

# Réponse écophysiological de *Seriatopora hystrix* (Dana, 1846) suite à un stress hypo ou hypersalin à court terme

Nadège Georges et Guyliann Engels

Promoteur : Philippe Grosjean

Mémoire présenté en vue de l'obtention d'un grade de Maître en Sciences Biologiques

Année académique 2017-2018

Faculté des Sciences

Université de Mons

# Remerciements

Je remercie le professeur Philippe Grosjean qui m'a accueillie dans son laboratoire afin d'effectuer ce mémoire et qui a permis la mise en oeuvre de celui-ci.

Je voudrais également remercier les autres personnes du laboratoire d'Ecologie Numérique des Milieux aquatiques. Tout d'abord, je remercie Guyliann qui m'a suivie depuis le début et qui a répondu aux nombreuses questions que je pouvais avoir et qui m'a supportée tout au long de l'année dans son bureau. Je remercie Antoine, notre super technicien sans qui la mise en place de l'expérience n'aurait pas été possible. Pour finir, je remercie les autres mémorants, Thomas et Mailis, pour avoir partagé cette année.

Un dernier remerciement revient à Ayrton qui m'a soutenue dans la vie quotidienne et qui a supporté mes moments de stress, mes moments de doutes et qui était toujours là dans n'importe quelle situation.

# Résumé

Réponse écophysiological de *Seriatopora hystrix* (Dana, 1846) suite à un stress hypo ou hypersalin à court terme

**Mots clés :** *Seriatopora hystrix*, scléactinaire, écophysiologicals, salinité, photosynthèse, respirométrie

Depuis plusieurs années, les changements climatiques et les effets qu'ils engendrent sur les écosystèmes intéressent fortement les scientifiques. Dans le cadre de ce mémoire, il sera question de l'impact des changements locaux de salinité, qu'ils s'agissent d'une diminution ou d'une augmentation, sur une courte durée. En effet, ces phénomènes sont de plus en plus fréquents dû par exemple à une augmentation du taux de précipitation ou du nombre de tempêtes tropicales mais encore à l'augmentation des usines de dessalement dans les pays arides.

Le but de cette étude est de comprendre les effets des changements de salinité sur les écosystèmes coralliens et plus particulièrement sur l'espèce de scléactinaire hermatypique *Seriatopora hystrix* (Dana, 1846). Pour ce faire, différents paramètres écophysiologicals tel que la respiration, la photosynthèse et la croissance sont étudiés à l'aide de chambre respirométrique où les salinités expérimentales sont fixées à 28 et 42.

Les effets engendrés sont, tout d'abord, une décoloration des boutures face aux changements de salinité, une diminution du taux de croissance, et du taux de calcification, dans les deux conditions. Ces diminutions étant plus marquées dans le cas d'une augmentation de salinité. Un autre effet important des chocs salins s'observe par la diminution de la photosynthèse nette chez l'ensemble des boutures stressées et d'une diminution de la respiration chez celles mises en conditions hypersalines. A la fin de l'expérience de salinité, le taux de croissance et la coloration ont continué à être monitorés et ont montré un retour à des conditions normales après plusieurs semaines à une salinité de 35.

L'ensemble de ces résultats montre un impact non-négligeable des changements de salinité sur cette espèce de corail. Malgré cela, d'autres études ont montré des effets espèces-spécifiques amenant à la conclusion que les effets ne peuvent être généralisés et que de plus amples études doivent être menées afin de mieux comprendre les mécanismes liés à l'impact du changement de salinité.

# Table des matières

<b>Remerciements</b>	<b>2</b>
<b>Résumé</b>	<b>3</b>
<b>1 Introduction</b>	<b>7</b>
1.1 Les écosystèmes coralliens . . . . .	7
1.1.1 Généralités du milieu . . . . .	7
<b>2 But</b>	<b>9</b>
<b>3 Matériels &amp; méthodes</b>	<b>10</b>
3.1 Poids immergé et squelettique . . . . .	10
<b>4 Résultats</b>	<b>12</b>
4.1 Paramètres physico-chimiques . . . . .	12
4.1.1 Salinité . . . . .	12
4.1.2 Température . . . . .	12
4.1.3 pH . . . . .	14
<b>5 Discussion</b>	<b>15</b>
<b>6 Conclusion</b>	<b>16</b>
<b>A Test</b>	<b>17</b>
A.1 test1 . . . . .	17
<b>Bibliographie</b>	<b>18</b>

