

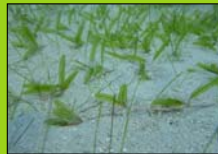
Università Di Corsica - Pasquale Paoli

Mémoire de Master
« Gestion de l'Environnement et valorisation des
ressources naturelles »

Spécialité
« Gestion Intégrée du Littoral et des
Ecosystèmes »



Première étude de l'herbier *Halophila stipulacea* dans les eaux de Saint-Martin (FWI)



Réserve Naturelle Nationale
de Saint-Martin

Organisme d'accueil
Réserve Naturelle Nationale de Saint-Martin
803 Résidence les Acacias, Anse Marcel
97150 Saint-Martin

La Réserve Naturelle Nationale de Saint-Martin (RNNSM) située dans les Antilles Française à été crée le 3 Septembre 1998, par décret ministériel n°98-802 (Annexe A). Depuis cette date elle est gérée par l'Association de Gestion de la Réserve Naturelle de Saint-Martin (AGRNSM) régie par la loi 1901.

La RNNSM est essentiellement marine (2796 ha) sur les 3054 ha qu'elle comprend. Les 258 ha restant se divisent entre une partie terrestre (154 ha) et une autre lacustre (104 ha).

Son objectif principal est le maintien de la biodiversité et la préservation des différents écosystèmes marins et terrestres, via par la mise en place d'actions permettant l'amélioration des connaissances sur les espaces et espèces, des actions de surveillance et sensibilisation ainsi que des actions de communication et d'éducation. L'ensemble de ces actions se répartit selon trois pôles :

- Logistique, police de la nature et sensibilisation
 - Coopération régionale et animation pédagogique
 - Missions et suivis scientifiques
-

Tuteur professionnel
Chalifour Julien
Responsable du pôle « Missions et suivis scientifiques »

Tuteur pédagogique
Mr Pergent Gérard

Durée du stage : 24 Février au 8 Aout 2014

Remerciements

Je tiens à remercier :

- Nicolas Maslach, Conservateur de la réserve et Julien Chalifour, Responsable du Pôle mission et suivi scientifique, pour m'avoir permis de réaliser ce stage au sein de la réserve naturelle de Saint-Martin.
- Julien Chalifour de m'avoir encadrée, conseillée tout au long de cette étude et de m'avoir intégrée sur les autres missions et suivis scientifiques très enrichissant.
- L'équipe du pôle logistique, et police de la nature et sensibilisation : Franck Roncuzzi, Steeve Ruillet et Christophe Joé, pour m'avoir aidé au cours de mes sorties terrain et m'avoir permis de m'intégrer au sein de leur équipe ou j'ai beaucoup appris.
- Romain Renoux, responsable du pôle coopération régionale et animation pédagogique ainsi que Amandine Vaslet chargée de mission du programme BEST pour leurs conseils avisés
- Béatrice Galdi du conservatoire du littoral pour ses conseils et discussions intéressantes.
- L'équipe de stagiaire pour leur bonne humeur pendant ce stage.
- Ma famille et amis pour leur soutien et encouragement tout au long de mes études.

Table des matières

INTRODUCTION	1
MATERIEL ET METHODE	2
A. Les sites	2
B. La cartographie	3
C. Etude de l'herbier <i>H. stipulacea</i>	4
1. Le dispositif.....	4
2. Les prélèvements.....	4
3. Les suivis	5
4. Etude des téléostéens.....	5
D. Traitements de données	5
E. Information et sensibilisation	5
RESULTATS	6
A. Cartographie	6
B. Paramètres morpho-métriques	7
1. Structure épigée des plants d' <i>H. stipulacea</i>	7
1.1 - Comparaison intersites.....	7
1.2 - Comparaison intra-sites.....	9
2. Structure endogée des plants d' <i>H. stipulacea</i>	9
2.1 - Comparaison intersites.....	9
2.2 - Comparaison intra-site	10
C. Evolution des plants d'<i>H. stipulacea</i>	11
1. La température.....	11
2. Vitesse de croissance	11
D. Suivi téléostéens	11
E. Sensibilisation	12
DISCUSSION	12
A. Répartition d'<i>H. stipulacea</i>	12
B. Morphométrie des plants d'<i>H. stipulacea</i>	13
1. L'influence de la profondeur	13
2. Influence de l'exposition à la houle	14
3. Influence des interactions interspécifiques.....	14
4. Autres paramètres potentiellement impliqués	15
C. Dynamique de l'herbier <i>H. stipulacea</i>	15
1. Mode de reproduction.....	15
2. Effet de la température	16
3. Effet de la composition spécifique des taches.....	16
4. Facteurs favorisant potentiellement son expansion	18
4.1 - Dégradation des herbiers natifs.....	18
4.2 - Raréfactions d'organismes consommateurs.....	18
D. Impacts de l'herbier <i>H. stipulacea</i>	19
1. La structure des peuplements téléostéens.....	19
2. Impact sédimentaire	20
E. Eléments de gestion	20
1. Information et sensibilisation.....	20
2. Surveillance de l'herbier <i>H. stipulacea</i>	21
3. Mesures de régulations.....	21
CONCLUSION	22
BIBLIOGRAPHIE	24
ANNEXES	27

INTRODUCTION

Les phanérogames marines sont des plantes à fleurs (angiosperme) monocotylédones (Duarte, 2001), qui par leur assemblage forment l'écosystème herbier. Elles sont localisées sur l'ensemble des zones littorales mondiales, excepté sur les côtes de l'Antarctique. Suivant la distribution des espèces et de leur assemblage, il a été identifié six bio-régions : quatre tempérées et deux tropicales (fig. A) (Short *et al.*, 2007).

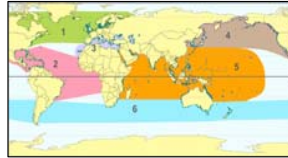


Figure A : Répartition mondiale et bio-régions des phanérogames marines : 1. Atlantique Nord tempéré ; 2. Atlantique tropical ; 3. Méditerranée, 4. Pacifique Nord tempéré ; 5. Indo-Pacifique tropical ; 6. Océans tempérés du sud (Source : Short *et al.*, 2007 d'après des données UNEP-WCMC 2005).

Malgré sa faible diversité (composé d'une 60^{aine} d'espèces contre 250.000 sur le milieu terrestre ; Guiry M.D., 2014), cet écosystème fait partie de l'un des plus productifs (production primaire nette mondiale de 1% pour une surface océanique de 0,1% ; Mc Roy, 1974 ; Duarte & Chiscano, 1999). De plus, avec divers rôles écologiques et physiques, les herbiers fournissent un ensemble de services écosystémiques estimé à minima à 19.004 \$.ha⁻¹.an⁻¹ (Constanza *et al.*, 1997), qui est aujourd'hui menacé.

La régression de ces herbiers à l'échelle mondiale (Orth *et al.*, 2006 ; Short *et al.*, 2011) est la résultante d'impacts d'origines naturels (maladie, tempête, cyclone) et anthropiques (artificialisation du littoral). A cela s'ajoute, la récurrence exponentielle des introductions d'espèces exotiques ces 200 dernières années, dont certaines sont devenues invasives (Ruiz *et al.*, 2000). Quelques cas d'espèces invasives impactant les herbiers ont été étudiés en Méditerranée (Meinesz *et al.*, 1993, Holmer *et al.*, 2009), dans le Pacifique Nord Américain (Shafer *et al.*, 2014) et plus récemment, dans la Caraïbe (Willette *et al.*, 2014) avec *Halophila stipulacea* (Forsskål) Ascherson.

Halophila stipulacea (*H. stipulacea*) est la seconde espèce à avoir réussi une migration transocéanique au moyen de vecteurs anthropiques. Suite à une expansion Sud/Nord sur l'ensemble de l'arc antillais, en moins d'une décennie, *H. stipulacea* est aujourd'hui observée dans les eaux de Saint-Martin. Suite à ce constat et en accord avec son objectif d'amélioration des connaissances, la Réserve Naturelle Nationale de l'île de Saint-Martin a entrepris la mise en place d'une première étude sur la répartition, la dynamique et les impacts potentiels d'*H. stipulacea*, afin de savoir si elle pouvait

également être qualifiée d'invasive dans les eaux locales. Si tel est le cas, sa présence nécessite l'élaboration de moyens de veille, de gestion et de régulation de cette espèce.

MATERIEL ET METHODE

A. Les sites

Dès 2011, *H. stipulacea* a été signalée à Saint-Martin. Six sites seront prospectés en apnée et plongée bouteille, afin de réaliser une cartographie de la répartition de l'espèce à Saint-Martin (Anse Marcel, Wilder Ness, l'île de Tintamarre, la baie de Cul de Sac, l'îlet Pinel ainsi que la baie du Galion).



Figure B : Carte de la zone d'étude à Saint-Martin (source : Google Earth)

Parmi les sites colonisés par cette espèce, quatre seront retenus pour la réalisation d'un suivi à court terme, selon leurs variations de bathymétrie, d'hydrodynamisme et de statut de protection (fig. B ; tab. 1).

Tableau 1 : Caractéristiques des sites choisis pour l'étude

Paramètres Sites	S : Surface ≤ -5 m P : Profond > -15 m	A : Abrité SA : Semi abrité	R : En Réserve HR : Hors Réserve
Wilder Ness	P	A	R
Tintamarre	S	SA	R
Baie de Cul de Sac	S	A	HR
Baie du Galion	S	A	R

B. La cartographie

Diverses techniques de prospection sont utilisées. Les observations se font le long de transects selon les sites. Pour ce faire, deux méthodes sont utilisées : la technique dite du « manta tow » et celle dite du « kayak ».

La première implique des observations réalisées par un plongeur tracté à faible allure derrière une petite embarcation, le long de transects non prédéterminés.

La seconde fait appel à des plongeurs en snorkeling, réalisant des relevés le long transects (50 m de long distant de 20 m) prédéfinis et matérialisés par des bouées lestées, avec géolocalisation des observations au moyen d'un GPS à bord du kayak tracté par les observateurs.

L'ensemble de ces techniques reste cependant dépendant des conditions météo et présente des avantages et inconvénients (tab. 2).

Tableau 2 : Matériel nécessaire, avantages et inconvénients des méthodes utilisées

	Manta tow	Kayak
Matériels commun	GPS Oregon 200 (précision de 3 à 5 mètres), ardoise, crayon, ordinateur de plongée (Suunto Viper), décimètre, palmes, masque, tuba	
Matériels spécifique	. Embarcation semi-rigide . Pilote . Corde	. Kayak . 2 bouées lestées
Avantages	. Couverture d'une grande surface . Rapidité d'observation	. Accessibilité des sites . Autonomie
Inconvénients	. Impossible sur l'ensemble des sites	. Durée d'observation longue

A chaque observation de l'espèce, le point GPS, la profondeur, ainsi que la composition de la tache sont relevés. Les points ainsi enregistrés sont transférés sur le logiciel ArcGis 9.3 via le logiciel DNR Garmin.

