

Université Jean Monnet

Rapport de Master première année « Écologie Éthologie »

Juin 2015

Photo-identification des tortues vertes et son application dans l'indice d'abondance ou de fidélité aux sites d'alimentation

Présenté par Lucie GIRAUDOU



Directeur de stage : Benjamin de Montgolfier (Aquasearch)
Co-Directrice de stage : Émilie Dumont-Dayot (ONCFS)

Table des matières

REMERCIEMENTS.....	iv
I) INTRODUCTION	1
II) MATÉRIELS ET MÉTHODES	2
1-Biologie de l'espèce	2
2-Zone d'étude.....	3
3- Échantillonnage par photo-identification	3
4 – Application des transects.....	4
5- Traitement de données	5
a) Photo-identification	5
b) Analyses statistiques	6
III) RESULTATS	7
1-Photo-identification et estimation de l'abondance.....	7
2- Distribution spatiale et sélectivité alimentaire	8
3- Influence anthropique.....	11
IV) DISCUSSION	11
1-Photo-identification et estimation de la population	11
2-Distribution spatiale et sélectivité alimentaire	13
3-Influence anthropique.....	14
V) CONCLUSION.....	14
Bibliographie	16
ANNEXES	18
RESUME	22

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : situation géographique des anses d'arlet (source : google map).....	3
Figure 2 : présentation des transects réalisés à grande anse (a) et à l'anse du bourg (b) durant l'étude.....	4
Figure 3 : traitement d'une photo de profil droit sur torsooi	6
Tableau 1 : récapitulatif du nombre d'individus identifiés et du nombre de recaptures dans les baies de Grande Anse et de l'Anse du Bourg	7
Figure 4 : nombre d'individus nouvellement identifiés et nombre de recaptures au cours de la période de suivi à Grande Anse (a) et à l'Anse du Bourg (b).....	7
Figure 5 : distribution spatiale des individus dans les baies de Grande Anse (a) et de l'Anse du Bourg (b)	8
Figure 6 : observations ponctuelles (en %) de <i>thalassia testudinum</i> dans les baies de Grande Anse (a) et de l'Anse du Bourg (b).....	9
Figure 7 : observations ponctuelles (en%) de <i>halophila stipulacea</i> dans les baies de Grande Anse et de l'Anse du Bourg	9
Figure 8 : corrélation entre le nombre de tortues et le pourcentage d' <i>halophila stipulacea</i> et <i>thalassia testudinum</i> dans les baies de grande anse et de l'anse du bourg.....	10
figure 9 : fréquences des différents comportements des tortues vertes dans les deux baies selon la présence (en %) de <i>thalassia testudinum</i>	10
Figure 10 : relations entre <i>halophila stipulacea</i> , <i>syringodium filiformus</i> et <i>thalassia testudinum</i>	11

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier mon encadrant de stage Benjamin de Montgolfier pour m'avoir permis de vivre cette expérience passionnante. Merci d'avoir cru en moi et merci pour ta patience ainsi que ta rigueur scientifique qui m'a permis de ne pas m'éparpiller.

Je voudrais aussi remercier ma Co-encadrante Emilie Dumont-Dayot, pour sa disponibilité, sa gentillesse et surtout ses conseils avisés.

Je tiens à remercier Robinson Bordes pour m'avoir accueilli chez lui et m'avoir supporté à la maison et sur le terrain. Merci d'avoir toujours essayé d'être disponible pour mon terrain malgré tes journées chargées.

Ensuite je souhaite remercier Marion Pillet pour ses conseils techniques et sa grande aide pour mes analyses statistiques.

Je remercie particulièrement toute l'équipe SURFRIDER ANTENNE MARTINIQUE pour leur motivation et leur grande aide sur mon projet. Merci Anaïs pour ton coup de pagaie, Noémie pour ton coup de palme malgré cette cheville (et ce concours aussi !), Max et Adrien pour votre apnée et Alice et Marine pour vos photos.

Enfin je souhaite remercier mes colocataires. Merci Aline pour ton « et le recouvrement ? ». Merci Marie et Léa pour avoir eu la patience de m'expliquer comment fonctionne un ordinateur...