# Table des figures

1.1	Schéma représentant la distribution des récifs coralliens (en rouge) dans les océans du monde. Les zones en bleu représentent les récifs possédant des coraux en symbioses avec des zooxanthelles (Veron 2000). . . . .	8
1.2	Schéma représentant la formation des différents types de récifs. L'image représente un récif frangeant (à gauche), un récif barrière ( au centre) et un atoll (à droite) et montre le lien entre la formation de ces récifs (Veron 2000) . . . . .	8
3.1	Technique de mesure du poids immergé d'une bouture de <i>S.hystrix</i> (Photo : Georges Nadège) . . . . .	11
4.1	Variation de la température au cours de l'expérience d'hypo- et d'hypersalinité dans le bac contrôle (rouge) et les bacs expérimentaux (bleu et vert). Les zones grises représentent les périodes de nuit . . . . .	13
4.2	Variation de pH total au cours de l'expérience d'hypo- et d'hypersalinité dans le bac contrôle (rouge) et dans les bacs expérimentaux (bleu et vert). Les zones grises représentent les périodes de nuit. . . . .	14

# Liste des tableaux

4.1	Salinité au cours de l'expérience . . . . .	12
-----	---	----

# Chapitre 1

## Introduction

### 1.1 Les écosystèmes coralliens

#### 1.1.1 Généralités du milieu

Apparu il y a 65 millions d'années, les récifs coralliens sont des écosystèmes extrêmement riches et considérés comme les plus anciens de notre planète (McIntyre 2010, Veron (2000)). Ils recouvrent une superficie d'environ 250 000 km<sup>2</sup> et sont très souvent comparés à la forêt tropicale avec laquelle ils partagent de nombreuses caractéristiques (Richmond and Wolanski 2011, Rosenberg et al. (2007)).

La richesse que renferme ces écosystèmes est énorme. En effet, ils possèdent la plus grande diversité par unité de surface ainsi que la plus grande diversité d'habitat formé par les milliers d'espèces de coraux qui les peuplent (McIntyre 2010). Ces écosystèmes se sont formés grâce à l'association particulière des Scléractiniaires avec des algues photosynthétiques du genre Symbiodinium, les zooxanthelles, menant à une symbiose mutualiste permettant la prolifération de ces coraux symbiotiques dans ces environnements éventuellement très oligotrophes.

Cet écosystème marin, bien que fortement diversifié, ne se trouve que dans une zone délimitée du globe (Figure 1.1). Les récifs coralliens se développent dans des régions caractérisées par des conditions précises (L. Burke et al. 2011) telles qu'une oligotrophie de l'eau, une forte irradiance, une température de l'eau variant entre 18°C et 34°C toute l'année et dont les variations sont faibles, et une turbidité de l'eau peu présente afin de permettre le passage de la lumière jusqu'au récif. Ces conditions très précises ne se trouvent qu'entre les tropiques, soit entre 30°N et 30°S. Il est à noter que certains récifs se forment dans des conditions toutes autres, tel que démontré récemment en Amazonie où un récif a été découvert à plus de 200m de profondeur et appelé « The Great Amazon Reef System (Francini-Filho et al. 2018) ou au Japon où la température chute régulièrement entre 11-14°C (Veron 2000).

Les récifs intertropicaux sont construits par des scléractinaires dits hermatypiques. Trois grands types de récifs existent sur Terre et dérivent les uns des autres Figure 1.2 : les récifs frangeants, les récifs barrière et les atolls (Veron 2000, Cesar, Burke, and Pet-Soede (2003)). Les récifs frangeants sont des récifs se formant sur les bords du littoral et se trouvent par conséquent proches des côtes où ils forment un platier de faible profondeur appelé « le lagon ». Ce type de récifs est retrouvé, par exemple, autour de l'île de la

