

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE DE CAEN  
DEPARTEMENT GENIE BIOLOGIQUE

2<sup>ème</sup> année Option Génie de l'environnement

# **Dynamique de population de l'espèce invasive *Halophila stipulacea* en Martinique**

Direction de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement de Martinique

Responsable de stage : VÉDIE Fabien

Etudiant Stagiaire :

ORTOLÉ Célia

ANNEE SCOLAIRE 2011-2012

## Sommaire

Remerciements :	3
Introduction :	1
I/ <i>Halophila stipulacea</i> .....	4
1) Définition d'un herbier marin et d'une phanérogame marine : .....	4
2) Ecosystème d'un herbier marin : .....	5
3) Présentation de l'espèce <i>Halophila stipulacea</i> :.....	6
4) Dynamique de population internationale :.....	8
II/Protocole : Cartographie de la phanérogame marine <i>Halophila stipulacea</i> : ...	9
1) Repérage des zones de mouillages : .....	9
2) définition du planning des sorties terrain : .....	10
3) matériel utilisé : .....	11
4) Suivi de la vitesse de croissance de <i>Halophila stipulacea</i> : .....	12
III/Résultats : Répartition d' <i>Halophila stipulacea</i> en Martinique : .....	13
1) Répartition générale des espèces de phanérogames marines en 2012:.....	13
2) Evolution de 2008 à 2012 :.....	15
Répartition d' <i>Halophila stipulacea</i> par rapport aux zones de mouillage : .....	18
IV/Discussion : Causes et impacts de l'invasion d' <i>Halophila stipulacea</i> : .....	19
1) Les zones de mouillage :.....	19
2) La mangrove : .....	21
3) Les herbiers marins de <i>Thalassia testudinum</i> .....	22
4) Impacts sur les écosystèmes : .....	23
Conclusion : .....	25
Bibliographie :.....	26
Annexes.....	28

## **Remerciements :**

Je souhaite tout d'abord remercier mon maître de stage, M. Fabien VÉDIE, pour son soutien durant ces dix semaines, ainsi que pour toutes les informations qu'il m'a apporté.

Ensuite, je remercie Céline ESPRIT, pour m'avoir souvent accompagnée lors des sorties terrain, et pour tous ses conseils concernant la marche à suivre durant ce stage. Je souhaite aussi remercier Damien, pour son efficacité lors des sorties terrain.

De plus, je souhaite remercier tous les agents de la DEAL qui se sont déplacés afin de m'aider sur certaines sorties : Charles CESAIRES, François HENAFF, Manuel LAFONTAINE, Denis ETIENNE, Vanessa CORRE.

Je remercie aussi David FLAMANC et Jean-Christophe ROUILLE pour leur aide dans la maîtrise du logiciel Quantum GIS et pour les données qu'ils m'ont fournies.

Pour finir, je remercie tout le personnel du SPEB pour leur accueil chaleureux, et pour toutes les choses que j'ai pu apprendre parmi eux.

Un grand merci à tous.

## **Introduction :**

La DEAL (direction de l'environnement, de l'aménagement et du logement) est un organisme d'état, regroupant de nombreux services ayant pour but la préservation de l'environnement, et le développement économique de la région. Elle est issue de la fusion de: la DIREN, la DRIRE, la DDE, la police de l'eau de la DAF, et le département de l'environnement de la préfecture. Le service dans lequel mon stage se déroule est le Service Paysage, Eau et Biodiversité (SPEB). Il s'agit d'un service de la DEAL ayant pour but de faire respecter la réglementation de l'eau du bassin martiniquais, de surveiller les pollutions qui peuvent survenir et d'y remédier, et de contribuer à la connaissance et à la préservation de la biodiversité et du paysage terrestre et marin martiniquais. Afin de d'effectuer ses missions concernant la protection de la biodiversité, le SPEB travail en coordination avec d'autres organismes n'appartenant pas à la DEAL : le Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel (CSRPN), l'agence des 50 pas géométriques, Office National des Forêts (ONF), la gestion du Domaine Public Martinique (DPM), le service mixte de la Police de l'Environnement (ONCFS/ONEMA), le Grenelle de la Mer, la Direction de la Mer, l'IFRECOR, et l'Observatoire du Milieu Marin Martiniquais (OMMM). Concernant la gestion de la politique de l'eau, aussi effectuée par le SPEB, les actions sont effectuées en coordination avec le Directive Cadre sur l'Eau (DCE) et la Mission Inter-Service de l'Eau (MISE) ([www.martinique.developpement-durable.gouv.fr](http://www.martinique.developpement-durable.gouv.fr)).

Parmi toutes ses missions, le SPEB doit définir des plans d'actions face aux espèces invasives. Dans ce contexte, la phanérogame marine *Halophila stipulacea* a été observée pour la première fois en Martinique en 2006, et identifiée en 2010. Suite à cette identification, une étude a été lancée pour étudier cette plante supérieure marine, qui, semblait-il, investissait la Martinique en tant qu'espèce introduite. Suite cette étude, et grâce à de nombreux rapports scientifiques venant d'autres pays et d'autres îles de la Caraïbe, il a été remarqué qu'*Halophila stipulacea* était une espèce invasive. En se basant sur les termes de l'IUCN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature), une espèce exotique envahissante est une « espèce introduite par l'homme (intentionnellement ou involontairement, dont l'implantation (naturalisation) et la

propagation menacent les écosystèmes, les habitats ou les espèces indigènes avec des conséquences écologiques et/ou économiques et/ou sanitaires négatives ».

*Halophila stipulacea* est une plante supérieure originaire de la mer Rouge et de l’Océan Indien. Après la formation du canal de Suez, elle a été introduite en mer méditerranée par les bateaux de plaisance et de commerce traversant le canal. Ce végétal a la particularité de se développer par bouture dans les fonds marins, en rhizomes. Elle a d’abord été observées au sud de la méditerranée, autour de la Sicile et sur les côtes italiennes. Des rapports montrent une forte capacité d’adaptations de la phanérogame marine : elle s’est tout d’abord adaptée à la forte salinité de la méditerranée, bien plus importante que celle présente en mer Rouge ou dans l’océan Indien, et elle a d’abord été observée dans des eaux peu profondes, allant jusqu’à 15m de profondeur en Méditerranée. Néanmoins, peu à peu, la phanérogame marine a été observée à des profondeurs plus importantes, avec une salinité encore plus forte. D’après Willette et Ambrose (2009), *Halophila stipulacea* se trouve désormais jusqu’à 50 m de profondeur, pour la mer Méditerranée. Elle était déjà présente à des profondeurs aussi importantes dans son milieu d’origine en mer Rouge et dans l’océan Indien.

*Halophila stipulacea* a été observée et identifiée pour la première fois dans les Petites Antilles à Grenade, en 2002. Elle s’est ensuite orientée vers le nord, et a colonisé la Dominique et Antigua. Or, il est important de savoir que l’île de la Dominique se trouve au nord de la Martinique. Aujourd’hui, la phanérogame marine a totalement investie les fonds de l’île de la Dominique. Suite à ces résultats, des observations ont été effectuées en 2010, sur le nord caraïbe de la Martinique, et les résultats ont été que la phanérogame marine avait totalement remplacé les espèces des herbiers marins présents dans cette zone. Il en a donc été déduit qu’*Halophila stipulacea* avait bien atteint les côtes martiniquaises, et qu’elle y était devenu une espèce invasive. Aujourd’hui, il est soupçonné que la phanérogame marine a envahi tous les herbiers marins présents en Martinique, et que la propagation de cette phanérogame marine est due aux ancrages des bateaux qui mouillent dans toutes les zones abritées des côtes martiniquaises, que ce soit dans l’activité de plaisance ou pour les activités professionnelles.

C’est dans ce cadre qu’un sujet de stage m’a été confié pour les dix semaines que j’ai passé au sein de la DEAL. Le but de ce stage est de cartographier la phanérogame marine *Halophila stipulacea*, d’avoir une idée précise sur son étendue.

Cette cartographie sera mise en corrélation avec la présence ou non de zones de mouillage, officielles ou non, qui ont été déterminées grâce aux ortho photographies effectuées en 2004 et en 2010 sur la Martinique. Le but est donc de savoir si les mouillages non règlementés des bateaux sont la cause de la propagation d'*Halophila stipulacea*, et de connaître son étendue en Martinique, afin de suivre par la suite son évolution.

Il sera donc étudié dans un premier temps les herbiers marins en général, leur rôle dans les écosystèmes martiniquais, ainsi que la particularité d'une phanérogame marine. Dans un second temps, le matériel et la méthode utilisée pour la cartographie seront présentés, puis il sera présenté la cartographie d'*Halophila stipulacea* terminée, et enfin, une discussion quand à l'impact des zones de mouillage et quand à l'influence d'*Halophila stipulacea* sur les écosystèmes sera effectuée.

## **I/*Halophila stipulacea***

### **1) Définition d'un herbier marin et d'une phanérogame marine :**

Un herbier marin est un écosystème ayant pour base les phanérogames marines. Il fait partie des trois écosystèmes aquatiques les plus importants des régions tropicales, avec la mangrove et les récifs coralliens. Ces trois écosystèmes sont en étroite connexion les uns avec les autres, mais sont indépendants les uns des autres (SERMAGE, 2009). Les herbier marins forment généralement des prairies sous-marines, et peuvent être composés d'une ou plusieurs espèces de phanérogames. Ils s'étendent de quelques mètres carrés à plusieurs hectares, et se développent sur des substrats meubles comme le sable, la vase, ou encore les sables avec des débris de coquillages (SERMAGE, 2009).

