Suivi du milieu marin dans le périmètre de protection de la Réserve Naturelle Nationale des îlets de Sainte-Anne

Rapport de synthèse (provisoire)

Juillet 2014

Référence dossier : 1310_01_PNRM_SuiviMilieuMarin_RNISA

Note : Pour une communication éco-responsable : ce rapport est imprimé en recto verso sur du papier recyclé ou issu de la gestion de forêts durables, avec une imprimante respectueuse de l'environnement. La mise en page est conçue pour limiter le nombre de pages et la consommation d'encre. www.ademe.fr/eco-conception

Étude pour le compte de :

Parc Naturel Régional de la Martinique
Sainte Catherine – Avenue des Canéficiers – Annexe Montigny
BP 437 – 97205 Fort-de-France cedex
Tél : 05 96 64 42 59 ; Télécopie : 05 96 64 72 27
Contact : Nadine Vénumière

Rapport à citer sous la forme :

Impact Mer, 2014. Suivi du milieu marin dans le périmètre de protection de la Réserve Naturelle Nationale des îlets de Sainte-Anne. Rapport pour : PNRM, 30pp (annexes inclues).

Rédaction :
Marie Thabard
Jérôme Letellier

Contrôle qualité :
Guillaume Tollu

Coordination générale :
Christophe YVON

Terrain :
Marie Thabard
Guillaume Tollu
Jérôme Letellier

Crédits photographiques :
Marie Thabard
Guillaume Tollu
Jérôme Letellier

Cartographie :
Paul-Alexis Cuzange

90 rue Prof. Garcin – Didier
97200 Fort-de-France
Tel : 05 96 63 31 35
Siret : 534 347 836 00015
contact@impact-mer.fr

Sommaire

INTRODUCTION *1*

A. MATERIEL ET METHODES *3*

1.1 Le périmètre de l'étude **3**

1.2 Suivis réalisés **4**

1.2.1 Suivi des herbiers 4

1.2.2 Suivi des oursins blancs et des lambis 5

1.2.3 Suivi des espèces patrimoniales rares 5

1.2.4 Suivi des peuplements de poissons, particulièrement du poisson lion 5

1.3 Synthèse **5**

B. RESULTATS *6*

1 Déroulement général de la mission 6

2 Suivis 7

2.1.1 Suivi des herbiers 7

2.1.2 Suivi des oursins blancs et des lambis 19

2.1.3 Paramètres biométriques des *Acropora palmata* 21

2.1.4 Suivi ichtyologique 23

DISCUSSION / CONCLUSION *24*

Liste des figures

Figure 1 : Stations suivies dans le cadre des échantillonnages de la RNISA. S = stations déjà suivies en 2012 ; B = bornes installées en 2012 ; Colonies AP = colonies *d'Acropora palmata* 3
Figure 2: a) filet de pêche dans la réserve et b) algues filamenteuses vertes eutrophisation ? 6
Figure 3 : Herbier de la station S5 présentant des traces de sédimentation importantes 10
Figure 4 : Densité et longueur des plants de *Thalassia* et *Syringodium* à la station S1 10
Figure 5 : Densité et longueur des plants de *Thalassia* et *Syringodium* à la station S2 11
Figure 6 : Densité et longueur des plants de *Thalassia* et *Syringodium* à la station S3 11
Figure 7 : Densité et longueur des plants de *Thalassia* et *Syringodium* à la station S4 12
Figure 8 : Densité et longueur des plants de *Thalassia* et *Syringodium* à la station S5 12
Figure 9 : Densité et longueur des plants de *Thalassia* et *Syringodium* à la station S6 13
Figure 10 : Boxplot représentant la longueur des plants de *Syringodium* a) dans et hors réserve et b) aux différentes stations échantillonnées 14
Figure 11 : proportion des sum sq de Longeur de Syringodium/Reserve+Station 15
Figure 12 : Boxplot représentant la longueur des plants de *Thalassia* a) dans et hors réserve et b) aux différentes stations échantillonnées 15
Figure 13 : proportion des sum sq Longueur de Thalassia/Reserve+Station 16
Figure 14 : Boxplot représentant la densité des plants de *Syringodium* a) dans et hors réserve et b) aux différentes stations échantillonnées 16
Figure 15 : proportion des sum sq densité de Syringodium/Reserve+Station 17
Figure 16 : Boxplot représentant la densité des plants de *Thalassia* a) dans et hors réserve et b) aux différentes stations échantillonnées 18
Figure 17 : proportion des sum sq densité de *Thalassia*/Reserve+Station 18
Figure 18 : *T. ventricosus* consentrés dans les microfalaises 19
Figure 19 : Nombre moyen de *T. ventricosus* pour 100 m² dans et hors réserve 20
Figure 20 : Nombre moyen de *L. variegatus* pour 100 m² dans et hors réserve 20
Figure 21 : Photographie de quelques espèces de poissons observés en plongée : 1) Raie pastenague juvénile (*Dasyatis americana*) au dessus de l'herbier, 2) Vierge noire juvénile (*Mycteroperca bonaci*) sur un tombant corallien vue de face, de profil 3), 4) barracuda adulte (*Sphyraena barracuda*), 5) Banc de bécunes chandelles adultes (*Sphyraena picudilla*), 6) Banc de morpions ou agoutis (*Kiphosus sectatrix*) 23

Liste des tableaux

Tableau 1 : coordonnées des stations présentant des bornes de suivi herbier 4
Tableau 2 : Synthèse des suivis réalisés 5
Tableau 3 : Résultats de l'ANOVA sur les longueurs de Syringodium 14
Tableau 4 : Densité des oursins et lambis sur les 10 stations échantillonnées 19
Tableau 5 : Comparaison des stocks d'oursins aux sites prospectés en 2012 et 2014 20

Abréviations

CCTP	**Cahier des Clauses Techniques Particulières**
DCE	Directive Cadre européenne sur l'Eau
GPS	*Global Positionning System (en)*
PNRM	Parc Naturel Régional de la Martinique
SIG	Système d'Information Géographique

Introduction

Les îlets de Sainte-Anne (Martinique, Antilles françaises) bénéficient depuis le 16/08/1995 du statut de réserve naturelle nationale (RNN 125) en raison du rôle important qu'ils jouent à l'échelle des Petites Antilles dans la nidification de 5 espèces d'oiseaux marins. Des connaissances précises sur le patrimoine terrestre sont acquises du fait du statut des îlets, et de l'application du plan de gestion.

Par arrêté préfectoral n° 09-00872 il a été créé, le 16 mars 2009, autour de la Réserve Naturelle des Ilets de Sainte-Anne, un périmètre de protection dont la limite extérieure correspond à une distance de 300 mètres autour de chacun des îlets Hardy, Percé, Burgaux et Poirier situés au large de la baie des Anglais.

Cet arrêté préfectoral prévoit la mise en place de 2 périmètres de protection autour des 4 îlets de la réserve :

- un périmètre de 100 m dans lequel l'accès est strictement interdit,
- un périmètre de 300 m dans lequel le mouillage forain est interdit et l'amarrage limité aux 4 bouées installées dans le cadre de l'observation des milieux naturels.

Méconnus de la population, les herbiers de phanérogames marines jouent pourtant des rôles fonctionnels essentiels : protection du littoral par la fixation du sédiment, nurserie pour de nombreuses espèces, contribution au maintien de la biodiversité, séquestration de carbone. Victimes de nombreuses pressions, ils sont en régression en de nombreux secteurs.

Une étude a été réalisée en 2012 afin de caractériser les herbiers de phanérogames marines présents dans le périmètre de protection de la RN des îlets de Sainte-Anne et de définir la mise en place de la méthodologie d'un suivi scientifique de ces écosystèmes. Le PNRM souhaite réaliser un suivi conformément aux protocoles et méthodologies proposés en 2012.

L'objectif principal de ce travail est de fournir une caractérisation de l'état de l'écosystème herbier au gestionnaire de la Réserve Naturelle des îlets de Sainte-Anne. Cette analyse consiste en la collecte et l'analyse d'informations quantitatives précises sur les phanérogames et espèces associées dans le périmètre de protection marin et à l'extérieur de cette zone protégée. Plus spécifiquement, ce programme vise à :

- Suivre la dynamique des zones d'herbiers,
- Suivre les populations d'oursins blancs (*Tripneustes ventricosus*) et de lambis (*Strombus gigas*),
- Evaluer l'effet de protection par rapport aux zones non protégées,
- Suivre l'évolution des populations de poissons lions
- Et enfin, suivre les colonies *d'Acropora palmata* mises en évidence lors de précédentes expertises.

A. Matériel et Méthode

1 Le périmètre de l'étude

Les stations de suivi à prospecter sont localisées dans et à proximité du périmètre de la réserve.

