



Observatoire du Milieu Marin Martiniquais  
3 avenue Condorcet  
97200 Fort de France  
ommm@ommm.org  
<http://www.ommm.org>



*Halimeda sp.*



*Halymenia sp.*



*Lobophora sp.*

# Peuplements algaux majoritaires du littoral martiniquais

Décembre 2007

Marie Thabard



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE,  
DU DÉVELOPPEMENT  
ET DE L'AMÉNAGEMENT  
DURABLES

Direction régionale de l'environnement  
MARTINIQUE



## Sommaire

1	Introduction	4
2	Matériel et méthode	6
2.1	Les documents analysés	6
2.1.1	Le suivi IFRECOR	6
2.1.2	Les données obtenues dans le cadre de la thèse Habitats/Poissons	6
2.1.3	Données ZNIEFF (OMMM, 2006a)	7
2.1.4	Données projet de réserve (OMMM, 2006b)	7
2.1.5	Données DCE	7
2.1.6	Les vidéos	8
2.1.7	Récapitulatif des méthodes employées	8
2.2	Les données obtenues en plongée	8
2.3	PMT (Palmes Masque Tuba) autour de l'île	9
2.4	Traitement des informations et présentation des résultats	9
3	Résultats	10
3.1	Suivis IFRECOR	10
3.2	Suivis réalisés dans le cadre de la thèse Habitats/Poissons	18
3.3	Données ZNIEFF	19
3.4	Données obtenues dans le cadre de projet de réserve à la perle	21
3.5	Données DCE	22
3.6	Données obtenues en plongée (2007)	23
3.7	Synthèse	24
3.8	Relevés faits en PMT	25
4	Cartographie	26
4.1	Carte des sites peu profonds étudiés	26
4.2	Carte des observations faites en vidéo	27
5	Discussion	28
6	Bibliographie	34
7	Annexes	37

## Table des illustrations

<i>Figure 1: Pourcentage de turf (TU) et macroalgues (MA) à Jardin Tropical selon les données des échantillonnages des saisons sèches et humides des années 2005 et 2006.</i>	10
<i>Figure 2: Pourcentage de turf (TU) et macroalgues (MA) à Ilet à Rats selon les données des échantillonnages des saisons sèches et humides des années 2003 à 2006.</i>	11
<i>Figure 3: Pourcentage de turf (TU) et macroalgues (MA) à Pointe Borgnesse selon les données des échantillonnages des saisons sèches et humides des années 2001 à 2006</i>	11
<i>Figure 4: Pourcentage de turf (TU) et macroalgues (MA) à Fond Boucher selon les données des échantillonnages des saisons sèches et humides des années 2002 à 2006.</i>	12
<i>Figure 5: Pourcentage des différentes familles d'algue à Jardin Tropical selon les données des échantillonnages des saisons sèches et humides des années 2005 et 2006.</i>	13
<i>Figure 6: Pourcentage des différentes familles d'algue à Ilet à Rats selon les données des échantillonnages des saisons sèches et humides des années 2003 à 2006.</i>	13
<i>Figure 7: Pourcentage des différentes familles d'algue à Pointe Borgnesse selon les données des échantillonnages des saisons sèches et humides des années 2001 à 2006.</i>	14
<i>Figure 8: Pourcentage des différentes familles d'algue à Fond Boucher selon les données des échantillonnages des saisons sèches et humides des années 2002 à 2006.</i>	14
<i>Figure 9 : Ratio Macroalgues/Turf (MA/TU) à Ilet à Rats selon les données des échantillonnages des saisons sèches et humides des années 2003 à 2006.</i>	16
<i>Figure 10 : Ratio Macroalgues/Turf (MA/TU) à Jardin Tropical selon les données des échantillonnages des saisons sèches et humides des années 2005 et 2006.</i>	16
<i>Figure 11 : Ratio Macroalgues/Turf (MA/TU) à Pointe Borgnesse selon les données des échantillonnages des saisons sèches et humides des années 2001 à 2006.</i>	17
<i>Figure 12 : Ratio Macroalgues/Turf (MA/TU) à Fond Boucher selon les données des échantillonnages des saisons sèches et humides des années 2002 à 2006.</i>	17
<i>Figure 13: Pourcentages en Macroalgues (MA), Turf (TU) et Algues Calcaires (CALG) sur l'ensemble des sites échantillonnés.</i>	18
<i>Figure 14 : Ratio Macroalgues/Turf (MA/TU) pour l'ensemble des sites échantillonnés.</i>	18
<i>Graphique 15: Pourcentage de macroalgues (MA) et turf (TU) aux sites échantillonnés dans le cadre des projets ZNIEFF 2005 et 2006.</i>	19
<i>Figure 16: Ratio Macroalgues/Turf (MA/TU) aux sites échantillonnés dans le cadre des projets ZNIEFF 2005 / 2006.</i>	20
<i>Figure 17: Pourcentage des différentes classes d'algues aux sites échantillonnés dans le cadre des projets ZNIEFF 2005 / 2006.</i>	20
<i>Figure 18: Pourcentage de macroalgues (MA) et turf (TU) aux sites de la Perle et du Sous marin en 2006.</i>	21
<i>Figure 19 : Ratio Macroalgues/Turf (MA/TU) aux sites de la perle et du sous marin.</i>	21
<i>Figure 20: Pourcentage de macroalgues (MA) et turf (TU) aux sites Cap Salomon, Diamant, Corps de Garde et Cap St Martin en 2007.</i>	22
<i>Figure 21: Ratio Macroalgues/Turf (MA/TU) aux sites Cap Salomon, Diamant, Corps de Garde et Cap St Martin en 2007.</i>	22
<i>Figure 22: Pourcentage en algues sur les sites étudiés lors des plongées en scaphandre (2007).</i>	23

## Résumé

Les récifs de la Caraïbe connaissent de profonds changements depuis 30 ans. De nombreux récifs coralliens ont disparu au profit de populations de macroalgues. Ce phénomène est vraisemblablement lié aux activités humaines : déversement de matières organiques dans la mer entraînant une augmentation des concentrations en nutriments dans le milieu et hyper-sédimentation associée aux activités agricoles et industrielles, pêche de nombreux herbivores (poissons ou invertébrés benthiques).

L'étude visait à compiler les données majeures concernant les macroalgues autour de la Martinique et acquérir des données sur les pourcentages de recouvrement des algues. Cette étude a permis de déterminer des grandes tendances concernant la répartition des algues autour de la Martinique, et d'entrevoir les facteurs responsables de leur développement.

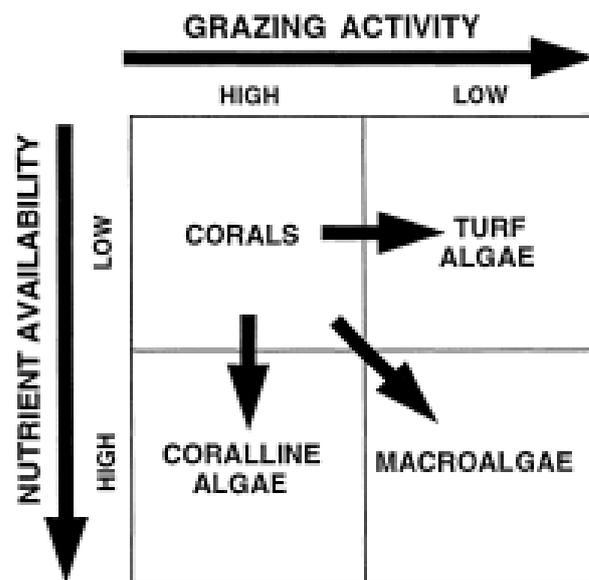
Mots Clés : Macroalgues, Martinique, Distribution, Pourcentage de présence.

# 1 Introduction

Le milieu côtier est à l'interface continent / océan. Sa localisation géographique implique qu'il est fortement influencé par les activités humaines, non seulement maritimes (pêche, chasse sous marine, activités de loisir...), mais également terrestres (urbanisme, industries et agriculture). Le littoral martiniquais est composé de 3 écosystèmes : la mangrove, les herbiers et les récifs coralliens. Ces ensembles subissent depuis plusieurs années des dégradations visibles fortement associées aux pressions humaines et naturelles (Mc Manus and Polsenberg, 2004). Les récifs caribéens sont parmi les récifs les plus dégradés au monde (Harvell et al., 1999 ; Mc Manus & Polsenberg, 2004).

La régulation des populations algales en milieu marin est soumise principalement à deux processus, le contrôle par les ressources nutritives disponibles et le contrôle par le broutage et la prédation. Une interaction complexe entre ces deux phénomènes, respectivement nommés « bottom up » et « top down », est responsable de l'équilibre fragile des récifs coralliens (Littler & Littler, 1984). Les pressions anthropiques influencent ces processus et modifient l'équilibre récifal. Les activités de pêche et de chasse sous marine diminuent le nombre de consommateurs primaires ; l'agriculture, l'industrie et l'urbanisation augmentent les quantités de nutriments déversées dans la mer.

L'abondance et la qualité des communautés algales sur les récifs coralliens sont étroitement liées à la présence des herbivores, et les apports en sels nutritifs. Les conditions oligotrophiques et l'importance du broutage dans les récifs en bon état de santé sont incompatibles avec la croissance des macroalgues benthiques (Lapointe, 1997). Les écosystèmes récifaux sont très sensibles à de faibles modifications des concentrations en nitrate et en phosphate (Lapointe et al., 2005) et l'apport de nutriments peut induire un renversement dans la dominance des espèces et faire apparaître un état stable dominé par les macroalgues benthiques (Lapointe, 1997). Ces dernières, dans des conditions optimales d'apports en sels nutritifs, peuvent proliférer plus rapidement que les coraux et inhiber la survie de leurs larves (Sammarco, 1980).



Dominance relative des principaux producteurs primaires occupant l'espace dans un récif tropical ou subtropical (Lapointe, 1997)

En moins de 30 ans, 80% du corail vivant de la caraïbe a disparu (Gardner et al., 2003), les macroalgues et les peuplements coralliens fragiles, constitués de petites espèces pionnières et non bioconstructrices les ont remplacés (Edmund & Carpenter, 2001). Les algues sont alors de très bons indicateurs biologiques qui permettent de mieux appréhender l'état actuel des récifs, et leur degré de dégradation. Dans le contexte actuel de protection de l'environnement marin, l'étude de la répartition des algues autour du littoral martiniquais apparaît comme nécessaire pour mieux analyser et envisager la conservation des récifs coralliens.

Le travail s'est déroulé en deux phases principales : la compilation des données obtenues lors des études antérieures (Suivi IFRECOR, données vidéo, suivis réalisés lors des thèses menées au sein de l'OMMM...), et à en dégager la répartition des algues autour de l'île. La seconde visait à augmenter ces connaissances par des plongées complémentaires.

Ces travaux ont ensuite été compilés dans une synthèse globale mettant en relation les algues et leur environnement.

## **2 Matériel et méthode**

### **2.1 Les documents analysés**

Les documents mis à ma disposition dans cette étude comprenaient :

- Les données du suivi IFRECOR (Initiative Française pour les REcifs CORalliens).
- Les données obtenues dans le cadre de la thèse Habitats/Poissons.
- Les données ZNIEFF (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique).
- Les données obtenues dans le cadre du projet de réserve à la Perle.
- Les données DCE (Directive Cadre Européenne sur l'Eau).
- Les vidéos obtenues en 2006 dans le cadre du projet de cartographie des fonds côtiers martiniquais (thèse d'Hélène Legrand).

La localisation géographique des sites étudiés se trouve en annexe 1.

#### **2.1.1 Le suivi IFRECOR**

En Martinique le suivi IFRECOR a débuté en 2001 au site de la Pointe Borgnesse et s'est poursuivi au fil des années en incluant 3 nouveaux sites : Jardin Tropical, Ilet à Rats et Fond Boucher. Toutes les stations à l'exception d'Ilet à Rats sont situées en zone Caraïbe. Les 4 sites possèdent des caractéristiques environnementales différentes ; Pointe Borgnesse et Ilet à Rats sont situés dans deux baies fortement soumises aux actions anthropiques, Fond Boucher et Jardin Tropical se trouvent en zones moins influencées par l'homme.

Un transect de 60 m matérialisé par un cordage permanent, et des multi décamètres ont été utilisés pour déterminer précisément les espèces présentes à chaque site (Rapport IFRECOR 2005). Les espèces ont été notées tout au long du transect (Ligne intercept).

#### **2.1.2 Les données obtenues dans le cadre de la thèse Habitats/Poissons**

Les observations ont été faites tous les 50 cm (point intercept) sur 3 transects indépendants de 50 m chacun. Douze sites ont été étudiés : Anse Mabouya, Fond Boucher, Caye Philippeau

Est, Fond Larion, Jardin tropical, Caye d'Olbian, Trois rivières, Petit Mur, Corps de Garde, Citadelle, Pointe des Nègres et Sous Marin. Ces points, situés entre 8 et 12 m de profondeur ont été échantillonnés 2 fois à un mois d'intervalle en saison sèche 2007. Cette période de temps n'induisant pas un changement profond de la présence des algues, les pourcentages d'occurrence ont été calculés à partir des relevés cumulés. Les écarts types ont par la suite été calculés pour chaque analyse.

### **2.1.3 Données ZNIEFF (OMMM, 2006a)**

Les données obtenues lors de cette campagne proviennent de 7 sites différents (OMMM, 2006a): Corps de Garde (le 19-09-04), Pointe Borgnesse (5-06-05), Grande Caye (17-01-02), Jardin Tropical (4-09-04), Citadelle (23-04-04), Caye Philipeau (23-01-05) et Fond Larion (30-10-04). Les données ont été obtenues sur des transects de 150 m par des observations sur des points tous les 50 cm (point intercepts).

### **2.1.4 Données projet de réserve (OMMM, 2006b)**

Ce secteur a été échantillonné dans le cadre d'un projet de mise en réserve. Les données ont été obtenues en novembre et décembre 2006 à trois sites (à l'Est et à l'Ouest de la Perle et au Sous-marin). Les relevés ont été réalisés tous les 50 cm sur des transects de 150 m (points intercepts).

### **2.1.5 Données DCE**

Les relevés ont été effectués sur 6 transects de 10 m positionnés aléatoirement à l'intérieur d'une zone homogène en Saison sèche 2007. Quatre sites ont été échantillonnés : Cap Salomon, Le Diamant, Corps de Garde, Cap St Martin. Tous les relevés se trouvaient à une profondeur de 10 m. Deux types de relevés ont été faits lors de ces échantillonnages des points intercept, avec un pas d'espace de 20 m, et des quadrats. Seuls les points intercepts ont été pris en compte lors de cette étude pour pouvoir comparer ces résultats avec les autres relevés.

### 2.1.6 Les vidéos

Le pourcentage de recouvrement algal a été déterminé après avoir visionné les vidéos réalisées dans le cadre du projet « cartographie des biocénoses marines du littoral de la Martinique ». La qualité des images ne permettant pas de déterminer avec précision le pourcentage de recouvrement algal, 4 classes ont été définies :

1= de 0 à 25% de recouvrement algal,

2= de 25 à 50%,

3= de 50 à 80%,

4= de 80 à 100%.

### 2.1.7 Récapitulatif des méthodes employées

Tableau 1 : Méthodes employées dans les différentes campagnes d'échantillonnage.

Campagne	Point intercept			Ligne intercept
	DCE	ZNIEFF+ La Perle	Thèse Habitats/Poissons	IFRECOR
Longueur du transect	10m	150m	50m	60m
Nombre de réplicats	6	1	3	1
Type de relevés	tous les 20 cm	tous les 50 cm	tous les 50 cm	sur l'ensemble du transect

## 2.2 Les données obtenues en plongée

Des plongées complémentaires ont été réalisées pour affiner les résultats obtenus aux sites déjà échantillonnés (obtenir plus de précisions dans les pourcentages algaux et les familles présentes) ou obtenir des données sur des sites non échantillonnés jusqu'à présent. Les sites ont été sélectionnés sur tout le pourtour de la Martinique: Anse Mabouya, La Pointe Burgos, La Citadelle, Le Sous Marin, Trois Rivières, Petit Mur, Caye Philippeau Est. La méthode des quadrats (calcul du pourcentage des algues dans des quadrats de 25x25 cm) a été employée ; elle ne permet pas de comparer les données avec les résultats déjà obtenus (la méthode est différente), mais elle apparaît comme la plus fiable pour calculer un

pourcentage de recouvrement en algues. Les quadrats ont été disposés alternativement à droite puis à gauche tous les 2 m le long de trois transects de 50m.