C. Etude de l'herbier *H. stipulacea*

Sur chaque site colonisé, une tache d'*H. stipulacea* est choisie pour effectuer des échantillonnages et un suivi. Différents paramètres sont relevés au cours de ces observations (tab. 3).

Tableau 3: Paramètres relevés lors des échantillonnages et des suivis *in situ*.

	Herbier <i>H. stipulacea</i>
Prélèvements	. Longueur et largeur des feuilles . Longueur des inter-nœuds
Suivis, <i>in situ</i>	. Longueur des rhizomes
Paramètre complémentaire	. Température

1. Le dispositif

Chaque tache est sous-échantillonnée au moyen de trois quadrats de prélèvement (25*25 cm) disposés au centre et en périphérie de cette dernière. Le premier quadrat périphérique est placé à l'intersection isobathe/limite de tache, alors que le second le sera de manière aléatoire au large ou vers la côte. La limite de la tache est en partie physiquement délimitée (2 mètres) par l'implantation de petits piquets métalliques (fig. C).

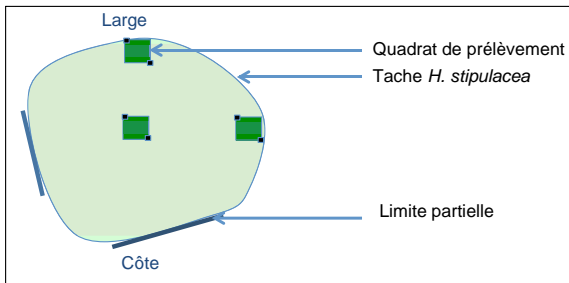


Figure C : Dispositif d'étude

2. Les prélèvements

Afin de caractériser la couverture initiale au centre et en périphérie de chaque tache, des échantillons sont réalisés lors de la première plongée. La partie épigée et endogée de l'espèce sont prélevées. Sur les taches plurispécifiques, seules l'espèce *H. stipulacea* est échantillonnée, tout en limitant au maximum les atteintes à l'herbier natif.

3. Les suivis

La vitesse de croissance de l'espèce étant estimée en Caraïbe à 0,5 - 6 cm.jr⁻¹ (Willette & Ambrose, 2009), chacun des sites sera suivi de manière mensuelle dès l'implantation des dispositifs de délimitation physique de la tache (tab. 2).

4. Etude des téléostéens

Lors de chaque suivi sur les sites de Tintamarre et de Cul de Sac, une caméra sous-marine (GoPro ©) est placée sur une tache éloignée de celle faisant l'objet du suivi. Un film de 10 minutes sous le même angle est ainsi réalisé sur une partie de la tache.

Ces données vidéo seront traitées pour identifier à minima les familles des espèces observées, leurs effectifs ainsi que leur stade de développement.

D. Traitements de données

La cartographie est réalisée sous le logiciel Arc Gis 9.3 ©. Les paramètres morpho-métriques issus des prélèvements sont analysés via des statistiques descriptives. Les données de dynamique de couverture sont traitées en fonction de trois variables : « longueur », « largeur » et « distance inter-nœud ». L'analyse intra-site est effectuée avec un test de Friedman puis un test *post hoc*. De même, les données intersites sont testées avec un test de Kruskal – Willis, puis un test *post hoc*. Le niveau d'erreur est fixé à 10% pour le test de Friedman et 5% pour le test de Kruskal Wallis. Dans les deux cas, l'erreur des tests *post hoc* est fixée à 5%. Ces tests sont réalisés sous XLstat, 2013 ©.

E. Information et sensibilisation

Afin de compléter le recensement des zones colonisées, une approche participative a été initiée avec les clubs de plongée. Dans ce cadre une fiche informative (Annexe B) a été créée, pour les informer sur l'espèce, son identification, son origine en milieu naturel, ainsi que les besoins de veille qu'elle implique. Ce document liste également les informations nécessaires aux rapports d'observations. Des rencontres ont ainsi lieu avec les clubs intéressés afin d'échanger et de les sensibiliser sur la problématique des espèces invasives.

Dans le cadre des activités du CAR-SPAW (Centre d'Activité Régionale pour les Aires et les Espèces Spécialement Protégées de la Caraïbes), un atelier de travail sur les moyens de gestion et de surveillance des espèces invasives, dont *H. stipulacea*, a été organisé par la Réserve Naturelle de Saint-Martin. Une présentation conjointe des

recherches réalisées dans le cadre de ce stage, mais également de celles de Sabine ENGEL (Réserve Naturelle de Bonaire), ont eu lieu, suivie d'une discussion sur l'état des lieux des connaissances et des avancées de chacun sur l'ensemble des îles du Nord de la Caraïbes.

RESULTATS

A. Cartographie



Suite à une dizaine de jours de prospection sur le terrain, *H. stipulacea* a pu être localisée sur 5 nouveaux sites côtiers à Saint-Martin : Wilder Ness, Baie de Coralita, Baie Orientale, Pinel ainsi que le Sec de Grand Case (fig. D).

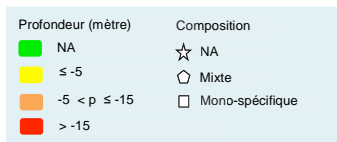


Figure D : Localisation des nouveaux sites colonisés par *H. stipulacea*

Les prospections réalisées sur les sites déjà connus pour être colonisés par *H. stipulacea* en 2014, ont permis de compléter les précédentes observations, et de localiser de façon plus précise les taches et leur composition (fig. E).

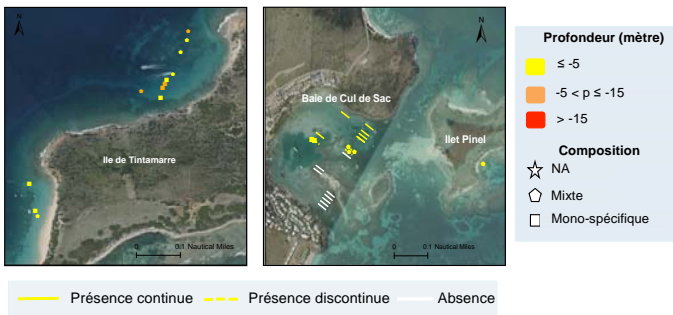


Figure E : Localisation des taches d'*H. stipulacea* à Tintamarre, Cul de Sac et îlet Pinel.

B. Paramètres morpho-métriques

A Saint-Martin, les plants affichent une longueur moyenne de 22 mm, une largeur 3,8 mm ainsi qu'une distance inter-nœuds 9,5 mm (tab. 4), ce qui est conforme aux résultats d'autres études antérieures.

Tableau 4¹ : Morphométrie moyenne des plants d'*H. stipulacea* à travers différentes études réalisées.

Localisation	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Distance inter-nœud (mm)
	min – max (m. ± e.s.)	min – max (m. ± e.s.)	min – max (m. ± e.s.)
Plante Native ^a	30 – 60 mm	2,5 – 8 mm	10 – 40 mm
Grenade ^b	48	8	20 - 22
Dominique ^c	22 – 57 (44,1 ± 9,0)	5 – 9 (7,2 ± 1,0)	7 – 50 (17,8 ± 10,1)
Saint Martin ^d	11 – 58 (22 ± 0,5)	4 – 8 (3,8 ± 0,09)	2 – 36 (9,5 ± 0,1)

min : minium ; max : maximum ; m. : moyenne ; e.s. : erreur standard

a : Den Hartog, 1970

c : Willette & Ambrose, 2009

b : Ruiz & Ballantine, 2004

d : Cette étude (plants de centre de tache)

1. Structure épigée des plants d'*H. stipulacea*

1.1 - Comparaison intersites

Ces comparaisons révèlent la petite taille des plants de Tintamarre comparés aux autres sites, ainsi que la grandeur de ceux de Wilder Ness (tab. 5).

Tableau 5 : Comparaison intersites des longueurs et largeurs des plants d'*H.stipulacea*.

Sites	n	LONGUEUR (mm)	LARGEUR (mm)
		min – max (m. ± e.s.)	min – max (m. ± e.s.)
T	565	4 – 28 (16,8 ± 0,5)	2 – 6 (3,3 ± 0,09)
WN	305	30 – 40 (25 ± 0,6)	3 – 7 (4,8 ± 0,09)
G	447	12 – 54 (23,4 ± 0,8)	3 – 8 (4,0 ± 0,13)
CdS	460	12 – 58 (24,5 ± 1,0)	3 – 8 (4,02 ± 0,15)

n : nombre d'observations ; min : minium ; max : maximum ; m. : moyenne ; e.s. : erreur standard

Sites : **WN** : Wilder Ness ; **T** : Tintamarre ; **G** : Galion ; **CdS** : Cul de Sac.

Les plants de Tintamarre sont significativement différents de ceux des trois autres sites. Une différence significative est également observable entre les longueurs de plants provenant de CdS et du Galion. Aucune différence significative entre la largeur des plants de CdS et de Wilder Ness n'a été observée. Enfin, la distance inter-nœuds de Wilder Ness diffère significativement de CdS et du Galion (fig. F). La morphométrie au sein d'un même site apparaît quant à elle relativement homogène (erreur standard réduite).

¹ Tableau issu de la publication de Willette & Ambrose, 2009, complété ici par les données de Saint - Martin

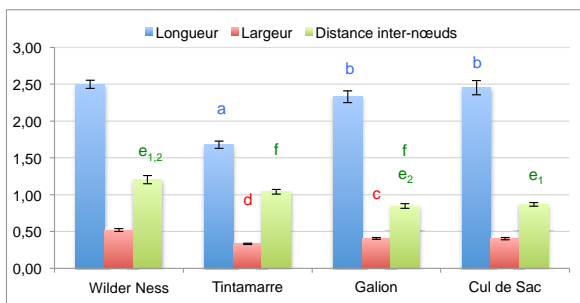


Figure F : Morphométrie moyenne (cm) des plants d'*H. stipulacea* sur chaque sites : a,b,c,d,e et f différences significatives : KW $\alpha=0,05$. Barre d'erreur : erreur standard.

En comparant les localités intersites : centre, périphérie et côte / large, Tintamarre présente des plants significativement plus courts comparés aux trois autres sites, quelque soit la position sur la tache. On note que le centre de tache de Wilder Ness a une longueur significativement plus importante que Tintamarre et CdS. Concernant la partie côte/large des taches, les plants issus de Wilder Ness apparaissent significativement plus courts que ceux de CdS (tab. 6).