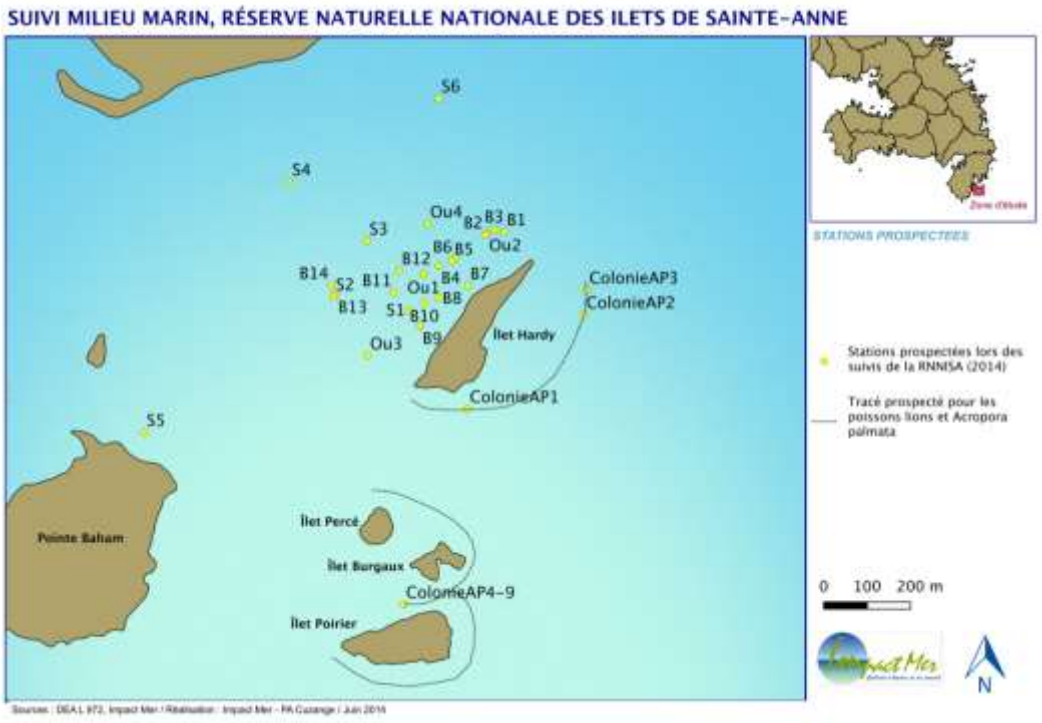


Figure 1 : Stations suivies dans le cadre des échantillonnages de la RNISA.
S = stations déjà suivies en 2012 ; B = bornes installées en 2012 ; Colonies AP = colonies *d'Acropora palmata*

2 Suivis réalisés

2.1 Suivi des herbiers

Suivi des bornes

14 bornes ont été placées temporairement en 2012 en bordure d'herbier (zone limitrophe avec le sable) afin d'évaluer la capacité d'expansion de l'herbier (coordonnées GPS dans le tableau ci-dessous). Un retour sur site en apnée et en plongée (scaphandre autonome) a été réalisé en 2014 afin d'observer si les herbiers ont progressé ou régressé.

Les photographies des bornes ont été prises pour comparaison avec les clichés présentés dans le rapport OMMM, 2012.

Tableau 1 : coordonnées des stations présentant des bornes de suivi herbier

Stations	Coordonnées géographiques
B1	733478/1595058
B2	733436/1595058
B3	733456/1595070
B4	733329/1594983
B5	733359/1594995
B6	733366/1595000
B7	733396/1594937
B8	733330/1594907
B9	733287/1594840
B10	733297/1594895
B11	733227/1594919
B12	733238/1594971
B13	733092/1594912
B14	733082/1594935

Evaluation de l'effet de protection par rapport aux zones non protégées

Les stations dans/hors cantonnement échantillonnées en 2012 (6 stations) ont fait l'objet d'un suivi pour permettre une comparaison dans/hors réserve. Conformément aux protocoles décrits dans le CCP : les biométries herbier ont été mesurées aux stations présentées ci-dessous.

Sites	Coordonnées géographiques	Orientation du transect
Site 1	X : 733261 / Y :1594878	sud
Site 2	X : 733087 / Y : 1594908	sud
Site 3	X : 733163 / Y : 1595041	nord
Site 4	X : 732984 / Y : 1595179	nord
Site 5	X : 732656 / Y : 1594581	est
Site 6	X : 733326 / Y : 1595379	sud

Le protocole employé lors du précédent suivi (OMMM) a été adapté. En effet, le protocole utilisé était un protocole destructeur (prélèvement d'espèces dans le milieu pour déterminer leur biométrie au laboratoire). Aussi, cette année, en accord avec le maître d'ouvrage, il a été préféré un protocole non destructeur avec des mesures de biométries et densités sur place. Ce nouveau protocole a été adapté du protocole des suivis DCE (largement éprouvé dans les Antilles).

Ainsi, le nombre de plants (ou faisceaux) de *Thalassia testudinum* et de *Syringodium filiforme* sont comptabilisés dans 30 quadrats de 10 x 20 cm (soit 0,6 m^2). Ces quadrats ont été échantillonnés de manière aléatoire dans l'herbier.

La longueur de la plus grande feuille (de la base à l'extrémité non « broutée » si possible) de 100 plants de *T. testudinum* et de 100 plants de *S. filiforme* a été notée sur la station. Ceci dans le but *in fine* de :

- caractériser la canopée : indice de densité des plants / hauteur de la canopée
- calculer l'abondance relative des 2 espèces de phanérogames considérées

2.1.1 Suivi des oursins blancs et des lambis

Les oursins blancs et les lambis présents dans deux couloirs de 2 m de large et 50 m de long ont été comptés par station. Ce suivi a été réalisé sur 7 stations dans réserve et 3 stations hors réserve pour permettre une comparaison et évaluer l'effet réserve.

La taille des organismes rencontrés a été précisée afin d'avoir une idée de leur maturité, suivant :

- 3 tailles de classe pour les oursins : 0-5 ; 5-10 et 10-15 cm
- 4 tailles de classe pour les lambis : 0-10 ; 10-15 ; 15-20 ; >20 cm.

2.1.2 Suivi des espèces patrimoniales rares

Les caractéristiques biométriques et qualitatives des colonies *d'A. palmata* observées en 2012 ont été notées. Contrairement aux protocoles décrits dans notre note méthodologique, les dimensions de chaque colonie (hauteur, longueur, largeur) n'ont pas pu être mesurées *in situ* en raison de la forte houle. Aussi, des photographies des colonies sous plusieurs angles avec des repères de longueur (mètre ruban) ont été prises afin d'estimer les données biométriques par analyse d'images *a posteriori* (logiciel Image J, National Institute of Mental Health). Les colonies ont été classées selon 3 classes de tailles définies par Zubillaga *et al.* (2008). L'état de santé et la morphométrie ont également été renseignés.

De plus, de nouvelles colonies ont été recherchées. Cette nouvelle prospection a été menée sur le substrat rocheux au vent de l'ensemble des îlets de la réserve (soit entre les îlets Poirier et Burgaux, au vent de l'îlet Hardy et entre les îlets Percé et Burgaux). Les paramètres biométriques de ces colonies ainsi que leur positionnement GPS ont été déterminés.

Notre équipe avait notamment lors des prospections de la zone en 2012 (***Impact Mer*** *et al.*, 2013) déjà noté la présence d'autres colonies *d'A. palmata* au nord de l'îlet Percé, à 3 m de profondeur :

« 7 colonies d'A. palmata sont présentes au nord de l'îlet Percé à 3 m de profondeur, sur substrat dur, au niveau de la passe, dans un secteur à fort renouvellement d'eau. A proximité d'une colonie de grande taille, de nombreux recrutements récents sont observés. Coordonnées GPS : 5: 14 24 52,4 N / 60 49 59,8 W »

2.1.3 Suivi des peuplements de poissons, particulièrement du poisson lion

Le protocole proposé dans notre note méthodologique a dû, compte tenu des aléas météorologiques, être adapté. En effet, il n'était pas possible de dérouler un décamètre au vent des îlets. Aussi, un couloir d'environ 5 m de large a été prospecté sur la côte au vent des îlets sans marquage particulier.

Ceci a permis *in fine* de prospecter une zone plus large que celle prévue initialement.

2.2 Synthèse

Tableau 2 : Synthèse des suivis réalisés

Objectifs	Méthodologie mise en place
Dynamique des zones d'herbiers	Suivi des stations 2012
Suivi des populations d'oursins blancs (*Tripneustes ventricosus*) et de lambis (*Strombus gigas*)	7 stations dans le périmètre de la réserve, 2 couloirs (50m x 2m)
Evaluation de l'effet de protection par rapport aux zones non protégées	3 stations hors réserve (stations déjà échantillonnées en 2012) pour permettre une comparaison
Suivi des colonies *d'Acropora palmata*	Suivi des colonies déjà observées en 2012 Prospections supplémentaires
Suivi de l'évolution des populations de poissons lions	Prospection sur l'ensemble du cordon côtier au vent des îlets

B. Résultats

1 Déroulement général de la mission

La mission de terrain s'est déroulée la première semaine de juin 2014. Les suivis ont été réalisés par 3 opérateurs en scaphandrier autonome.

Les conditions océanographiques les jours d'échantillonnage ont contraint à réaliser les prospections de la côte au vent les premiers jours de la mission (houle moins forte). Le long de cette côte, compte tenu des aléas climatiques, les observations ont dues être réalisées à environ 5-6 mètres des îlets dans 5 m de profondeur. En effet, la houle forte aurait pu mettre les plongeurs en danger dans des profondeurs moins importantes. Malgré ces conditions difficiles, la prospection a pu se faire quasiment sur l'ensemble de la zone présélectionnée pour les échantillonnages. Seules les colonies de *A. palmata* notées en 2012 par Impact Mer n'ont pas pu être observées (houle et courant trop importants dans la passe).

Lors de notre présence sur site, des bateaux de tourisme ont été notés sur le plan d'eau. Ces derniers ont toujours respecté la zone de réserve.

Aucun braconnage (oursin, lambi) n'a été constaté lors de nos prospections (alors que ceci avait été le cas en 2012). En revanche, un filet de plusieurs dizaines de mètres était tendu dans la réserve (Figure 2 a).