I) INTRODUCTION

Les méthodes traditionnelles de suivi de populations nécessitent bien souvent un marquage physique imposant la capture des animaux, et pouvant présenter des répercussions négatives sur les individus manipulés (POLOVINA, 2004). En effet, le stress engendré, ainsi que les séquelles telles que l'infection de tissus après la pose de bagues ou la transmission de maladies entre animaux lors de manipulations sont des conséquences bien connues de ces méthodes (MARCOVALDI *et al.*, 2006). Ce sont, de plus, des techniques nécessitant des moyens financiers et humains importants ayant pour inconvénient un manque de fiabilité et de pérennité du marquage (perte de balises, perte de bagues, etc.).

À l'inverse, la photo identification est une technique de capture-marquage-recapture « virtuelle » très peu intrusive, qui s'appuie sur les marques naturelles du corps. C'est une méthode bien connue chez d'autres espèces comme les cétacés (WIIRSIG et JEFFERSON, 1990), mais innovante chez les tortues marines. La photo-identification présente de nombreux avantages : c'est une méthode peu coûteuse et facilement reproductible qui ne nécessite pas de manipulations sur les animaux, limitant donc le dérangement, bien qu'il reste présent. De plus, la fiabilité et la pérennité des marques naturelles du corps permettent un suivi à long terme des populations sur un large panel de critères (REISSER *et al.*, 2008). Chez les tortues vertes, les profils faciaux droits et gauches sont photographiés afin d'identifier les individus, ou bien de reconnaître ceux déjà capturés précédemment (JEAN *et al.*, 2010).

En Martinique, les tortues marines sont intégralement protégées depuis 1993. Depuis deux ou trois ans, certains usagers réguliers de la mer (pêcheurs et autres) s'accordent à dire que l'on voit de plus en plus facilement des tortues en mer sur les sites d'alimentation. Ceci nous laisse supposer que les effectifs de populations de tortues vertes (*Chelonia mydas*) en alimentation sur les herbiers auraient augmenté depuis leur protection. Cependant, elles font face à de fortes pressions anthropiques liées aux activités nautiques et touristiques (dérangement intentionnel, TRÖENG et RANKIN, 2005). De plus, l'arrivée de l'espèce invasive *Halophila stipulacea* depuis quelques années en Martinique entraîne une potentielle diminution de la niche écologique de l'espèce, fondamentale pour sa survie car source principale de nourriture (GODEFROID *et al.*, soumis). Les individus qui viennent se reproduire et pondre en Martinique sont, quant à eux, très rares. En effet,

avant que l'espèce soit protégée, les tortues vertes étaient chassées pour leur viande au moment où elles montaient sur les plages pour pondre.

De récentes études ont déjà été effectuées sur la photo-identification des tortues marines (REISSER *et al.*, 2008 ; SCHOFIELD *et al.*, 2008, JEAN *et al.*, 2010). Cependant, l'écologie des tortues vertes de Martinique reste assez peu connue. Une récente étude a été réalisée en 2013 par le CNRS¹, dans le but d'estimer la sélectivité alimentaire.

L'objectif de la présente étude d'utiliser la méthode de photo-identification pour dans un premier temps quantifier l'abondance des tortues vertes fréquentant deux sites voisins de la commune des Anses d'Arlet situées au Sud-Ouest de la Martinique, et qui sont réputés pour être des zones majeures d'alimentation. Dans un deuxième temps, on cherchera à évaluer la fidélité des tortues vertes à ces sites d'alimentation. Cette étude permettra d'apporter des éléments complémentaires à l'étude menée par le CNRS reconduite cette année et de fournir des suivis afin d'appuyer le plan national d'action des tortues marines en Martinique.