Tableau 6 : Comparaisons intersites sur chaque localités, des paramètres de longueur et largeur.

Localité	Sites	n	LONGUEUR (mm)	LARGEUR (mm)
			min – max (m. \pm e.s.)	min – max (m. \pm e.s.)
Centre	WN	213	10 – 40 (24,7 \pm 0,7) **	4 – 6 (4,6 \pm 0,1) *
	T	258	11 – 41 (19 \pm 0,8) *	3 – 7 (3,3 \pm 0,1) *
	G	262	13 – 54 (21,6 \pm 1,1) **	4 – 8 (3,5 \pm 0,1) *
	CdS	310	16 – 58 (23,1 \pm 1,2) ** **	3 – 8 (3,7 \pm 0,1) * *
Périphérie	WN	33	10 – 37 (23,7 \pm 1,4)	3 – 6 (4,8 \pm 0,1) *
	T	112	10 – 28 (10,6 \pm 0,7) *	4 – 6 (2,4 \pm 0,1) * * *
	G	47	14 – 30 (20,7 \pm 1,2)	4 – 6 (4,3 \pm 0,2) *
	CdS	76	17 – 48 (25 \pm 2,1)	4 – 6 (4,0 \pm 0,3)
Côte / Large	WN	59	16 – 35 (26,8 \pm 0,5) **	4 – 7 (5,4 \pm 0,1)
	T	195	11 – 39 (17,5 \pm 0,6) *	3 – 6 (3,8 \pm 0,1) *
	G	138	12 – 49 (27,6 \pm 1,1)	4 – 8 (5,0 \pm 0,1)
	CdS	74	12 – 46 (29,7 \pm 1,7) **	4 – 7 (5,4 \pm 0,2)

n : nombre d'observations ; min : minium ; max : maximum ; m. :moyenne ; e.s. :erreur standard

Sites : WN : Wilder Ness ; T : Tintamarre ; G : Gallon ; CdS : Cul de Sac.

*,** : différences significatives KW, $\alpha=0,05$

1.2 – Comparaison intra-sites

Au sein d'une même tache, on a pu observer des différences significatives sur la longueur et largeur des plants, excepté pour la longueur des plants de Wilder Ness. Seul le centre de tache de CdS présente des plants statistiquement plus petits par rapport à ces autres localités (longueur et largeur) (tab. 7).

Tableau 7 : Comparaison intra-sites des paramètres de longueur et largeur.

Sites	Localités	n	LONGUEUR (mm) min – max (m. ± e.s.)	LARGEUR (mm) min – max (m. ± e.s.)
WN	Centre	213	10 – 40 (24,7 ± 0,7)	4 – 6 (4,6 ± 0,1)
	Périphérie	33	10 – 37 (23,7 ± 1,4)	3 – 6 (4,8 ± 0,1)
	Côte/large	59	16 – 35 (26,8 ± 0,5)	4 – 7 (5,4 ± 0,1) *
T	Centre	258	11 – 41 (19 ± 0,8)	3 – 7 (3,3 ± 0,1)
	Périphérie	112	10 – 28 (10,6 ± 0,7) *	4 – 6 (2,4 ± 0,1) *
	Côte/large	195	11 – 39 (17,5 ± 0,6)	3 – 6 (3,8 ± 0,1)
G	Centre	262	13 – 54 (21,6 ± 1,1)	4 – 8 (3,5 ± 0,1)
	Périphérie	47	14 – 30 (20,7 ± 1,2) *	4 – 6 (4,3 ± 0,2)
	Côte/large	138	12 – 49 (27,6 ± 1,1) *	4 – 8 (5,0 ± 0,1) *
CdS	Centre	310	16 – 58 (23,1 ± 1,2) *	3 – 8 (3,7 ± 0,1) *
	Périphérie	76	17 – 48 (25 ± 2,1)	4 – 6 (4,0 ± 0,3) *
	Côte/large	74	12 – 46 (29,7 ± 1,7)	4 – 7 (5,4 ± 0,2)

n : nombre d'observations ; min : minimum ; max : maximum ; m. : moyenne ; e.s. : erreur standard

Sites : **WN** : Wilder Ness ; **T** : Tintamarre ; **G** : Galion ; **CdS** : Cul de Sac.

*,** : différences significatives Friedman, $\alpha=0,05$

2. Structure endogée des plants d'*H. stipulacea*

Dans cette partie nous nous sommes intéressés uniquement aux rhizomes des plants.

2.1 – Comparaison intersites

Des différences significatives de la distance inter-nœuds ont été observées entre les plants provenant de Wilder Ness et de CdS, ainsi que entre ceux de Wilder Ness et du Galion, mais également entre ceux provenant du Galion et de Tintamarre (fig. E).

Suite à la comparaison des localités intersites, Tintamarre relève une distance inter-nœuds significativement plus grande, en centre de tache, par rapport au Galion et à CdS. La distance inter-nœuds des plants de Wilder Ness est significativement plus grande en bordure côte/large par rapport aux autres sites. Aucune observation n'est rapportée pour la périphérie des taches (tab. 8).

Tableau 8 : Comparaisons intersites de la distance inter-nœuds sur chaque localité

Localités	Sites	n	Distance inter-nœuds (mm) min – max (m. ± e.s.)
Centre	WN	211	2 – 36 (10± 0,5)
	T	271	2 - 22 (10,4 ± 0,3) * *
	G	278	1 - 23 (8,4 ± 0,3) *
	CdS	320	1 – 20 (9,5 ± 0,2) *
Périphérie	WN	27	2 – 32 (14,8 ± 2,3)
	T	117	2 – 25 (8,4 ± 0,6)
	G	66	1 – 33 (12,1 ± 1,6)
	CdS	80	1 – 18 (7,2 ± 0,5)
Côte / Large	WN	59	2 – 43 (16,7 ± 1,4) *
	T	230	1 – 35 (11,1 ± 0,6)
	G	148	1 – 33 (6,7, ± 0,5)
	CdS	77	1 – 30 (6,7 ± 0,8)

n : nombre d'observations ; min : minium ; max : maximum ; m. : moyenne ; e.s. : erreur standard

Sites : **WN** : Wilder Ness ; **T** : Tintamarre ; **G** : Galion ; **CdS** : Cul de Sac.

* différences significatives KW $\alpha=0,05$.

2.2 – Comparaison intra-site

Tableau 9 : Comparaison intra-sites de la distance inter - nœuds

Sites	Localités	n	Distance inter-nœuds (mm) min – max (m. ± e.s.)
WN	Centre	211	2 – 36 (10± 0,5) *
	Périphérie	27	2 – 32 (14,8 ± 2,3)
	Côte/large	59	2 – 43 (16,7 ± 1,4) *
T	Centre	271	2 - 22 (10,4 ± 0,3)
	Périphérie	117	2 – 25 (8,4 ± 0,6) *
	Côte/large	230	1 – 35 (11,1 ± 0,6)
G	Centre	278	1 - 23 (8,4 ± 0,3)
	Périphérie	66	1 – 33 (12,1 ± 1,6)
	Côte/large	148	1 – 33 (6,7, ± 0,5)
CdS	Centre	320	1 – 20 (9,5 ± 0,2)
	Périphérie	80	1 – 18 (7,2 ± 0,5)
	Côte/large	77	1 – 30 (6,7 ± 0,8)

n : nombre d'observations ; min : minium ; max : maximum ; m. : moyenne ; e.s. : erreur standard

Sites : **WN** : Wilder Ness ; **T** : Tintamarre ; **G** : Galion ; **CdS** : Cul de Sac.

* différences significatives Friedman $\alpha=0,05$.

A Wilder Ness, la zone centrale présente une distance inter-nœuds significativement plus courte. La même chose s'observe à Tintamarre en périphérie de tache. Aucune différence significative n'est observée sur les sites du Galion et de CdS (tab. 9).

C. Evolution des plants d'*H. stipulacea*

1. La température

Au cours des suivis, le Galion et Tintamarre présentent des températures stables, alors qu'un réchauffement continu des eaux s'observe depuis le mois de Mai, à Wilder Ness. La température de CdS se stabilise à partir de Juin (fig. G)

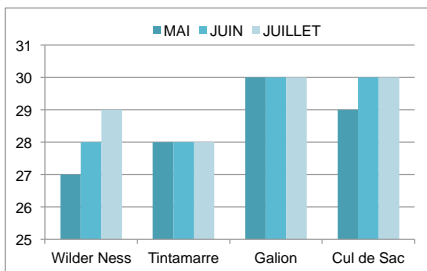


Figure G : Températures (°C) des eaux de chaque site en 2014

2. Vitesse de croissance

Les mesures de croissances ont été réalisées au cours des mois de Mai, Juin et Juillet 2014, à partir des limites posées en bordure de tache en Avril. Tintamarre et le Galion présentent des croissances plus importantes en Juin, suivis d'un ralentissement le mois suivant. De même, les croissances mesurées au mois de Juillet restent plus importantes que celles de Mai. Seul Wilder Ness présente un ralentissement de croissance sur les trois mois (tab. 10).

Tableau 10 : Croissance (cm.jr^{-1}) observée sur trois sites en 2014.

Nature de l'herbier	Sites	Mai	Juin	Juillet	Moyenne
Mono-spécifique	Wilder Ness	0,78	0,62	0,44	0,61
	Tintamarre	1,43	2,16	1,84	1,81
Mixte	Galion	0,23	0,36	0,32	0,30

D. Suivi téléostéens

Les prises de vues ont été réalisées à Tintamarre et à CdS. Sur l'ensemble des sites, neuf espèces sont identifiées à différents rangs taxonomiques. Le stade de développement des individus identifiés jusqu'au Genre ou l'Espèce a également été déterminé. 30 individus non-identifiés furent observés sur le site de CdS, ce qui représente 36% des individus observés sur une même vidéo (tab. 11).

Tableau 11 : Téléostéens identifiés sur les herbiers d'*H. stipulacea* de Tintamarre et de Cul de Sac.

Site	Famille	Genre	Espèce	Effectifs	Stade de développement
T	Gerreidae			3	?
CdS	Sparidae			1	?
CdS	Chaetodontidae	Chaetodon	sp	1	Juv.
CdS	Scaridae	Sacarus	sp	2	Juv.
T	Carangidae	Caranx	ruber	3	Ad.
CdS	Labridae	Halichoeres	bivittatus	41	Juv.
CdS	Lutjanidae	Ocyurus	chrysurus	3	Juv.
CdS	Tetraodontidae	Sphoeroides	spengleri	2	Juv.
CdS	Serranidae	Hypoplectrus	puella	2	Juv.
CdS	Individus non identifiables			30	?

juv : juvénile ; ad.: adulte

E. Sensibilisation

Sur les quatre clubs de plongée sensibilisés, seulement deux ont souhaité participer à la campagne de localisation des sites nouvellement colonisés. Seul le club Octopus Diving situé à Grand Case en partie française a permis de l'identification de 2 nouveaux sites. Le premier est situé en partie française non-protégées (hors réserve) et le second en partie hollandaise : respectivement le Sec de Grand Case (-15 m) et l'épave le Gregory (-16 m ; partie hollandaise).