Il existe en Martinique sept espèces de phanérogames marines, dont une est invasive (Hily C & Al, 2010). Les principales espèces d'herbes observées dans les eaux Martiniquaises sont *Thalassia testudinum* et *Syringodium filiforme*. Les phanérogames marines sont des plantes à fleurs terrestres, qui au fil de l'évolution se sont peu à peu adaptées à la vie aquatique, puis marine (Den Hartog, 1970). Elles ont la particularité d'avoir une reproduction sexuée, avec des fleurs mâles et des fleurs femelles. Leur développement peut aussi s'effectuer par bouturage. Les phanérogames marines ne possèdent pas de tige ; elles sont maintenues en position verticale par flottabilité dans l'eau, et se disposent en rhizome sur les sols sous-marins. Les feuilles des phanérogames marines sont généralement grandes, alors que les fleurs sont plus petites, et difficiles à repérer. Les phanérogames marines se développent généralement à des profondeurs comprises entre 0 et 20 m de profondeur. La profondeur à laquelle les phanérogames se développent dépend de la clarté de l'eau, et donc de la lumière disponible, car les phanérogames marines ont un grand besoin de lumière afin d'effectuer la photosynthèse, qui se déroule dans les chloroplastes des cellules de leurs feuilles. Ce sont des plantes ayant la particularité d'être un bon indicateur de pollution. Elles sont en effet très sensibles à la forte turbidité de l'eau, qui diminue l'énergie lumineuse, mais aussi à la pression anthropique, comme la pêche, ou encore les ancrages des bateaux de plaisance (SERMAGE, 2009). Les phanérogames marines se nourrissent

généralement par leur racine, mais les nutriments peuvent aussi venir de la colonne d'eau, et sont alors absorbés par le système foliaire.

En Martinique, les sept espèces de phanérogames marines sont divisées en deux familles : les Hydrocharitacea et les Potamogétonacea. La première regroupe les phanérogame du genre *Thalassia* et du genre *Halophila*, alors que la deuxième regroupe les genres *Syringodium* et *Halodule* (Laborel-Deguen & Laborel, 2000).

## **2) Ecosystème d'un herbier marin :**

Un herbier marin représente à lui seul tout un écosystème, et se présente sous forme de patchs allant de quelques mètres carrés à plusieurs hectares. Il remplit plusieurs fonctions dans le développement des espèces marines qui en dépendent. D'abord, l'herbier marin est un habitat dans lequel on ne peut retrouver que certaines espèces tel que l'oursin blanc. Ensuite, c'est une zone de nidification pour un grand nombre de mollusques et de poissons. C'est aussi dans ces zones que certaines espèces soumises à des restrictions de pêche sont principalement retrouvées, comme le lambi ou l'hippocampe (photo 1 et 2).



© VEDIE Fabien



© VEDIE Fabien

Photo 1 : Lambi dans un herbier marin

d'*Halophila stipulacea*  
*stipulacea*

Photo 2 : Hippocampe dans

un herbier marin d'*Halophila*

Les herbiers marins sont une source de nutriments importante pour certaines espèces qui y vivent. Les tortues marines, espèces menacées, en dépendent, car il s'agit de leur principale source de nutriment. Pour certains, des étoiles de mer sont aussi assez

souvent retrouvées dans ces types d'environnement, car elles y trouvent plus facilement leur nourriture.

Il s'agit de plus d'une zone de protection pour les animaux en cas de tempête, car les phanérogames marines ont la particularité de dissiper la force des vagues (Livingston, 1982 ; Baelde 1990 ; Hily, 2003 ; Duffy, 2006). Ensuite, bien qu'ils puissent être endommagés lors de forts courants, ils sont aussi capables de se régénérer assez rapidement. Le fait qu'ils soient ancrés au sol par des rhizomes leur permet aussi de résister plus facilement à l'arrachement, de stabiliser les fonds sédimentaires et de puiser leurs nutriments dans le sol. Si ces nutriments ne sont pas puisés dans le sol, ils sont filtrés directement dans la colonne d'eau.

Les herbiers marins sont généralement des zones calmes dans lesquelles il est retrouvé une grande biodiversité. L'accumulation des phanérogames mortes sur les fonds provoque un ramollissement des sédiments de surface.

### **3) Présentation de l'espèce *Halophila stipulacea* :**

*Halophila stipulacea* est une phanérogame marine de la famille des Hydrocharitaceae.

Cette phanérogame marine a la particularité de s'adapter à de fortes comme à de faibles salinités. En méditerranée, il a été observé qu'elle se développait jusqu'à 50m de profondeur (Maria Cristina Gambi & Al, 2008) en raison de la clarté de l'eau, qui, ainsi, laisse passer une grande quantité de lumière. Ce phénomène est à retenir, car, bien que l'angiosperme se retrouve à 50m de profondeur dans ses eaux d'origine, en Méditerranée, elle a su passer la thermocline et la différence de salinité (Maria Cristina Gambi & Al, 2008). Cela est principalement du à la faible turbidité.

Elle se développe, comme toutes les phanérogames marines, par reproduction sexuée ou par bouturage. Cette herbe possède des feuilles vertes foncées longues, ovales, légèrement incurvées, sur lesquelles il est possible de distinguer les nervures de façon très nette (photo 3). Elle est très proche d'une autre espèce du même genre, *Halophila decipiens*. Néanmoins, cette dernière possède des feuilles plus petites, moins allongées. Les feuilles d'*Halophila stipulacea* peuvent atteindre une longueur de 7cm, alors que celles d'*Halophila decipiens* ne dépassent pas 3cm.



Photo 3 : Herbier marin d'*Halophila stipulacea*

*Halophila stipulacea* se développe en général sur des substrats meubles comme le sable et la vase, et forme des rhizomes dans le sol, donnant ainsi à un herbier marin d'*Halophila stipulacea* une allure de gazon. Un pied peut posséder cinq à sept feuilles, et les fleurs se trouvent à la base de celles-ci. Lorsque ces herbes sont implantées dans un environnement propice, elles peuvent former des herbiers marins purs de plusieurs dizaines de mètres carrés.

Les herbiers marins d'*Halophila* ont aussi la particularité de voir s'installer des cyanobactéries, en patch, sur l'herbier marin (photo 4). Ces patchs sont beaucoup plus fréquents sur les herbiers marins d'*Halophila stipulacea* que sur ceux d'autres phanérogames marines. Ce phénomène n'a été observé qu'en Martinique.



© VEDIE Fabien

Photo 4 : cyanophycées sur un herbier marin d'*Halophila stipulacea*

#### **4) Dynamique de population internationale :**

*Halophila stipulacea* est une phanérogame originaire de la mer rouge au nord, de la côte Est du continent africain, de l'inde et de Madagascar. Suite à l'ouverture du canal de Suez, elle a investit la mer Méditerranée dans les années 70 jusqu'aux côtes italiennes et maltaises. C'est en 2002 que la première identification d'*Halophila* a été faite dans les Petites Antilles, sur l'île de Grenade. En 2007, elle a été observée en Dominique, et, elle a fini par être totalement identifiée en Martinique en 2010.

*Halophila stipulacea* a la particularité d'être une espèce très résistante et qui s'adapte facilement à son milieu. Ainsi, dans la mer méditerranée, près de la Sicile, elle a été observée jusqu'à 50m de profondeur en raison de la clarté de l'eau. Cette espèce a ainsi passé la délimitation saline qui existe entre les eaux de surface et les eaux profondes.

Le fait que cette espèce ait une reproduction sexuée ou par bouturage est aussi un facteur à prendre en compte dans son expansion. Elle a pu ainsi être disséminée de la mer rouge à la mer Méditerranée par les ancrages des bateaux, puis, dans les petites Antilles, non seulement par les ancrages de bateau mais aussi par les eaux de ballast et après avoir été arrachée par la houle.

## **II/Protocole : Cartographie de la phanérogame marine *Halophila stipulacea* :**

### **1) Repérage des zones de mouillages :**

D'après les études effectuées durant la dernière décennie sur *Halophila stipulacea*, il semblerait que sa propagation soit favorisée par les ancrages des bateaux, qui arrachent puis disséminent les boutures. Or, en Martinique, il existe environ une centaine de zones de mouillage. Les mouillages en Martinique sont peu encadrés, ce qui permet une grande liberté concernant le mouillage forain, à condition que l'endroit soit protégé de la houle et du vent, et qu'il y ait assez de fond. Ainsi, les nombreuses baies de Martinique sont souvent utilisées pour le mouillage, comme la baie du Trésor sur la presqu'île de la Caravelle, ou encore la baie de l'Anse à l'Ane aux Trois Ilets.

Afin de préparer les zones qui devaient être étudiées en mer, il a d'abord fallu repérer toutes les zones de mouillage présentes en Martinique. Une zone de mouillage était définie comme telle lorsque plus de deux bateaux étaient présents au mouillage, et non amarrées à un quai. Ce repérage a été fait avec l'aide d'un logiciel de cartographie, nommé Quantum Gis. Les dalles d'ortho photographies de tout le littoral de la Martinique ont été chargées dans ce logiciel, pour les années 2010 et 2004.

Les ortho photographies de 2010 ont permis de repérer les zones de mouillage récentes, ainsi que, de temps en temps, par transparence, des tâches d'herbiers marins. Néanmoins, celles-ci n'étaient pas toujours fiables, car elles pouvaient être confondues avec des algues. Les ortho photographies de 2004 ont été utilisées par la suite afin de comparer l'évolution des zones de mouillage au fil des ans.

Ainsi, 99 zones de mouillage ont été répertoriées. (Annexe 1). Suite à ce repérage, il a été mis en place un planning des sorties de terrain.

Une fois les sorties effectuées et la cartographie terminée, il a été effectué une requête spatiale sur Quantum gis, afin de connaître la fréquence d'occupation de *Halophila stipulacea* sur les zones de mouillage et sur les zones d'herbiers marins.