D'une manière générale, les herbiers prospectés étaient en bon état de santé avec peu/pas de macrodéchets. Seules des algues filamenteuses vertes ont été observées au site Ou4 (Figure 2 b). Ces dernières sont souvent indicatrices d'eutrophisation. Cependant les causes responsables de leur présence à ce site restent inconnues.

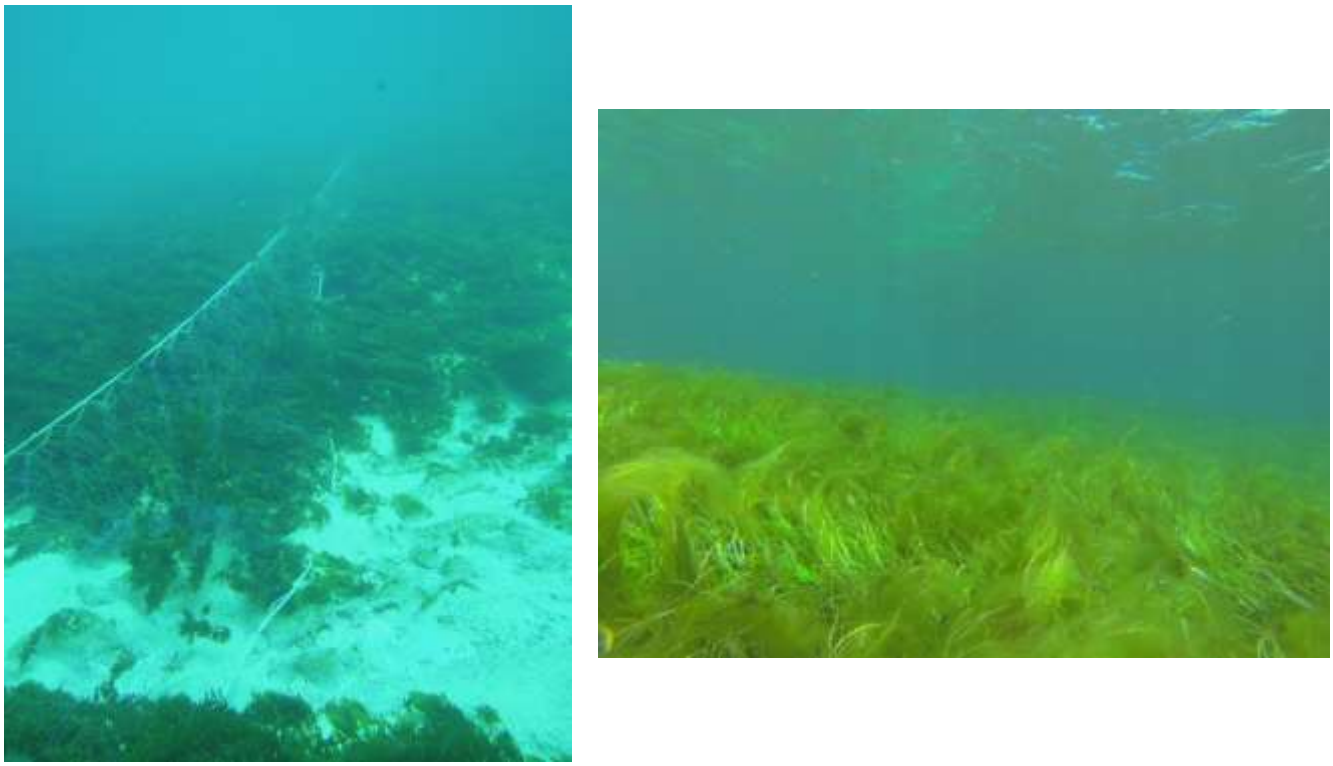


Figure 2: a) filet de pêche dans la réserve et b) algues filamenteuses vertes ie eutrophisation ?

2 Suivis

2.1.1 Suivi des herbiers

Suivi des bornes installées en 2012

Sur les 14 bornes installées, seulement 5 ont été retrouvées. Il est probable que les autres aient été arrachées par la houle. Les bornes retrouvées présentaient pour la plupart des traces de *fouling* importantes.

- **La borne n°6**

D'après les photographies, il ne semble pas y avoir eu une progression ou régression de l'herbier. Cependant, dans la mesure où nous n'avons pas d'informations à notre disposition sur la distance exacte entre la borne et le banc de sable, nous ne pouvons pas faire de conclusions précises.

Photographie de l'herbier en 2014

Photographie de l'herbier en 2012 (OMMM)

- **La borne n°7**

La borne 7 quant à elle est aujourd'hui entièrement entourée d'herbier à *S. filiforme* montrant une progression de ce dernier. Cet herbier est moyennement dense.

Photographie de l'herbier en 2014

Photographie de l'herbier en 2012 (OMMM)

- **La borne n°8**

Comme pour la borne 7, l'herbier localisé devant la borne 8 a fortement progressé. Cet herbier est à *Syringodium filiforme* moyennement dense. De plus la géomorphologie environnante semble aussi avoir été modifiée (engraissement de la zone et recul de la pente).

Photographie de l'herbier en 2014

Photographie de l'herbier en 2012 (OMMM)

- **La borne n°10**

L'herbier localisé devant la borne 10 a également fortement progressé. Ce dernier est mixte à *S. filiforme* et *T. testudinum* et plutôt dense. Là encore, cet engraissement du front de l'herbier s'est accompagné d'un relèvement du substrat non négligeable, mais non quantifiable dans ce suivi.

Photographie de l'herbier en 2014

Photographie de l'herbier en 2012 (OMMM)

- **La borne n°11**

Au niveau de la borne 11, l'herbier a au contraire régressé et la borne ne se trouve plus en bordure de la zone sableuse.

Photographie de l'herbier en 2014

Photographie de l'herbier en 2012 (OMMM)

- **La borne n°14**

Au niveau de la borne 14, l'herbier à *S. filiforme* a un peu progressé. Il reste cependant épars.

Photographie de l'herbier en 2014

Photographie de l'herbier en 2012 (OMMM)

Suivi des caractéristiques biométriques des herbiers

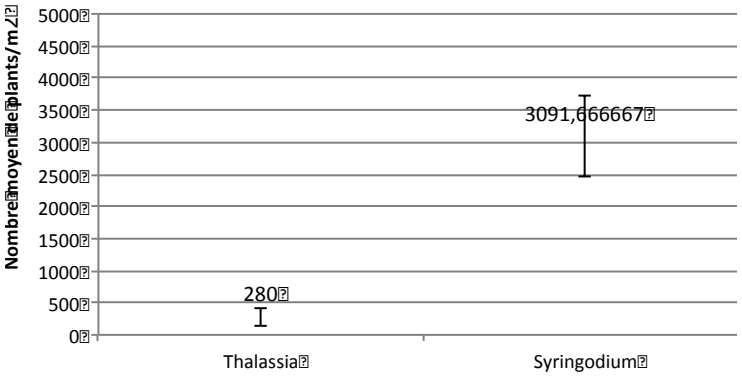
D'une manière générale, l'ensemble des herbiers échantillonnés (sauf S5) présentait un bon état de santé avec des plants denses, peu de macroalgues et pas d'hypersédimentation. Les feuilles de *Thalassia* présentaient très souvent des traces de broutage. Le site S5 quant à lui, présentait des traces d'hypersédimentation importantes. Sa localisation géographique (sortie de baie des Anglais) est probablement à l'origine de ce phénomène.

Figure 3 : Herbier de la station S5 présentant des traces de sédimentation importantes

- **La station S1**

Cette station présente un herbier mixte à *Thalassia* et *Syringodium*, mais dominé par les *Syringodium*. Le nombre moyen de plants estimé dans les quadrats est de 280 *Thalassia* / m^2 et 3091 *Syringodium* / m^2.

Les *Thalassia* présentent une hauteur moyenne plus élevée que les *Syringodium* (18,7 cm contre 13 cm respectivement).



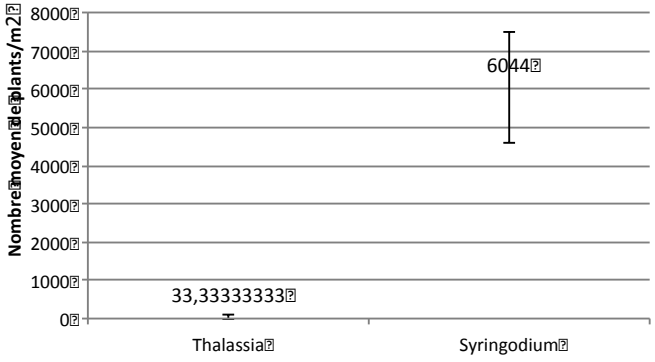
Longueur moyenne des feuilles de Thalassia	18,7	±	4,5	cm
Longueur moyenne des feuilles de Syringodium	13	±	4,2	cm

Figure 4 : Densité et longueur des plants de *Thalassia* et *Syringodium* à la station S1

♦ La station S2

Cette station présente un herbier mixte à *Thalassia* et *Syringodium*, mais est dominée par les *Syringodium*. Le nombre moyen de plants estimé dans les quadrats est de 33 *Thalassia* / m^2 et 6044 *Syringodium* / m^2.

Les *Syringodium* présentent une hauteur moyenne plus élevée que les *Thalassia* (19 cm contre 14,3 cm respectivement).