DISCUSSION

A. Répartition d'*H. stipulacea*

Observé pour la première fois en 2002 dans les eaux de Grenade (Sud de l'arc antillais), il a fallu près d'une décennie à *H. stipulacea* pour atteindre Saint-Martin (Nord de l'arc antillais). Les premières observations en local remontent à 2011 (Baie de Cul de Sac, Baie du Galion, Anse Marcel et l'île de Tintamarre) et furent publiées en 2012 (Willette *et al.*, 2014). En 2013, une observation a été faite sur l'îlet Pinel (Schmitt, 2013) (fig. D).

Au cours de cette étude *H. stipulacea* fut observée sur cinq nouveaux sites de la partie française, tels que Wilder Ness, Baie Orientale (comm.pers. Chalifour J.), Coralita (comm.pers. Chalifour J.) et le Sec de Grand Case (club plongée²). Une nouvelle observation a également été enregistrée sur un nouveau site de l'îlet Pinel, alors non-colonisé en 2013 (fig D). De plus, les observations faites en 2012 dans la baie de CdS ont évalué la phanérogame comme rare (Willette *et al.*, 2014) alors

² Résultat de la sensibilisation

qu'aujourd'hui cette baie est colonisée sur plus de sa moitié (fig. E). Ce constat démontre que cette espèce introduite est en phase d'expansion à Saint-Martin.

B. Morphométrie des plants d'*H. stipulacea*.

Cette angiosperme euryhaline se caractérise par des feuilles à l'extrémité ovale, longues de 30 à 60 mm et d'une largeur comprise entre 4 et 8 mm. Le rhizome a un diamètre compris entre 0,5 et 2 mm ainsi qu'une distance d'inter-nœuds de 7 à 50 mm. Elle présente également une unique racine pour chaque nœud de la plante (Den Hartog, 1970 *in* Willette & Ambrose, 2009). Bien que les paramètres morpho-métriques (longueur, largeur et distance inter-nœuds) des plants provenant des centres de taches des quatre sites de Saint-Martin apparaissent similaires à ceux d'autres études au niveau mondial, ils restent cependant nettement plus petits que ceux trouvés spécifiquement dans les Caraïbes (tab. 4, fig. H). Ceci pourrait être dû au caractère récent de la phase d'expansion de l'espèce au niveau local ou à des conditions particulières du milieu à Saint-Martin.



Figure H : Plant d'*H. stipulacea* du Galion

1. L'influence de la profondeur

Le site de Wilder Ness est un site considéré ici comme profond (- 21,6 m), alors que les sites de CdS, du Galion et de Tintamarre sont des sites de surface (profondeur inférieur à 5 m). Dans cette étude, les plants de Wilder Ness apparaissent significativement plus grands que ceux de Tintamarre (KW, longueur et largeur : $p = < 2,2e^{-16}$), alors qu'ils sont similaires à ceux des deux autres sites de surface : CdS et le Galion (fig. F).

Sur la localité côte/large, les plants de WN apparaissent plus petits que ceux de CdS (KW, $p = 0,007$), alors qu'ils sont plus grands au centre de la tache (KW, $p = 0,004$; tab. 6). Le paramètre profondeur pourrait influencer sur les conditions environnementales des sites (Procaccini *et al.*, 1999) et ainsi impacter la taille des plants. A Saint-Martin, les variations de morphologie des plants observées entre sites de faible profondeur (sites de surface), ne semblent pas uniquement dues à la profondeur, mais également à des paramètres, comme l'exposition à la houle.

2. Influence de l'exposition à la houle

Si le Galion, CdS et Wilder Ness sont des sites abrités, Tintamarre n'est que semi-abrité selon la direction de la houle. Face à une houle variable, les mouvements sédimentaires sont fluctuants induisant des remodelages plus ou moins importants des fonds de certains sites et influençant le développement *H. stipulacea*. Ainsi la présence de plants significativement plus petits (KW, longueur et largeur : $p = < 2,2 \cdot 10^{-16}$, tab. 6) et une distance inter-nœuds significativement plus grande en côte/large de tache (KW, $p = < 1 \cdot 10^{-4}$, tab. 9) ont été constatés à Tintamarre, indiquant une croissance plagiotrope plus importante que l'orthotrope. Par cette stratégie, la plante évite l'enfouissement face à des mouvements sédimentaires rapides et instables (Procaccini *et al.*, 1999).

Cependant, une différence significative est observée entre la longueur des plants de CdS et du Galion (fig. F). De plus, la distance inter-nœuds en bordure côte/large à Wilder Ness est significativement plus importante que celle des sites du Galion et de CdS. Ainsi, malgré une même exposition à la houle, des facteurs intra-sites semblent influencer la structure des plants d'*H. stipulacea* au travers de la composition de chacune des taches.

3. Influence des interactions interspécifiques

Les interactions interspécifiques peuvent influencer la morphométrie des plants (Vermaat *et al.*, 1995). Il apparaît ainsi qu'en présence de sites à herbiers mixtes, la morphométrie des plants d'*H. stipulacea* soit réduite. En effet, le Galion (herbier mixte), présente des plants plus petits que ceux de CdS (herbier mono-spécifique ; KW, longueur et largeur : $p = < 2,2 \cdot 10^{-16}$; fig. F). Également, sur la localité côte/large de Tintamarre (herbier mixte), les plants sont significativement plus courts que sur les herbiers mono-spécifiques de Wilder Ness et CdS (tab. 6). La distance inter-nœuds de la localité côte/large du Galion est significativement plus petite (KW, $p = 0,011$; tab. 8) que celle de Wilder Ness. La faible compétitivité des espèces pionnières (Birch & Blich, 1984) serait liée aux interactions interspécifiques ralentissant la croissance plagiotrope et orthotrope, comme cela est observable à Saint-Martin pour *H. stipulacea*. Cependant, grâce à sa forte adaptation aux rayonnements solaires (Sharon & Beer, 2008), elle reste capable de croître sous la canopée des herbiers natifs.

Bien que les interactions négatives entre espèces composant les herbiers semblent limiter le développement des plants d'*H. stipulacea* à Saint-Martin, d'autres facteurs non encore identifiés semblent également y contribuer.

4. Autres paramètres potentiellement impliqués

Parmi les facteurs non étudiés dans cette étude, l'enrichissement sédimentaire pourrait influencer le développement des plants et donc leur taille (La Nafie *et al.*, 2013). Cette éventualité apparaît d'autant plus plausible que les sites du Galion et de CdS sont tous deux situés à proximité directe d'exutoires d'étangs recevant des effluents urbains.

Les taches d'herbier sont également soumises à des conditions environnementales particulières, selon leur localisation, notamment du fait de la topographie des fonds. Ces paramètres peuvent impacter la morphométrie et la structure de l'herbier (Keminon, 2012).

Dans les eaux de Saint-Martin, à conditions similaires, la morphométrie des plants d'*H. stipulacea* semble peu influencée par la profondeur. De plus, l'exposition à la houle et la compétition interspécifique se traduisent par des différences morphométriques des plants d'*H. stipulacea* plus nettes. Cependant, des effets de synergie entre ces différents facteurs peuvent également aboutir à des modifications significatives de la morphologie de ces plants. Ces interactions complexes restent encore mal connues et/ou difficilement évaluables en milieu naturel.

C. Dynamique de l'herbier *H. stipulacea*

1. Mode de reproduction

Selon l'espèce et les conditions environnementales dans lesquelles se développe l'herbier, la stratégie reproductive sera variable (Rasheed, 2004). Bien que l'expansion des herbiers de phanérogames marines se fasse majoritairement par une reproduction végétative (Duarte, 2001), la reproduction sexuée plus rare reste possible (Rasheed, 2004). De fait, la faible diversité génétique de certains herbiers contribue à une mauvaise résilience de ces derniers face aux changements environnementaux (Jiang *et al.*, 2014). Or lors de cette étude un fruit d'*H. stipulacea* a été trouvé sur chacun des sites excepté à Tintamarre. De forme ellipsoïdale et long de 3 mm

pour les sites du Galion et CdS, et de 4 mm sur le site Wilder Ness (fig. 1), ces fruits sont conformes aux descriptions de Kuo et Den Hartog en 2001. La preuve d'une reproduction sexuée, bien que moins importante que celle végétative, confirme la



Figure 1 : Fruit d'*H. stipulacea* trouvé sur le site du Galion

présence de pied mâle et femelle ainsi que l'existence d'une diversité génétique potentiellement plus élevée, dans les eaux de Saint-Martin.

Des études génétiques complémentaires permettraient d'estimer cette diversité génétique, de connaître sa dynamique de colonisation, de confirmer son aire d'origine et peut-être de trouver un moyen de régulation spécifique adapté à cette espèce et au contexte local. Quoi qu'il en soit, *H. stipulacea* continue de coloniser les fonds marins de Saint-Martin selon des dynamiques variables, avec une vitesse de croissance moyenne comprise entre 0,30 et 1,81 cm.jr⁻¹ (tab. 10).

2. Effet de la température

Etant une espèce à affinité subtropical (Lipkin, 1975), l'augmentation des températures du début de saison cyclonique, (fin Juin ; André *et al.*, 2008) contribue à une diminution de sa vitesse de croissance (fig. G ; tab. 10). De plus, les houles plus conséquentes survenant à cette période de l'année, génèrent des mouvements sédimentaires pouvant contribuer au ralentissement de la vitesse de croissance observée en Juillet 2014 (tab. 10).

Malgré ces variations, la composition spécifique des taches semble également influencer sur la dynamique de cette espèce.

3. Effet de la composition spécifique des taches

La compétition interspécifique notamment sur le site du Galion, participe au ralentissement de sa dynamique (0,30 cm.jr⁻¹) alors qu'en l'absence d'interactions, *H. stipulacea* se développe plus rapidement (WN : 0,61 cm.jr⁻¹ ; T : 1,81 cm.jr⁻¹ ; tab.10). Malgré ces variations, elle ne semble montrer aucune régression, même pour Wilder Ness, site traduisant le plus long ralentissement de croissance depuis Mai 2014 (fig. J). De part sa profondeur et l'augmentation de la turbidité des eaux liée à la saison cyclonique, ce site semble subir une réduction de l'activité photosynthétique (Campbell *et al.*, 2007 ; Ralph *et al.*, 2007) ne permettant pas un maintien optimale de la vitesse de croissance.