## **2) définition du planning des sorties terrain :**

Avant de définir le nombre de jour nécessaires pour effectuer le tour de la Martinique, il a été fait sur Quantum Gis des points GPS théoriques, ciblés sur les zones de mouillages, ainsi que sur les zones d'herbier marins répertoriées lors d'une autre étude sur les biocénoses de la Martinique, menée en 2009. Ces deux couches ont donc été affichées sur la carte de Quantum Gis, et les points ont pu être faits (Annexe 2). Au début, il avait été prévu d'effectuer huit sorties, avec un quota de 120 points GPS à effectuer par sortie. La zone nord-caraïbe avait été écartée en raison du manque de temps et de moyen (Annexe 3). Néanmoins, en raison de la mauvaise météo et de quelques problèmes logistiques, il a été rajouté onze jours aux huit déjà prévus : les boîtes prédéfinies ont été divisées par deux, avec un quota de 80 points par sorties.

De plus, il a été remarqué que certaines « boîtes » possédaient des zones de mouillages assez importantes, qui nécessitaient d'y passer plus de temps. Qui plus est, la zone Atlantique, bien que n'ayant que des zones de mouillage assez petites, possédait un grand nombre de récifs, qui obligeaient le bateau à effectuer de nombreux détours qui étaient une grosse perte de temps. Ensuite, la météo entraînait aussi en compte quant au bon déroulement de la sortie. En effet, la Martinique est sujette à des problèmes d'évacuation, rendant l'eau trouble et peu propice à l'observation. En cas de forte pluviométrie, engendrant avec l'érosion des sols, les fonds étaient fortement remués et donc troubles, empêchant toute observation. Il a fallut ajouter à tous ces facteurs le facteur hydrodynamique pour la côte Atlantique. En effet, en raison de la présence des nombreux récifs énoncés précédemment, de hautes vagues, allant jusqu'à quatre mètres de creux par mauvais temps, entraînant une navigation impossible, et contribuaient aussi à la mise en suspension des particules sédimentaires. Ainsi, 19 sorties bateaux ont été définies, du 20 avril au 1<sup>er</sup> Juin 2012 (Annexe 4), dont une a été faite en canoë Kayak, car la zone était impossible à atteindre en bateau. Il s'agissait de la zone Atlantique sud de la Martinique, entre le Vauclin et Sainte-Anne.

### **3) matériel utilisé :**

Afin de cartographier les herbiers marins répertoriés, chaque point d'observation a été localisé par GPS. Pour chaque point, en plus des coordonnées GPS, il était noté le code de l'espèce observée, la date, l'heure, la biodiversité du milieu, afin de savoir s'il était en présence de macro algues, avec la composition (pure ou mixte) pour les herbiers marins. Le pourcentage de recouvrement était aussi noté, afin de savoir, lors de prochaines observations, si l'herbier marin se détériore, ou s'il s'agrandit, ainsi que le taux d'envasement. Ces observations étaient notées sur papier puis reportée sur tableau, avec les coordonnées extraites du GPS (annexe 5). Les coordonnées ont été mises dans le référentiel WGS 84/UTM 20N. A la fin de chaque journée, les points effectués, ainsi que leurs observations étaient entrées sur Quantum Gis.

Les observations ont été faites, lorsque l'eau était assez claire et peu profonde, au seuil de Calfat (photo 5). Ce dispositif permettait d'observer les fonds de façon précise, grâce au fond de verre qu'il possédait. Lorsque la profondeur était trop grande et que la clarté de l'eau diminuait, il était utilisé une caméra submersible, reliée à un écran par un câble. Chaque vidéo était enregistrée, afin de créer une base de données pour les prochaines études, et le numéro de la vidéo était ajouté dans le tableau des observations (annexe 5).



© ESPRIT Céline

**Photo 5 : Observations au seuil de Calfat**

#### **4) Suivi de la vitesse de croissance de *Halophila stipulacea* :**

Afin de connaître la vitesse de croissance de la phanérogame marine *Halophila stipulacea*, un protocole a été mis en place. Il s'agissait d'étudier un herbier marin en plongée sous-marine, assez étendu, et de suivre trois quadras de 50cm sur 50cm rendu vierge (arrachage de toute forme de végétaux). Afin de mener à bien cette manipulation, il a été utilisé douze piquets en fer de soixante centimètres, de la ficelle, et un décamètre. Les piquets ont été enfouis à 50cm de profondeur environ, et les herbes ont été arrachées. Des photos des trois quadras ont ensuite été prises afin de suivre la vitesse de croissance (photo 6). Le but était de revenir toutes les deux semaines afin de photographier à nouveau les quadras et ainsi de mesurer la vitesse de croissance des herbes. Néanmoins, cette expérience n'a pas pu être menée à terme, car la houle, assez importante avait arraché les piquets et de grandes plaques de phanérogames marines. Ainsi, bien que les quadras fussent encore repérables, les frontières de chacun d'entre eux ne l'étaient plus. La mesure de croissance ne pouvait donc pas se faire. Par manque de temps, l'expérience n'a pas pu être réitérée.



© VEDIE Fabien

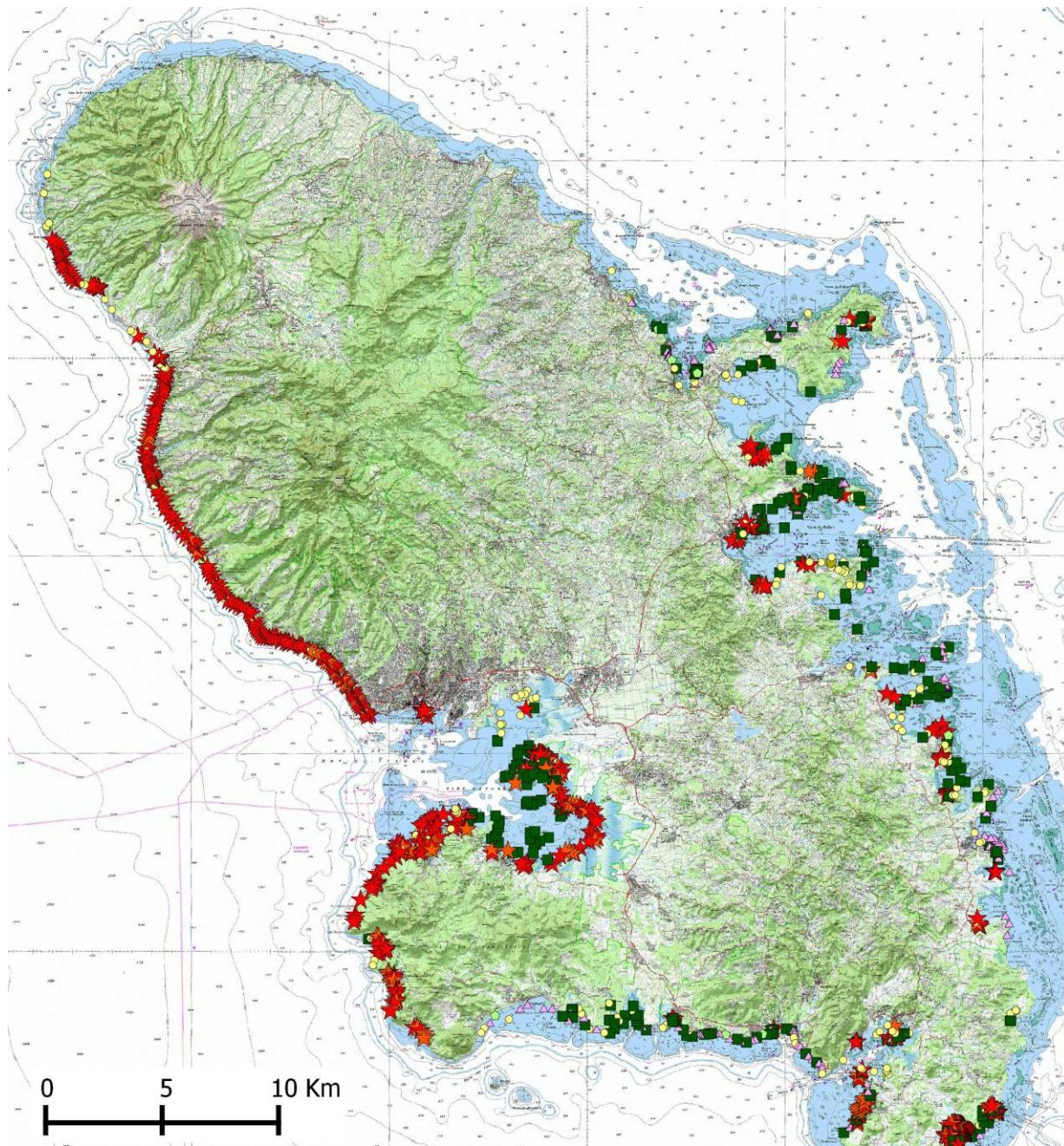
Photo 6 : quadra dans un herbier marin d'*Halophila stipulacea*

### **III/Résultats : Répartition d'*Halophila***

#### ***stipulacea* en Martinique :**

##### **1) Répartition générale des espèces de phanérogames marines en 2012:**

Les sorties terrain effectuées durant ce stage ont permis d'avoir des données précises quand à la répartition des phanérogames marines en Martinique. La carte suivante a ainsi été créée avec le logiciel Quantum Gis.