Longueur moyenne des feuilles de Thalassia 14,3 ± 3,3 cm

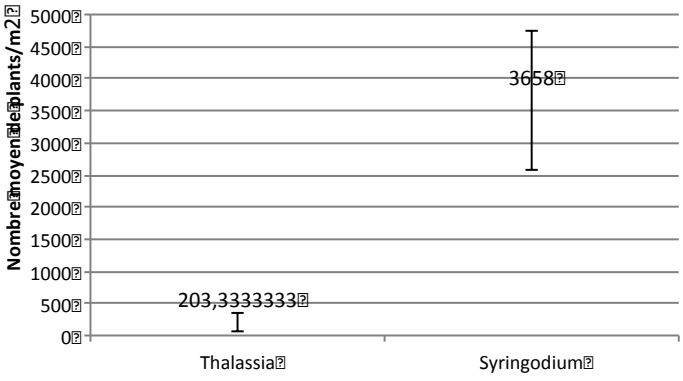
Longueur moyenne des feuilles de Syringodium 19 ± 3,8 cm

Figure 5 : Densité et longueur des plants de *Thalassia* et *Syringodium* à la station S2

♦ La station S3

Cette station présente un herbier mixte à *Thalassia* et *Syringodium*, mais est dominée par les *Syringodium*. Le nombre moyen de plants estimé dans les quadrats est de 203 Thalassia / m^2 et 3658 *Syringodium* / m^2.

Les *Thalassia* présentent une hauteur moyenne plus élevée que les *Syringodium* (22,4 cm contre 16 cm respectivement). Les caractéristiques biométriques sont très proches de l'herbier S1.



Longueur moyenne des feuilles de Thalassia 22,4 ± 5,1 cm

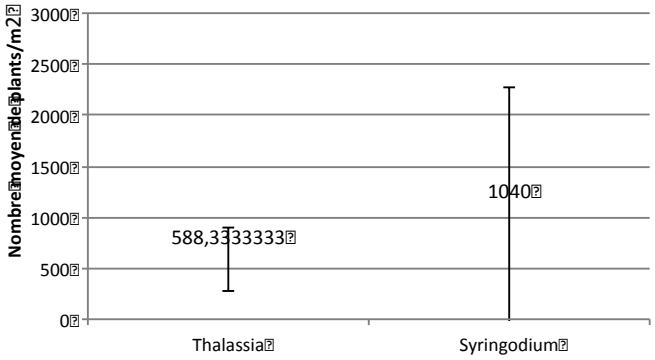
Longueur moyenne des feuilles de Syringodium 16 ± 4,3 cm

Figure 6 : Densité et longueur des plants de *Thalassia* et *Syringodium* à la station S3

♦ La station S4

Cette station présente un herbier mixte à *Thalassia* et *Syringodium*, mais est dominée par les *Syringodium*. Le nombre moyen de plants estimé dans les quadrats est de 588 *Thalassia* / m^2 et 1040 *Syringodium* / m^2.

Les *Syringodium* présentent une hauteur moyenne plus élevée que les *Thalassia* (23,5 cm contre 25 cm respectivement).



Longueur moyenne des feuilles de Thalassia 23,5 ± 5,9 cm

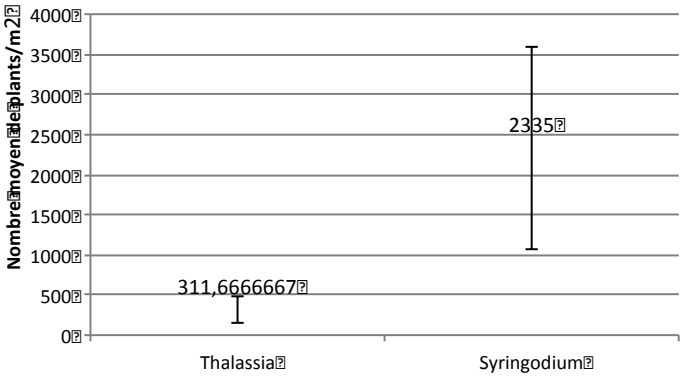
Longueur moyenne des feuilles de Syringodium 25 ± 6,4 cm

Figure 7 : Densité et longueur des plants de *Thalassia* et *Syringodium* à la station S4

♦ La station S5

Cette station présente un herbier mixte à *Thalassia* et *Syringodium*, mais est dominée par les *Syringodium*. Le nombre moyen de plants estimé dans les quadrats est de 311 *Thalassia* / m^2 et 2335 *Syringodium* / m^2.

Les *Syringodium* présentent une hauteur moyenne plus élevée que les *Thalassia* (19,9 cm contre 21 cm respectivement).



Longueur moyenne des feuilles de Thalassia 19,9 ± 4,5 cm

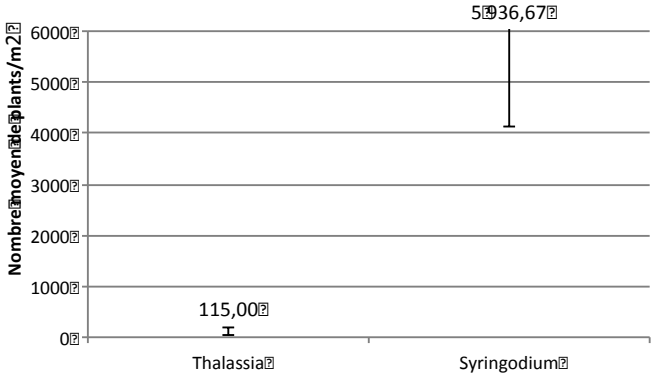
Longueur moyenne des feuilles de Syringodium 21 ± 4,9 cm

Figure 8 : Densité et longueur des plants de *Thalassia* et *Syringodium* à la station S5

♦ La station S6

Cette station présente un herbier mixte à *Thalassia* et *Syringodium*, mais est dominé par les *Syringodium*. Le nombre moyen de plants estimé dans les quadrats est de 115 *Thalassia*.m^{-2} et 5936 *Syringodium*.m^{-2}.

Les *Syringodium* présentent une hauteur moyenne plus élevée que les *Thalassia* (20 cm contre 17,4 cm respectivement).



Longueur moyenne des feuilles de Thalassia 17,4 ± 4,1 cm

Longueur moyenne des feuilles de Syringodium 20 ± 6,4 cm

Figure 9 : Densité et longueur des plants de *Thalassia* et *Syringodium* à la station S6

Résultats des tests statistiques

- **Longueur des plants**

La longueur des plants de *Syringodium* est variable d'une station à l'autre. Les représentations « *boxplot* » mettent en évidence que les plants sont plus longs en dehors de la réserve. Ceci a été appuyé par un test statistique ANOVA qui montre une différence significative (p<0,05). L'analyse de la somme des carrés (*sum sq*) montre que 65% de la variation reste inexpliquée. La variable « réserve » explique 24% de la variation et la variable « station » en explique 11%.

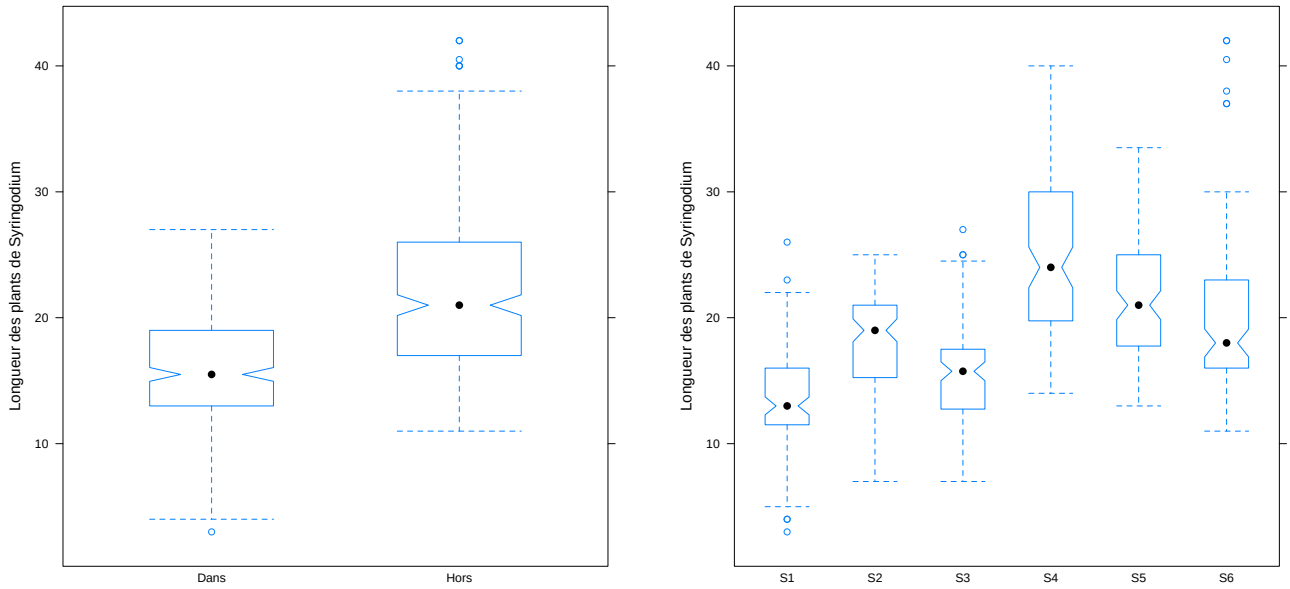


Figure 10 : Boxplot représentant la longueur des plants de *Syringodium* a) dans et hors réserve et b) aux différentes stations échantillonnées

Tableau 3 : Résultats de l'ANOVA sur les longueurs de *Syringodium*

Analyse de la variance : Longueur de *Syringodium* / « Reserve » + « Station »						
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Reserve	1	5831.3	5831.3	224.952	< 2.2e-16	***
Station	4	2551.3	637.8	24.605	< 2.2e-16	***
Residuals	594	15397.9	25.9			