### **2.3 PMT (Palmes Masque Tuba) autour de l'île**

Divers sites ont été échantillonnés en PMT. A chacun d'entre eux, les algues majoritaires ont été notées et leur pourcentage de recouvrement a été estimé :

- Anse Noire (sur la commune des anses d'Arlet)
- Belle fontaine-Fond Boucher (sur la commune de Belle fontaine)
- Anse Madame (sur la commune de Schoelcher)
- Anse Collat (sur la commune de Schoelcher)
- La « plage du Casino » (quartier de La Batelière, commune de Schoelcher)

### **2.4 Traitement des informations et présentation des résultats**

La détermination des espèces dans cette étude varie en fonction des relevés, la précision peut aller de la classe jusqu'à l'espèce. Un pourcentage de présence ou de recouvrement a été calculé pour les macroalgues (sans mélobésiés) et le turf. Le Ratio Macroalgues / Turf a également été déterminé à chaque site ; ce ratio permet d'appréhender l'importance de la pression des herbivores sur les sites échantillonnés (Lapointe, 1997).

Les données ont d'abord été traitées indépendamment, puis compilées et comparées. Trois cartes ont été réalisées :

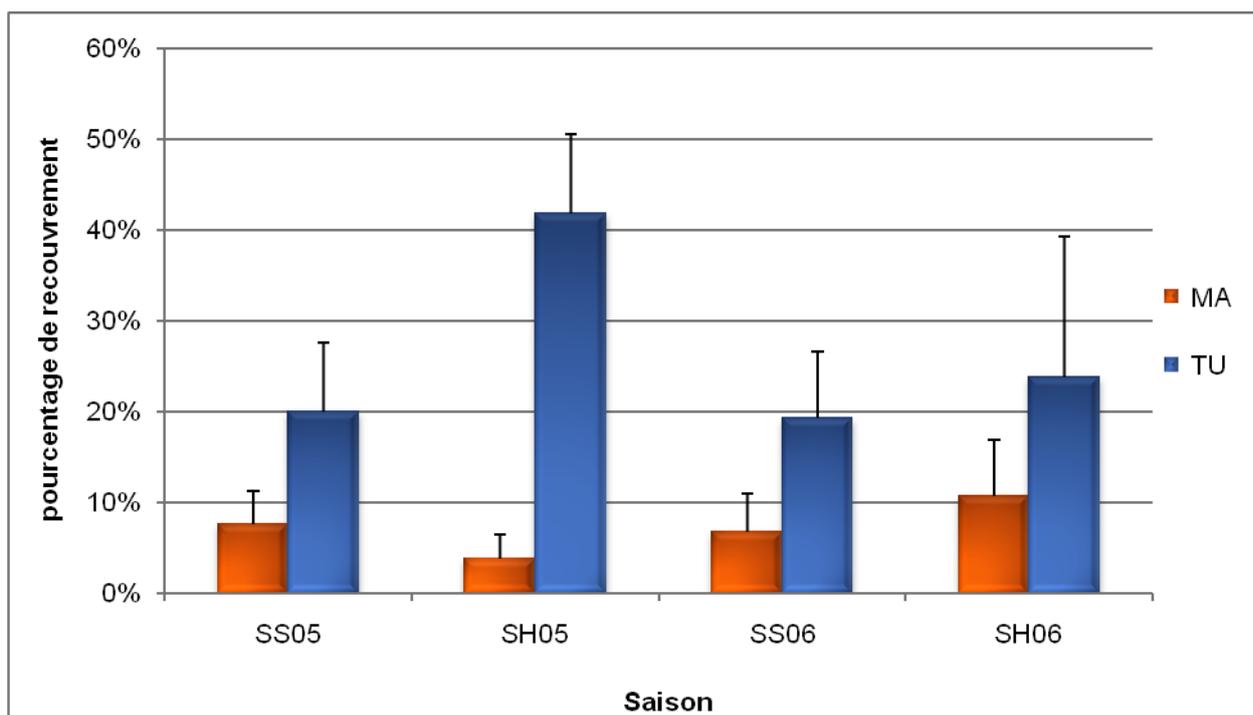
- la première regroupe les données acquises lors de plongées autour de la Martinique en zone peu profonde. Plusieurs transects réalisés au cours des diverses études correspondaient à la même zone d'échantillonnage. Seuls les transects les plus récents ont été intégrés à la carte.
- La seconde représente le pourcentage de recouvrement par le turf. Les données utilisées pour cette carte ont également été obtenues lors de plongées.
- La dernière a été réalisée à partir des données vidéo et représente essentiellement la répartition des algues en zone « profonde ».

### 3 Résultats

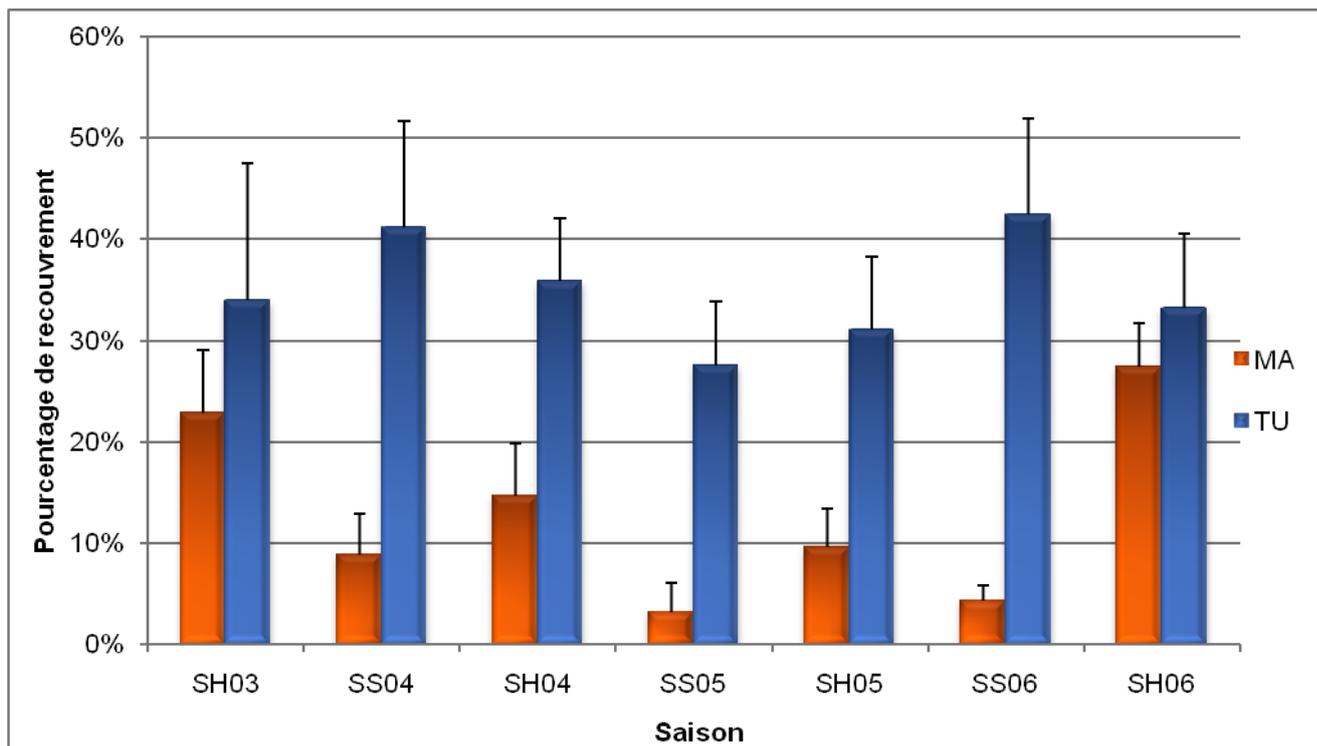
#### 3.1 Suivis IFRECOR

- Pourcentage de macroalgues et turf aux différents sites

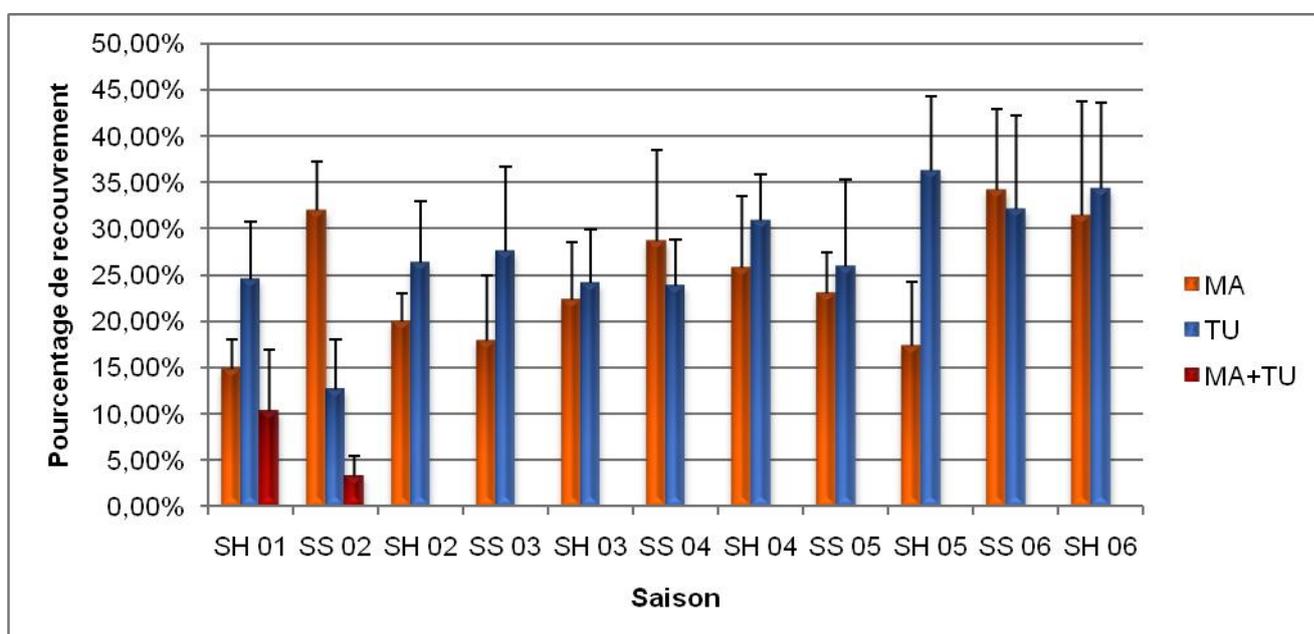
Les sites de Fond Boucher et Ilets à Rats sont d'avantage colonisés par les algues (Figures 1 à 4). Les pourcentages d'algues varient annuellement et saisonnièrement sans qu'aucune tendance logique ne puisse être déterminée. Les pourcentages en turf et algues semblent avoir augmenté à la Pointe Borgnesse et à Ilet à Rats au cours des dernières années. Le pourcentage en turf a également augmenté à Fond Boucher alors que les pourcentages en algues restent stables. Le nombre de relevés effectués à Jardin tropical est insuffisant pour dégager une tendance.



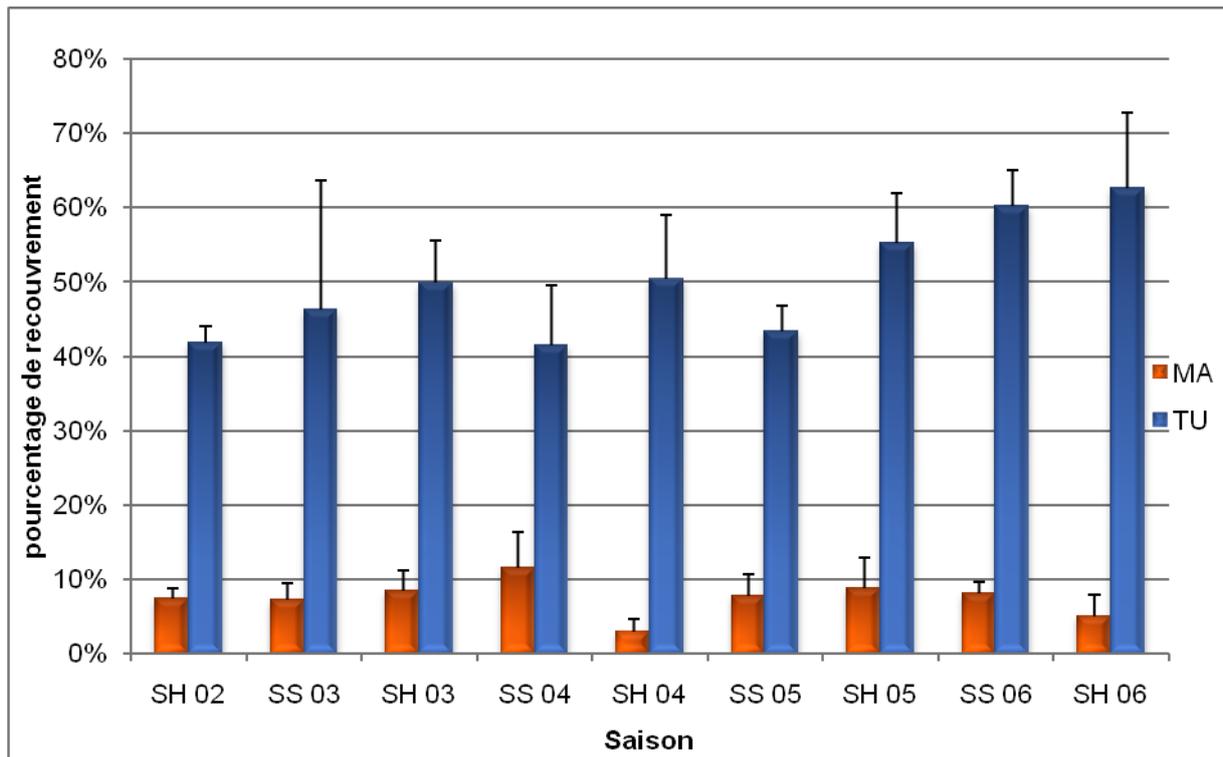
**Figure 1:** Pourcentage de turf (TU) et macroalgues (MA) à Jardin Tropical selon les données des échantillonnages des saisons sèches et humides des années 2005 et 2006.



**Figure 2:** Pourcentage de turf (TU) et macroalgues (MA) à Ile à Rats selon les données des échantillonnages des saisons sèches et humides des années 2003 à 2006.



**Figure 3:** Pourcentage de turf (TU) et macroalgues (MA) à Pointe Borgnesse selon les données des échantillonnages des saisons sèches et humides des années 2001 à 2006



**Figure 4:** Pourcentage de turf (TU) et macroalgues (MA) à Fond Boucher selon les données des échantillonnages des saisons sèches et humides des années 2002 à 2006.

- Espèces de macroalgues rencontrées aux sites :

L'Îlet à Rats, situé sur la côte atlantique est essentiellement peuplé de Chlorophycées (surtout des espèces des genres *Halimeda* et *Caulerpa*) (Figure 6). Les autres sites (Pointe Borgnesse, et Fond Boucher) sont peuplés majoritairement de Phéophycées (essentiellement *Dictyota sp.*) (Figures 7 et 8). Jardin tropical (Figure 5) semble être un site plus instable avec un peuplement majoritaire de Phéophycées et de Rhodophycées. Une corrélation inverse existe entre les Rhodophycées et les Phéophycées sur ce site : les Rhodophycées semblent être majoritairement présentes en saison sèche et les phéophycées en saison humide.