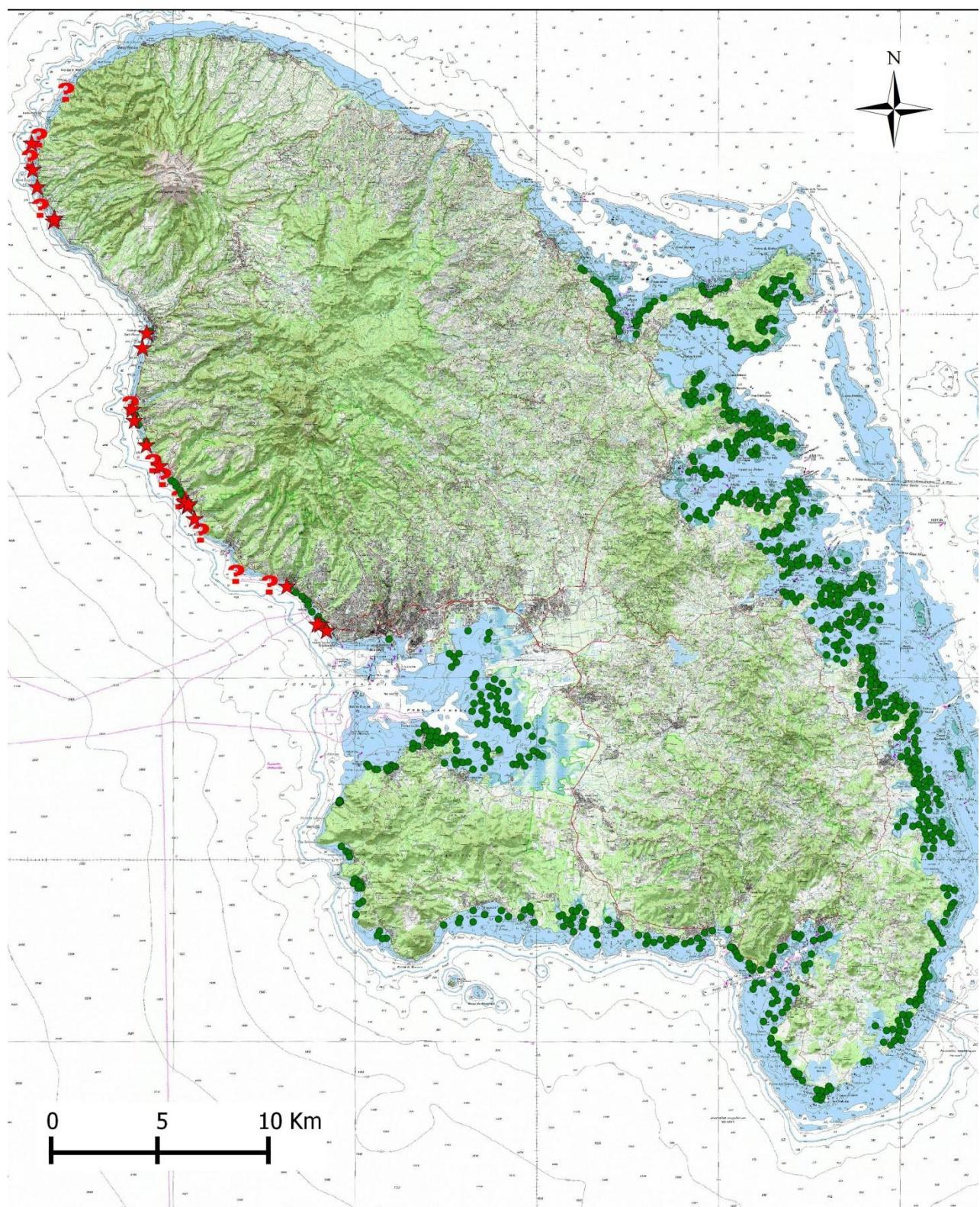
*Cartographie des herbiers marins de Martinique (mai 2012)*

Recensement\_herbiers\_2012

- ◆ Halodule
- △ Syringodium filiforme-Halodule
- ▲ Thalassia testudinum-Halodule
- Halophila decipiens
- ★ Halophila stipulacea
- Syringodium filiforme
- ★ Syringodium filiforme-Halophila stipulacea
- ★ Syringodium filiforme-Halophila stipulacea-Thalassia testudinum
- ▲ Syringodium filiforme-Thalassia testudinum
- ▲ Syringodium filiforme-Thalassia testudinum-Halodule
- Thalassia testudinum
- ★ Thalassia testudinum-Halophila stipulacea
- Pas d'Herbiers

## **2) Evolution de 2008 à 2012 :**

Afin de se rendre compte que l'expansion d'*Halophila stipulacea* au cours des années, il a été utilisé les données sur les herbiers marins de Martinique datant de 2008. Ces données ont d'abord été traitées, puis ajoutées au logiciel de Quantum Gis, afin d'obtenir la carte des herbiers marins. Celle-ci a été comparée à la carte établie en 2012 :



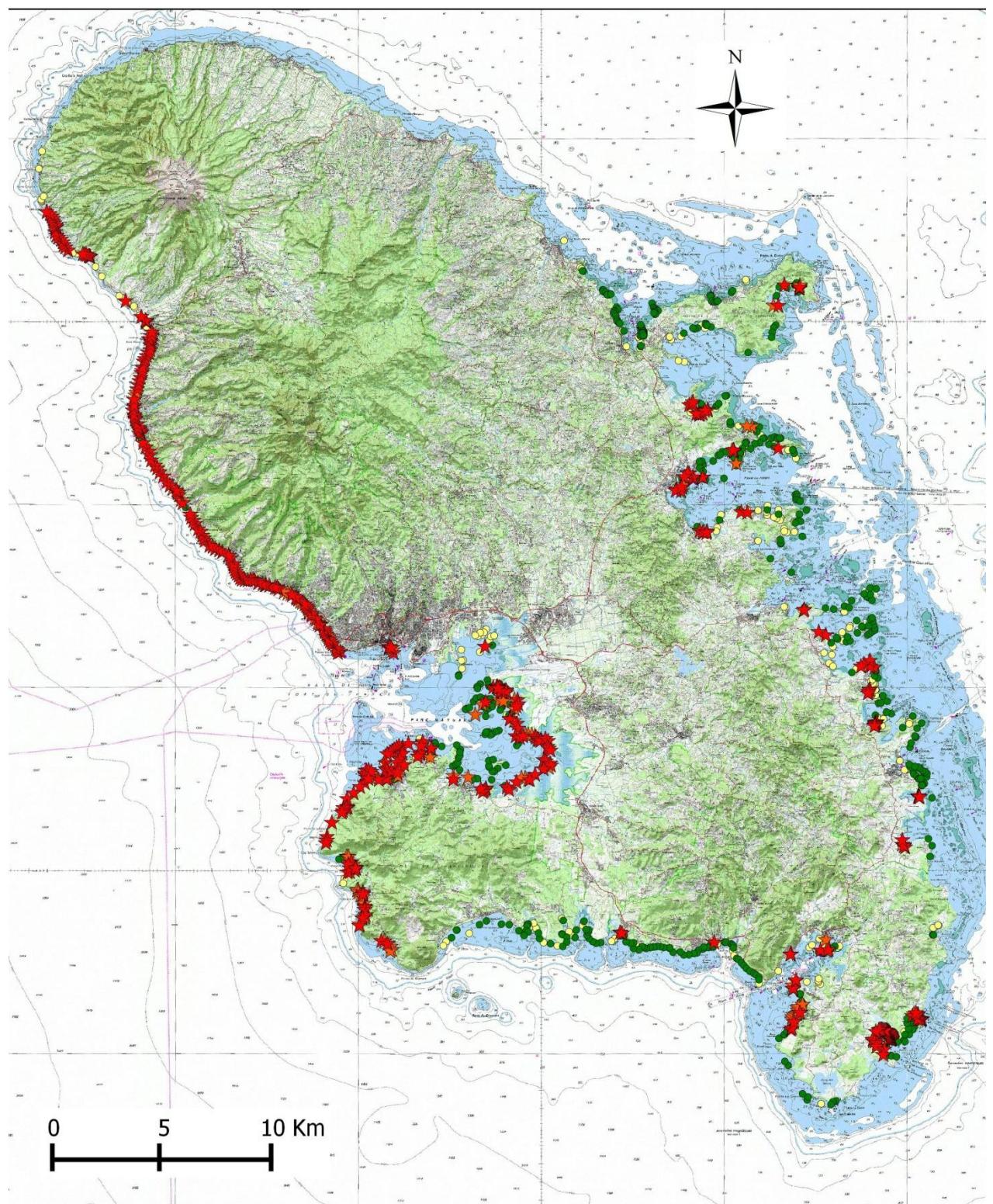
*Répartition de la phanérogame *Halophila stipulacea* en Martinique en 2008*

Recensement\_Halophila\_stipulacea\_2006-2008

★ Halophila stipulacea

? présence probable d'*Halophila stipulacea*

● Phanérogames autochtones



*Répartition de la phanérogame *Halophila stipulacea* en Martinique (mai 2012)*

Recensement\_halophila\_stipulacea\_2012

- ★ Halophila stipulacea mixte
- ★ Halophila stipulacea pur
- pas d'herbier
- phanérogames autochtones

## **Répartition d'*Halophila stipulacea* par rapport aux zones de mouillage :**

Les cartes de 2008 et de 2012 montrent bien une évolution importante d'*Halophila stipulacea*, et ce en à peine quatre années. Aujourd’hui, toute la côte caraïbe a été investie, et la côte Atlantique commence à être envahie à son tour. Lorsque la carte des zones de mouillage (Annexe 1) et celle de la répartition d'*Halophila stipulacea* en 2012 sont mises l'une à côté de l'autre, il apparaît que la présence d'*Halophila stipulacea* est étroitement liée à la présence de zones de mouillage. Suite à la requête spatiale effectuée sur Quantum Gis, il a été révélé que, sur 99 zones de mouillages, 36 étaient envahie par *Halophila stipulacea*. Ainsi, 36,3% des zones de mouillage sont concernées par la présence de la phanérogame marine invasive. En revanche, pour les herbiers marins, il a été relevé que 15,3% des herbiers marins comprenaient de l'*Halophila stipulacea*. Il est aussi remarquable que si la comparaison est faite entre la carte de 2010 (Annexe 6) et celle de 2008, l'évolution d'*Halophila stipulacea* était déjà assez importante.