Figure J : Evolution mensuelle de la tache d' *H. stipulacea* sur le site de Wilder Ness et de Tintamarre

Dans les eaux de Saint-Martin, l'expansion et la croissance continues observées au sein des herbiers natifs, nous confirment le potentiel invasif d'*H. stipulacea*. Cependant, la vitesse maximale de croissance observée ($2,16 \text{ cm.jr}^{-1}$), reste conforme aux estimations basses observées dans la Caraïbe ($0,5$ et 6 cm.jr^{-1} ; Willette & Ambrose, 2009). A première vue, son expansion moins rapide peut être due aux conditions environnementales particulières des eaux de Saint-Martin. Cette hypothèse reste à confirmer par des suivis complémentaires, sur un minimum d'un an pour tenir compte des variations saisonnières.

Considérant le potentiel invasif de cette espèce dans les eaux de Saint-Martin, le principe de précaution impose de fait la mise en place d'études visant à identifier et connaître les facteurs favorisant son expansion, ainsi que ses impacts potentiels sur l'environnement marin. D'autant plus que les espèces invasives sont la première cause d'érosion de la biodiversité en milieux insulaires (IUCN, 2010).

4. Facteurs favorisant potentiellement son expansion

4.1 – Dégradation des herbiers natifs

Dans les eaux de Saint-Martin, deux types de dégradations sont dominantes, l'enrichissement des eaux et la fragmentation de l'herbier.

La distribution des herbiers dans les premiers mètres de la colonne d'eau, en fait le premier habitat directement exposé aux conséquences de l'artificialisation du littoral. Dans les années 80, le littoral saint-martinois fut grandement aménagé avec le développement du tourisme de masse (Rivière, 2010). Cela s'est accompagné d'un développement massif de logements, des émissions d'effluents urbains, ainsi que de remblais de zones humides. Ainsi, la vétusté du réseau d'assainissement actuel conduit à l'existence de rejets d'eaux usées directement dans les étangs communiquant avec la mer (Sxminfo, comm.perso. Conservatoire du Littoral), pouvant être à l'origine d'un enrichissement des eaux fragilisant les herbiers. D'autre part, les importants événements pluvieux courant en milieu tropical conduisent souvent à une saturation du réseau hydrographique fortement modifié (disparition des mangroves), ne permettant la rétention efficace des eaux se jetant ainsi directement en mer.

Le second type de dégradations peut être d'origine naturelle, du fait des cyclones libérant de nouveaux espaces propices au développement d'espèces invasives plus rapide ou d'origine anthropique dû aux ancrages fragmentant les herbiers (fig K). Ces derniers permettent également l'introduction de propagules issues des puits d'ancrage (Ruiz & Ballantine, 2004)



Figure K : Trace suite au relevage d'une ancre

4.2 – Raréfactions d'organismes consommateurs

Très peu espèces sont connues pour directement se nourrir de phanérogames marines (Wahbeh, 1984), préférant généralement consommer leurs organismes épiphytes. Dans les zones tropicales telles qu'en Caraïbe, quelques poissons sont capables de consommer directement ces feuilles, mais se sont majoritairement les tortues marines (Hily *et al.*, 2010). Pour le reste de la faune fréquentant l'herbier, le turnover rapide de la canopée ne permet pas aux animaux épibiontes de se développer sur les feuilles d'*H. stipulacea* (Rindi *et al.*, 1999). Des études récentes sur la préférence alimentaire de *Chelonia mydas*, indiquent que *H. stipulacea* n'est pas préférentiellement ciblée par cette espèce (comm.pers., Tineke Van Bussel).

Le caractère récent de l'introduction de cette espèce, contribue à ce que la faune locale ne l'identifie pas encore comme une potentielle source d'alimentation. Afin de

mieux comprendre l'absence de comportements alimentaires observés, il devient urgent de mieux connaître les propriétés liées à l'appétence, à la digestibilité et à la valeur énergétique de cette phanérogame, grâce à une analyse de sa composition chimique. De tels résultats pourraient permettre d'identifier une espèce en mesure de s'alimenter sur *H. stipulacea* et donc de réguler son expansion.

D. Impacts de l'herbier *H. stipulacea*

1. La structure des peuplements téléostéens

Nous ne pouvons pas conclure sur la composition des peuplements fréquentant l'herbier *H. stipulacea*, de manière représentative. Les contraintes techniques liées à la faible hauteur de canopée et au matériel vidéo utilisé, ont abouti à une difficulté d'identification des espèces, au sein d'un champ de vision restreint limitant les chances de filmer des individus.

Cependant, les données collectées confirment une prédominance des stades juvéniles des téléostéens (tab. 11), également observés lors de plongées effectuées, hors suivi. Or, le rôle de nurserie d'*H. stipulacea* reste moins important que celui de *S. filiforme* (Willette & Ambrose, 2012). Sa faible hauteur de canopée ne semble pas non plus faciliter l'accueil d'individus adultes. Ces derniers trouvent refuge dans les herbiers plus grands tel que ceux composés de *Thalassia testudium* (Banks ex König) ou *Syringodium filiforme* (Kützing), dont la pérennité semble menacée par l'évolution des conditions environnementales et le développement d'*H. stipulacea* (Willette & Ambrose, 2012). Ce développement d'une nouvelle espèce pourrait donc à terme remodeler la structure des peuplements de téléostéens, en cas d'une propagation de grande ampleur.

Cependant, l'existence de véritables continuités entre herbiers natifs et herbiers d'*H. stipulacea*, pourrait contribuer à la formation de nouveaux corridors verts sur les fonds sédimentaires, que les téléostéens pourraient alors s'approprier (Willette & Ambrose, 2012). Les données vidéo collectées ainsi que les observations en plongée hors suivi, révèlent aussi leur utilisation par l'espèce pélagique *Caranx ruber* y menant des raids alimentaires.

Les interactions avec la faune locale restent difficiles à mettre en évidence. A Saint-Martin, l'herbier semble actuellement principalement utilisé comme nurserie malgré un potentiel d'accueil moins important que pour les formations de *S. filiforme*. De plus, le caractère exceptionnel de sa consommation par la faune locale n'assure aucun contrôle de sa progression au sein des fonds marins.

2. Impact sédimentaire

La large répartition bathymétrique de cette espèce, lui permet de s'installer sur des fonds encore vierges de tout herbier naturel. En effet, les espèces locales (*T. testudinum* et *S. filiforme*) colonisent les fonds d'une profondeur inférieure à 20 mètres et sont préférentiellement installées entre -1 et -12 m. Dans les eaux de Saint Martin, *H. stipulacea* est installée à des profondeurs supérieures à -20 m, tel qu'observé à Wilder Ness. Aucun impact écologique de la colonisation d'*H. stipulacea* sur des sols nus n'est encore clairement identifié (Willette & Ambrose, 2012). Dans des zones profondes comme Wilder Ness, le développement d'*H. stipulacea* peut contribuer au maintien des sédiments face à la courantologie et à la houle.

E. Eléments de gestion

Les exemples de réussites de lutte contre la prolifération voir d'éradication d'une espèce invasive restent rares en milieu marin, surtout une fois celle-ci bien installée au sein d'un écosystème. Seules des mesures précoces survenant aux premiers stades de colonisation peuvent avoir des chances de réussite, sans exclure pour autant tout risque de nouvelle colonisation du fait de foyers non-traités ou de nouveaux apports extérieurs (IUCN-SSG, 2000). La prévention, la surveillance et des moyens de régulations adaptés sont les meilleures solutions selon Gravez *et al.* (2005) pour « maintenir un niveau de colonisation sous un seuil acceptable d'effets négatifs sur les écosystèmes endémiques ».

1. Information et sensibilisation

Afin d'améliorer l'exhaustivité de notre cartographie, les clubs de plongée intéressés ont été sollicités pour être sensibilisés à cette problématique. Malgré leur curiosité quant aux conséquences potentielles sur leur environnement de travail, très peu ont souhaité faire remonter des observations.

D'autre part, le workshop sur les espèces invasives du mois de Mai 2014 réunissant différents gestionnaires des îles du Nord, a permis de faire l'état des lieux des connaissances et des travaux en cours sur cette espèce à l'échelle régionale, tout en informant les participants sur sa répartition et ses impacts potentiels sur les herbiers natifs.

Le facteur d'introduction et de dispersion par les ancrages de navires de plaisance ou commerciaux étant démontré (Lipkin, 1975 ; Ruiz & Ballantine, 2004 ; Gambi *et al.*, 2009), il devient urgent d'informer et de sensibiliser les entreprises de location de voiliers participant à l'intense trafic de cabotage inter-îles dans les Antilles.

Clients et plaisanciers pourraient ainsi contribuer à réduire les risques de dispersion d'*H. stipulacea* à travers la région.

2. Surveillance de l'herbier *H. stipulacea*

La veille concernant cet herbier peut se faire sous différents angles. Dans un premier temps, le maintien de l'animation d'un réseau de veille impliquant les clubs de plongée permettrait une mise à jour de la cartographie de l'expansion de l'aire de répartition de l'espèce, outil primordial pour mettre en place des actions de gestion.

La prise en compte des observations de cette espèce dans les suivis scientifiques pérennes est également prépondérante. Cependant, cette veille est quasi-uniquement opérée en réserve, tout comme les opérations de contrôle des activités (pêche et récréatives) impactant les herbiers (Pergent-Martini & Le Ravallec, 2007).

3. Mesures de régulations

Les îles et îlets en réserve sont régulièrement fréquentés par les bateaux de plaisance et les charters commerciaux. Afin d'éviter la fragmentation des herbiers et son érosion facilitant le développement d'espèces introduites (Williams, 2007), des bouées de mouillage ont été installées autour de ces îles et îlets. A l'inverse, la baie de CdS située hors réserve est exposée à l'ancrage bien qu'il y soit interdit par Arrêté préfectoral (Annexes C), mais en l'absence de contrôle les mouillages forains y fleurissent (fig L). La Réserve n'étant pas compétente dans cette zone, il serait important que les autorités locales mettent en place un système de mouillages organisés, afin d'enrayer ce vecteur d'introduction.



Figure L : Bateaux ancrés dans la baie de CdS

Aucune mesure efficace de régulation directe n'a pour l'heure été documentée dans la Caraïbe. Seuls des exemples de régulation sur *Caulerpa taxifolia* (Vahl) et *Caulerpa racemosa* (Forsskål) existent en Méditerranée (Gravez *et al.*, 2005). Par conséquent, des arrachages manuels précoces et ciblés peuvent être testés sur de petites taches mono-spécifiques sur fonds sableux, alors qu'il sera plus délicat d'agir sur des taches mixtes avec un système racinaire mélangé. Ne pouvant pas éradiquer

l'espèce, seules des actions régulières et pérennes pourront éventuellement contribuer à réguler la propagation de l'espèce.