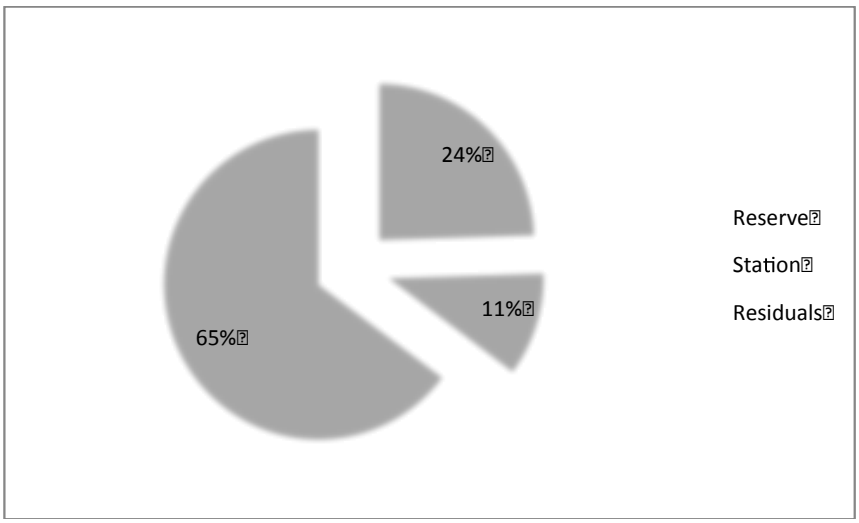


Figure 11 : proportion des « sum sq » de longueur de *Syringodium* / « Reserve » + « Station »

La longueur des plants de *Thalassia* est variable d'une station à l'autre. Les « boxplot » mettent en évidence que les plants sont plus longs en dehors de la réserve. Ceci a été appuyé par une ANOVA qui montre une différence significative (p<0,05). Les résultats semblent surtout être tirés par la station n°2.

Pour les *Thalassia* c'est la variable « station » qui explique le plus le résultat (28%, contre 3% pour la variable « réserve »).

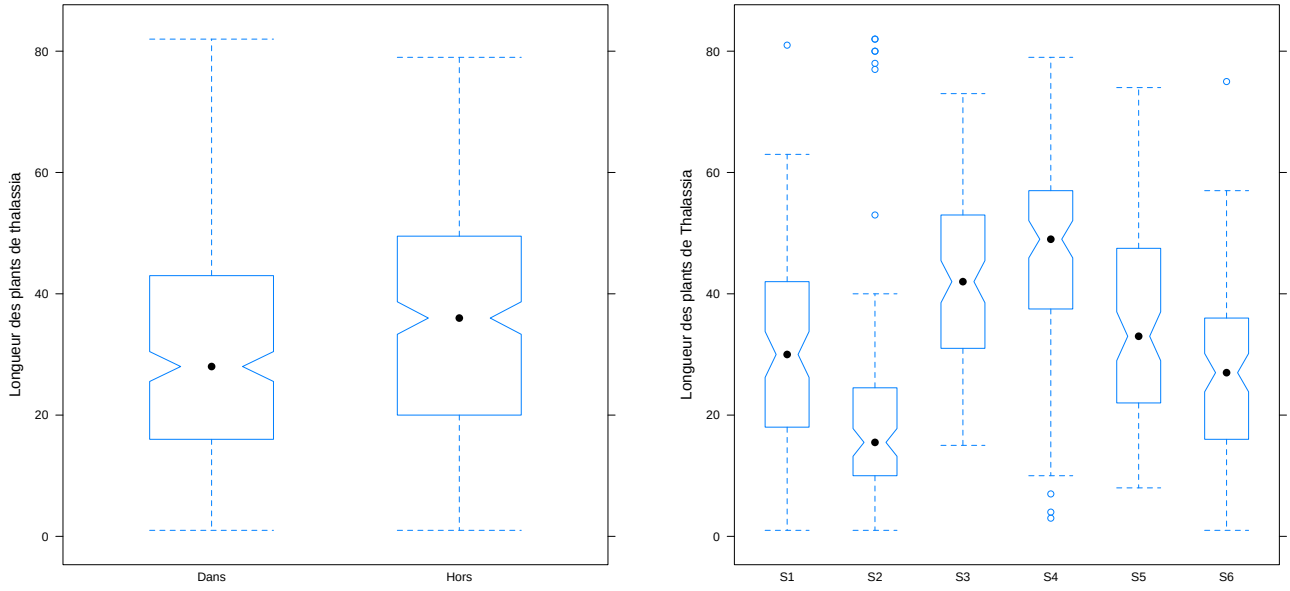


Figure 12 : Boxplot représentant la longueur des plants de *Thalassia* a) dans et hors réserve et b) aux différentes stations échantillonnées

Analyse de la variance : Longueur de *Thalassia* / « Reserve » + « Station »

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Reserve_D	1	477.6	477.58	22.264	2.967e-06	***
Station_D	4	5133.5	1283.38	59.828	< 2.2e-16	***
Residuals	594	12742.0	21.45			

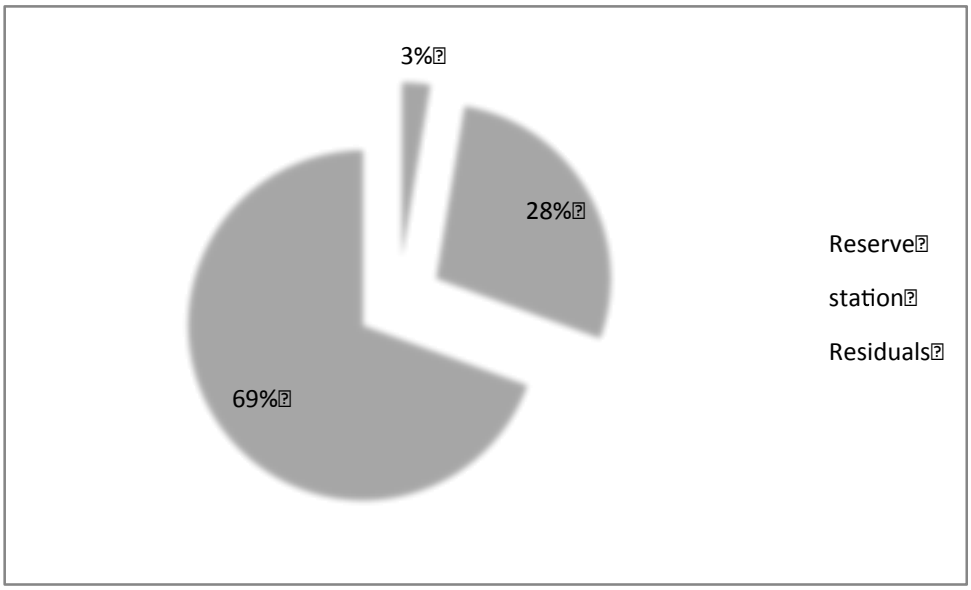


Figure 13 : proportion des « sum sq » longueur de *Thalassia* / « Reserve » + « Station »

♦ **Densité**

La densité des plants de *Syringodium* varie en fonction des stations. Les densités présentent une amplitude très forte en dehors de la réserve. Les résultats semblent essentiellement tirés par la station S4. Bien que des variations importantes soient observées entre les stations, même au sein d'un groupe (dans/hors réserve), ils restent significatifs (ANOVA : p<0,05). L'analyse de la somme des carrés (« *sum sq* ») montre que 34% de la variation reste inexpliquée. La variable « station » explique 60% de la variation et la variable « réserve » 6%.

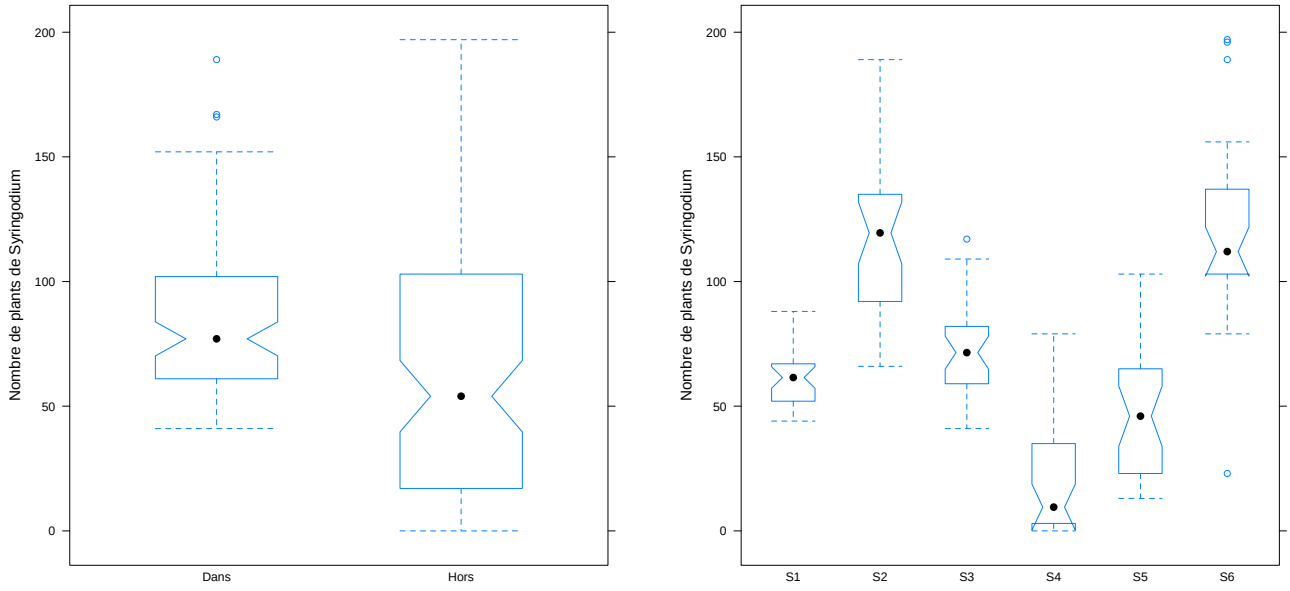


Figure 14 : Boxplot représentant la densité des plants de *Syringodium* a) dans et hors réserve et b) aux différentes stations échantillonnées