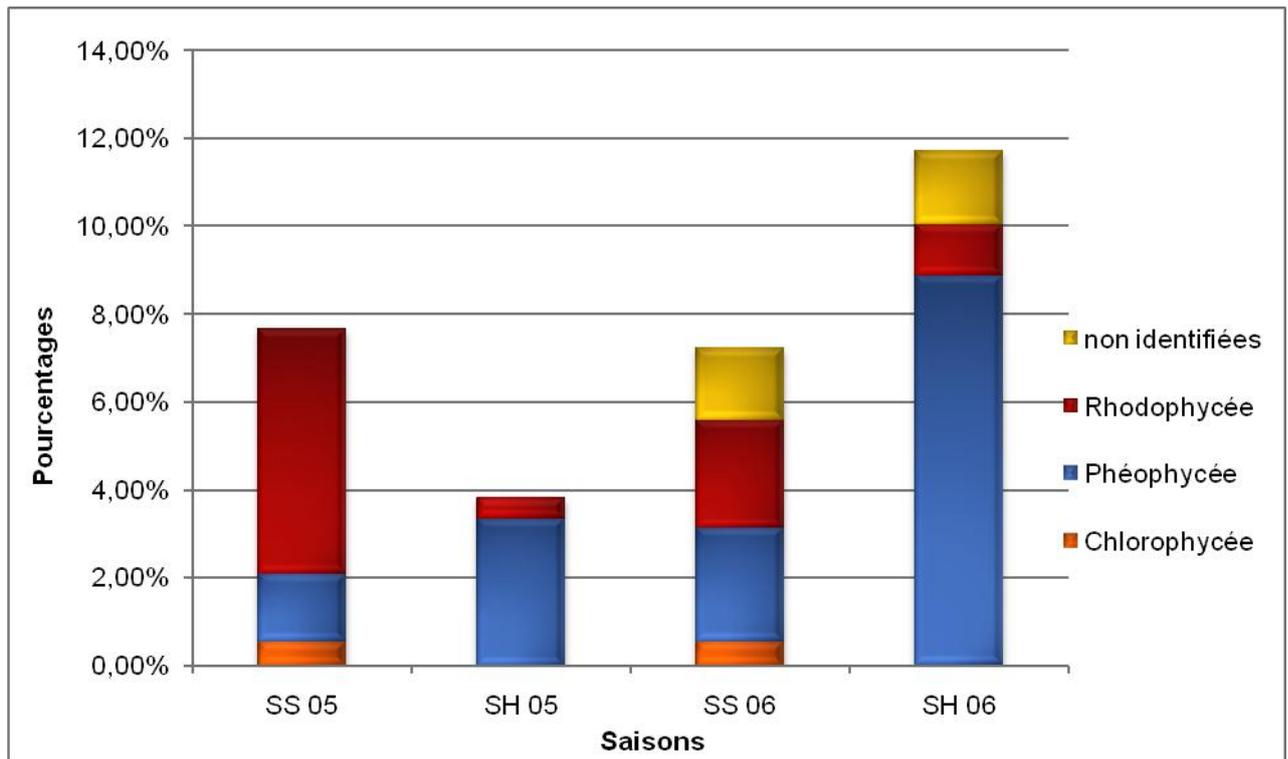


Figure 5: Pourcentage des différentes familles d'algue à Jardin Tropical selon les données des échantillonnages des saisons sèches et humides des années 2005 et 2006.

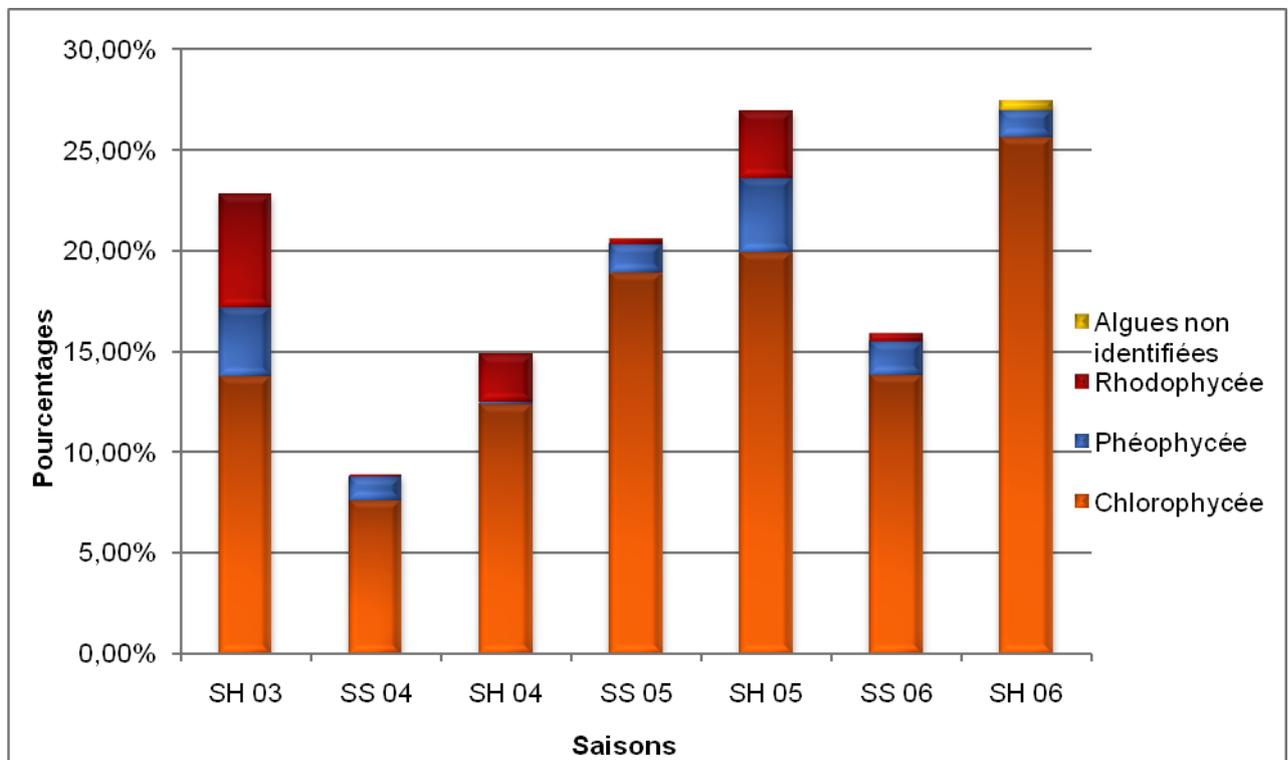
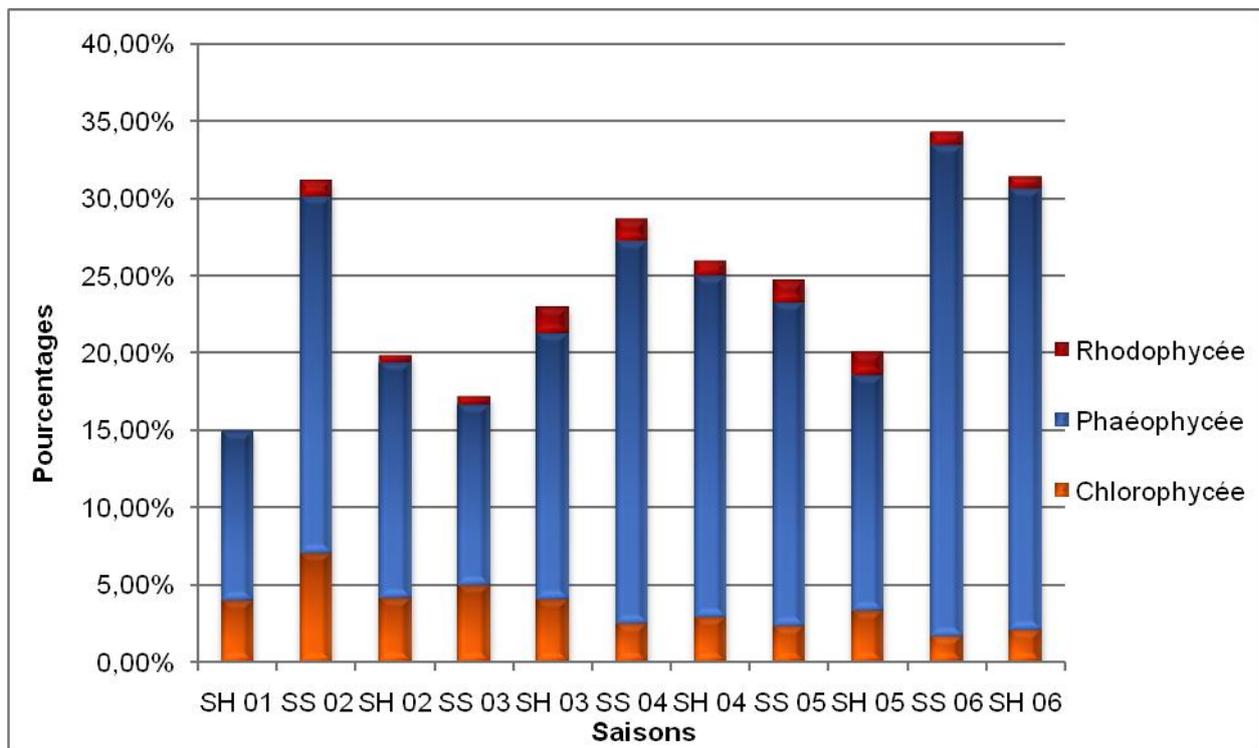
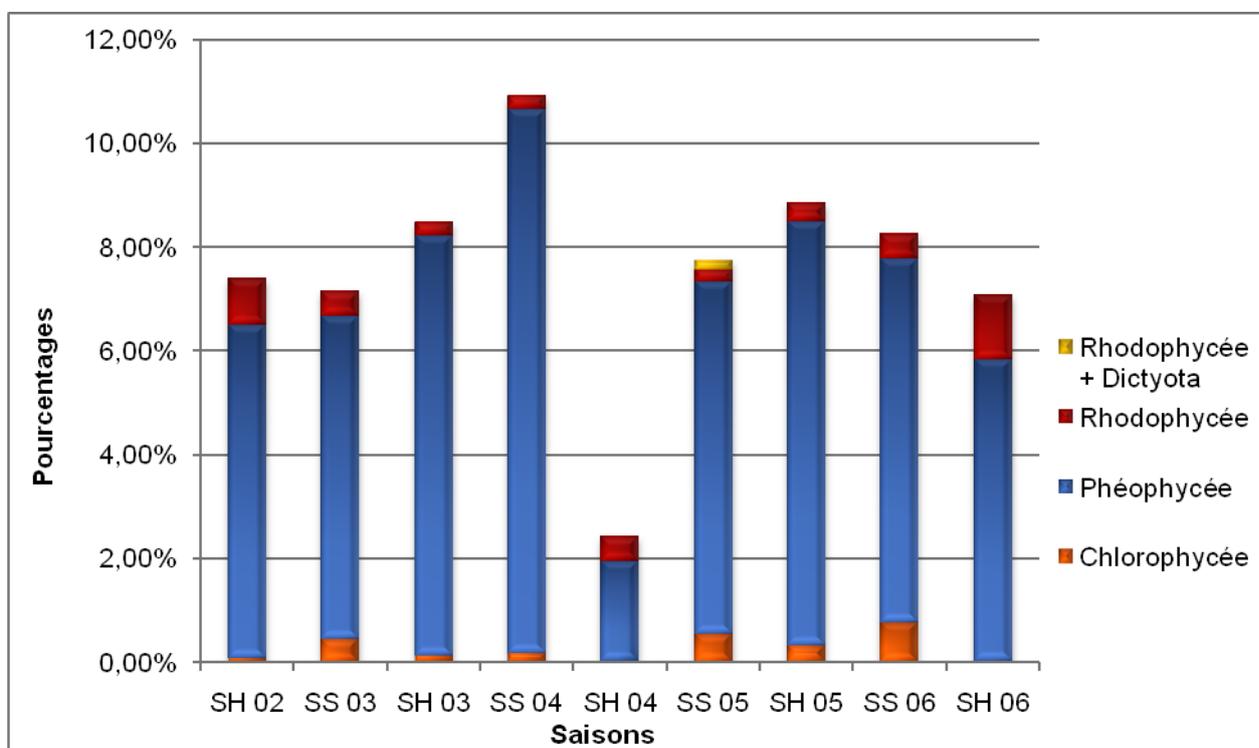


Figure 6: Pourcentage des différentes familles d'algue à Ilet à Rats selon les données des échantillonnages des saisons sèches et humides des années 2003 à 2006.



**Figure 7:** Pourcentage des différentes familles d'algue à Pointe Borgnesse selon les données des échantillonnages des saisons sèches et humides des années 2001 à 2006.



**Figure 8:** Pourcentage des différentes familles d'algue à Fond Boucher selon les données des échantillonnages des saisons sèches et humides des années 2002 à 2006.

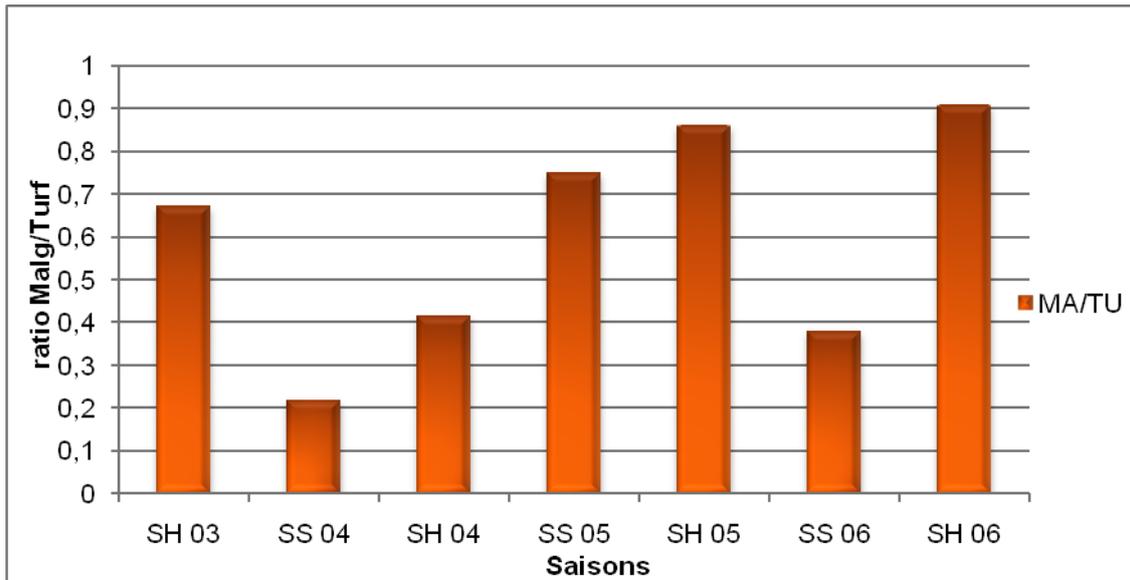
Le tableau 2 montre l'évolution de la couverture en macroalgues et turf avant et après le blanchissement des coraux en 2005. Les quantités d'algues semblent avoir augmenté à Pointe Borgnesse, Ilet à Rats et Fond Boucher. Les écarts types ne permettent cependant pas de conclure à une augmentation des algues dans ce milieu.

**Tableau 2 :** Moyenne des pourcentages en macroalgue (MA) et turf (TU) avant et après le blanchissement des coraux de la saison sèche 2005 sur les sites du suivi IFRECOR (*une seule valeur est disponible pour Jardin Tropical avant 2005 (\*), le suivi IFRECOR ayant démarré la même année*).