Une autre voie de régulation serait l'identification d'espèces herbivores locales pouvant préférentiellement cibler *H. stipulacea*, afin de contribuer au développement de leur biomasse. Dans les eaux de Saint Martin, entre 2010 et 2012 (Pareto, 2012), une diminution de biomasse d'herbivores a été constatée. Or ces derniers pourraient faire preuve d'une préférence pour les espèces pionnière telle que *H. stipulacea* moins riches en carbone que les plantes climaciques telle que *T. testudium* (Mariani & Alcoverro, 1999), et ainsi avoir un impact direct sur la stabilisation de cet herbier

Concernant les défaillances récurrentes du réseau d'assainissement, la Collectivité territoriale en collaboration avec le Conservatoire du littoral et la Réserve Naturelle a initié une remise en état du réseau. De futurs travaux devraient permettre le raccordement de certaines habitations, le redimensionnement de stations existantes et la création des nouvelles unités (IMPACT-MER, 2012).

CONCLUSION

En l'espace de deux ans, *H. stipulacea* a colonisé pas moins de cinq nouveaux sites dans les eaux de Saint-Martin. Malgré la petite taille des plants ainsi qu'une progression plus lente que celle observée sur d'autres sites de la Caraïbe, aucune régression n'est observée. De plus, le cortège faunistique associé à cette espèce s'est révélé difficilement identifiable. Cependant il est avéré que *H. stipulacea* interfère avec la dynamique des herbiers natifs et modifie la structure des communautés benthiques (Willette & Ambrose, 2012 ; Maréchal *et al.*, 2013) et donc la chaîne trophique. D'autre part, *H. stipulacea* semble capable de coloniser des sites dépourvus de tout herbier natif, créant de nouveaux herbiers à part entière. Par principe de précaution, cette espèce doit donc être classée parmi les espèces invasives dans les eaux de Saint-Martin.

En termes de gestion, la récente introduction de l'espèce implique des moyens de veilles en intégrant sa présence dans les suivis scientifiques ainsi que l'élaboration et la mise en œuvre de moyens de régulation adaptés. De plus, une large prise de conscience est nécessaire pour permettre le maintien de cette espèce sous un seuil acceptable d'effets négatifs qui reste à déterminer. D'autant plus que les acteurs du

monde maritime naviguent au-delà des limites de la Réserve Naturelle, dans des zones ne bénéficiant ni de surveillance ni de moyens de protection et de gestion tels que les bouées d'ancrages.

De nombreuses lacunes de connaissance sur cette plante persistent, nécessitant d'être comblées, notamment par des études génétiques et moléculaires. D'autant plus que la reproduction sexuée avérée dans ces eaux soulève de nombreuses questions : sa dynamique de colonisation, la confirmation de son aire d'origine, sa composition chimique etc. Ces dernières apparaissent aujourd'hui plus que légitimes, dans l'objectif de trouver des solutions de régulations spécifiques à cette plante sans compromettre les herbiers natifs.

BIBLIOGRAPHIE

- André J.C., Royer J.-F., Chauvin F., 2008. Les cyclones tropicaux et le changement climatique. *Geoscience*, **340** : 575-583.
- Birch W.R., Birch M., 1984. Succession and pattern of tropical intertidal seagrasses in Cockle Bay, Queensland, Australia : a decade of observations. *Aquatic Botany*, **19** : 343-367.
- Campbell S.J., McKenzie L.J., Kerville S.P., Bité J.S., 2007. Patterns in tropical seagrass photosynthesis in relation to light, depth and habitat. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **73** : 551-562.
- Costanza R., d'Arge R., De Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., Van Den Belt M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, **387** : 253-260.
- Duarte C.M., Chiscano C.L., 1999. Seagrass biomass and production : a reassessment. *Aquatic Botany*, **65** : 159-174.
- Duarte C.M., 2001. Seagrasses. In : « Encyclopedia of Biodiversity (Second Edition) », Simon A Levin edit., Academic Press, Waltham, p 540-550.
- Gambi M.C., Barbieri F., Bianchi C.N., 2009. New record of the alien seagrass *Halophila stipulacea* (Hydrocharitaceae) in the western Mediterranean: a further clue to changing Mediterranean Sea biogeography. *Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom - Marine Biodiversity Records*, **2** : 84-71.
- Gravez V., Boudouresque C.F., Ruitton S., 2005. Proposition d'une stratégie de contrôle des espèces envahissantes marines dans les eaux du Parc national de Port-Cros, illustrée par le cas de deux espèces de *Caulerpa*. GIS Posidonie et Parc national de Port-Cros publ. 68 p.
- Hily C., Duchêne J., Bouchon C., Bouchon-Navaro Y., Gigou A., Payri C., Védie F., 2010. Les herbiers de phanérogames marines de l'outre-mer français. Hily C., Gabrié C., Duncombe M. coord. IFRECOR, Conservatoire du littoral, 140 p.
- Holmer M., Marbà N., Lamote M., 2009. Deterioration of sediment quality meadows (*Posidonia oceanica*) invaded by macroalgae (*Caulerpa* sp.). *Estuaries and Coasts*, **32** : 456-466.
- IMPACT-MER, 2012. Réalisation du suivi des étangs de Saint Martin en vue des projets de mise en œuvre de rejet de stations de traitement. Rapport final, TOME 2 : Synthèse des résultats et propositions. 179 p.
- Jiang K., Xu N.-N., Tsang P.K.E., Chen X.-Y., 2014. Genetic variation in populations the threatened seagrass *Halophila beccarii* (Hydrocharitaceae). *Biochemical Systematics and Ecology*, **53** : 29-35.
- Kerminon F., 2012. Première actions de mis en place d'un réseau d'observation des herbiers de l'Outre-mer (First actions in setting up an overseas seagrass monitoring network. Masters thesis. Sciences de la mer et du littoral). Université de Bretagne Occidentale, 136 p.
- Kuo J., Den Hartog C., 2001. Seagrass taxonomy and identification key. In : Global Seagrass Research Methods. Short F.T., Coles R.G. Elsevier Science, Amsterdam, 31-58.
- La Nafie Y.A., De Los Santos C.B., Brun F.G., Mashoreng S., Van Katwijk M.M., Bouma T.J., 2013. Biomechanical response of two fast-growing tropical seagrass species subjected to in situ shading and sediment fertilization. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **446** : 186-193.

- Lipkin Y., 1975. *Halophila stipulacea*, a review of a successful immigration. *Aquatic Botany*, **1** : 203-215.
- McRoy C.P., 1974. Seagrass productivity : carbon uptake experiments in eel-grass, *Zostera marina*. *Aquaculture*, **4** : 131-137.
- Maréchal J.-P., Meesters E.H., Védie F., Hellio C., 2013. Occurrence of the alien seagrass *Halophila stipulacea* in Martinique (French West Indies). *Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom - Marine Biodiversity Records*, **6** : 127-132.
- Mariani S., Alcoverro T., 1999. A multiple-choice feeding-preference experiment utilising seagrasses with a natural population of herbivores fishes. *Marine Ecology Progress Series*, **189** : 295-299.
- Meinesz A., De Vaugelas J., Hesse B., Mari X., 1993. Spread of the introduced tropical green alga *Caulerpa taxifolia* in northern Mediterranean waters. *Journal of Applied Phycology*, **5** : 141-147.
- Orth R.J., Carruthers T.J.B., Dennison W.C., Duarte C.M., Fourqurean J.W., Heck K.L.Jr, Hughes A.R., Kendrick G.A., Kenworthy W.J., Olyarnik S., Short F.T., Waycott M., Williams S.L., 2006. A global crisis for seagrass ecosystems. *BioScience*, **56** : 987-996.
- PARETO, 2012. Suivi de l'état de santé des réserve naturelles marines de Guadeloupe, de Saint-Martin et Saint- Barthélemy. Etat des lieux 2012 et évolution 2007-2012. 59 p.
- Pergent-Martini C., Le Ravallec C., 2007. Lignes directrices pour les études d'impacts sur les herbiers marins. PNUE, PAM, CAR/ASP edit., 39 p.
- Procaccini G., Acunto S., Famà P., Maltagliati F., 1999. Structural, morphological and genetic variability in *Halophila stipulacea* (Hydrocharitaceae) populations of the Western Mediterranean. *Marine Biology*, **135** : 181-189.
- Ralph P.J., Durako M.J., Enriquez S., Collier C.J., Doblin M.A., 2007. Impact of light limitation on seagrass. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **350** : 176-193.
- Rasheed M.A., 2004. Recovery and succession in a multi-species tropical seagrass meadow following experimental disturbance : the role of sexual and asexual reproduction. *Experimental Marine Biology and Ecology*, **310** : 13-45.
- Rindi F., Maltagliati F., Rossi F., Acunto S., Cinelli F., 1999. Algal flora associated with a *Halophila stipulacea* (Forsskal) Ascherson (Hydrocharitaceae, Helobia) stand in the western Mediterranean. *Oceanologica Acta*, **4** : 421-429.
- Rivière F., Barroux Y., 2010. L'économie de Saint-Martin : à la recherche de ses avantages comparatifs. n°68, IDEOM, Paris : 4p.
- Ruiz G.M., Fofonoff P.W., Carlton J.T., Wonham M.J., Hines A.H., 2000. Invasion of coastal marine communities in North America : Apparent Patterns, processes, and biases. *Annual Review of Ecology Systematics*, **31** : 481-531.
- Ruiz H., Ballantine D.L., 2004. Occurrence of the seagrass *Halophila stipulacea* in the tropical west Atlantic. *Bulletin of Marine Science*, **75** : 131-135.
- Schmitt A., 2013. Cartographie des habitats épibenthiques de l'île Pinel et de leurs états de santé. Master SML Sciences de la mer et du littoral, Université de Bretagne Occidentale, 45 p.

Shafer D.J., Kaldy J.E., Gaeckle J.L., 2014. Science and management of the introduced seagrass *Zostera japonica* in North America. *Environmental Management*, **53** : 147-162.

Sharon Y., Beer S., 2008. Diurnal movements of chloroplasts in *Halophila stipulacea* and their effect on PAM fluorometric measurements of photosynthetic rates. *Aquatic Botany*, **88** : 273-276.

Short F.T., Carruthers T., Dennison W., Waycott M., 2007. Global seagrass distribution and diversity : A bioregional model. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **350** : 3-20.