## **IV/Discussion : Causes et impacts de l'invasion d'*Halophila stipulacea* :**

### **1) Les zones de mouillage :**

La phanérogame marine *Halophila stipulacea* a été souvent retrouvée, lors de cette cartographie, dans les zones abritée de la houle et du vent. Ces zones sont aussi propices aux mouillages des bateaux de plaisance, qu'ils soient touristiques ou qu'ils appartiennent à des particuliers. Néanmoins, en Martinique, la présence de corps morts sur les zones de mouillage n'est pas systématique, ce qui entraîne l'utilisation excessive des ancrages par les possesseurs des bateaux. Ainsi, le mouillage sur les herbiers marins est très fréquent, entraînant une forte dégradation de ces derniers. En effet, lorsque l'on se trouvait à proximité d'un herbier, il était possible de voir des feuilles de phanérogames flotter à la surface (photo 7). En général, il s'agit de boutures de phanérogames, qui, pour *Halophila stipulacea*, vont permettre la dissémination par les courants marins.



Photo 7 : Feuille d'*Halophila stipulacea* flottant à la surface

L'hypothèse de ce sujet de stage était que la dissémination d'*Halophila stipulacea* ait été favorisée par ces ancrages. Et, après avoir effectué la cartographie de toutes les zones de mouillage en Martinique, et de toutes les zones où se trouve *Halophila stipulacea*, il en est déduit que cette hypothèse peut être validée. En effet, *Halophila stipulacea* est généralement retrouvée au niveau des ancrages des bateaux, en particulier lorsque c'est une place habituelle.

En effet, certains bateaux de compagnie touristique ont été retrouvés dans des baies abritées et tapissées d'*Halophila stipulacea*. Il s'agissait des zones où les bateaux étaient laissés lorsqu'ils n'étaient pas en service. Afin de savoir si leurs trajets avaient un quelconque lien avec la dissémination, il a été étudié leur trajet touristique. Sur trois sites visités par les compagnies touristiques, un seul était envahi par *Halophila stipulacea*. Il s'agissait de la baie du trésor. Néanmoins, seules les destinations touristiques ont été étudiées dans ce cas présent. Or, la zone de mouillage de tous les bateaux des compagnies touristiques n'est pas connue. Par conséquent, il est toujours possible que ces bateaux soient un des vecteurs de propagation de la phanérogame marine. Il n'est donc pas possible d'affirmer ou d'infirmer l'hypothèse poser en début d'étude avec ces données seules. Mais, ces données croisées avec la requête spatiale effectuée plus tôt permettent de nous orienter vers une validation de cette hypothèse.

Il est remarquable, en comparant la carte des zones de mouillage et la carte de la répartition de l'espèce, que la phanérogame marine se trouve bel et bien principalement au niveau des zones de mouillage. La requête spatiale le montre bien, avec 36,3% de recouvrement des zones de mouillage pour *Halophila stipulacea*, contre 15,3% de recouvrement de tous les herbiers marins. Les zones de mouillage sont donc beaucoup plus concernées par la présence d'*Halophila stipulacea* que les herbiers marins eux-mêmes. Il existe néanmoins quelques exceptions, où *Halophila stipulacea* n'est pas présente. Il s'agit en général de zones de mouillage assez turbides. En effet, la zone de mouillage au nord de la baie de Fort de France ne possédait pas de présence d'*Halophila stipulacea*, bien que la mangrove ait été très proche. De plus, la Marina du Marin est presque dépourvue d'*Halophila stipulacea*, bien que ce soit la plus grande zone de mouillage de Martinique. Ceci est non seulement du à la turbidité de l'eau, mais aussi au fait que les fonds marins sont régulièrement remués, empêchant l'apparition d'herbiers marins.

## **2) La mangrove :**

Lors de la cartographie d'*Halophila stipulacea*, il a été remarqué que cette phanérogame marine était souvent présente à proximité des mangroves. En effet, au pied des palétuviers, un tapis d'*Halophila stipulacea* était systématiquement présent, et généralement envasé. Dans ces cas là, les herbes avaient leurs rhizomes enfouis à environ trois centimètres en dessous de la surface vaseuse.

L'exemple le plus flagrant était la baie de Fort-de-France. En effet, tout le fond de cette baie est entouré de mangrove. En 2008, aucun herbier marin n'a été répertorié à proximité des palétuviers, et les seuls herbier marins présents se trouvaient au milieu de la baie, sur des hauts fonds de sable. Néanmoins, aujourd'hui, tout le fond de baie est recouvert d'*Halophila stipulacea*, et il n'y a plus une seule trace de vase découverte. Cet environnement est particulièrement propice à la phanérogame marine, en raison de la clarté de l'eau, épurée par les palétuviers, tout comme sur la côte Caraïbe où l'eau est particulièrement claire, permettant un bon développement de la phanérogame marine.

Le même phénomène a été observé au fond de la baie du Robert, du côté Atlantique, au bord de la mangrove. Néanmoins, il a aussi été remarqué que la phanérogame marine ne s'aventure pas à l'intérieur de l'écosystème, au milieu des palétuviers. Ceci est dû au fait que la luminosité y est moins présente, à cause des arbres. Or, *Halophila stipulacea* a besoin malgré tout de lumière pour se développer.

De la même façon, la phanérogame marine n'a pas été retrouvée dans les eaux trop troubles et vaseuses. Ceci montre bien que même si il faut un environnement calme pour se développer, la lumière est un facteur tout aussi important, voir plus.

Au niveau de la baie du Robert, en revanche, des herbiers marins de *Thalassia testudinum* étaient déjà présent à l'orée de la Mangrove, comme l'est aujourd'hui *Halophila stipulacea* dans la baie de Fort-de-France. Néanmoins, en mai 2012, Il a été remarqué qu'*Halophila stipulacea* a remplacé la plus grande partie des herbiers marins de *Thalassia testudinum* qui étaient présents dans le fond de la baie du robert. Les herbiers marins d'*Halophila stipulacea* forment désormais un herbier marin dense et pur.

La présence d'*Halophila stipulacea* aux abords de la mangrove a aussi permis de prouver que cette phanérogame marine se développe plus facilement sur les substrats

mou et meubles, ainsi que sur le sable, ce qui permettra par la suite de suivre son évolution plus aisément. En effet, déjà lors des sorties terrain effectuées, il l'échantillonnage était plus rapide une fois que les sites propice au développement d'*Halophila stipulacea* avaient été remarqués. Cette particularité a aussi permis de se rendre compte de la capacité d'adaptation de la phanérogame marine invasive, car, aux abords des mangroves, nous sommes en présence d'une eau saumâtre. Cette particularité en fait une espèce invasive très dangereuse, car il lui est possible de coloniser tous les milieux.

### **3) Les herbiers marins de *Thalassia testudinum***

Lors de la cartographie effectuée de 2008, il a été remarqué que l'essentiel des herbiers marins de Martinique étaient constitués de *Thalassia testudinum*. Néanmoins, aujourd'hui, une partie de ces herbiers marins a été remplacée par *Halophila stipulacea*. Ce remplacement a pu s'exécuter en premier lieu grâce à la forte capacité d'adaptation de cette phanérogane marine. De plus, une autre étude menée par Claire SERMAGE en 2009 montre que les ancrages de bateaux abîment souvent les herbiers marins. Ainsi, la dégradation des herbiers marins de *Thalassia testudinum*, avec la dissémination d'*Halophila stipulacea* grâce aux ancrages de bateaux a permis l'invasion assez rapide de cette espèce. En effet, d'après les rapports de SERMAGE et de Willette et Ambrose, *Thalassia testudinum* possède une vitesse de croissance allant jusqu'à  $4 \text{ mm.jour}^{-1}$ , alors qu'*Halophila stipulacea* possède une vitesse de croissance moyenne de  $1 \text{ cm.jour}^{-1}$ . Néanmoins, cette vitesse de croissance dépend aussi de l'environnement dans lequel se trouve la phanérogane marine. En effet, dans certains environnements qui lui étaient propices, *Thalassia testudinum* est allée jusqu'à une croissance de  $0,8 \text{ cm.jour}^{-1}$ .

Néanmoins, lorsque la baie de Fort-de-France est observée plus attentivement, il est remarquable que les herbiers marins de *Thalassia testudinum* présents sur les hauts fonds de débris coralliens n'ont pas été envahis, ou très peu. Malgré cela, en raison de leur vitesse de croissance très différente, il n'est pas possible pour la phanérogane marine *Thalassia testudinum* de gagner en vitesse sur *Halophila stipulacea*. Cette différence de croissance est probablement le premier facteur de développement d'*Halophila stipulacea*.

Ainsi, la dégradation des herbier marins de *Thalassia testudinum*, liée à la grande rapidité de croissance d'*Halophila stipulacea* a permis à celle-ci d'investir toute la côte caraïbe de la Martinique et une bonne partie de la côte Atlantique.

#### **4) Impacts sur les écosystèmes :**

Bien qu'*Halophila stipulacea* ait envahi un grand nombre de phanérogames marines autochtones, tous ses impacts écologiques n'ont pas encore été identifiés. En effet, aujourd'hui, des rapports indiquent que les herbiers marin d'*Halophila stipulacea* sont propices au développement des juvéniles de poissons, et les pêcheurs ont remarqué une forte hausse de la quantité de poissons pêchés au niveau de ces herbiers marins en Dominique (Willette et Ambrose, 2009).

Les pressions anthropiques sont aussi à l'origine de la dissémination d'*Halophila stipulacea*, hormis les bateaux de plaisance. En effet, il a été remarqué en Dominique, en 2009 (Willette et Ambrose, 2009), que la pose des casiers sur les herbiers, même s'ils permettent d'augmenter la biomasse pêchée, arrachait des pousses de phanérogames marines. Ces poussent, accrochées au casier de pêche, étaient déposée dans d'autres zones lorsque le casier était déplacé. Ainsi, en Martinique, il a été remarqué que des herbiers marins d'*Halophila stipulacea* se trouvaient souvent sous des casiers de pêche.