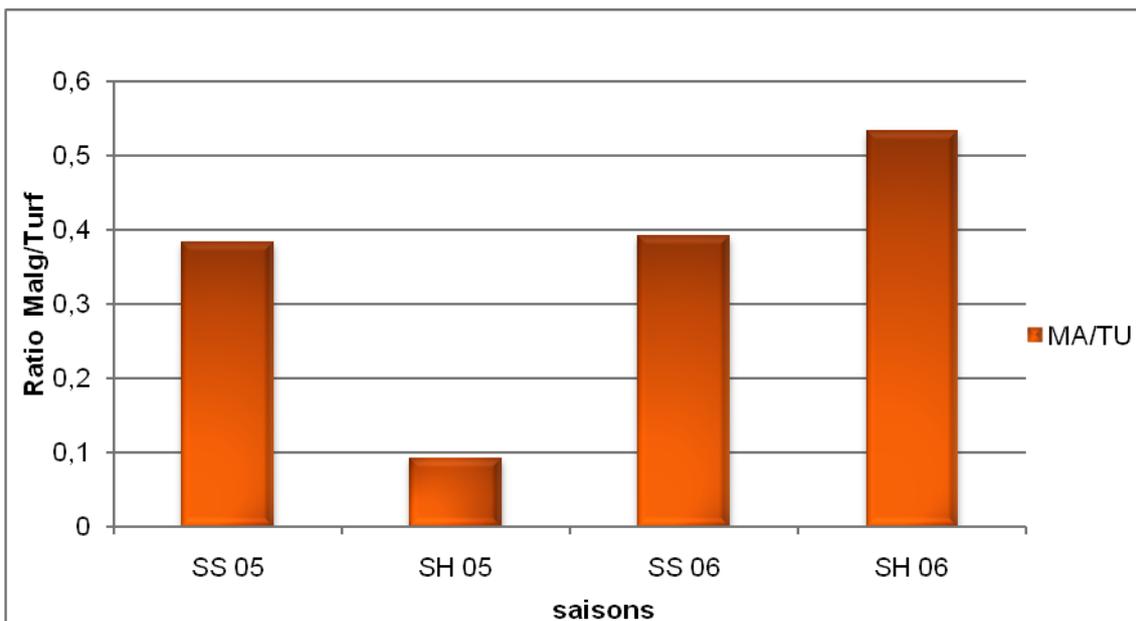
		Avant SS 2005		Après SS 2005	
		Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type
<b>Jardin Tropical</b>	<b>TU</b>	20 *	-	27,43	12,54
	<b>MA</b>	7,65 *	-	7,16	4,06
<b>Ilet à Rat</b>	<b>TU</b>	34,57	5,62	34,80	6,97
	<b>MA</b>	16,75	6,24	23,49	6,38
<b>Pointe Borgnesse</b>	<b>TU</b>	24,73	4,21	32,45	4,77
	<b>MA</b>	23,16	5,60	28,58	7,54
<b>Fond Boucher</b>	<b>TU</b>	46,71	5,29	59,31	3,79
	<b>MA</b>	7,35	2,77	8,06	0,90

- Importance de la pression en herbivores :

Le ratio macroalgues / turf varie fortement en fonction des sites étudiés. Il est faible à Fond Boucher, moyen à Jardin Tropical et plus fort aux sites Pointe Borgnesse et Ilet à Rats. Aucune variation saisonnière ou annuelle n'est observée.



**Figure 9** : Ratio Macroalgues/Turf (MA/TU) à Ile à Rats selon les données des échantillonnages des saisons sèches et humides des années 2003 à 2006.



**Figure 10** : Ratio Macroalgues/Turf (MA/TU) à Jardin Tropical selon les données des échantillonnages des saisons sèches et humides des années 2005 et 2006.

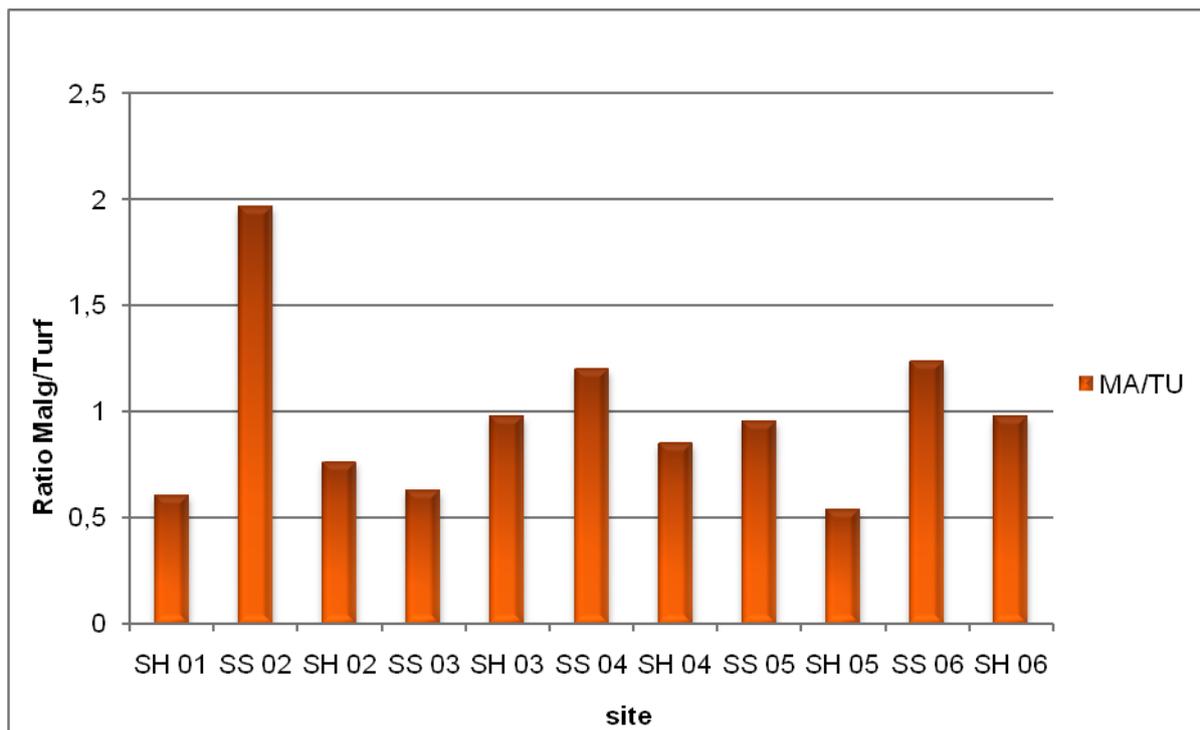


Figure 11 : Ratio Macroalgues/Turf (MA/TU) à Pointe Borgnesse selon les données des échantillonnages des saisons sèches et humides des années 2001 à 2006.

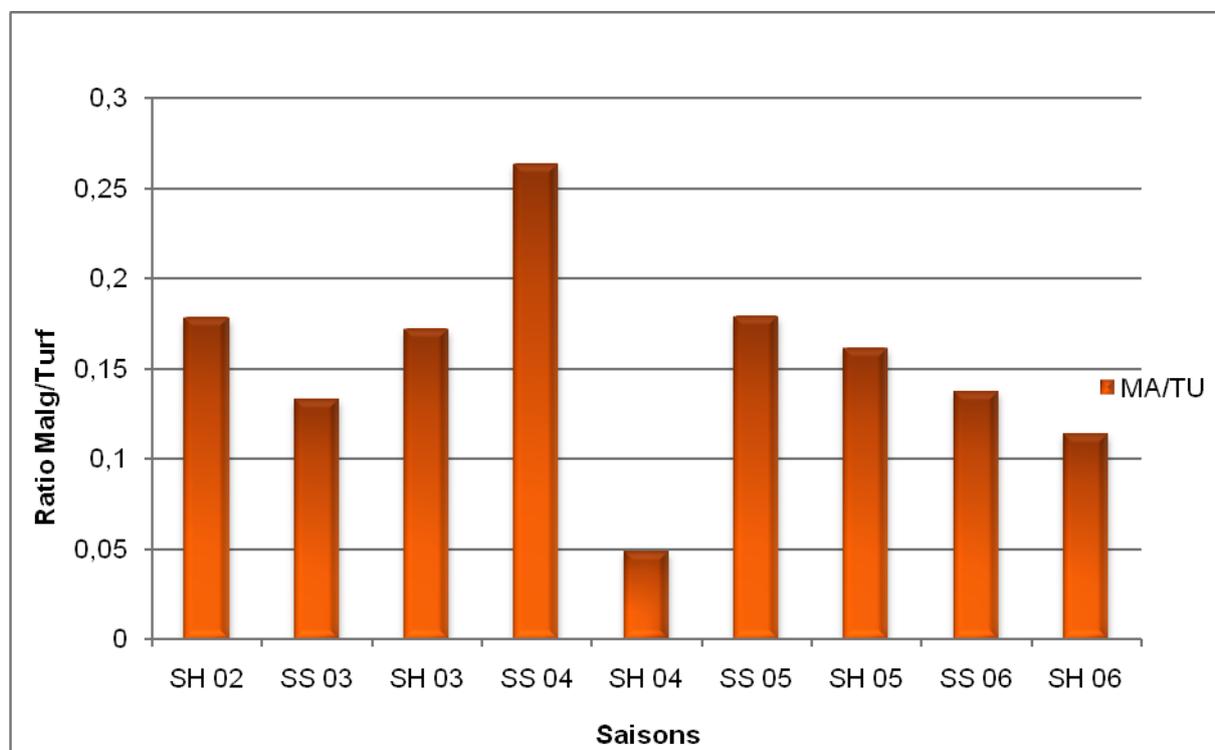


Figure 12 : Ratio Macroalgues/Turf (MA/TU) à Fond Boucher selon les données des échantillonnages des saisons sèches et humides des années 2002 à 2006.

### 3.2 Suivis réalisés dans le cadre de la thèse Habitats/Poissons

La couverture algale est importante sur trois sites échantillonnés : Trois rivières, la Citadelle et la Pointe des Nègres, avec des pourcentages de recouvrement supérieurs à 30% (Figure 13). Ces sites présentent également une forte pression herbivore (Figure 14). Cinq sites ont des recouvrements d'algues compris entre 10 et 20%, et 4 ont moins de 10%.

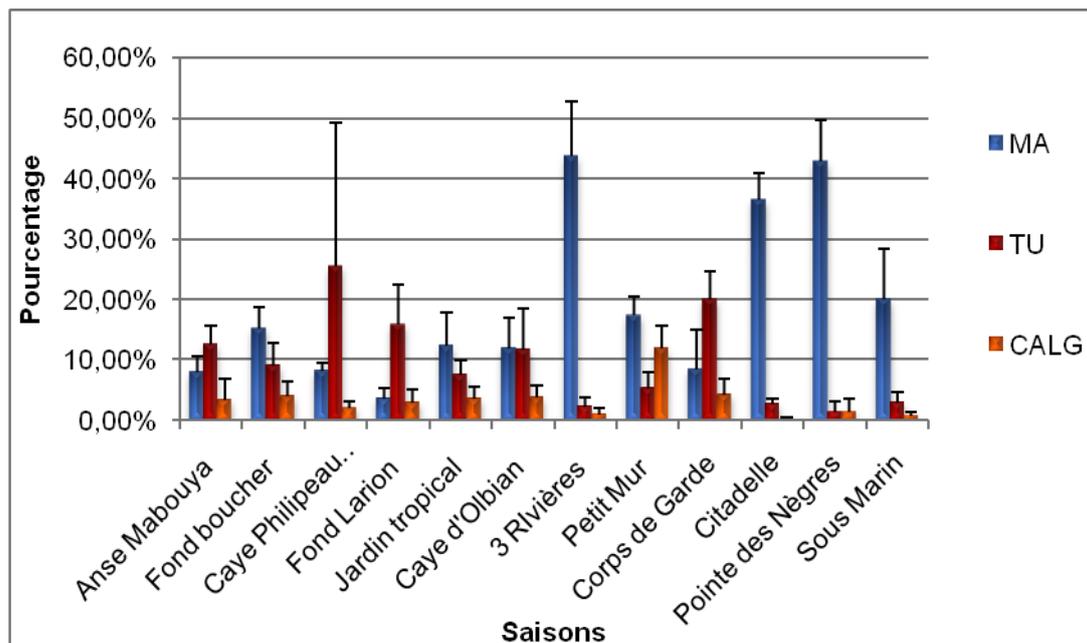


Figure 13: Pourcentages en Macroalgues (MA), Turf (TU) et Algues Calcaires (CALG) sur l'ensemble des sites échantillonnés.

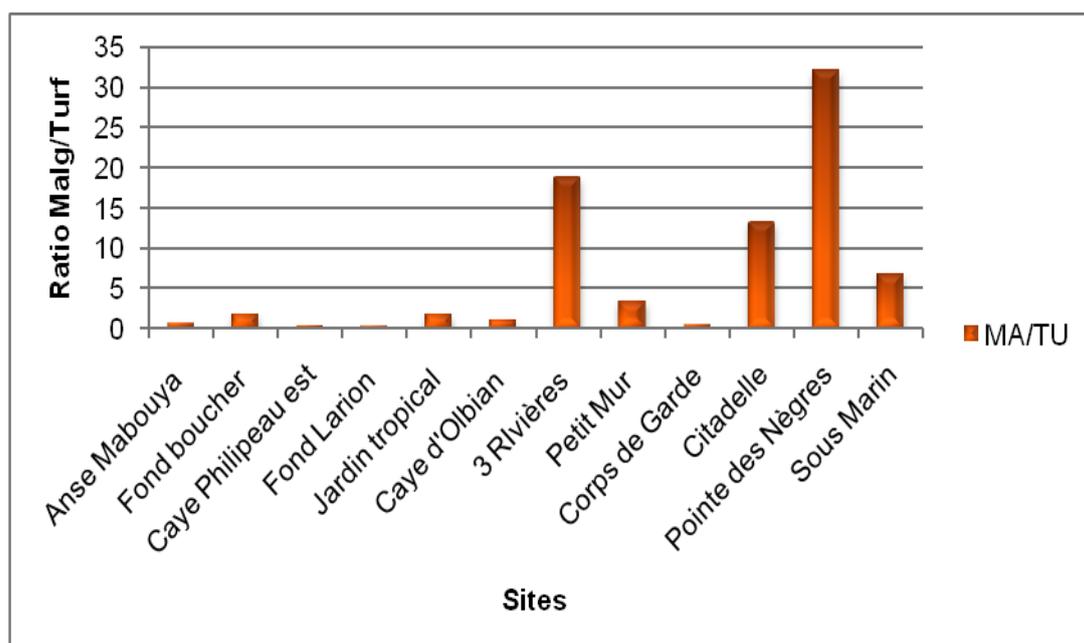
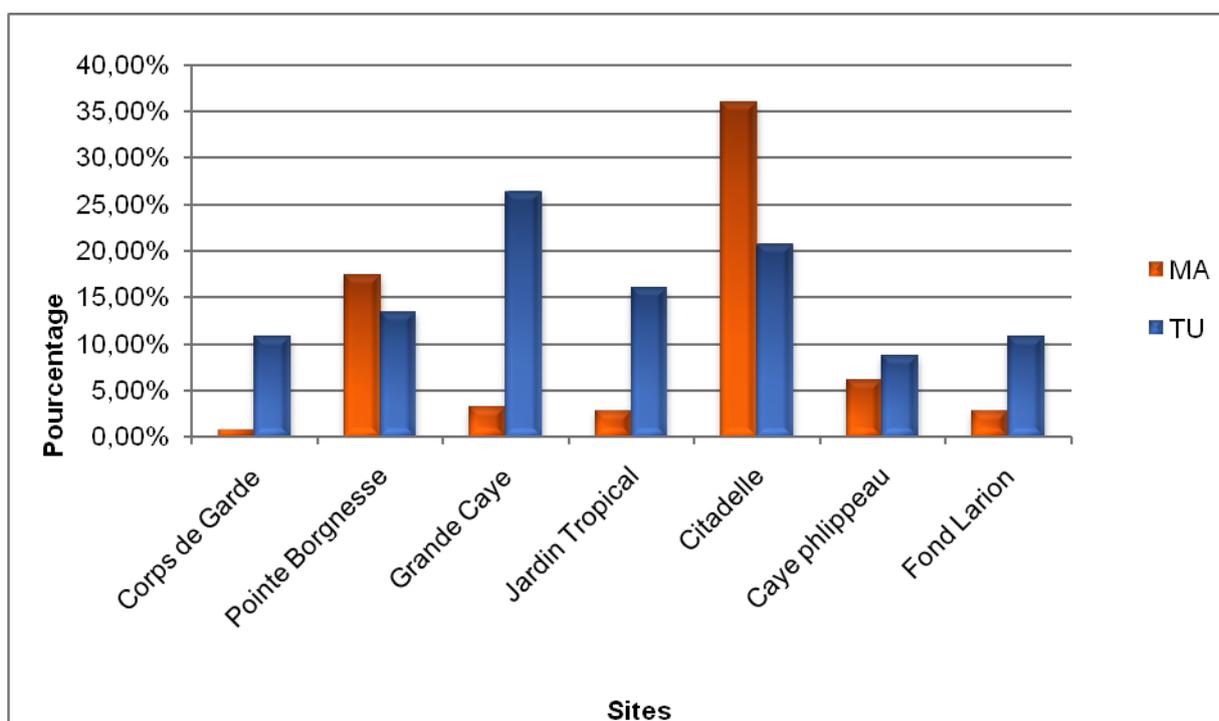


Figure 14 : Ratio Macroalgues/Turf (MA/TU) pour l'ensemble des sites échantillonnés.