Short F.T., Polidoro B., Livingstone S.R., Carpenter K.E., Bandeira S., Bujang J.S., Calumpong H.P., Carruthers T.J.B., Coles R.G., Dennison W.C., Erftemeijer P.L.A., Fortes M.D., Freeman A.S., Jagtap T.G., Kamal A.H.M., Kendrick G.A., Kenworthy W.J., La Nafie Y.A., Nasution I.M., Orth R.J., Prathep A., Sanciangco J.C., Van Tussenbroek B., Vergara S.G., Waycott M., Zieman J.C., 2011. Extinction risk assessment of the world's seagrass species. *Biological Conservation*, **144** : 1961-1971

Vermaat J.E., Agawin N.S.R., Duarte C.M., Fortes M.D., Marbà N., Uri J.S., 1995. Meadow maintenance, growth and productivity of a mixed Philippine seagrass bed. *Marine Ecology Progress Series*, **124** : 215-225.

Wahbeh M.J., 1984. The growth and production of the leaves of the seagrass *Halophila stipulacea* (Forsk.) Aschers. from Aqaba, Jordan. *Aquatic Botany*, **20** : 33-41

Willette D.A., Ambrose R.F., 2009. The distribution and expansion of the invasive seagrass *Halophila stipulacea* in Dominica, West Indies, with a preliminary report from St. Lucia. *Aquatic Botany*, **91** : 137-142.

Willette D.A., Ambrose R.F., 2012. Effects of the invasive seagrass *Halophila stipulacea* on the native seagrass, *Syringodium filiforme*, and associated fish and epibiota communities in the Eastern Caribbean. *Aquatic Botany*, **103** : 74-82.

Willette D.A., Chalifour J., Debrot A.O.D., Engel M.S., Miller J., Oxenford H.A., Short F.T., Steiner S.C.C., Védie F., 2014. Continued expansion of the trans-Atlantic invasive marine angiosperm *Halophila stipulacea* in the Eastern Caribbean. *Aquatic Botany*, **112** : 98-102.

Williams S.L., 2007. Introduced species in seagrass ecosystems : Status and concerns. *Journal of experimental marine biology and ecology*, **350** : 89-110.

WEBGRAPHIE

- Guiry M.D., 2014. AlgaeBase, *Taxonomy Browser* [En ligne] <http://www.algaebase.org/browse/taxonomy/?id=99791> (page consultée le 24 Juin 2014).
- Sxminfo. SXM : Compte rendu du conseil de quartier n°2 [En ligne] [http://www.sxminfo.fr/17652/2011/07/13/sxm-compte-rendu-du-conseil-de-quartier-n2/\(page consultée le 25 Juillet 2014\)](http://www.sxminfo.fr/17652/2011/07/13/sxm-compte-rendu-du-conseil-de-quartier-n2/(page%20consult%C3%A9e%20le%2025%20Juillet%202014))
- IUCN-SSG, 2000. IUCN Guidelines for the prevention of biodiversity loss caused by alien invasive species [En ligne] <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/Rep-2000-052.pdf> (page consultée le 25 Juillet 2014)
- IUCN, 2010. Espèces envahissantes [En ligne] https://www.iucn.org/fr/propos/union/secretariat/bureaux/iucnmed/programme_uicn_med/espces/espces_envahissantes/ (page consultée le 10 Août 2014)

ANNEXES

Annexe A : Décret ministériel de création de la Réserve Naturelle Nationale de Saint-Martin

Le 18 août 2014

DÉCRET
Décret n°98-802 du 3 septembre 1998 portant création de la réserve naturelle de Saint-Martin
(Guadeloupe)
NOR: ATEN9860068D
Version consolidée au 18 août 2014

Le Premier ministre,

Sur le rapport de la ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement.

Vu le code rural, et notamment le chapitre II du titre IV du livre II relatif à la protection de la nature ;

Vu le décret n° 79-413 du 25 mai 1979 relatif à l'organisation de l'Etat en mer au large des départements d'outre-mer et de la collectivité territoriale de Mayotte ;

Vu le décret n° 97-1204 du 19 décembre 1997 pris pour l'application à la ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement du 1° de l'article 2 du décret n° 97-34 du 15 janvier 1997 relatif à la déconcentration des décisions administratives individuelles ;

Vu les pièces afférentes à la procédure de consultation relative au projet de classement en réserve naturelle de zones terrestres et marines à Saint-Martin ;

Vu la délibération du conseil municipal de la commune de Saint-Martin en date du 21 mai 1996 ;

Vu l'avis de la commission départementale des sites, perspectives et paysages, siégeant en formation de protection de la nature, en date du 9 janvier 1997 ;

Vu l'avis du préfet de la région Martinique, délégué du Gouvernement pour la coordination de l'action de l'Etat en mer, en date du 31 décembre 1996 ;

Vu le rapport du préfet du département de la Guadeloupe en date du 22 mai 1997 ;

Vu l'avis du Conseil national de la protection de la nature en date du 23 octobre 1997 ;

Vu les accords et avis des ministres intéressés,

Chapitre Ier : Création et délimitation de la réserve naturelle de Saint-Martin.

Article 1

Sont classées en réserve naturelle, sous la dénomination réserve naturelle de Saint-Martin (Guadeloupe), les zones de l'île de Saint-Martin, sur la commune de Saint-Martin, délimitées comme suit :

Partie marine :

1° Une zone circulaire dont la limite se situe à 250 mètres des côtes du Rocher Crole ;

2° Une zone limitée :

- par une ligne tracée de la pointe des Froussards vers le nord jusqu'à 500 mètres au large, au point n° 1 (63° 02,31 W, 18° 07,65 N) ;
- puis par une ligne partant du point n° 1 vers l'est - nord-est, jusqu'à 500 mètres au nord de la Basse-Espagnole, au point n° 2 (63° 00,32 W, 18° 08,00 N) ;
- puis par une ligne partant du point n° 2 vers l'est - sud-est, jusqu'à 500 mètres de la pointe nord-est de Tintamarre, au point n° 3 (62° 58,00 W, 18° 07,62 N) ;
- puis par une ligne partant du point n° 3 situé sur l'isobathe de 20 mètres, au sud-est de Tintamarre, jusqu'au point n° 4 (62° 58,00 W, 18° 06,72 N) ;
- enfin, par une ligne partant du point n° 4 vers le sud - sud-ouest jusqu'à la pointe de Babit-Point. Le point n° 5 (62° 59,38 W, 18° 04,56 N) est situé au milieu de ce segment ;

3° Le domaine public maritime des Salines d'Orient et de l'Etang aux Poissons.

Sont exclues de ce périmètre les zones suivantes :

L'intérieur de la baie du Cul-de-Sac, jusqu'à une ligne joignant les extrémités sud et nord de celle-ci ;

L'intérieur de la baie orientale, jusqu'à la ligne brisée joignant l'extrémité nord de celle-ci au point n° 6 (63° 01,00 W, 18° 05,93 N), puis à son extrémité sud (Club-Orient).

Partie terrestre : les parcelles cadastrales correspondant aux cinquante pas géométriques et aux sites suivants :

Le Rocher Crole : n° AT 5 et 6 ;

Bell Point : n° AT 4, 7, 9, 12, 13, 14 et 126 ;

Pointe des Froussards : n° AT 138, 140 et 143 ;

Eastern Point et Grandes Cayes : n° AT 29, 30 et 33 ;

Les abords des Salines d'Orient : n° AW 8, 37, 38, 39, 40, 45, 545 et 548, ainsi que les portions de chemins situées entre les parcelles 8 et 545, 39 et 40, 37 et 38, 45 et 546 ;

Les abords de l'étang aux Poissons : n° AW 43 et 546, ainsi que la portion de chemin située entre ces deux parcelles ;

Baie de l'embouchure et Coconut Grove : n° AW 23 ;

Ilet Pinel : n° AT 36 (à l'exclusion de la zone d'accueil de la plage délimitée sur le plan cadastral annexé au présent décret) et AT 125 ;

Petite Clef : n° AT 38 et 39 ;

Tintamarre : n° AX 1 ;

Caye Verte : n° AW 24 ;

Les Ilets de la baie de l'embouchure : n° AY 56, 57 et 58,
soit une superficie totale d'environ 3 060 hectares, dont 153,4 hectares de partie terrestre.

L'emplacement et le périmètre des parties classées en réserve naturelle sont inscrits sur la carte IGN au 1/25 000, les plans cadastraux au 1/5 000 et la carte marine au 1/50 000 annexés au présent décret. Ces cartes et plans peuvent être consultés à la préfecture de la Guadeloupe.

La matérialisation des limites marines de la réserve naturelle sera effectuée à l'aide de six bouées, conformément à la réglementation en vigueur.

Chapitre II : Gestion de la réserve naturelle.

Article 2

Le préfet de la Guadeloupe, ci-après dénommé " le préfet ", est responsable de la gestion de la réserve naturelle. Il doit obtenir l'accord du délégué du Gouvernement pour la coordination de l'action de l'Etat en mer pour les décisions qui relèvent du domaine de compétence de ce dernier.

Il est créé un comité consultatif de la réserve, présidé par le préfet ou son représentant, et auquel participe le délégué du Gouvernement pour la coordination de l'action de l'Etat en mer ou son

représentant.

La composition de ce comité est fixée par arrêté du préfet. Il comprend de manière équilibrée :

- 1° Des représentants de collectivités territoriales concernées et d'usagers ;
- 2° Des représentants d'administrations et d'établissements publics concernés ;
- 3° Des personnalités scientifiques et des représentants d'associations de protection de la nature.

Les membres du comité sont nommés pour une durée de trois ans. Leur mandat peut être renouvelé. Les membres du comité décédés ou démissionnaires et ceux qui, en cours de mandat, cessent d'exercer les fonctions pour lesquelles ils ont été désignés doivent être remplacés. Dans ce cas, le mandat des nouveaux membres expire à la date à laquelle aurait normalement fini son mandat de leurs prédécesseurs.

Le comité consultatif se réunit au moins une fois par an, sur convocation de son président. Il peut déléguer l'examen d'une question particulière à une formation restreinte.

Article 3

Le comité consultatif donne son avis sur le fonctionnement de la réserve, sur sa gestion et sur les conditions d'application des mesures prévues au présent décret. Il se prononce sur le plan de gestion de la réserve. Il peut faire procéder à des études scientifiques et recueillir tout avis en vue d'assurer la conservation, la protection ou l'amélioration du milieu de la réserve.

Article 4

Le préfet, après avoir demandé l'avis de la commune de Saint-Martin et celui du comité consultatif, confie, par voie de convention, la gestion de la réserve naturelle de Saint-Martin à un établissement public, à une collectivité locale ou à une association régie par la loi du 1er juillet 1901 ou à une fondation.