Ainsi, bien que les herbiers marins soient propices au développement de la faune aquatique, *Halophila stipulacea* prend néanmoins la place d'autres phanérogames marines. Ce remplacement et cette nouvelle dominance vont entraîner un déséquilibre dans la biodiversité de l'écosystème, et cela peut entraîner la disparition d'espèces dépendant des phanérogames marines remplacées, à long terme. En effet, en Martinique, les gens appellent souvent *Thalassia testudinum* « l'herbe à tortue », principalement parce que de nombreuses tortues de mer sont observées dans ces milieux. Il est néanmoins vrai que, même si pour l'instant les tortues consomment aussi *Halophila stipulacea*, il n'est pas certain qu'elles continueront. De même, il existe certaines espèces, même si elles ne sont pas connues, qui ne peuvent survivre en dehors d'un herbier de *Thalassia testudinum* ou de *Syringodium filiforme*.

Enfin, il est important de souligner que l'étude d'*Halophila stipulacea* n'en est qu'à ses débuts et qu'une étude génétique sur l'espèce pourrait nous informer

plus largement sur ses capacités d'adaptations à tous les environnements, et ainsi comprendre son expansion, et, peut-être, la ralentir.

## **Conclusion :**

*Halophila stipulacea* est une espèce invasive par sa dominance du milieu qu'elle colonise. Après avoir investie le sud de la mer Méditerranée, elle a peu à peu progressé vers les Petites Antilles, d'abord en Grenade où elle a été identifiée en 2002, puis en Dominique, en 2007. Finalement, *Halophila stipulacea* a été identifiée en Martinique en 2010, où elle a été répertoriée en tant qu'espèce invasive. Suite aux études menées dans la mer Méditerranée, dans les Petites Antilles et aujourd'hui en Martinique, il est fortement probable que les zones de mouillage forain soient la cause de la dissémination d'*Halophila stipulacea*. Cette invasion a pu se faire grâce aux ancrages des bateaux, aux eaux de ballast, mais aussi par la houle, qui est capable d'arracher des boutures de phanérogame marine pour ensuite aller la déposer plus loin.

Aujourd'hui, il est trop tard pour effectuer une quelconque démarche afin d'organiser les zones de mouillage forain. Malgré tout, il est important de continuer à observer l'expansion d'*Halophila stipulacea* afin de savoir si cette expansion finira par avoir un impact sur l'écosystème. De plus, afin de connaître son origine, il serait judicieux d'effectuer une recherche phylogénétique, pour savoir si la phanérogame marine présente en Martinique est originaire de la mer Méditerranée ou d'ailleurs. De cette façon, il sera possible de savoir si les cargos d'exportation et d'importation de marchandise sont à l'origine de l'apport de cette espèce exogène.

Finalement, *Halophila stipulacea* aura certainement un impact sur l'écosystème qu'elle envahit. Le prochain objectif, désormais, est de savoir si cet impact aura un effet positif ou négatif sur l'écosystème et sur l'économie des pays concernés.

## **Bibliographie :**

### **Publications scientifiques :**

- Anne-Maree Schwarz , Frida Hellblom. The photosynthetic light response of *Halophila stipulacea* growing along a depth gradient in the Gulf of Aqaba, the Red Sea. Etats-Unis: Elsevier, 2002. 10p.
- Demian A. Willette, Richard F. Ambrose. The distribution and expansion of the invasive seagrass *Halophila stipulacea* in Dominica, West Indies, with a preliminary report from St. Lucia. Etats-Unis: Elsevier, 2009. 7p. rapport ISSN 0304-3770.
- Den Hartog, C. The sea grasses of the world. North Holland Publishing Company. 1970. 275 p
- F. Short, T. Carruthers, W. Dennison, M. Waycott. Global seagrass distribution and diversity: A bioregional model. Etats-Unis: Elsevier, 2007. 18p.
- Laborel-Deguen, F., Laborel, J. II. Herbiers de phanérogames marines, Inventaire Znief-Mer dans les DOM : bilan méthodologique et mise en place. Patrimoines Naturels. Paris, SPN/IEGN/MNHN. 2000
- Maria Cristina Gambi, Fabio Barbieri and Carlo Nike Bianchi. New record of the alien seagrass *Halophila stipulacea* (Hydrocharitaceae) in the western Mediterranean: a further clue to changing Mediterranean Sea biogeography. Italie: Laboratorio di Ecologia del Benthos – Stazione Zoologica Anton Dohrn, 2008. 7p.
- Sascha Claus Christoff Steiner & Demian Alexander Willette. Distribution and size of benthic marine habitats in Dominica, Lesser Antilles. Dominique: Institute for Tropical Marine Ecology Inc, 2010. 14p.

### **Rapports de stage :**

- Claire SERMAGE. Suivi écologique des herbier marins de la côte Sud Caraïbe de la Martinique et impact des ancrages des bateaux de plaisance.  
Martinique : Observatoire du Milieu Marin Martiniquais, 2006. 47p.

### **Livres :**

- Hily C., Duchêne J., Bouchon C., Bouchon-Navaro Y., Gigou A., Payri C., Védie F., Les herbiers de phanérogames marines de l'outre-mer français. Martinique, IFRECOR, Conservatoire du littoral, 2010. 140p.

### **Sites internet :**

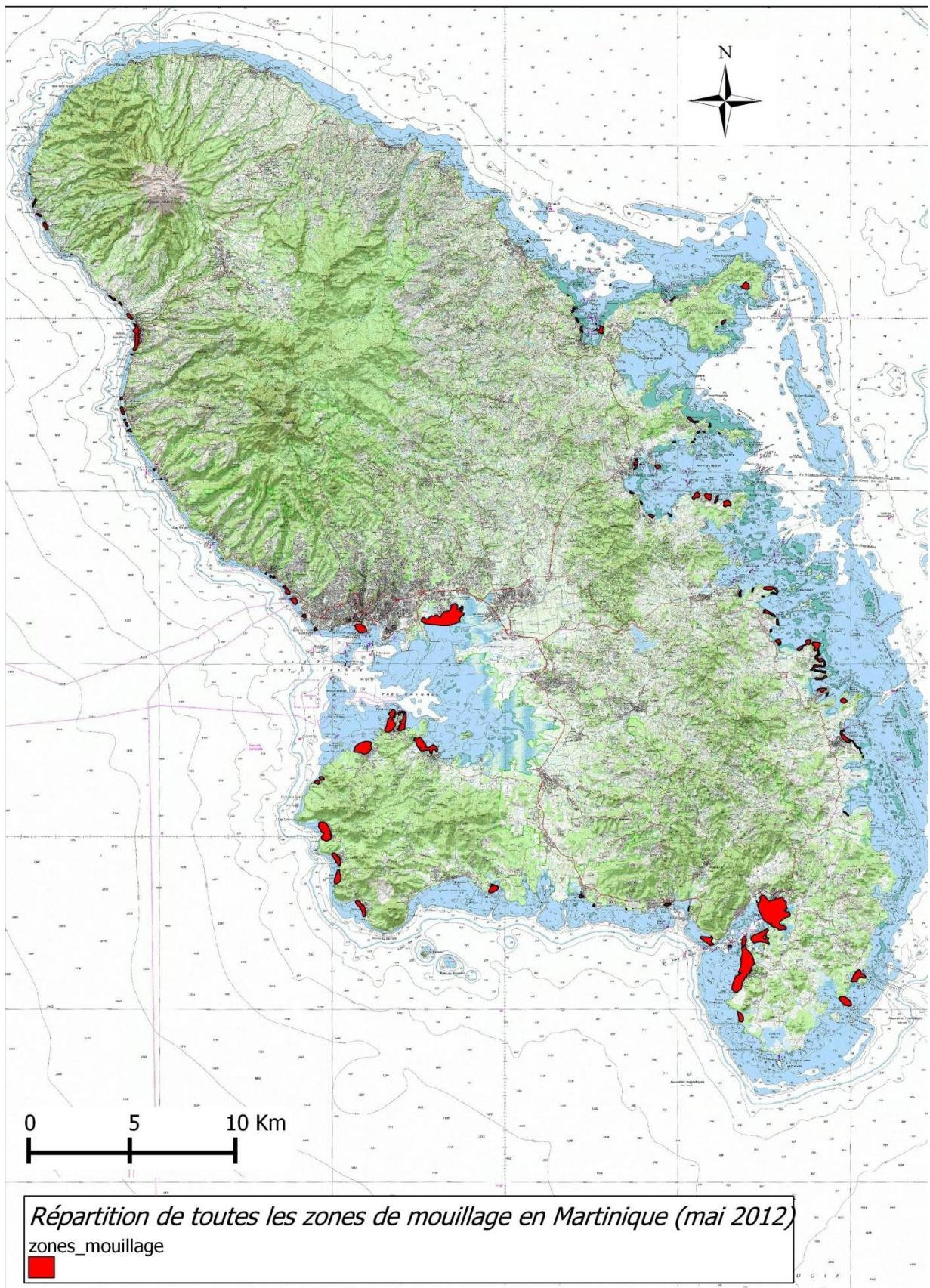
- DEAL de la Martinique - Service Paysages Eau Biodiversité [en ligne].  
Disponible sur :  
<http://www.martinique.developpement-durable.gouv.fr/service-paysages-eau-biodiversite-a32.html>