### 3.3 Données ZNIEFF

Les pourcentages de présence relevés pour les algues aux sites échantillonnés lors des projets ZNIEFF sont faibles en général (<10%). Deux sites sont d'avantage colonisés par les macroalgues : la citadelle avec un pourcentage de recouvrement de 36% et Pointe Borgnesse avec un pourcentage de présence de 17.33% (Figure 15). Le site Citadelle est également fortement colonisé par le turf et les algues calcaires. Le turf est en général très présent aux sites étudiés (supérieur à 10% pour 6 sites). Les ratios MA/TU sont forts à deux sites : Pointe Borgnesse et la Citadelle, et moyen au site de la Caye Philippeau (Figure 16). Tous les autres ratios sont très faibles. Les algues les plus représentées aux sites étudiés appartiennent aux phéophycées (Figure 17).



Graphique 15: Pourcentage de macroalgues (MA) et turf (TU) aux sites échantillonnés dans le cadre des projets ZNIEFF 2005 et 2006.

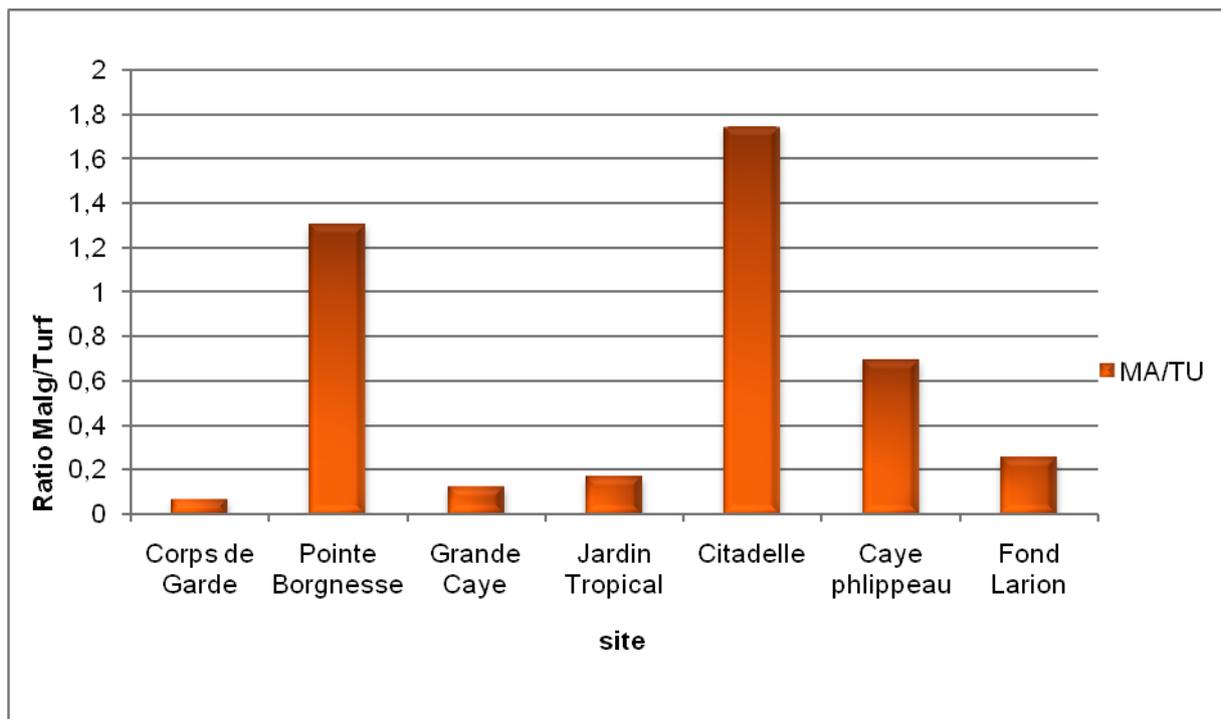


Figure 16: Ratio Macroalgues/Turf (MA/TU) aux sites échantillonnés dans le cadre des projets ZNIEFF 2005 / 2006.

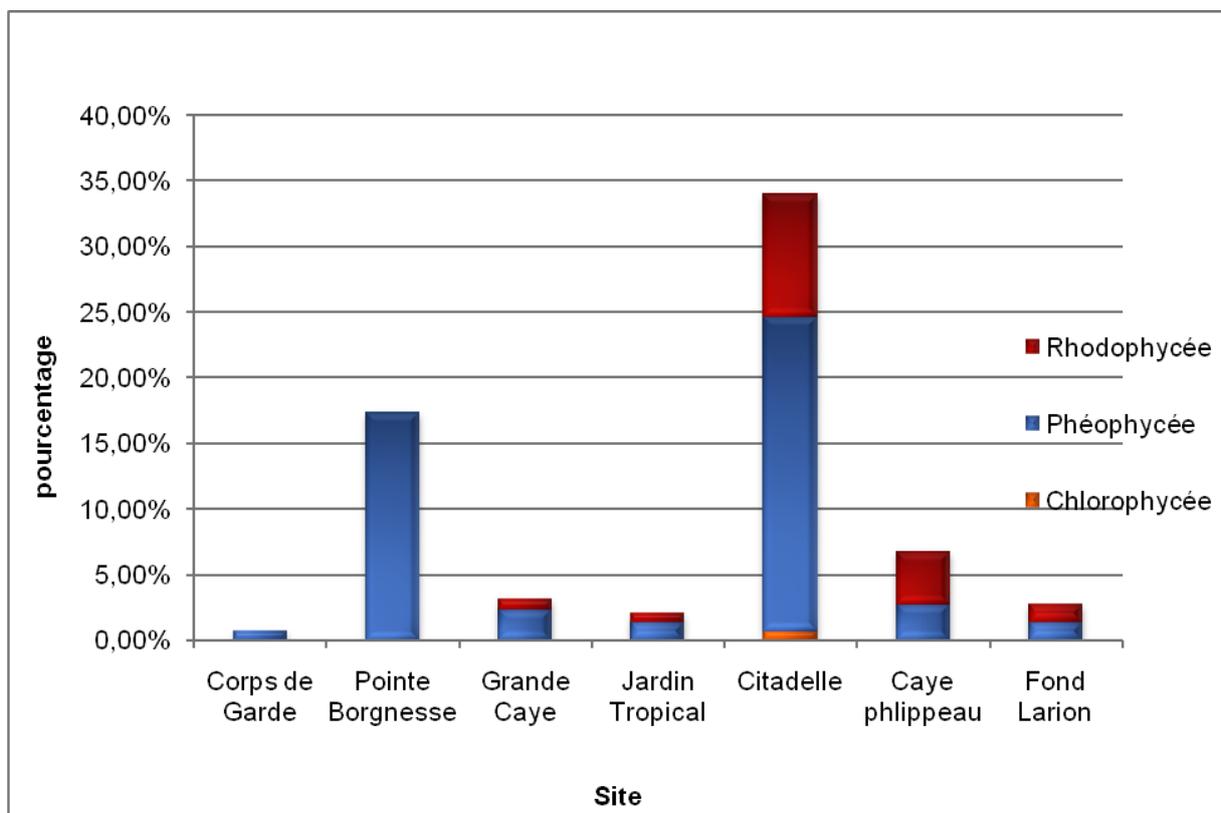


Figure 17: Pourcentage des différentes classes d'algues aux sites échantillonnés dans le cadre des projets ZNIEFF 2005 / 2006.

### 3.4 Données obtenues dans le cadre de projet de réserve à la perle

Ces trois sites sont très peu touchés par la colonisation en macroalgues (<10%). Les pourcentages en turf sont plus importants (6 à 38%). Les ratios MA/TU sont très faibles aux 3 sites d'échantillonnage.

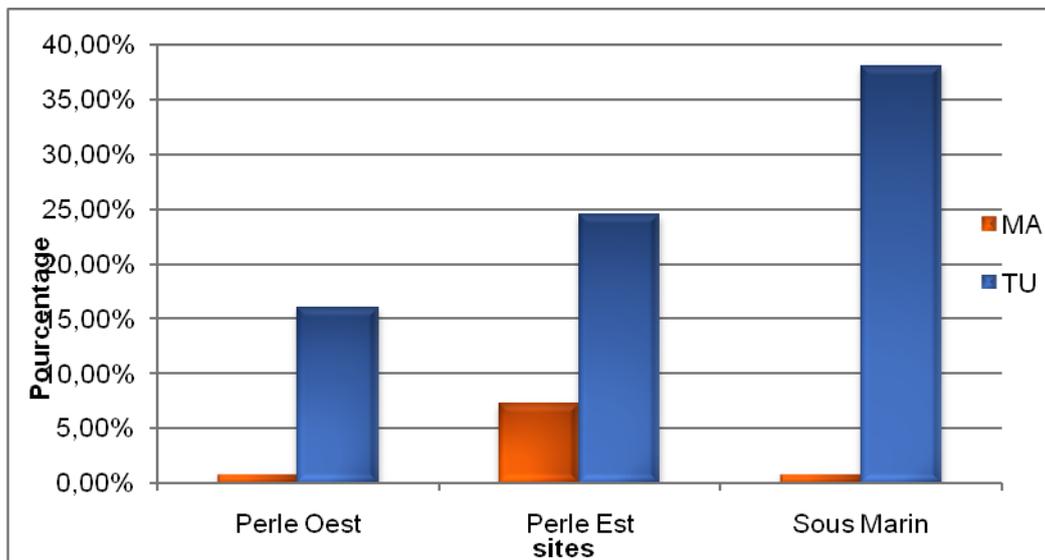


Figure 18: Pourcentage de macroalgues (MA) et turf (TU) aux sites de la Perle et du Sous marin en 2006.

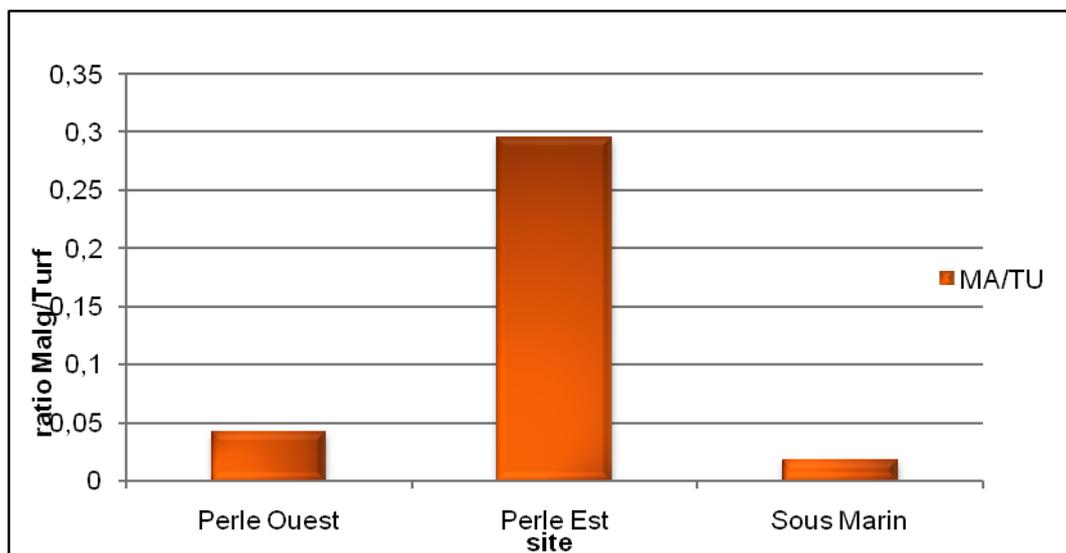


Figure 19 : Ratio Macroalgues/Turf (MA/TU) aux sites de la perle et du sous marin.

### 3.5 Données DCE

Les sites échantillonnés sont dans l'ensemble peu recouvert par les macroalgues (<10%). Seul le site de Cap St Martin présente un fort pourcentage de macroalgues (30,33%) et pas de turf. Les ratios MA/TU sont très faibles à tous les sites.

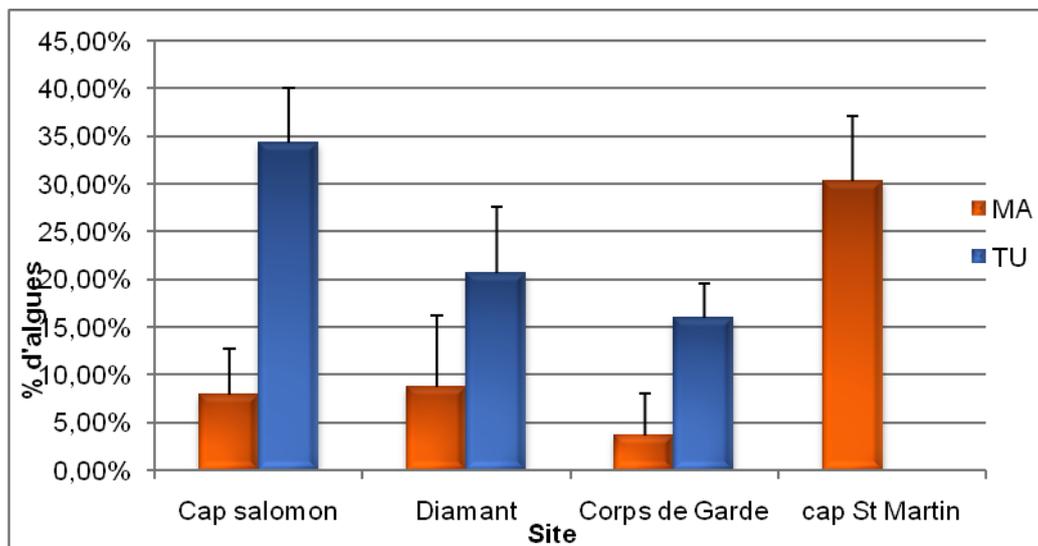


Figure 20: Pourcentage de macroalgues (MA) et turf (TU) aux sites Cap Salomon, Diamant, Corps de Garde et Cap St Martin en 2007.