Analyse de la variance : Densité de *Syringodium* / « Reserve » + « Station »

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Reserve	1	21780	21780	32.661	4.675e-08	***
station	4	207690	51922	77.861	< 2.2e-16	***
Residuals	174	116033	667			

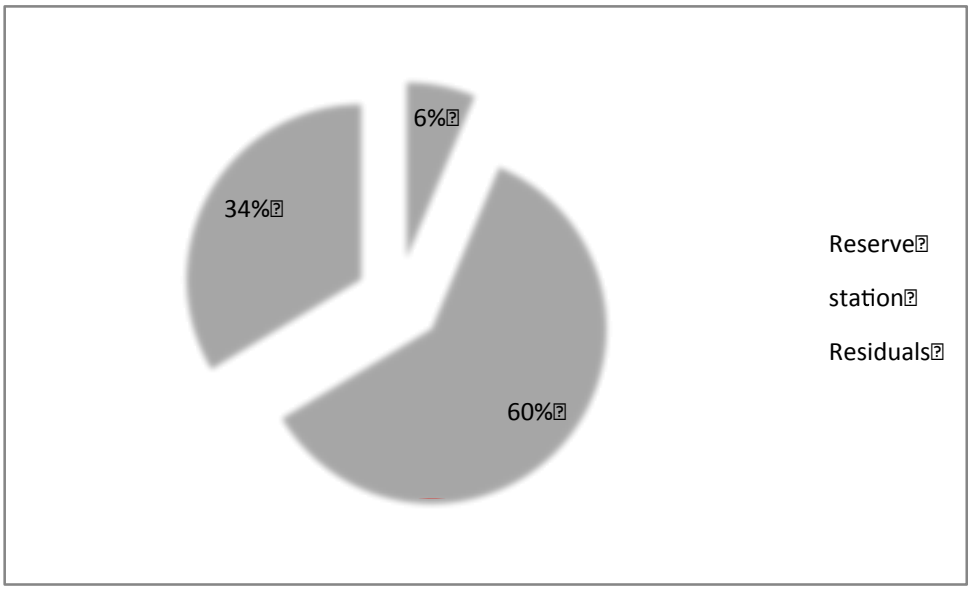


Figure 15 : proportion des « sum sq » densité de *Syringodium* / « Reserve » + « Station »

Les résultats des tests statistiques pour *Thalassia* montrent la même tendance. L'analyse de la somme des carrés (« *sum sq* ») montre que 47% de la variation reste inexpliquée. La variable « station » explique 41% de la variation et la variable « réserve » 12%.

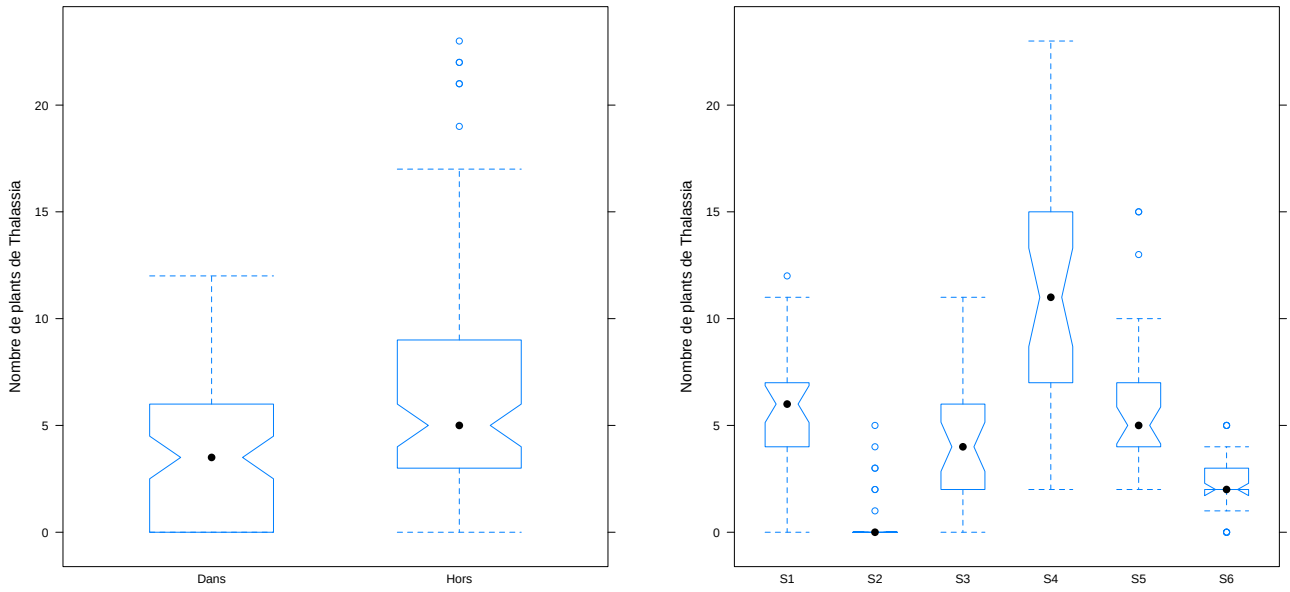


Figure 16 : Boxplot représentant la densité des plants de *Thalassia* a) dans et hors réserve et b) aux différentes stations échantillonnées

Analyse de la variance : Densité de *Thalassia* / « Reserve » + « Station »

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Reserve	1	496.67	496.67	42.724	6.729e-10	***
station	4	1739.56	434.89	37.410	< 2.2e-16	***
Residuals	174	2022.77	11.63			

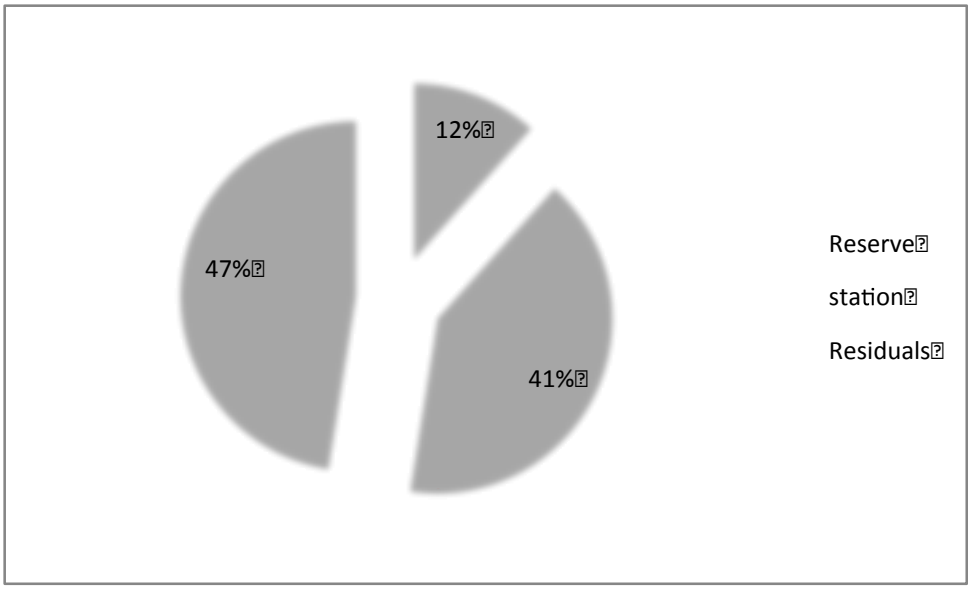


Figure 17 : proportion des *sum sq* densité de *Thalassia* / « Reserve » + « Station »

2.1.2 Suivi des oursins blancs et des lambis

Le suivi des oursins blancs et lambis s'est déroulé sur les 6 stations échantillonnées dans le cadre des suivis herbiers de 2012 (stations communes au suivi herbier présenté ci-avant) et sur 4 nouvelles stations dans la zone de réserve.

Seulement 2 lambis ont été notés sur l'ensemble des couloirs prospectés.

Concernant les oursins, 2 espèces ont été observées : *Tripneustes venticosus* (ou chadron = espèce d'intérêt commercial) et *Lytechinus variegatus.* Leur densité varie en fonction des stations échantillonnées. La densité max. de *T. ventricosus* est de 126 individus sur 100 m^2 au site S2 (dans réserve). Les *T. ventricosus* sont souvent concentrés dans les microfalaises (Figure 18).