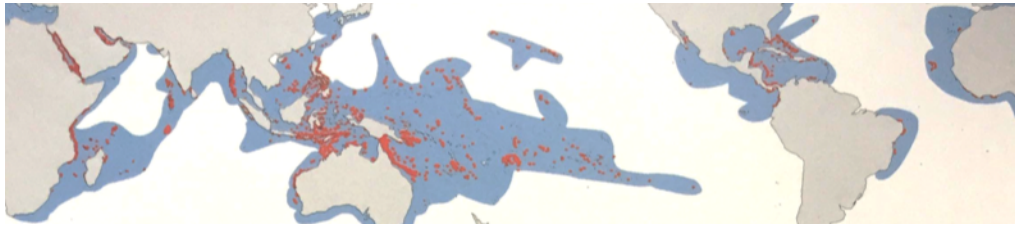


FIGURE 1.1 – Schéma représentant la distribution des récifs coralliens (en rouge) dans les océans du monde. Les zones en bleu représentent les récifs possédant des coraux en symbioses avec des zooxanthelles (Veron 2000).



FIGURE 1.2 – Schéma représentant la formation des différents types de récifs. L'image représente un récif frangeant (à gauche), un récif barrière ( au centre) et un atoll (à droite) et montre le lien entre la formation de ces récifs (Veron 2000)

Réunion. Le récif barrière quant à lui forme une structure plus éloignée des côtes comme observée au niveau de la Grande Barrière de Corail en Australie et provient d'un enfoncement progressif des terres. Pour finir, les atolls sont des structures retrouvées en pleine mer et sont de forme circulaire renfermant le lagon. Ce type de récifs se forme par enfoncement et disparition de l'île autour de laquelle il s'est formé. Les atolls peuvent être observés, par exemple, aux Maldives.



## Chapitre 2

### But

Dans ce travail, il est question d'étudier l'impact des changements de salinité sur l'espèce de scléactiniaire hermatypique *Seriatopora hystrix* (Dana, 1846) à court-terme. En effet, les changements de ce paramètre sont assez peu étudiés, alors que ce type de modifications environnementales sont fréquentes dans le milieu naturel.

Nous simulerons, de manière expérimentale, les variations de salinité observées à l'échelle locale telles qu'elles apparaissent fréquemment dans certaines parties du monde dues à l'augmentation des tempêtes tropicales ou au taux de précipitations menant à l'augmentation du ruissellement ayant un impact sur les récifs proches des embouchures. De même, nous simulerons expérimentalement le phénomène inverse dû, par exemple, à l'installation d'usines de dessalement sur les côtes de pays où la disponibilité en eau douce est faible. Nous nous focaliserons sur les effets sur l'écophysiologie du corail, qui sont encore mal connus.

Afin d'émettre les premières hypothèses sur l'impact de stress salins, des paramètres vitaux tels que la photosynthèse seront étudiés à l'aide de chambres respirométriques. Les effets de variation de salinité sur la croissance, l'assimilation des nutriments et le taux de calcification seront également quantifiés.

## Chapitre 3

# Matériels & méthodes

### 3.1 Poids immergé et squelettique

La masse squelettique des boutures utilisées lors de ce mémoire est mesurée de manière régulière afin de suivre leur croissance au cours du temps. Pour cela, chaque bouture est pesée en immersion dans l'eau de mer afin d'éviter un stress inutile qu'engendrerait une pesée hors de l'eau. La balance (Sartorius LE823P, Allemagne) utilisée est munie d'un crochet permettant de suspendre la bouture par son fil de nylon dans un récipient rempli de la même eau de mer d'où provient la bouture (Figure 3.1). De plus, la salinité et la température de l'eau sont mesurées (salinomètre WTW Cond 340i, Allemagne) afin de déterminer précisément la densité de l'eau de mer utilisée lors de la pesée.

Le poids squelettique des boutures est déterminé à partir de la mesure de poids immergé, de la densité du squelette en aragonite et de la densité de l'eau de mer utilisée pour celle-ci (Jokiel, Maragos, and Franzisket 1978). Dans un premier temps, la densité de l'eau de mer est déterminée par l'équation d'état de l'eau de mer à l'aide des mesures de températures et de salinité. Dans un second temps, le poids squelettique est déterminé à l'aide l'équation 3.1 :

$$P_{squelettique} = \frac{P_{immerg}}{\frac{1-\rho_{eau}}{\rho_{squelette}}} \quad (3.1)$$

Où  $P_{immerg}$  correspond au poids immergé de la bouture considérée,  $\rho_{eau}$  correspond à la densité de l'eau de mer calculée, grâce aux données de salinité et de température, par l'intermédiaire de l'équation d'état de l'eau de mer et  $\rho_{squelette}$  correspond à la densité de l'aragonite formant le squelette de la bouture.