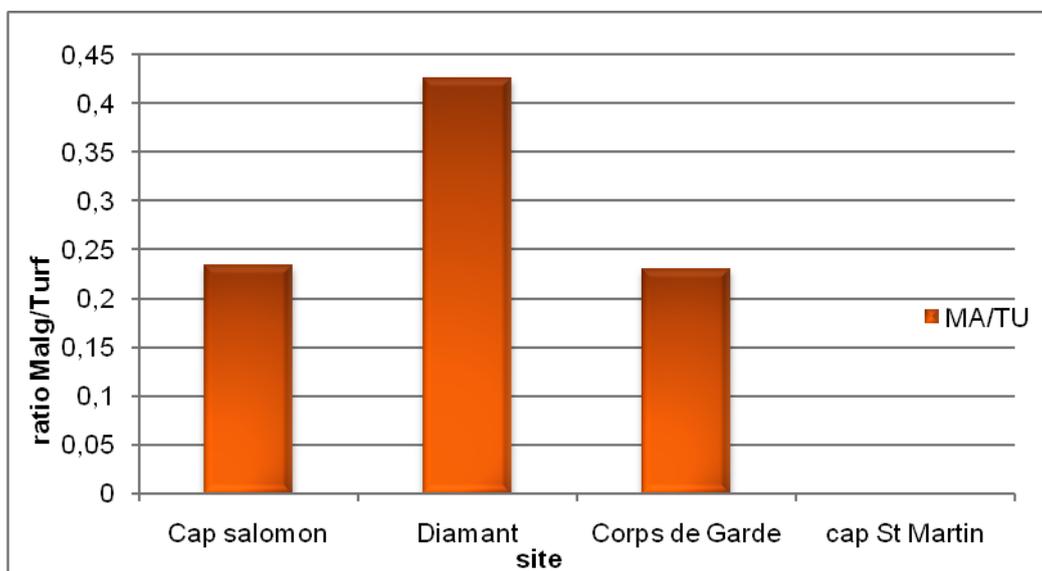


Figure 21: Ratio Macroalgues/Turf (MA/TU) aux sites Cap Salomon, Diamant, Corps de Garde et Cap St Martin en 2007.

### 3.6 Données obtenues en plongée (2007)

Les sites étudiés lors des plongées complémentaires (Figure 22) présentent des pourcentages de recouvrement en algues différents. Les taux en algues sont compris entre 25 et 60% sur les sites Petit Mur, Trois Rivières, Pointe Burgos et la Citadelle. Les peuplements sont composés principalement de Phéophycées, essentiellement Sargasses et *Dictyota*. Il est intéressant de noter que les algues vertes sont quasiment absentes des sites étudiés.

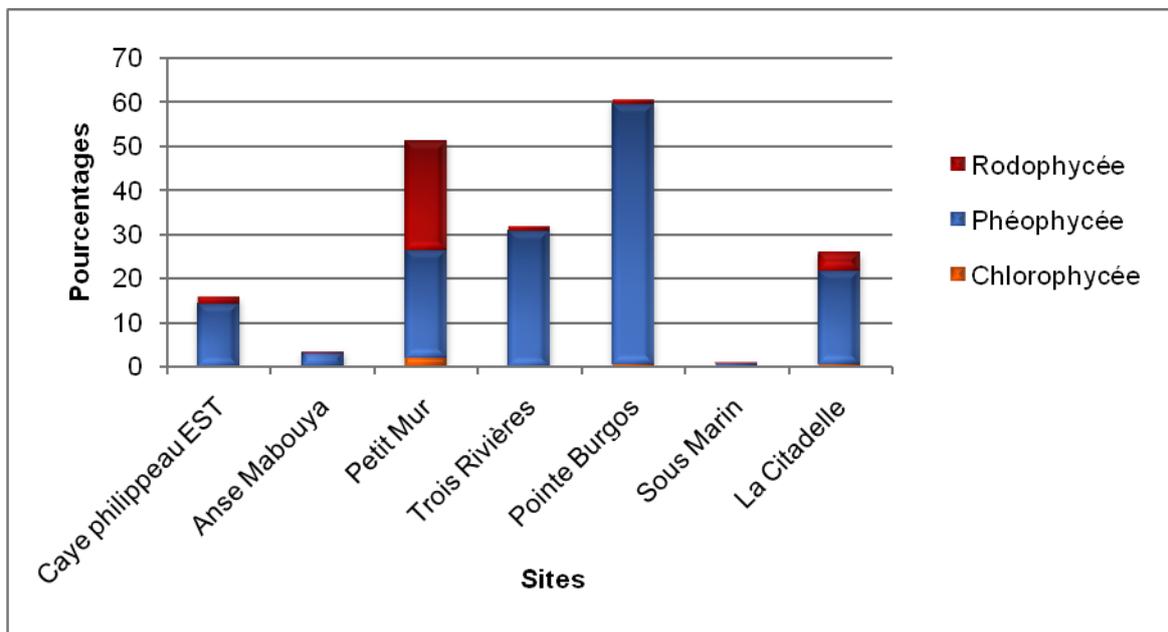


Figure 22: Pourcentage en algues sur les sites étudiés lors des plongées en scaphandre (2007).

### 3.7 Synthèse

Le tableau 3 montre que les données sont à peu près constantes, mais assez indépendantes des méthodes et protocoles utilisés (0,7 à 11,2 de variabilité inter-site). Aucune variation annuelle ou saisonnière ne peut être dégagée de ces résultats.

Tableau 3. Récapitulatif des données obtenues lorsque celles-ci étaient redondantes pour le même site

		Corps de Citadelle Garde	Caye Philippeau	Fond Larion	Sous Marin	Jardin Tropical	Fond Boucher	Pointe Borgnesse	Anse Mabouya	Trois rivières	Petit Mur
2004SS	IFRECOR						10,91	28,63			
	ZNIEFF	36,00									
2004 SH	ZNIEFF	0,67		2,67		2,67					
	IFRECOR						2,43	25,95			
2005 SS	IFRECOR					7,65	7,74	24,65			
	ZNIEFF		6,00					17,33			
2005 SH	IFRECOR					3,06	8,85	20,03			
2006 SS	IFRECOR					7,23	8,25	34,03			
2006 SH	Réserve				0,67						
	IFRECOR					11,08	7,08	31,42			
2007 SS	Habitat	8,50	36,50	8,17	3,67	20,17	12,50	15,33	8,00	43,67	17,33
	DCE	3,67									
2007 SH	Projet Algue	25,88	15		0,77			3,29	31,61	27,15	

### 3.8 Relevés faits en PMT

- Site d'Anse Noire : Des observations ont été menées sur les deux côtés de l'Anse. A proximité de l'écoulement d'eau (situé à la Droite de l'Anse) se trouvent des caulerpes (*Caulerpa sertularioides*). Les premiers mètres des falaises (droites et gauches) sont colonisés par des macroalgues, essentiellement des algues rouges calcaires (*Amphiroa sp.*, *Galaxaura sp.*, et *Jania adhearans*) et des algues brunes (*Dictyota sp.*). Plus en profondeur, les macroalgues sont progressivement remplacées par des algues encroûtantes et des oursins Diadèmes.

- Site « plage du Casino » : Les macroalgues sont quasi absentes. Par contre, le recouvrement en algues encroûtantes et turf est important, et les densités d'oursins Diadèmes semblent élevées. Quelques algues rouges « mucilagineuses » ont été observées (*Liagora sp.* et *Trichogloeopsis pedicellata*). L'envasement observé sur ce site est très important.

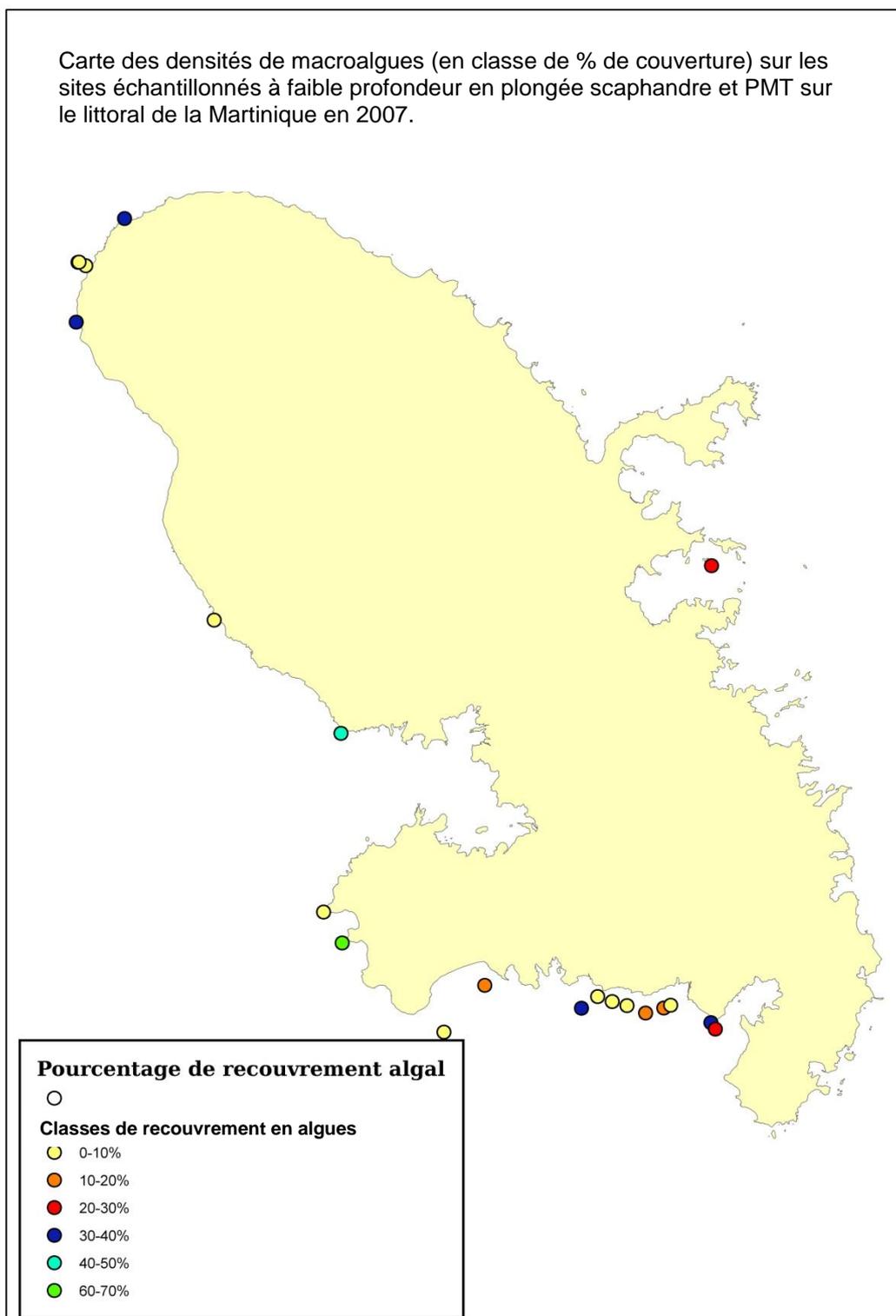
- Site d'Anse Madame : La partie reliant Anse Madame à Anse Collat a été explorée. Ce site présente un recouvrement en algues supérieur à 50%. Diverses espèces d'algues ont été observées : *Ulva sp.* et *Dictyota cervicornis* (largement présentes), *Dictyota sp.*, *Gracilaria tikvahiae*, *Padina sp.* et *Codium sp.* (cette liste n'est pas exhaustive, seules les algues majoritairement présentes ont été notées). Ce site très sédimenté est fortement recouvert en turf.

- Site d'anse Collat : Des algues vertes ont été observées en grande quantité, certains rochers sont entièrement colonisés par des massifs de *Caulerpa racemosa*, et des *Dictyota*. Une algue verte mucilagineuse non identifiée est également abondamment présente.

- Site de Bellefontaine-Fond Boucher : La côte à droite de l'anse a été explorée. De nombreuses algues sont présentes : *Codium sp.*, *Sargassum sp.*, *Laurencia papillosa*, *Galaxaura sp.*, quelques Caulerpes et Ulves. Des spécimens d'algues mucilagineuses rouges (*Ganonema farinosum*) ont été observés.

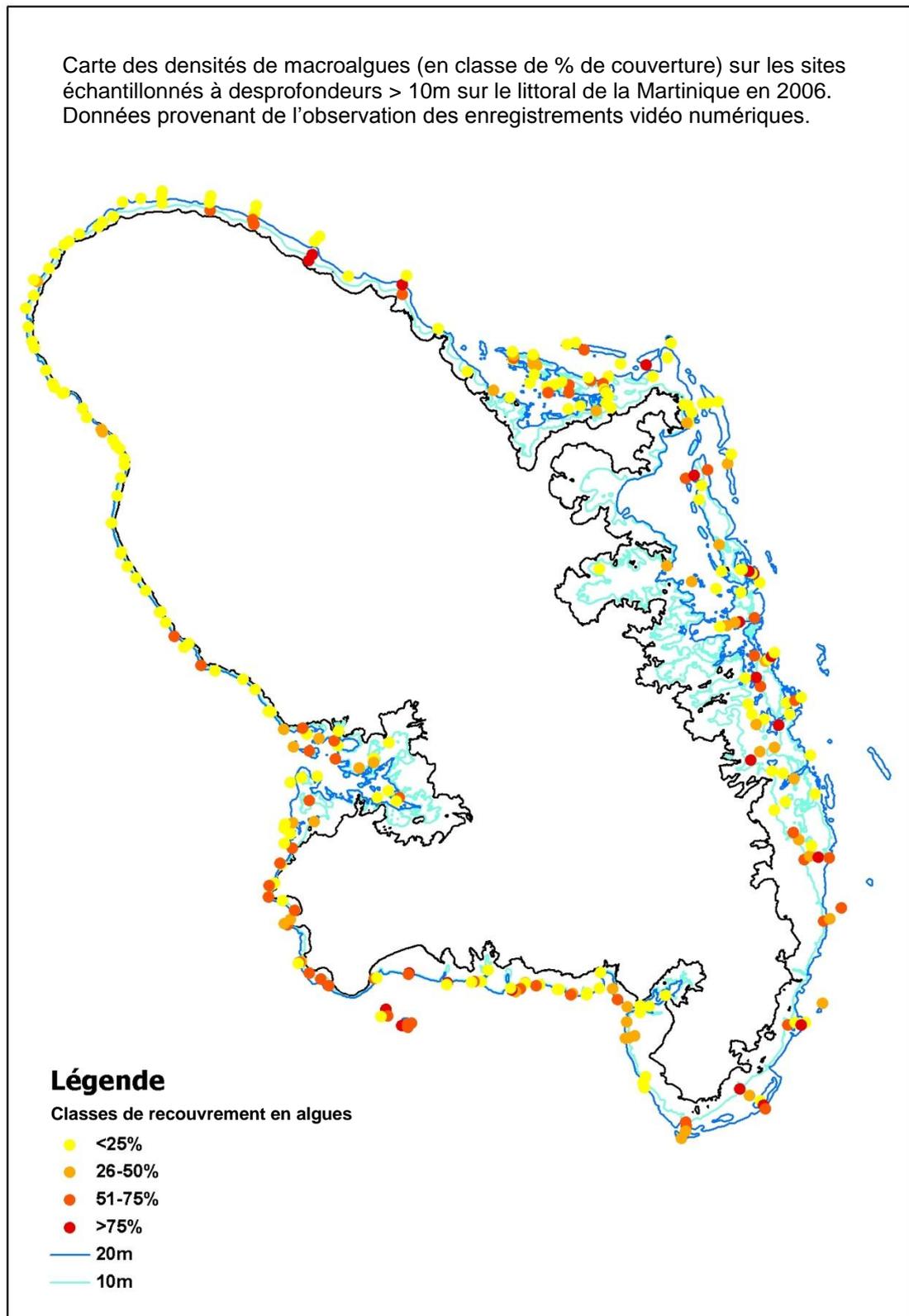
## 4 Cartographie

### 4.1 Carte des sites peu profonds étudiés



## 4.2 Carte des observations faites en vidéo

Carte des densités de macroalgues (en classe de % de couverture) sur les sites échantillonnés à des profondeurs > 10m sur le littoral de la Martinique en 2006. Données provenant de l'observation des enregistrements vidéo numériques.



