region of South America. Marine Biology 144:119-126.

6 ANNEXES

Annexe 1 : Données brutes de biomasses des communautés benthiques par groupe taxonomique et par réplicat et par station (Novembre - Décembre 2010).

Taxons (g/ m2)	LAM	SAL	TMA	REQ
ANN	0,043278	0,000000	3,848533	0,589867
BIV	1,156584	0,000000	0,928940	0,328713
CNI	0,059667		0,000000	0,000000
CRU	6,509767	0	1,439700	5,783567
ECH	0,052850	0,000000	0,000000	0,264250
GAS	0,020667	0,000000	0,020667	0,012400
NEM	0,298967	0,000000	0,000000	0,068867
SIPU	0,000000		0,000000	0,004700
	8,141778	**0,000000**	**6,237840**	**7,052363**

Annexe 2 : Données brutes d'abondance des communautés benthiques (taxons) par station (Novembre - Décembre 2010).

	LAM 1	LAM 2	LAM 3	SAL 1	SAL 2	SAL 3	TMA 1	TMA 2	TMA 3	REQ 1	REQ 2	REQ 3
ANN	3	0	3	0	0	0	23	13	27	8	2	1
BIV	11	28	10	0	0	0	21	27	29	10	8	4
CNI	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CRU	4	4	4	0	0	0	1	0	2	9	4	4
ECH	1	1	1	0	0	0	0	0	0	5	1	3
GAS	1	3	1	0	0	0	4	0	1	3	0	0
NEM	2	5	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0
SIPU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
VAR	1	1	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0
TOTAL	23	43	21	0	0	0	51	40	62	36	16	12