La détermination du poids squelettique a une importance primordiale dans le cadre des expériences de salinité effectuées dans ce mémoire. En effet, la densité de l'eau est directement liée à température et la salinité et ce dernier paramètre variera fortement lors de la phase expérimentale. Cette conversion permettra donc de standardiser les poids immergés et donc d'avoir des mesures comparables dans le temps.

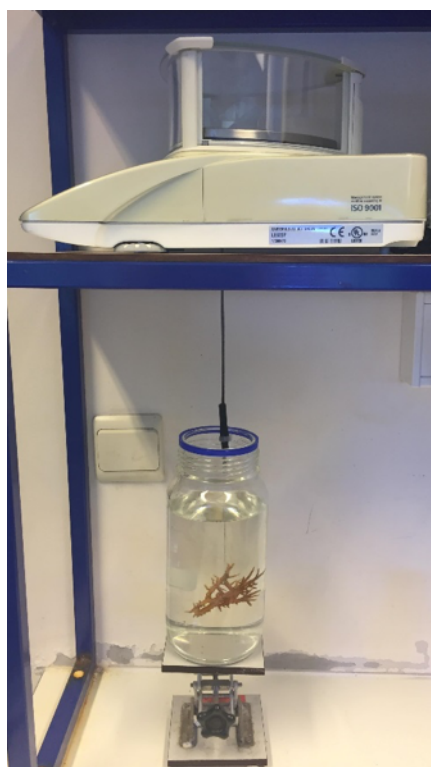


FIGURE 3.1 – Technique de mesure du poids immergé d'une bouture de *S.hystrix* (Photo : Georges Nadège)

# Chapitre 4

## Résultats

### 4.1 Paramètres physico-chimiques

#### 4.1.1 Salinité

Les variations de salinité au cours de l'expérience n'ont lieu que lors du démarrage et de l'arrêt de l'expérience. Ces changements ont été effectués sur une durée de 6 heures. Dans l'aquarium hypersalin, une salinité de  $41.7 \pm 0.2$  est obtenue avec l'ajout d'eau de mer sursalée alors que l'aquarium hyposalin atteint une salinité de  $27.9 \pm 0.5$  avec l'ajout d'eau osmosée. Les ajouts ont été réalisés progressivement en contrôlant après chaque ajout la valeur de salinité afin de ne pas dépasser les valeurs expérimentales souhaitées. Lors du retour à la salinité initiale de 35 dans les bacs expérimentaux, le système de connections entre les différentes parties du mésocosme A est rétabli afin de permettre une communication des eaux entre les 3 bacs et ainsi revenir progressivement à une salinité homogène dans l'entière du mésocosme A.

Au cours de l'expérience, la salinité est restée stable Table 4.1 avec des variations d'une ou deux unités dues à l'évaporation de l'eau mais ont été compensées par ajout d'eau osmosée dans le système.

#### 4.1.2 Température

Au cours de l'expérience, les températures présentent une variation journalière avec une augmentation de jour et une diminution de nuit (Figure 4.1). Il est à noter que les variations de température sont plus importantes dans le bac expérimental hyposalin que dans les deux autres bacs.

TABLE 4.1 – Salinité au cours de l'expérience

Conditions	Moyenne	Ecart-type
Contrôle	35.20	0.22
Hypersalin	41.71	0.24
Hyposalin	27.88	0.49