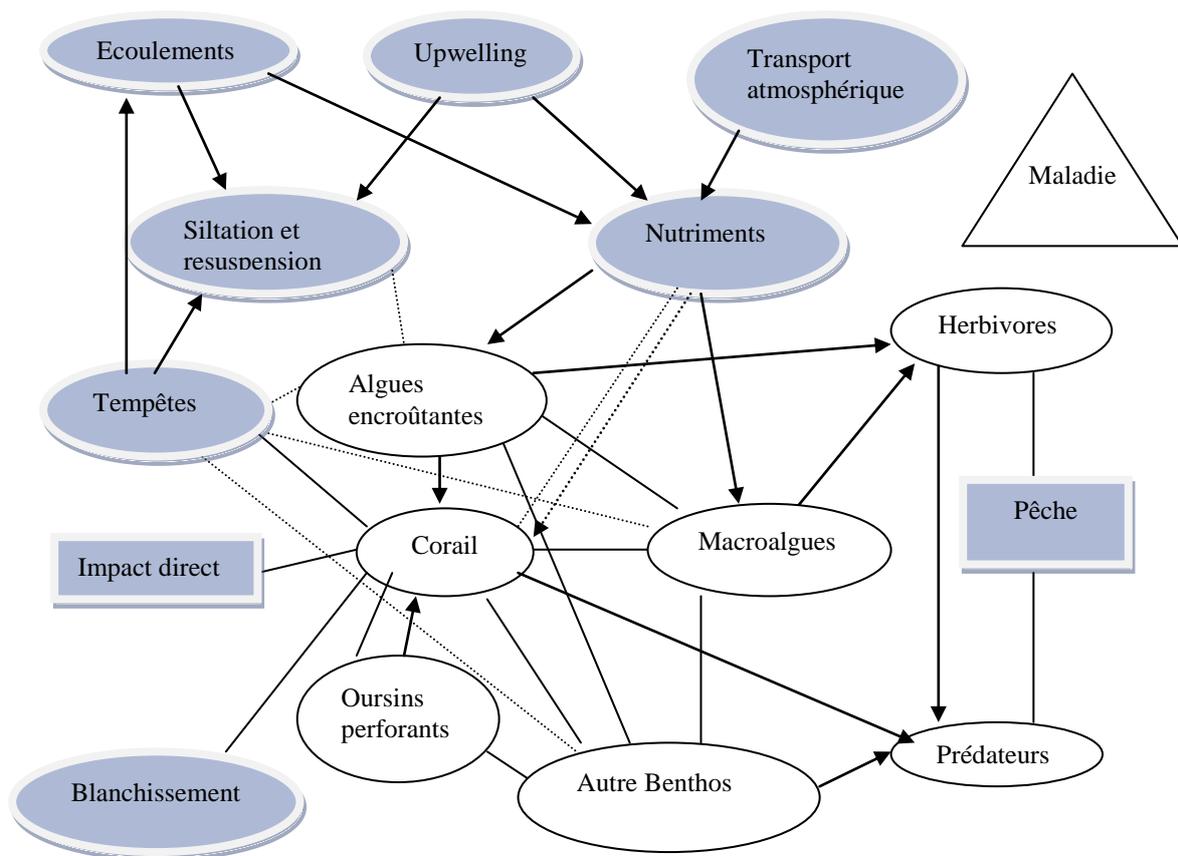
## 5 Discussion

Les récifs coralliens tropicaux sont menacés par des phénomènes naturels et anthropiques (Lapointe, 1997 ; Gardner *et al.*, 2005 ; Hughes *et al.*, 1999). Ils ont subi de profonds changements ces 30 dernières années (Carpenter et Edmund, 2006) et sont désormais, pour certains d'entre eux, dominés par les macroalgues (McClanahan, 1999). Diverses hypothèses ont été émises pour expliquer ce phénomène : le réchauffement climatique (Hughes *et al.*, 2003), l'augmentation des activités de pêche (Aronson et Precht, 2006), la mortalité massive de l'oursin *Diadema antillarum* en 1983 (Lessios *et al.*, 1984) et l'accroissement des concentrations en nutriments déversés dans l'environnement (Lapointe *et al.*, 1997 ; Fabricius 2005). L'importance relative de ces facteurs sur l'ensemble de l'écosystème reste néanmoins inconnue et controversée (Lapointe, 1999 ; Hughes *et al.*, 1999 ; McManus et Polsenberg, 2004).

La présence ou l'absence de certains organismes sur les récifs, leur comportement et leur nombre peuvent informer sur l'état de dégradation de cet écosystème. Les macroalgues sont de bons bio-indicateurs de l'état de santé du récif (Linton et Warner, 2003). Leur apparition massive a entraîné de profondes modifications de cet écosystème. Ces espèces sont en compétition pour l'espace avec de nombreux organismes (Tanner, 1995). La canopée algale diminue l'intensité lumineuse et l'hydrodynamisme dans les fonds marins. Les algues sont également responsables de l'abrasion du récif, de la mort des tissus coralliens sur lesquels elles s'implantent et de la production de molécules chimiques parfois nocives pour les organismes présents (River et Edmund, 2001). L'étude de la répartition des macroalgues dans ce projet permet d'appréhender l'état de santé des récifs autour de la Martinique.

Dans un premier temps, l'étude visait à acquérir une idée générale de la répartition des populations algales autour de l'île. Aucune tendance n'a pu être dégagée entre le sud, l'est, l'ouest et le nord de l'île. Les pourcentages en macroalgues observés dans la zone des 10 mètres sont plus ou moins importants selon les sites étudiés et ne semblent pas liés à la façade maritime sur laquelle ils se trouvent. Il ne semble pas y avoir de barrières physiques, biologiques, ou chimiques cantonnant les algues d'un côté ou l'autre de l'île. Les observations faites sur les vidéos montrent une tendance différente, les algues sont absentes ou peu présentes des zones profondes Caraïbe nord. Bien que les données ne

permettent pas de conclure sur les facteurs responsables de ces observations, les analyses des vidéos et la connaissance du terrain laissent supposer que les conditions hydrodynamiques, la qualité des substrats et la topographie sont déterminantes. Les fonds essentiellement sableux sont peu propices au développement des macroalgues qui préfèrent un substrat dur pour se fixer. La topographie du milieu est importante dans le brassage des polluants d'origine terrigène. Les zones où le talus est abrupt et le plateau continental étroit (zone caraïbienne Nord) permettent une dispersion rapide des sources de pollution. Au contraire les zones au plateau continental étendu (zone Atlantique) et les baies semi-fermées ne favorisent pas la circulation de l'eau et la dispersion des polluants (Rawlins *et al.*, 1998). La topographie, couplée au fort hydrodynamisme observé dans la zone caraïbe nord, pourrait éloigner les nutriments des côtes et limiter les phénomènes d'eutrophisation. Les résultats obtenus montrent des différences dans les pourcentages d'algues à chaque site. La présence des algues sur les récifs est liée à de nombreux facteurs directs et indirects (Figure 23).



**Figure 23 :** Modèle conceptuel des principaux facteurs impliqués dans le Corail-Algues phases shift. Les facteurs exogènes sont en gris. Les effets spécifiquement anthropogéniques sont dans les rectangles. Les maladies touchent tous les composants. Les flèches représentent un gain au composant qu'elles touchent. Les lignes pointillées représentent un lien faible ou des impacts en cas de conditions extrêmes. (D'après McManus et Polsenberg 2004).

Divers paramètres biologiques (compétition, broutage, biocénoses présentes), chimiques (teneurs en sels nutritifs, polluants), et physiques (intensité lumineuse, hydrodynamisme, topographie, qualité du substrat, phénomènes ponctuels tels que les ouragans) conditionnent la richesse spécifique en algues et leur pourcentage de recouvrement. Les cartes des rivières et des zones de cantonnement de pêche (annexes 1 et 2) permettent d'apporter quelques précisions sur les pressions anthropiques responsables de la présence des algues aux sites étudiés. Cap St Martin, la Citadelle, la Pointe de Nègres, la Pointe Burgos, Petit Mur, Pointe Borgnesse sont situées à proximité de stations d'épuration et sont pour la plupart d'entre eux largement colonisés par les macroalgues. Cependant certains sites localisés à proximité de rivières, tel que le site de Anse Mabouya, ne sont presque pas colonisés par les algues. L'hydrodynamisme pourrait probablement en être la cause. Les sites de Ilet à Rats, Petit Mur et Pointe Borgnesse sont localisés, à la sortie des baies du Robert et du Marin. L'eutrophisation dans ces zones peut être due aux apports de nutriments provenant des villes, des terres (La baie du Robert est soumise aux apports venant des bananeraies et de la sucrerie), mais également à la pollution apportée par les marinas et les ports. Les zones fermées ou semi-fermées, telles que les baies, ne sont pas tellement propices au renouvellement des eaux, favorisant les phénomènes d'eutrophisation et d'hyper-sédimentation.

Les algues brunes sont mieux adaptées aux régions carencées en phosphate, ce qui est le cas des îles caribéennes riches en carbonates (Lapointe, 2005). Seul le site d'Ilet à Rats, est majoritairement peuplé par des Chlorophycées. Les autres sites échantillonnés sont dominés par les Phéophycées. Ces observations vont dans le sens d'une carence en phosphate dans les eaux marines martiniquaises. Les observations faites à l'Ilet à Rats peuvent être dues aux apports en nutriments venus des terres et à la stagnation des eaux. Il serait intéressant d'échantillonner plus de sites sur la côte atlantique et d'analyser la qualité des eaux pour vérifier ces hypothèses. Les algues vertes et brunes ne sont par conséquent pas indicatrices des mêmes pollutions. Elles ne sont pas responsables des mêmes dégradations sur le récif. Les champs de Sargasses observés notamment à la Pointe Burgos, à Petit Mur et à la Citadelle, sont connus pour créer des zones d'ombres et limiter la pénétration de la lumière. Leurs frondes, atteignant parfois deux mètres de haut, sont responsables d'abrasion du récif (Fabricius, 2005). Dans la plupart des cas, ces algues apparaissent après la mort du corail et

peuvent être un facteur retardant son retour (Schaffelke *et al.*, 2005). Certaines algues telles que les *Lyngbya sp.* et les *Sargassum sp.* sont connues pour être peu consommées. Elles peuvent dominer le récif avec le temps, même si leur taux de croissance est faible (Bell *et al.*, 2007). Des études ont montré que les larves de *Favia fragrum* (corail) se fixaient préférentiellement sur les algues vertes calcaires *Halimeda opuntia*. Ce substrat instable ne permet pas au corail de se développer et induit par conséquent une forte mortalité « post – fixation » du corail.

Les données IFRECOR ont permis d'analyser les variations saisonnières et annuelles en algues. Les pourcentages d'algues présents au 4 sites ont été compilés afin de déterminer les moyennes des pourcentages de macroalgues présentes à ces sites avant et après l'été 2005, date de blanchissement important des coraux sous l'effet de la température (<http://coralreefwatch.noaa.gov/caribbean2005>). Bien que les résultats tendent à montrer une légère augmentation des pourcentages en macroalgues après l'été 2005, les écart types sont trop grands et ne permettent pas d'affirmer cette tendance. Malgré des stratégies de reproduction efficaces mises en œuvre par les macroalgues (reproduction sexuée et asexuée, cycles annuels), la colonisation d'un nouveau milieu nécessite parfois plusieurs années. Les 2 jeux de données (Saison sèche et humide 2006) disponibles après le blanchissement ne suffisent probablement pas à indiquer une augmentation significative du recouvrement en macroalgues.

L'étude a également permis de déterminer l'importance de la pression des herbivores à certains sites. Le ratio Macroalgues/Turf (MA/TU) est proportionnel aux pressions exercées par les herbivores : plus le ratio est important, plus le nombre d'herbivore sera important dans le milieu. Les ratios MA/TU sont faibles sur la plupart des sites étudiés, indiquant un faible taux d'herbivores dans l'écosystème. Les sites de Trois rivières, Citadelle et Pointe des nègres ont des ratios très élevés (respectivement 18,71 ; 13,27 et 32,12). L'abondance des herbivores est également importante à 5 autres sites (ratios > 1) : Pointe Borgnesse, Jardin Tropical, Caye d'Olbian, Petit Mur et le Sous-Marin. La plupart des sites échantillonnés plusieurs fois gardent un ratio équivalent. Cependant, une différence très forte est observée à la Citadelle, le ratio est de 13,27 pour les relevés faits dans le cadre de la thèse Habitats/Poissons, et de 1,6 pour les relevés faits dans le cadre du projet ZNIEFF nord.

Les données obtenues à travers toutes les études sont difficilement comparables, dans la mesure où les protocoles ont pu être différents. Cette étude regroupe des résultats obtenus avec des méthodes d'échantillonnages différents. Les méthodes « lignes intercept » et « quadrats » donnent des valeurs à peu près équivalentes. Elles permettent toutes les deux de calculer un pourcentage de recouvrement des espèces (proportion de l'aire disponible occupée par la biomasse). En revanche, la méthode du « point intercept » permet de déterminer les espèces présentes en un point fixe et d'obtenir un pourcentage de présence (nombre d'individus par unité de lieu). Il ne paraît pas pertinent de comparer des données qui ne représentent pas la même variable. Lessios (1996) fait un récapitulatif des méthodes qui sont couramment employées pour faire des études de densités ou de présence dans le milieu marin. Il insiste sur le fait que l'étude d'organismes sessiles pour lesquels la définition du terme individu est parfois difficile à déterminer (tel que les algues), nécessite le calcul d'un pourcentage de recouvrement et non d'un pourcentage de présence. Il souligne également que la comparaison de données de diverses études est compliquée et qu'une grande précaution doit être prise pour le faire. La morphologie des macroalgues est aussi un facteur important en terme d'impact sur le récif (abrasion par les frondes, limitation de la pénétration de la lumière). Le pourcentage de recouvrement paraît être le meilleur indicateur pour évaluer l'impact des algues sur le récif.

Les niveaux d'information sont très différents aussi d'une étude à l'autre, selon le niveau de connaissances des observateurs et pas conséquent difficilement comparables. La plupart des relevés ont été effectués une seule fois (sauf pour les relevés concernant la thèse Habitats/Poissons), diminuant ainsi la précision des pourcentages de recouvrement.

Les données obtenues après le visionnage des vidéos révèlent les limites de cette méthode. Toutefois, il s'agissait d'une « drop-caméra » immergée depuis le bateau et utilisée pour identifier la nature du fond et pas pour une quantification précise de la composition des communautés. La qualité de l'image ne permettait pas toujours de préciser de manière fiable les pourcentages d'algues présents aux sites filmés. Les indications apportées dans ce rapport donnent une idée du recouvrement des algues en milieu profond autour de la Martinique.

Il apparaît intéressant d'étudier les populations algales pour mieux comprendre l'état de santé des récifs coralliens martiniquais. Des études complémentaires des paramètres environnementaux (courantologie, teneurs en nutriments...) seront nécessaires pour mieux comprendre la répartition des algues autour du littoral martiniquais et identifier les facteurs responsables de la dégradation des récifs coralliens. Il serait aussi intéressant de poursuivre les échantillonnages dans les secteurs touchés par l'ouragan Dean. Des observations ont montré que les ouragans avaient profondément modifié les couvertures algales. L'ouragan Allen, passé en 1980 à Discovery Bay, fut responsable de l'apparition de populations de phéophycées : *S. polyceratium*, *S. hystrix* et *Lobphora variegata* (Lapointe, 1997).

## 6 Bibliographie

Aronson R.B. and Precht W.F., 2006. Conservation, precaution, and Caribbean reefs *Coral Reefs* 25: 441–450.

Bell P.R.F., Lapointe B.E. and Elmetri I., 2007. Reevaluation of ENCORE: Support for the Eutrophication Threshold Model for Coral Reefs. *Ambio* Vol. 36, No. 5, July 2007

Carpenter R.C. and Peter J. Edmunds P.J., 2006. Local and regional scale recovery of *Diadema* promotes recruitment of scleractinian corals *Ecology Letters*, (2006) 9: 271–280.

Collado-Vides L., Caccia V.G., Boyer J.N. and Fourqurean J.W., 2007. Tropical seagrass-associated macroalgae distributions and trends relative to water quality. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 73: 680-694

Edmunds P.J., Carpenter R.C., 2001. recovery of *Diadema antillarum* reduces macroalgal cover and increases abundance of juvenile corals on Caribbean reefs. *Proc. Nat. Acad. Sci., USA*, 98 (9): 5067-5071.