Figure 18 : *T. ventricosus* concentrés dans les microfalaises

Tableau 4 : Densité des oursins et lambis sur les 10 stations échantillonnées

Station échantillonnée	Densité individus / 100 m^2 (Moyenne par site)		
	Tripneustes ventricosus	***Lytechinus variegatus***	***Strombus gigas***
Ou1	59,5 ± 18,0	9,5 ± 11,2	0
Ou2	20 ± 13,3	0,5 ± 1	0
Ou3	30 ± 12,75	11 ± 16,7	0
Ou4	100 ± 38,33	0	1 ± 2
S1	92 ± 33,5	22 ± 7,5	0
S2	126,5 ± 34,0	11 ± 4,7	0
S3	16 ± 7,8	0	0
S4	47 ± 13,6	0,5 ± 1	0
S5	2,5 ± 2,5	7 ± 7,0	0
S6	118 ± 84,4	4 ± 2,8	0
Dans réserve	**63,4 ± 43,6**	**7,7 ± 8,16**	**0,1 ± 0,7**
Hors réserve	**55,8 ± 58,2**	**3,8 ± 3,2**	

Les oursins *T. ventricosus* appartiennent majoritairement à la classe de taille 3 (10-15 cm) et dans une moindre mesure de classe de taille 2 (5-10 cm). Au contraire, les oursins *L. variegatus* appartiennent majoritairement à la classe 1 (0-5 cm), (Figure 19 ; Figure 20). Compte tenu des écarts types très importants, et du nombre restreint de mesures acquises, il n'est pas possible de faire des analyses statistiques fiables sur ces données. Aussi, il est difficile de conclure quant aux différences dans/hors réserve.

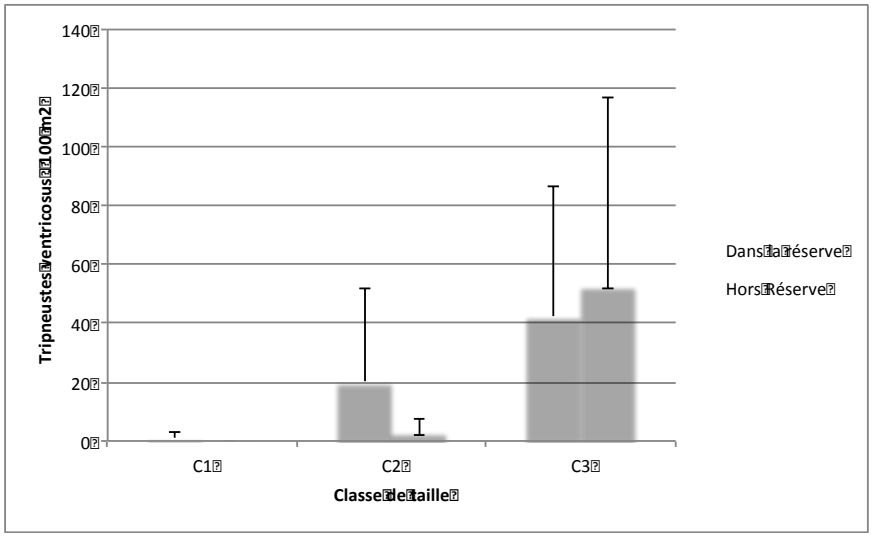


Figure 19 : Nombre moyen de *T. ventricosus* pour 100 m^2 dans et hors réserve

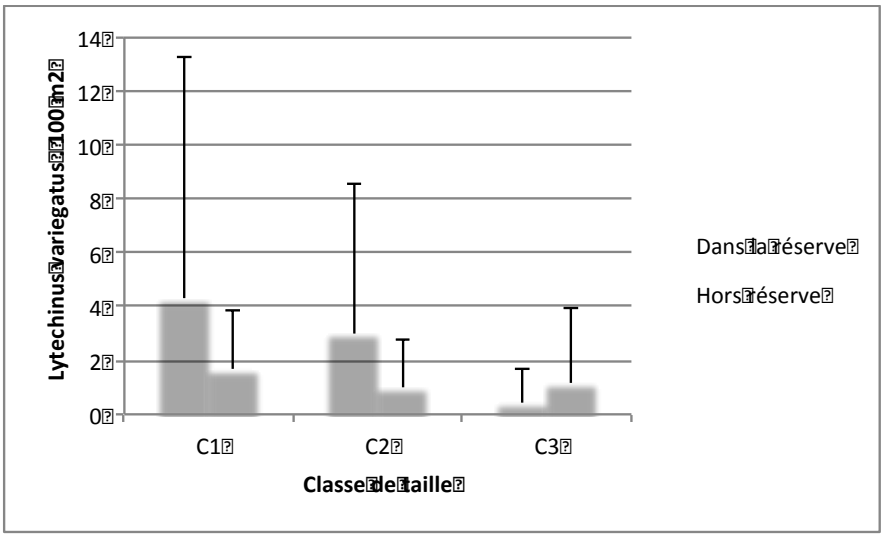


Figure 20 : Nombre moyen de *L. variegatus* pour 100 m^2 dans et hors réserve

Les populations d'oursins ont évolué depuis les derniers relevés (Tableau 5).

- Les populations des stations S1 et S3 ont augmenté depuis la campagne de pêche de 2012, mais les stocks ne sont pas revenus au niveau d'avant pêche (50% et 90% de réduction respectivement).
- Concernant la station S2, les populations sont désormais revenues au niveau d'avant pêche.
- La station S5 ne montre pas d'évolution.
- Pour les stations S4 et S6 (hors réserve), les populations d'oursins ont augmenté depuis la campagne de pêche de 2012 et les stocks sont désormais plus importants qu'avant la campagne de pêche de 2012.

Tableau 5 : Comparaison des stocks d'oursins aux sites prospectés en 2012 et 2014

Site	Densités (ind./100m²) en 2012 avant pêche	Densités (ind./100m²) en 2012 après pêche	Densités (ind./100m²) en 2014	Variation entre 2012 avant pêche et 2014	Variation entre 2012 après pêche et 2014
S1	196	25	92 ± 33,5	↓ 46 %	↑ 370%
S2	125	48	126,5 ±34,0	≈	↑ 270%
S3	175	30	16 ± 7,8	↓ 90 %	↑ 50 %
S4	17	11	47 ± 13,6	↑ 270%	↑ 430%
S5	2	1	2,5 ± 2,5	≈	≈
S6	76	34	118 ± 84,4	↑ 150%	↑ 350%

2.1.3 Paramètres biométriques des *Acropora palmata*

Les caractéristiques biométriques des colonies *d'A. palmata* ont été déterminées grâce au logiciel Image J. Les colonies ont été, comme en 2012, classées selon 3 classes de tailles proposées par Zubillaga et al., (2008) :

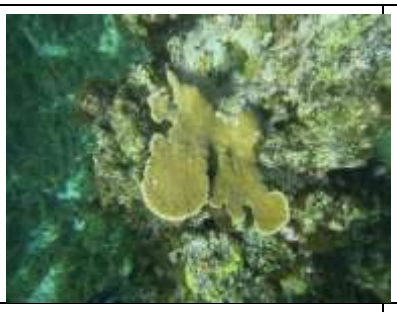
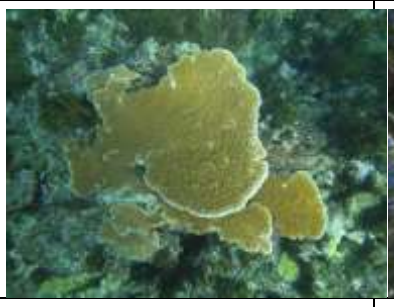
- > 1600 cm^2 : fort potentiel reproducteur (adulte)
- 60 – 1600 cm^2 : faible potentiel reproducteur (juvéniles)
- 15 – 60 cm^2 : pas de potentiel reproducteur (recrues).

Aucune recrue n'a été observée lors des missions. Les colonies notées en 2012 ont été retrouvées. Ces dernières avaient évolué depuis. La colonie n°2 a grandi de 15 cm en longueur et largeur, la faisant ainsi passer de la classe « juvénile » à « adulte ». La colonie n°1 a quant à elle régressé sur sa base (colonisation par des algues encroûtantes calcaires) mais a progressé de 25 cm à l'autre extrémité.

Au total, 9 colonies ont pu être observées lors des prospections et mesurées *a posteriori*.

ID	Colonie 1	Colonie 2	Colonie 3
Points GPS WGS UTM 20N	733784 1594815	734050 1595039	734057 1595098
Photos			
Dimensions	L : 175 cm l : 80 h : 50 cm	L : 50 cm l : 45 cm h : 25 cm	L : 80 cm l : 30 cm h : encroûtante
Surface	14 000 cm^2	2 250 cm^2	2 600 cm^2
Formes	Branchue, patch isolé	Branchue, patch isolé	Encroûtante
Etat de santé	Bon état, quelques zones mortes, algues calcaires encroûtantes	Très bon état	Très bon état, pas de nécrose
Potentiel reproducteur	Fort potentiel reproducteur (adulte)	Fort potentiel reproducteur (adulte)	Fort potentiel reproducteur (adulte)
Evolution depuis 2012	Augmentation des nécroses et progression des algues encroûtantes calcaires La longueur a augmenté de 25 cm	La colonie a grandi de 15 cm en longueur et largeur. Elle est passée du stade juvénile au stade adulte	Non répertoriée en 2012

ID	Colonie 4	Colonie 5	Colonie 6
Points GPS	733642 1594351 (groupe)		
Photos			
Dimensions	L : 40 cm l : 30 cm h : 10 cm	L : 90 cm l : 40 cm h : 0 encroûtante	L : 55 cm l : 40 cm h : 0 encroûtante
Surface	1 200 cm^2	3 600 cm^2	2 200 cm^2
Formes	Branchue	Encroûtante, quelques branches	Encroûtante, quelques branches
Etat de santé	Très bon, pas de nécroses	Très bon, pas de nécroses	Très bon, pas de nécroses
Potentiel reproducteur	Faible potentiel reproducteur (juvénile)	Fort potentiel reproducteur (adulte)	Fort potentiel reproducteur (adulte)
Evolution depuis 2012	Non répertoriée en 2012		

ID	Colonie 7	Colonie 8	Colonie 9
Points GPS	733642 1594351 (groupe)		
Photos			
Dimensions	L : 40 cm l : 30 cm h : 6 cm	L : 55 cm l : 50 cm h : 6 cm	L : 30 cm l : 10 cm h : 0 (morceau cassé)
Surface	1 200 cm^2	2 750 cm^2	300 cm^2
Formes	Branchue	Branchue	Morceau qui semble avoir été cassé
Etat de santé	Très bon, pas de nécroses	Très bon, pas de nécroses	Bon, quelques algues encroûtantes calcaires
Potentiel reproducteur	Faible potentiel reproducteur (juvénile)	Fort potentiel reproducteur (adulte)	Faible potentiel reproducteur (juvénile)
Evolution depuis 2012	Non répertoriée en 2012		

2.1.4 Suivi ichtyologique

Aucun poisson lion n'a été observé dans la réserve. Il est fort probable que l'hydrodynamisme du site ne convienne pas à cette espèce qui vit majoritairement dans des eaux plus calmes.