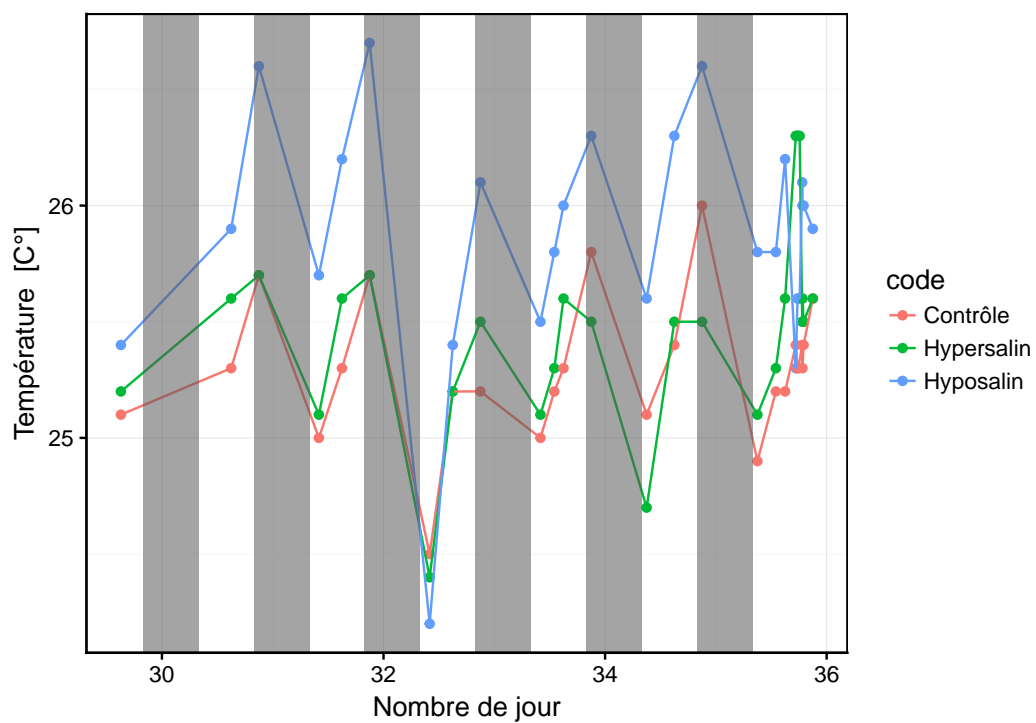


FIGURE 4.1 – Variation de la température au cours de l'expérience d'hypo- et d'hyper-salinité dans le bac contrôle (rouge) et les bacs expérimentaux (bleu et vert). Les zones grises représentent les périodes de nuit

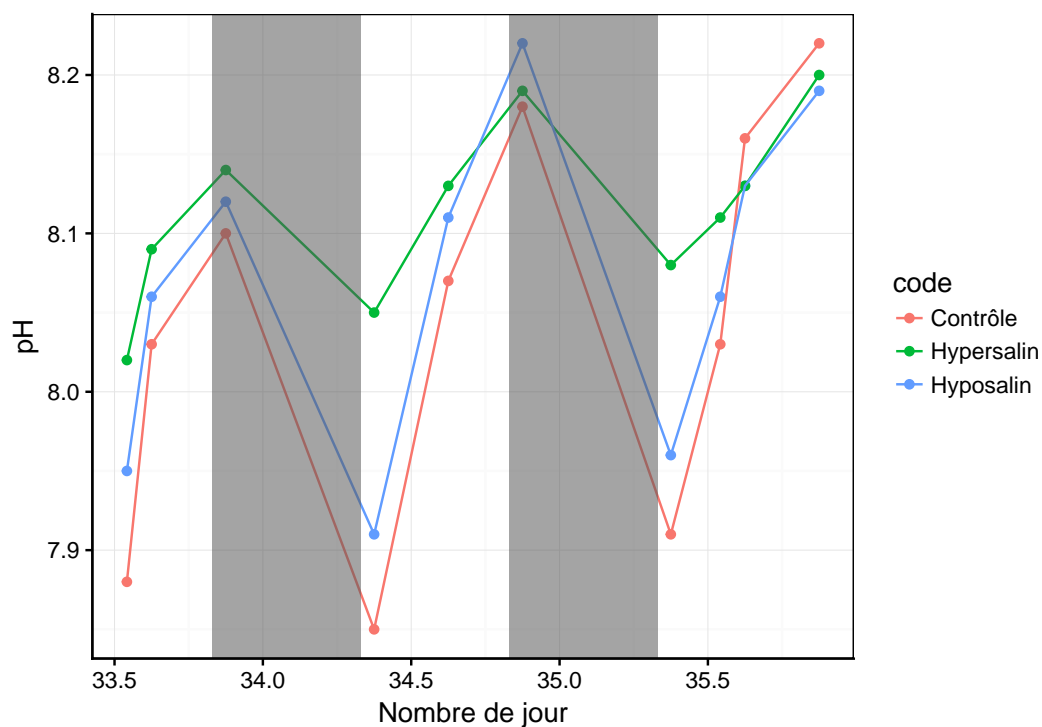


FIGURE 4.2 – Variation de pH total au cours de l'expérience d'hypo- et d'hypersalinité dans le bac contrôle (rouge) et dans les bacs expérimentaux (bleu et vert). Les zones grises représentent les périodes de nuit.