Fabricius K.E., 2005 Effects of terrestrial runoff on the ecology of corals and coral reefs: review and synthesis *Marine Pollution Bulletin* 50 (2005) 125–146

Gardner T.A., Côté I.M., J.A. Gill, Grant A., Watkinson A.R., 2003. Long term region wide declines in Caribbean corals. *Science*, 301: 958-960.

Harvell C.D., Kim K., Burkholder J.M., Colwell R.R., Epstein P.R., Grimes D.J., Hofmann E.E., Lipp E.K., Osterhaus A.D., Overstreet R.M., Porter R.W., Smith G.W., Vasta G.R., 1999. Emerging marine diseases-Climate links and anthropogenic factors. *Science* 285: 1505-1510

Hughes T., Szmant A.M., Robert Steneck R., Carpenter R., Miller S. 1999, Comment: Algal blooms on coral reefs: What are the causes? *Limnol. Oceanogr.*, 44(6), 1583–1586.

Hughes T.P., Baird A.H., Bellwood D.R., Card M., Connolly S.R., Folke C. et Grosberg R., Hoegh-Guldberg O., 2003. Climate Change, Human Impacts, and the Resilience of Coral Reefs. *SCIENCE* 301:

Lapointe 1997. Nutrient thresholds for bottom-up control of macroalgal blooms on coral reefs in Jamaica and southeast Florida *Limnol oceanogr*, 42, 1119-1131.

Lapointe B.E., 1999. Reply to the comment by Hughes et al. : Simultaneous top-down and bottom-up forces control macroalgal blooms on coral reefs. *Limnol. Oceanogr.*, 44(6), 1586–1592.

Lapointe B.E., Barile P.J., Littler M.M., Littler D.S., Bedford B.J. and Gasque C., 2005 Macroalgal blooms on southeast Florida coral reefs I. Nutrient stoichiometry of the invasive green alga *Codium isthmocladum* in the wider Caribbean indicates nutrient enrichment *Harmful Algae* 4: 1092–1105

Lessios H.A., 1996. *METHODS FOR QUANTIFYING ABUNDANCE OF MARINE ORGANISMS*. Lang and Baldwin (Eds.): *Methods and Techniques of Underwater Research*.

Lessios H.A., Cubit J.D., Robertson D.R., Shulman M.J., Parker M.R., Garrity S.D. and S. C. Levings S.C., 1984. Mass Mortality of *Diadema antillarum* on the Caribbean Coast of Panama. *Coral Reefs* 3:173-182

Linton D.M and George F. Warner G.F., 2003. Biological indicators in the Caribbean coastal zone and their role in integrated coastal management *Ocean & Coastal Management* 46 :261–276

Loya Y., 1972. Community structure and species diversity of hermatypic corals at Eilat, Red Sea *Marine Biology* 13, 100-123.

McClanahan T.R., 1999. Predation and the Control of the Sea Urchin *Echinometra viridis* and Fleshy Algae in the Patch Reefs of Glovers Reef, Belize Ecosystems 2: 511–523

Mc Manus J. W. and Polensberg J. F., 2004. Coral-algal phase shifts on coral reefs: ecological and environmental aspects. Progress in Oceanography, 60: 263-279.

OMMM, 2006a. Contribution aux inventaires Floristiques et faunistiques de Martinique Programme ZNIEFF Mer. Le récif méridional de Martinique Synthèse.

OMMM, 2006b. Evaluation écologique du secteur la perle et le sous marin (Commune du Prêcheur).

B. G. RAWLINS B.G., FERGUSON A.J., CHILTON' P.J., ARTHURTON R.S., G REES J. and BALDOCK J.W., 1998. Review of Agricultural Pollution in the Caribbean with Particular Emphasis on Small Island Developing States. *Marine Pollution Bulletin*, 36 (9), 658-668.

River G.F., Edmunds P.J., 2001. Mechanisms of interaction between macroalgae and scleractinians on a coral reef in Jamaica *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*: 261 159–172.

Sammarco, P. W. 1980. *Diadema* and its relationship to doral spat mortality: grazing, competition, and biological disturbance. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 45, 245–272.

Tanner J.E. 1995. Competition between scleractinian corals and macroalgae: An experimental investigation of coral growth, survival and reproduction. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 190 151-168

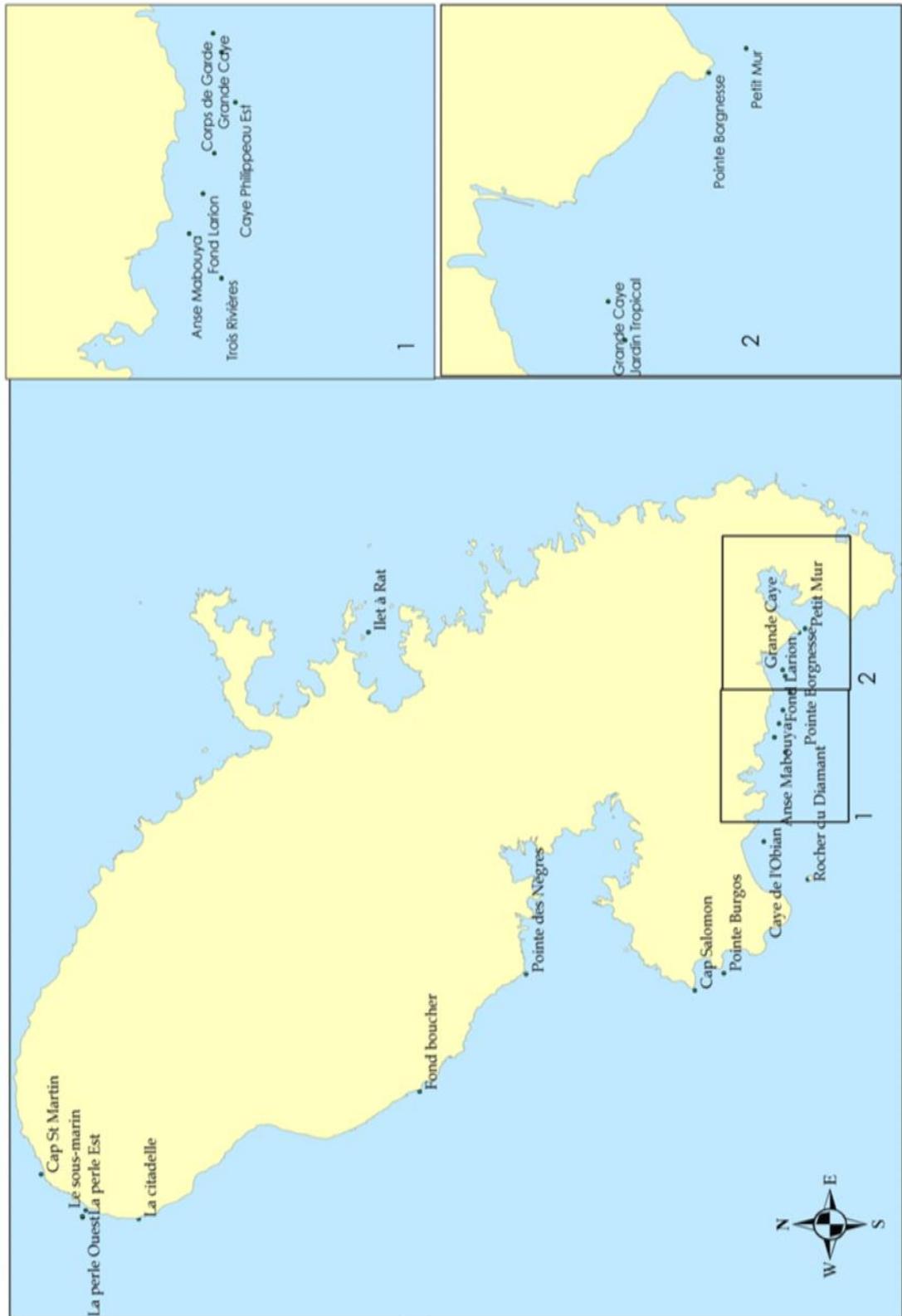
## **7 Annexes**

1 : Carte des sites de plongée

2 : Carte des zones de cantonnement de pêche

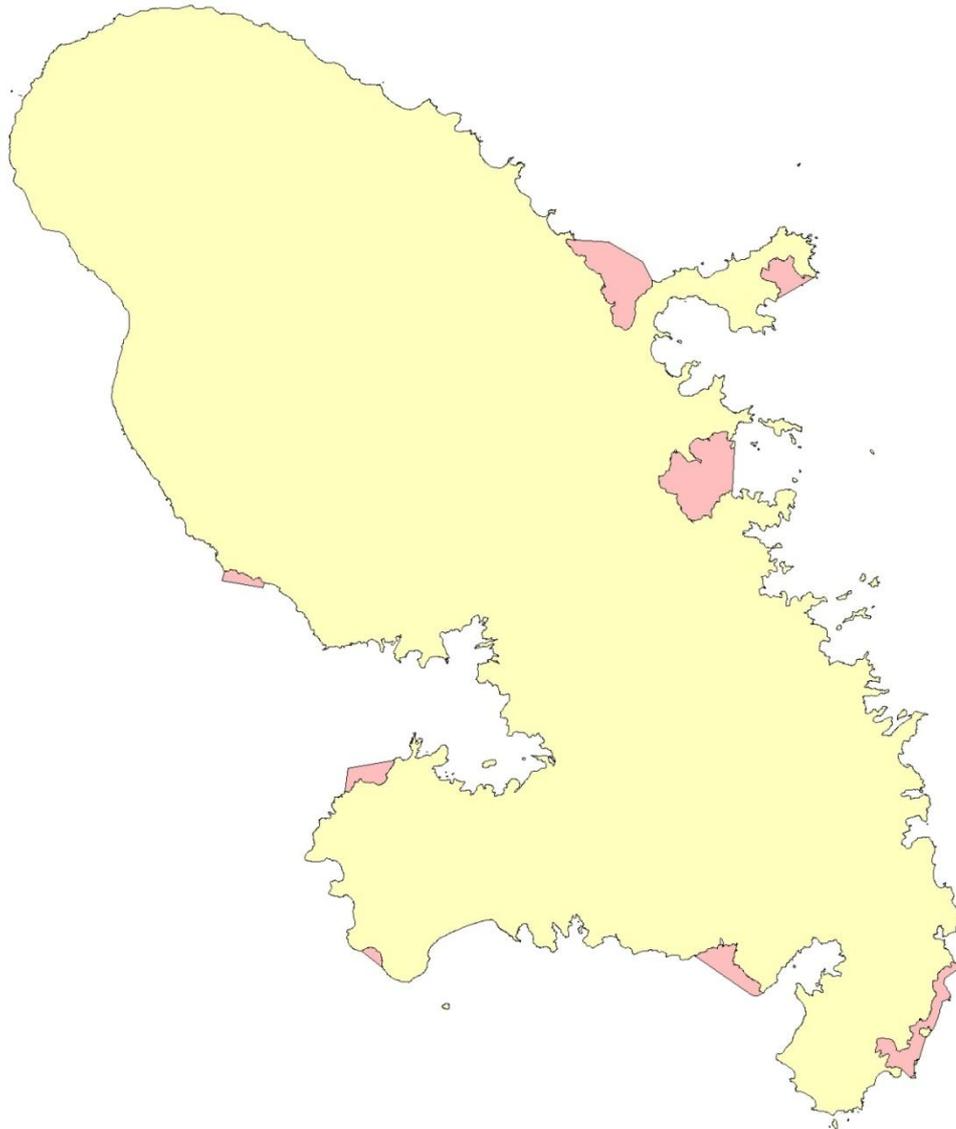
3 : Carte des Stations d'épuration et rivières de Martinique

## Sites de plongée



Annexe 1 : Carte des sites étudiés en zone peu profonde.

## Zones de cantonnement de pêche en Martinique



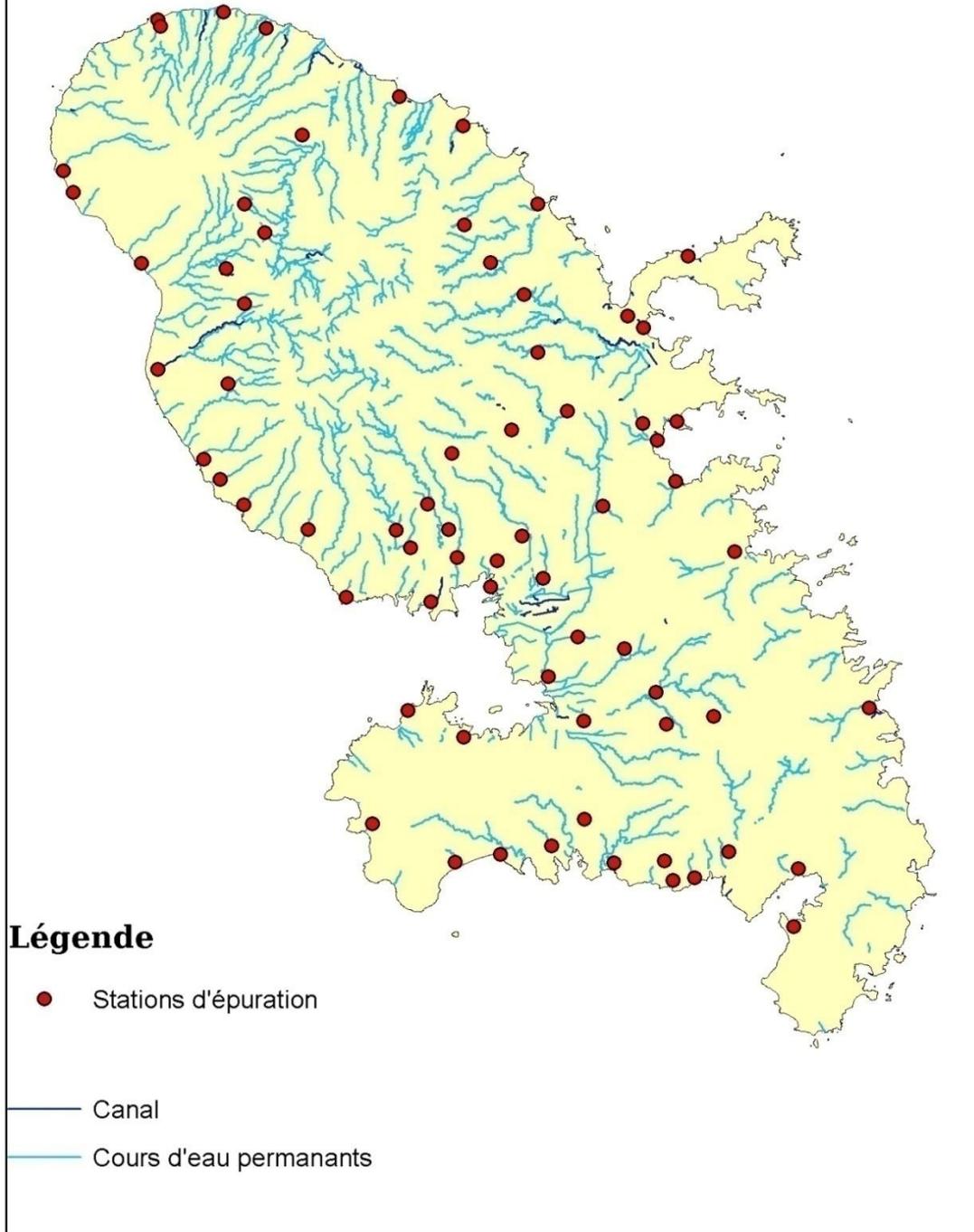
### Légende

 cantonnement de pêche

Annexe 2 : Carte des zones de cantonnement de pêche en Martinique.

An

## Cours d'eau et Stations d'épuration de la Martinique



Annexe 3: Carte des cours d'eau et station d'épuration de Martinique.