## **Annexes**

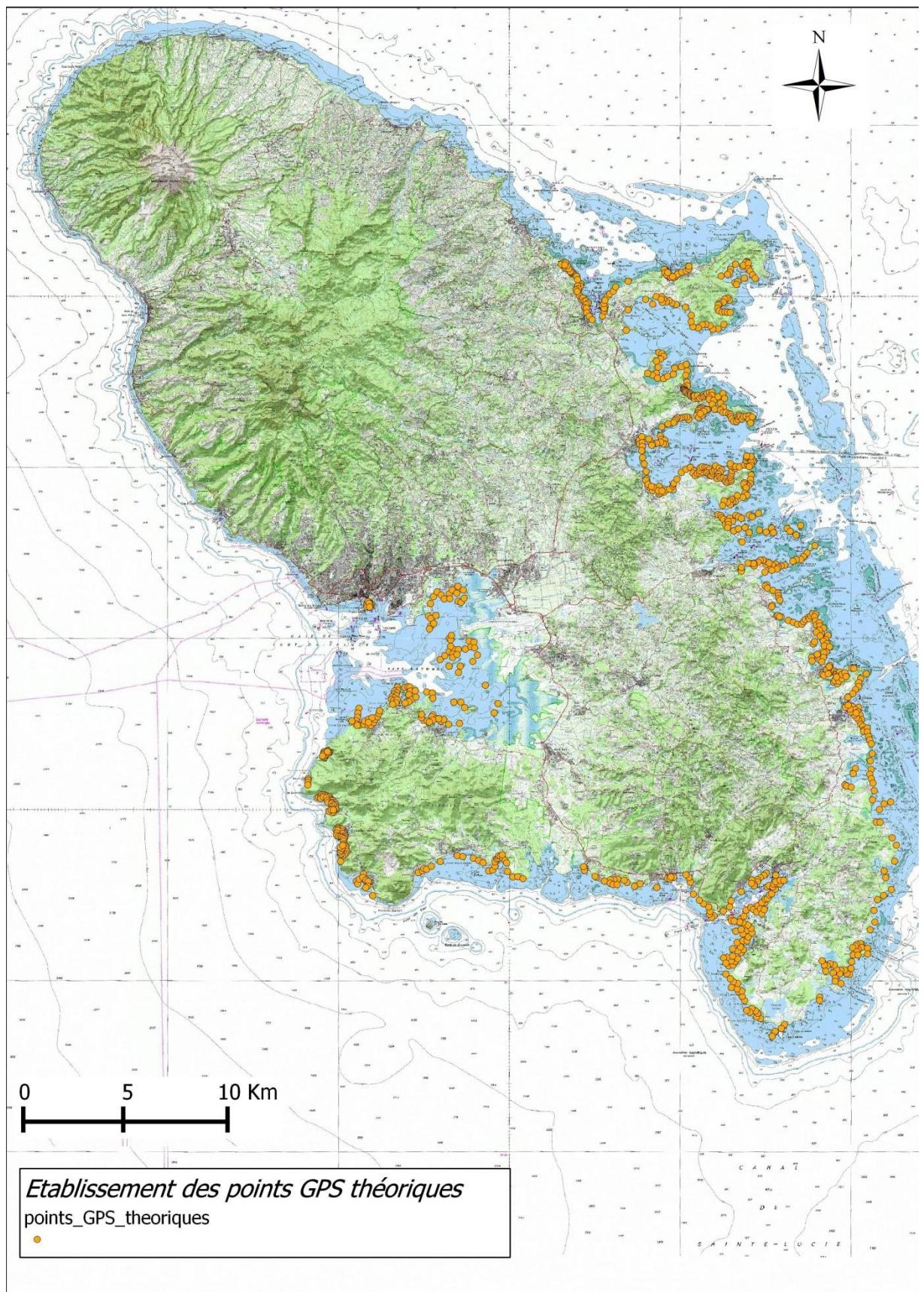
## **Sommaire des Annexes**

Annexe 1 .....	1
Annexe 2 .....	2
Annexe 3 .....	3
Annexe 4 .....	4
Annexe 5 .....	5
Annexe 6 .....	6