### 4.1.3 pH

Les variations de pH total au sein des différents bacs se produisent entre le jour et la nuit (Figure 4.2). En effet, la valeur de pH total augmente lorsque les éclairages sont allumés et diminue lorsque ceux-ci sont éteints, montrant une variation diurne de ce paramètre .

Les variations de jour et de nuit suivent les mêmes tendances entre le bac contrôle et le bac hyposalin. En ce qui concerne le bac hypersalin, les variations entre le jour et la nuit sont moins importantes que pour les deux autres conditions.

## Chapitre 5

# Discussion

test de citation 4.1.1

Exemple d'équation avec référence, voir éq. 5.1 :

$$\mu = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} \tag{5.1}$$

## Chapitre 6

# Conclusion

La salinité est une variable environnementale importante pour l'holobionte corallien. Cette étude a permis de montrer que la variation de salinité, même faible et sur une courte durée, impacte négativement l'espèce *S. hystrix*. Toutefois, cette espèce de corail hermatypique fait preuve d'une forte résilience dans ces conditions puisqu'au terme de l'expérience aucune mortalité n'a été observée et tous les individus ont récupéré (y compris leur coloration) en l'espace d'un mois.

Cependant, les études menées sur d'autres espèces de corail montrent une sensibilité ou résistance différente quant aux variations de salinité dépendant de facteurs tels que (1) l'amplitude de la variation saline, (2) la durée de cette variation, (3) la sensibilité de l'espèce ainsi que le clade de zooxanthelles présent dans les tissus coralliens. Par conséquent, les résultats obtenus au cours de ce mémoire montrent une influence non négligeable d'un choc hypo- ou hypersalin mais ne sont pas applicables à toutes les espèces formant les récifs.



## Annexe A

### Test

#### A.1 test1

TODO

# Bibliographie

Burke, Lauretta, K Reyta, Mark D. Spalding, and A Perry. 2011. *Reefs at risk Revisited in the Coral Triangle*. doi :10.1016/0022-0981(79)90136-9.

Cesar, Herman ; Lauretta ; Burke, and Lida Pet-Soede. 2003. "The Economics of World-wide Coral Reef Degradation." *Cesar Environmental Economics Consulting, Arnhem, and WWF-Netherlands*. doi :10.1016/j.jenvp.2004.10.001.

Francini-Filho, Ronaldo B, Nils E Asp, Eduardo Siegle, John Hocevar, Kenneth Lowyck, Nilo D'Avila, Agnaldo A Vasconcelos, et al. 2018. "Perspectives on the Great Amazon Reef : Extension, Biodiversity, and Threats." *Frontiers in Marine Science* 5 : 142. doi :10.3389/fmars.2018.00142.

Jokiel, Paul L., JE Maragos, and L Franzisket. 1978. "Coral growth : buoyant weight technique." In *Coral Reefs : Research Methods*, edited by Bernan Associates, 541. October. UNESCO.

McIntyre, Alasdair D. 2010. *Life in the World's Oceans : Diversity, Distribution, and Abundance*. doi :10.1002/9781444325508.

Richmond, Robert H, and Eric Wolanski. 2011. "Coral Research : Past Efforts and Future Horizons." In *Coral Reefs : An Ecosystem in Transition*, edited by Zvy Dubinsky and Noga Stambler, 3–10. Dordrecht : Springer Netherlands. doi :10.1007/978-94-007-0114-4\_1.

Rosenberg, Eugene, Omry Koren, Leah Reshef, Rotem Efrony, and Ilana Zilber-Rosenberg. 2007. "The role of microorganisms in coral health, disease and evolution." *Nature Reviews Microbiology* 5 (March). Nature Publishing Group : 355. <https://doi.org/10.1038/nrmicro1635> <http://10.0.4.14/nrmicro1635>.

Veron, Jen. 2000. *Corals of the world Vol 1-3*. Edited by Mary Stafford-Smith. Townsville MC, Australia : Australian Institute of Marine Science.