Bien qu'aucun suivi poisson n'était prévu dans le cahier des charges, nous avons dans la mesure du possible renseigné les espèces rencontrées.

Ainsi, les explorations des tombants extérieurs (au vent) des ilets de Sainte-Anne nous ont permis d'observer certaines espèces ichtyologiques présentant un intérêt patrimonial plus ou moins important.

La plupart ont pu être photographiées (Figure 1), sauf une carangue à plume adulte de belle taille (*Alectis ciliaris*) et une raie pastenague adulte (*Dasyatis americana*).

La vierge noire (*Mycteroperca bonaci*) est inscrite sur la liste rouge de l'IUCN comme « quasi menacée ».

Plusieurs gros spécimens de barracudas (*Sphyraena barracuda*) ainsi qu'un joli banc d'une centaine d'individus de bécunes chandelles (*Sphyraena picudilla*) ont été observés.

Les agoutis ou morpions (*Kiphosus sectatrix*), poissons de récif herbivores, ne sont pas considérés comme des espèces patrimoniales, mais le grand nombre d'individus adultes observés est à signaler.

Des bancs de chirurgiens bleus (*Acanthurus coeruleus*) et des balistes noirs (*Melichthys niger*) sont également fréquents sur la zone.

Des poissons plus communs comme les perroquets, cardinaux ou encore demoiselles ont été vus à maintes reprises lors de ces plongées.

Figure 21 : Photographie de quelques espèces de poissons observés en plongée : 1) Raie pastenague juvénile (*Dasyatis americana*) au dessus de l'herbier, 2) Vierge noire juvénile (*Mycteroperca bonaci*) sur un tombant corallien vue de face, de profil 3), 4) barracuda adulte (*Sphyraena barracuda*), 5) Banc de bécunes chandelles adultes (*Sphyraena picudilla*), 6) Banc de morpions ou agoutis (*Kiphosus sectatrix*)

Discussion / Conclusion

Les herbiers de phanérogames

Les herbiers de phanérogames marines semblent avoir évolué depuis 2012. En effet, des progressions (4 bornes) ou régressions (1 borne) des herbiers ont été notées. Cependant, il est très difficile de dessiner des tendances à partir de ces résultats qui ne sont pas assez nombreux. Aussi, il serait souhaitable, afin d'analyser la progression/régression des herbiers de faire une analyse des images aériennes (orthophotographies). Ceci permettrait, en superposant les images de campagnes différentes de noter les zones « sombres » = herbiers ou « claires » = sable. De plus, il pourrait être intéressant de s'intéresser à la conformation des fonds sédimentaires alentour pour bien mettre en évidence les érosions ou accrétions de substrat de manière complémentaire.

D'une manière générale, les herbiers échantillonnés dans et hors réserve étaient tous en bon état de santé, avec très peu de macroalgues et d'épiphytes et des densités importantes. Seul l'herbier localisé à la pointe sud de la baie de Anglais (S5) présentait des traces importantes de sédimentation, et l'herbier Ou4 présentait des macroalgues vertes filamenteuses en quantité.

Concernant les paramètres biométriques, la longueur des plants mesurée est variable en fonction des stations échantillonnées. Les résultats sont significativement différents entre les stations, mais également entre les herbiers échantillonnés dans et hors réserve. La longueur des plants est sensiblement plus grande hors réserve. Plusieurs facteurs pourraient être à l'origine de cette différence. La plus probable serait une adaptation à la pénétration de la lumière dans la colonne d'eau. En effet, les stations hors réserve sont localisées à proximité de la baie des Anglais. Cette baie présente des fonds vaseux et l'environnement est plus turbide qu'à l'approche des îlets. Il est possible que dans cet environnement où la lumière pénètre de manière moindre dans la colonne d'eau, les herbiers de phanérogames soient plus longs pour capter un maximum de lumière et ainsi favoriser la photosynthèse. Cette stratégie d'adaptation est connue pour les herbiers et les macroalgues.

La longueur moyenne des plants échantillonnés aux stations en 2012 est sensiblement la même. Quelques différences existent pour les *Syringodium filiforme* du site S3 qui étaient plus longues en 2012 : 24 cm contre 16 +- 4,3 et les *Syringodium* du site S5 qui étaient plus longues en 2012 : 28 cm contre 21 +- 4,9. Cependant, il est à noter que les valeurs présentées en 2012 ne présentaient pas d'écart type et que par conséquent, il est possible que ces résultats ne soient pas significativement différents. Il n'est pas en revanche possible de comparer les densités. En effet, les relevés de 2012 concernent le nombre de feuilles et non pas le nombre de plants (ce paramètre était seulement estimé).

Les invertébrés

Les échantillonnages d'invertébrés ont montré que très peu de lambis étaient présents (seulement 2 notés pour l'ensemble des transects) à quoi s'ajoutent quelques observations en dehors des couloirs prospectés. Notre connaissance de la zone et de la problématique du braconnage nous laisse penser que ces populations pourraient être décimées par les braconniers. Nous avons en outre trouvé plusieurs conques vides, coupées sur le dessus attestant du prélèvement de ces espèces dans la zone.

Par ailleurs, les lambis réalisent des migrations entre des zones de faible profondeur et des fonds plus importants suivant les saisons et les phases de leur cycle de vie (***Impact Mer***, 2011)[1].

« Le lambi effectue deux migrations : les sub-adultes quittent les herbiers peu profonds et se déplacent vers de plus grandes profondeurs. Les adultes, qui préfèrent des profondeurs comprises entre 10 et 30 mètres, migrent de façon saisonnière vers les eaux moins profondes pour le frai. Cette migration débute en avril lorsque la température de l'eau commence à augmenter, puis les adultes retournent en profondeur fin octobre.

La période du 1er mai au 30 septembre constitue la période de reproduction principale de l'espèce (Aranoa and Frenkiel 2007). »

Les observations ayant été réalisées en juin, ce facteur migratoire (qui peut avoir été retardé par des conditions océaniques et météorologiques) ne semble pas pouvoir expliquer de manière satisfaisante les faibles occurrences relevées.

[1] Impact-Mer, 2011. Etude de faisabilité de l'évaluation *in situ* des stocks de lambi (*Strombus gigas*, L.) en Martinique. Rapport pour : DEAL Martinique, 36 pp (annexes incluses).

La densité des oursins blancs a varié entre 2012 et 2014. Globalement, les densités d'oursins blancs ont augmenté depuis la campagne de pêche de 2012 (sauf pour la station S5 ou les densités n'ont pas évolué). Ceci est vrai dans et hors réserve. Les stations S2 (dans réserve) ; S4 et S6 (hors réserve) ont vu leur nombre d'oursins augmenter et égaler, voire dépasser les densités d'avant pêche. Aux stations S1 et S3 en revanche (dans réserve), les densités ont augmenté, mais restent très en deçà des valeurs avant pêche (de 50 à 90%).

L'ichtyofaune

Aucun poisson lion n'a été noté sur le pourtour des îlets. Le fort hydrodynamisme autour des îlets en est probablement responsable. En effet, les poissons lions sont souvent présents dans des eaux calmes (obs. personnelle).

Les Acropora palmata

Les colonies observées en 2012 ont évolué. L'une des deux est passée du stade juvénile au stade adulte avec une croissance d'environ 15 cm en longueur et en largeur. L'autre a progressé de 25 cm en longueur. Néanmoins cette croissance est contrastée par une progression des algues encroûtantes calcaires à sa base.

6 nouvelles colonies ont été notées et les paramètres biométriques relevés autour des îlets. D'après nos connaissances de la zone, d'autres colonies de très grandes tailles sont également présentes, mais les conditions océanographiques autour des îlets ne nous ont pas permis de les rechercher.

Conclusions

Globalement, les îlets présentent sur leur côte sous le vent des communautés d'herbiers en bon/très bon état de santé. Ces derniers sont cependant « pauvres » en invertébrés benthiques, principalement en lambis, et les peuplements d'oursins semblent très dépendants des activités de pêche et ne sont pas tous revenus à leur densité d'avant ouverture de pêche en 2012. Il est fort probable que le braconnage soit en partie responsable des chiffres obtenus cette année.

Sous leur côte au vent, les îlets sont en revanche en état de santé médiocre avec très peu de peuplements coralliens. L'habitat majoritaire est aujourd'hui constitué de champs de macroalgues. Quelques colonies *d'A. palmata* en bon état de santé ont cependant été notées.