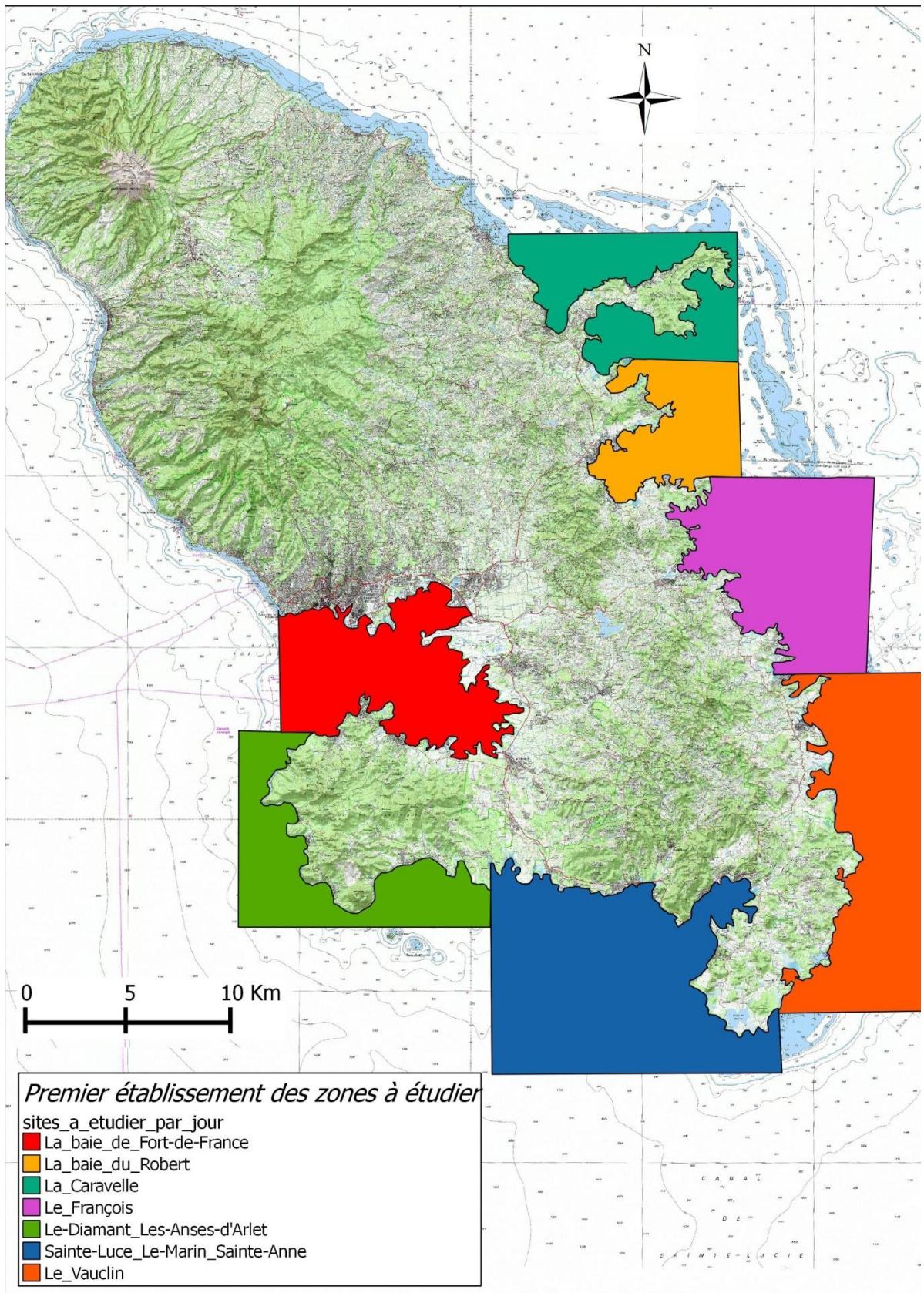
## Annexe 1



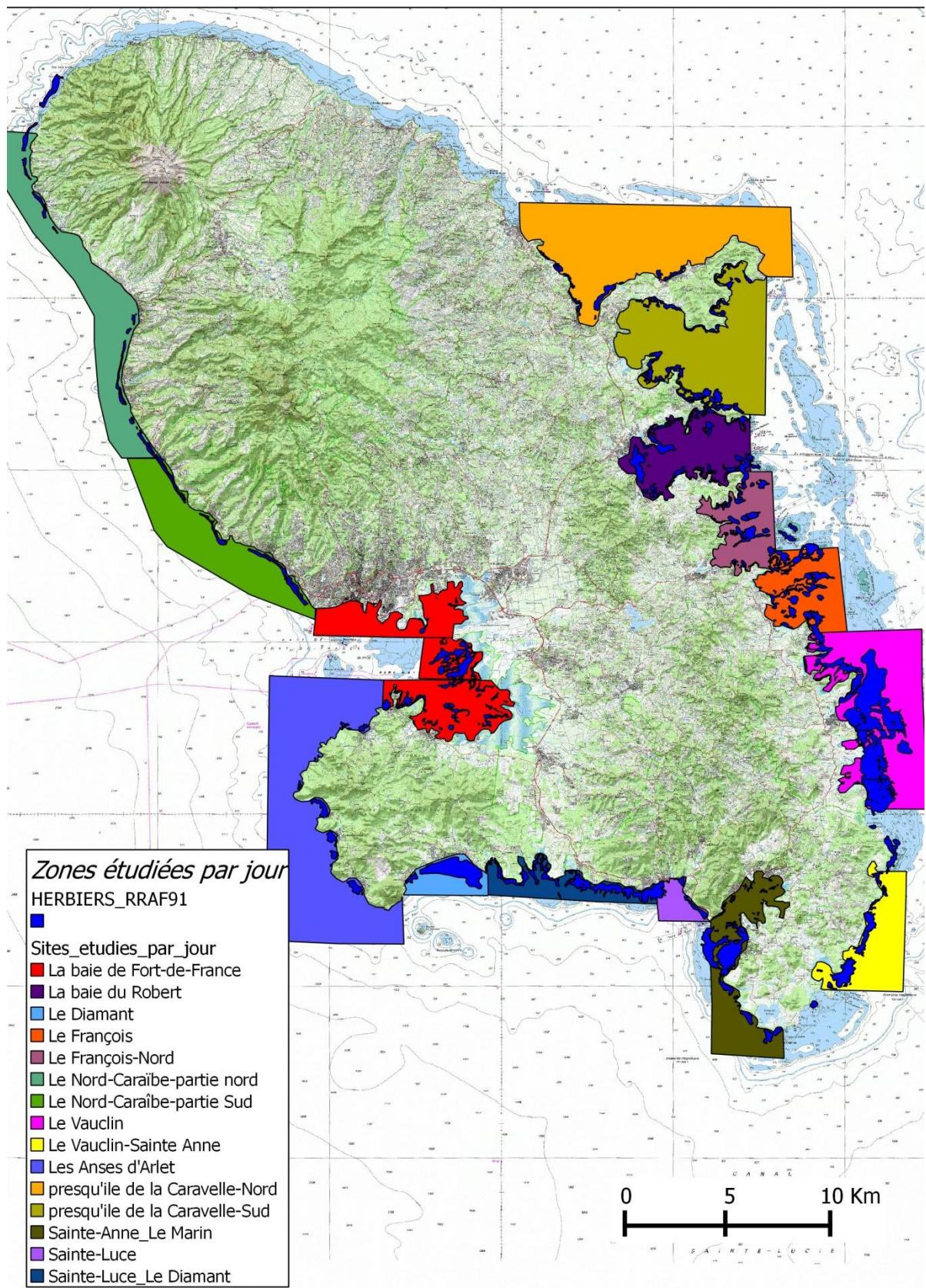
## Annexe 2



### Annexe 3



## Annexe 4

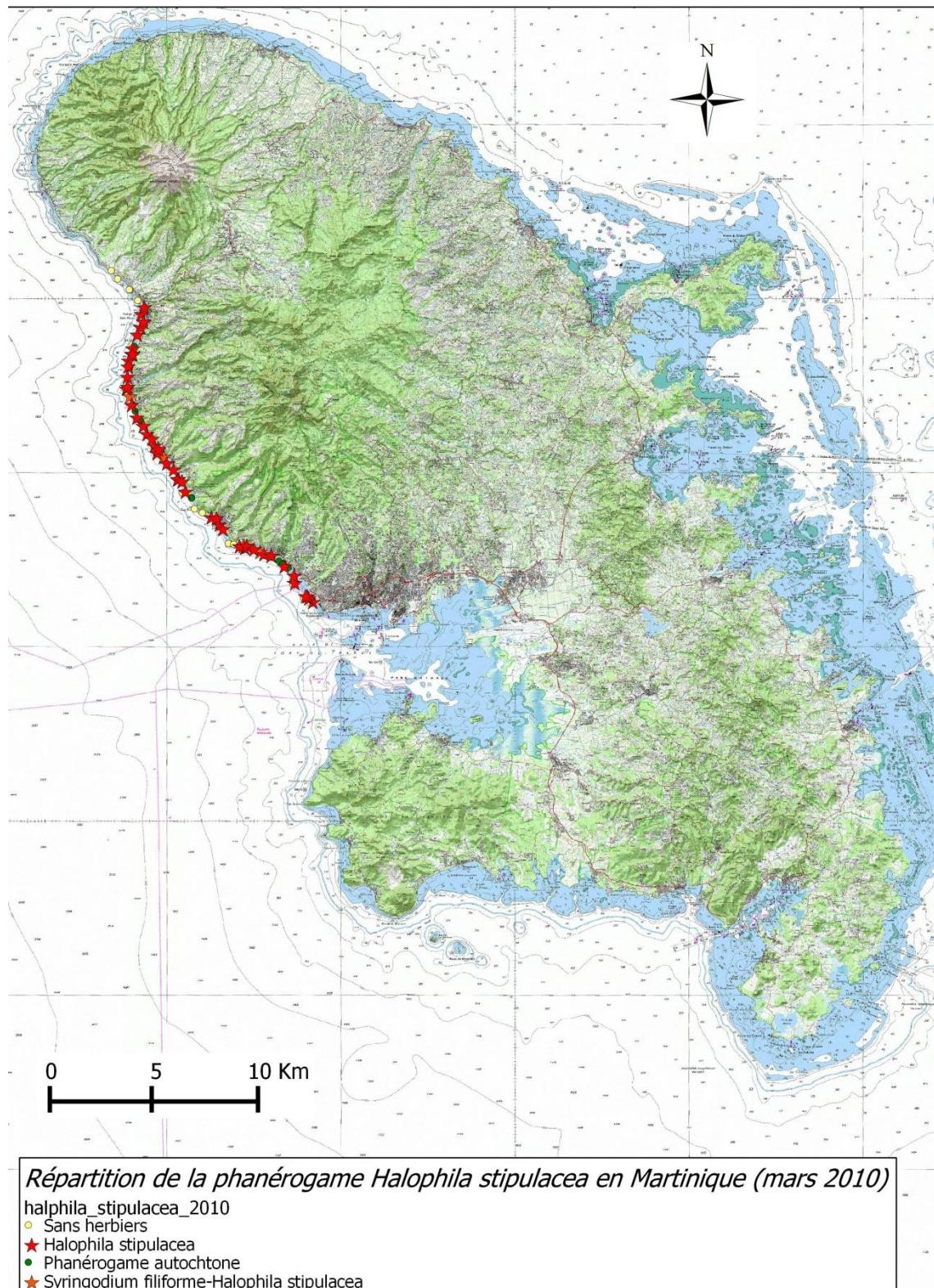


**Annexe 5 : Extrait de la base de données de la cartographie**

**d'*Halophila stipulacea***

Numéro point GPS	X	Y	Code espèce	Description biocénose	% recouvrement	Com men taire	n°vidéo	Date	Heure		Méthode acquisition point
139	711397	1613782	TT	herbier marin pur	80			4/20/2012	10:51:46	AM	Waypoint
140	711397	1613736	TT	herbier marin pur	80			4/20/2012	10:53:07	AM	Waypoint
141	711515	1610029	TT	herbier marin pur	60			4/20/2012	11:01:09	AM	Waypoint
142	711180	1609191	TT	herbier marin pur	60			4/20/2012	11:11:03	AM	Waypoint
143	710598	1610183	TT	herbier marin pur	50			4/20/2012	11:20:12	AM	Waypoint
144	710269	1610367	TT	herbier marin pur	30			4/20/2012	11:24:00	AM	Waypoint
145	710264	1610357	TT	présence de débris coralliens	50			4/20/2012	11:24:54	AM	Waypoint
146	710214	1610158	TT	herbier marin pur	30			4/20/2012	11:29:05	AM	Waypoint
147	710094	1610070	HST	présence d'éponges	100			4/20/2012	11:35:31	AM	Waypoint
148	710122	1609884	TT	présence d'éponges	100			4/20/2012	11:41:23	AM	Waypoint
149	710051	1609831	TT	présence de macroalgues	50			4/20/2012	11:43:44	AM	Waypoint
150	709665	1610397	HST	herbier marin pur	80			4/20/2012	11:56:30	AM	Waypoint

## Annexe 6



## Résumé

*Halophila stipulacea* est une phanérogame marine considérée comme invasive dans un grand nombre de pays. En 2010, des identifications de cette phanérogame marine ont été effectuées en Martinique, alors qu'elle avait déjà été remarquée en 2002 dans les îles de Grenade et de la Dominique dans l'arc des Petites Antilles. Suite à ces observations de 2010, il a été avéré qu'*Halophila stipulacea* était en train d'envahir la Martinique. C'est dans ce cadre qu'une étude a été lancée, afin de connaître la vitesse d'expansion d'*Halophila stipulacea*, et, si possible, d'en découvrir la cause. Il a ainsi été mis en exergue, grâce aux rapports des pays déjà concernés, qu'*Halophila stipulacea* était une espèce invasive acheminée par les bateaux, à travers leurs ancrages et leurs eaux de ballast, mais aussi grâce à la forte houle. Les précédents rapports ont fait état du début de la dissémination d'*Halophila stipulacea* dans les années 70, après l'ouverture du Canal de Suez. La phanérogame marine a pu ainsi passer de la Mer Rouge, d'où elle était originaire, à la mer Méditerranée. Afin de connaître l'étendue d'envahissement d'*Halophila stipulacea*, il a été mené une campagne de cartographie, qui est le sujet du stage présenté ici. La cartographie s'est faite par bateau, puis a été informatisée pour former une première base de données. Suite à l'établissement des cartes de 2008 à 2012, et grâce à l'exploitation des données sur le même logiciel, il a été mis en exergue que la tendance de répartition d'*Halophila stipulacea* suivait fortement la répartition des zones de mouillage forain en Martinique. L'impact de cette invasion a été découvert peu après l'étude, grâce aux études des pays précédents, permettant ainsi d'avoir une certaine perspective en ce qui concerne l'expansion d'*Halophila stipulacea*.

286 mots

## Abstract

*Halophila stipulacea* is a sea grass, which comes from the Red Sea. In the 70's, with the opening of the Suez's sluice, it invaded the Mediterranean Sea and became an invasive species in this area, next to Malta. In 2002, this sea grass was seen for the first time in the Caribbean Sea, next to Grenada. *Halophila stipulacea* came next to Dominica in the same year, and in 2010, it was seen in Martinique, in the Caribbean Sea. Some studies were led to follow its growth, and in only two years, the entire north Caribbean coast was invaded with *Halophila stipulacea*. In this context, a survey was started, to see the expanse of this sea grass in Martinique. This is the theme of this report. During this survey, the entire Martinique 'coasts' was observed, to see how much *Halophila stipulacea* had invaded Martinique. The cause of this invasion is the boats, which, with their anchor, took out some sea grass and put it a little far away, or in another island. So *Halophila* could travel easily in all the oceans. Furthermore, *Halophila stipulacea* is quick adapted to its environment, and so is very difficult to take out. With this survey, maps were made, to see how much *Halophila stipulacea* had growth. Today, it is all around the Martinique. It is important to see what kind of impact could have *Halophila stipulacea* on the environment. Nowadays, these things are not known yet. Nevertheless, impacts of *Halophila stipulacea* have to be watched over before making any decisions.

283 words