Pour assurer la conservation du patrimoine naturel et de la biodiversité de la réserve, le gestionnaire conçoit et met en oeuvre un plan de gestion écologique de la réserve, qui s'appuie sur une évaluation scientifique de ce patrimoine et de son évolution.

Le premier plan de gestion est soumis par le préfet après avis du comité consultatif à l'agrément du ministre chargé de la protection de la nature. Le plan de gestion est agréé par le ministre après avis du Conseil national de la protection de la nature. Le préfet veille à sa mise en oeuvre par le gestionnaire. Les plans de gestion suivants sont approuvés après avis du comité consultatif par le préfet, sauf s'il estime opportun de solliciter à nouveau l'agrément du ministre.

Chapitre III : Réglementation de la réserve.

Article 5

Il est interdit d'introduire à l'intérieur de la réserve des animaux, quel que soit leur état de développement, sauf autorisation délivrée par le préfet, après consultation du Conseil national de la protection de la nature et à l'exception de ceux qui participent à des missions de police, de recherche ou de sauvetage.

Il est interdit, sous réserve de l'exercice de la pêche dans les conditions fixées par l'article 9 du présent décret, et sous réserve d'autorisations délivrées à des fins scientifiques ou d'entretien de la réserve par le préfet, après avis du comité consultatif :

De porter atteinte aux animaux d'espèce non domestique ainsi qu'à leurs oeufs, couvées, portées, ou nids, ou de les emporter hors de la réserve ;

De troubler ou de déranger les animaux.

Article 6

Il est interdit :

1° D'introduire dans la réserve tous végétaux, sauf autorisation délivrée par le préfet, après consultation du Conseil national de la protection de la nature ;

2° Sous réserve d'autorisations délivrées à des fins scientifiques ou d'entretien de la réserve par le préfet, après avis du comité consultatif, de porter atteinte aux végétaux ou de les emporter en dehors de la réserve.

Article 7

Le préfet peut prendre, après avis du comité consultatif, toutes mesures en vue d'assurer la conservation d'espèces animales ou végétales dans la réserve ou la limitation d'animaux ou de végétaux surabondants dans la réserve.

Article 8

L'exercice de la chasse est interdit sur toute l'étendue de la réserve.

Article 9

La pêche à la ligne, au filet, à la nasse, la chasse sous-marine au fusil ou tout autre instrument similaire, le ramassage d'animaux vivants ou morts sont interdits dans l'espace maritime de la réserve. Toutefois, la pêche des appâts à l'épervier, d'une part, et l'usage des types de sonnes ciblant

des espèces pélagiques de petite taille sans contact du filet avec le fond, d'autre part, peuvent être autorisées dans des conditions déterminées par arrêté co-signé par le préfet et par le délégué du Gouvernement pour la coordination de l'action de l'Etat en mer, après avis du comité consultatif.

Dans l'espace lacustre, la pêche est réglementée par le préfet, après avis du comité consultatif.

Article 10

Les activités agricoles, pastorales et forestières sont interdites, sauf le pâturage traditionnel au piquet, qui est réglementé par le préfet, après avis du comité consultatif.

Article 11

Il est interdit :

1° D'abandonner ou de déposer tout produit de nature à nuire à la qualité de l'eau, de l'air, du sol ou du site ou à l'intégrité de la faune et de la flore ;

2° D'abandonner ou de déposer des débris de quelque nature que ce soit ;

3° De troubler la tranquillité des lieux par toute perturbation sonore, sous réserve de l'exercice des activités autorisées par le présent décret ;

4° De camper sous une tente, dans un véhicule ou tout autre abri. Toutefois, le préfet peut autoriser et réglementer le bivouac ;

5° De porter atteinte au milieu naturel en faisant du feu en dehors des installations prévues à cet effet ou en faisant des inscriptions autres que celles nécessaires à l'information du public ou à la gestion de la réserve ;

6° De pratiquer le ski nautique ainsi que le scooter des mers sur toute l'étendue de la réserve.

Article 12

Modifié par Ordonnance n°2010-462 du 6 mai 2010 - art. 1
Les travaux publics ou privés sont interdits, sous réserve des dispositions de l'article L. 242-9 du code rural et de la pêche maritime. En particulier, le ministre chargé de la protection de la nature pourra autoriser en tant que de besoin les travaux rendus nécessaires par le rejet en mer d'effluents assainis, après avis du Conseil national de la protection de la nature.

Les travaux nécessaires par l'entretien de la réserve ou la sécurité de la navigation peuvent être autorisés par le préfet et par le délégué du Gouvernement pour la coordination de l'action de l'Etat en mer, dans leurs domaines de compétence respectifs, après avis du comité consultatif, sous réserve de l'application de l'article R. 242-22 du code rural et de la pêche maritime.

Article 13

La collecte des minéraux, des fossiles et vestiges archéologiques est interdite, sauf autorisation délivrée à des fins scientifiques par le préfet, après avis du comité consultatif, et conformément à la réglementation en vigueur pour les fouilles archéologiques.

Article 14

Toute activité de recherche ou d'exploitation minière, en particulier l'extraction de sable, est interdite dans la réserve.

Article 15

Toute activité industrielle ou commerciale est interdite. Seules peuvent être autorisées par le préfet, après avis du comité consultatif, les activités commerciales liées à la gestion et à l'animation de la réserve naturelle compatibles avec les objectifs du plan de gestion.

Article 16

Sur la partie marine, la circulation des personnes ainsi que la navigation et le mouillage des engins et des embarcations sont réglementés par arrêté conjoint du préfet et du délégué du Gouvernement pour la coordination de l'action de l'Etat en mer, après avis du comité consultatif.

Ces dispositions ne sont pas applicables aux embarcations utilisées pour des missions, de police, de sauvetage, de maintenance ou de signalisation maritime et pour la gestion de la réserve.

Article 17

La circulation des véhicules à moteur sur la partie terrestre est limitée aux voies ouvertes à la circulation publique. Toutefois cette interdiction n'est pas applicable :

- 1° Aux véhicules utilisés pour l'entretien et la surveillance de la réserve ;
- 2° A ceux des services publics ;
- 3° A ceux utilisés lors d'opération de police, de secours ou de sauvetage.

Article 18

La circulation des personnes peut être réglementée par le préfet, après avis du comité consultatif, sur les parties terrestres et lacustres de la réserve.

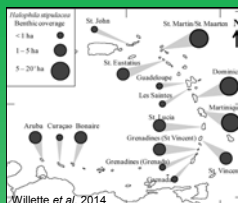
La ministre de l'aménagement du territoire
et de l'environnement,
Dominique Voynet

Halophila stipulacea, une espèce invasive



Originnaire de mer Rouge, cette espèce s'est établie en mer Méditerranée via le canal de Suez à la fin du 18^{ème} siècle. En 2002, elle est observée pour la première fois en mer des Caraïbes à Grenade. Aujourd'hui, elle est établie sur 19 d'îles caribéennes, dont Saint-Martin.

Distribution géographique de *H.stipulacea* dans les Caraïbes avec une estimation de sa superficie (ha)

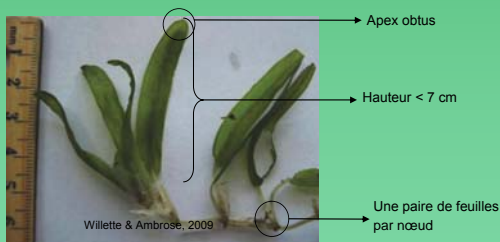


Pourquoi la surveiller ?

Cette espèce invasive remplace les herbiers natifs, pouvant avoir des impacts sur la faune et flore locale et à terme, une perte de diversité. Aujourd'hui, elle est en phase d'expansion dans les eaux de Saint-Martin. Des informations complémentaires sur sa répartition nous aidera à améliorer nos connaissances et à mettre en place une gestion adaptée de l'espèce.

Herbier mixte : *Halophila stipulacea* et *Syringodium filiforme*

Comment reconnaître *H. stipulacea* ?



Informations à noter et envoyer

- La date d'observation
- Le site (coordonnées GPS, si possible)
- La profondeur
- La composition (espèce seule ou non)

science@msm.org

RESUME

Cette première étude portant sur l'espèce *H. stipulacea* dans les eaux de Saint-Martin révèle une vitesse de croissance réduite ($0,23$ à $2,16$ cm.jr⁻¹), son implantation sur de nouveaux sites depuis 2011, ainsi qu'une densification du couvert sur les sites déjà colonisés. Ceci semble principalement le fait d'une reproduction végétative, mais également d'une possible reproduction sexuée. Les couverts suivis sont caractérisés par leur taille réduite : longueur ($22 \pm 0,5$ mm) ; largeur ($3,8 \pm 0,09$ mm). Cette morphologie semble résulter de l'exposition à la houle et de la compétition interspécifique, ainsi que dans une moindre mesure de la profondeur du site considéré.

Sur certains sites non-colonisés profonds, cette espèce pourrait remplir un rôle bénéfique en stabilisant les sédiments, tout en restant une source de propagules favorisant la colonisation de nouveaux sites lors de fortes perturbations (tempêtes, cyclones). En considérant son caractère invasif dans d'autres îles et les éléments constatés au cours de cette étude, le principe de précaution impose de classer cette plante comme invasive. Des moyens d'informations et de surveillance doivent donc être mis en place sur le long terme. Concernant les moyens de régulation, des études complémentaires sont nécessaires notamment génétiques et moléculaires, afin d'adapter la stratégie de régulation d'*H. stipulacea* sans compromettre les espèces natives.

Mots clés : *Halophila stipulacea*, morphométrie, dynamique, répartition, Saint-Martin

ABSTRACT

This first study of *H. stipulacea* species in the waters of Saint-Martin has revealed a slow growth rate (0.23 to 2.16 cm.day⁻¹), its presence in new locations since 2011, as well as having a higher a density on sites already colonized. This seems mainly due not only to vegetative reproduction, but also to a possible sexual reproduction. Monitored seagrass patches are characterized by their small size: length (22 ± 0.5 mm) and width (3.8 ± 0.09 mm). This morphology appears to result from an exposure to swells, inter specific competition, and to a lesser extent to the depth of the study site.

On some non-colonized deep sites, this species could play a positive role in stabilizing sediments, while remaining a source of propagules colonizing new sites during severe disturbances such as storms or cyclones. Considering its invasive character in other islands and the elements in this study, the precautionary principle requires us to classify this plant as an invasive one. Means of information and monitoring must be implemented over the long term. As regards the means of regulation, additional studies are required especially genetic and molecular in order to adapt the control strategy of *H. stipulacea* without compromising native species.

Keywords : *Halophila stipulacea*, morphometry, dynamic, distribution, Saint-Martin