II) MATÉRIELS ET MÉTHODES

1-Biologie de l'espèce

La tortue verte *Chelonia mydas* est une espèce répandue dans les océans du monde entier. Elle occupe différents habitats au cours de sa vie (SALMON *et al.*, 2004). Durant les premières années après avoir quitté leur plage de naissance, les juvéniles occupent des environnements pélagiques, se déplaçant au grès des courants marins (MORTIMER et CARR, 1987), se nourrissant ainsi principalement d'organismes planctoniques et de petits invertébrés (ARTHUR et BALAZS, 2008). Cependant, ces premières années restent peu connues des chercheurs : on parle de « *lost years* » ou d'années perdues. Les tortues vertes ne rejoindront les côtes qu'après avoir atteint une taille suffisante leur assurant une meilleure résistance à la pression de prédation (MEYLAN *et al.*, 2011). Elles deviennent alors sédentaires et passent progressivement à un régime herbivore dans des eaux benthiques et côtières. Les individus subadultes et adultes fréquentent les fonds côtiers peu profonds (moins de 100 m), et s'alimentent majoritairement d'herbes sous marines (REISSER, 2013). (LIMPUS *et al.*, 1992). Les tortues vertes montrent une grande fidélité à leur plage de naissance, consacrées principalement à la ponte et à la reproduction (SCHROEDER *et al.*, 2003)

¹ Centre National de Recherche Scientifique

ainsi qu'à leur aire d'alimentation ((LIMPUS et *al.*, 1982). Ces deux zones peuvent se situer à des milliers de kilomètres l'une de l'autre. Les tortues doivent donc effectuer de longues migrations pour passer des aires de reproduction aux aires d'alimentation. Les tortues vertes sont une espèce protégée, classée en danger par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (TRÖENG et RANKIN, 2005)

2-Zone d'étude

L'étude s'est effectuée sur deux plages des Anses d'Arlet, une commune du Sud-Ouest de la Martinique (Figure 1). La plage de Grande Anse est longue de 2 kilomètres tandis que celle du Bourg des Anses d'Arlet est un peu moins étendue (1,5 km de long). Les deux plages sont voisines et sont séparées par le Morne Champagne (zone collinaire). Les sites d'échantillonnages de ces deux plages n'ont jamais dépassé les isobathes de 8m à la fois pour des raisons de sécurité mais aussi car les populations de tortues vertes adultes et subadultes sont connues pour vivre dans des habitats côtiers peu profonds.



Figure 1 : Situation géographique des Anses d'Arlet (Source : Google map)

3- Échantillonnage par photo-identification

Les sessions d'observations et de prises de photographies se sont déroulées du mois de mars au mois de mai 2015. La photo-identification a été réalisée par une équipe de huit personnes. Chaque personne effectuant les prises de photos sur le terrain était titulaire d'une autorisation

préfecturale pour la perturbation intentionnelle des tortues et a reçu une formation pour appliquer une technique d'approche en apnée limitant au maximum le dérangement occasionné. Les personnes sur le terrain plongeaient en palme, masque et tuba et le matériel utilisé pour la prise de photo était un CANON POWERSHOT G12, une GOPRO HERO 3 BLACK, une GOPRO HERO 3, une GOPRO HERO 3+ et un OLYMPUS TG 820.

Les profils droits et gauches n'étant pas identiques, le protocole utilisé vise en priorité à photographier le profil droit afin de standardiser la méthode, puis le profil gauche si l'individu n'était pas trop craintif.

Au total, quinze sessions d'observations ont été réalisées de mars à avril 2015 à intervalles irréguliers selon la disponibilité de chaque bénévole. Les parcours étaient libres dans les baies, afin de maximiser le nombre de rencontres.

4 – Application des transects

Afin de caractériser les comportements alimentaires des tortues, une série de transects a été réalisée en suivant l'isobathe des 5 m, cette profondeur correspondant à la zone où la densité de tortues par mètre carré est la plus importante, et où les activités de nage, de repos, et d'alimentation sont rencontrées à fréquence égale (REISSER, 2013). Sachant que la visibilité est en moyenne de 15 m de chaque côté du plongeur, placer le transect à 5 m de profondeur permet à ce-dernier d'avoir une vision d'ensemble sur une zone allant de 4 à 6 m de profondeur (Figure 2).

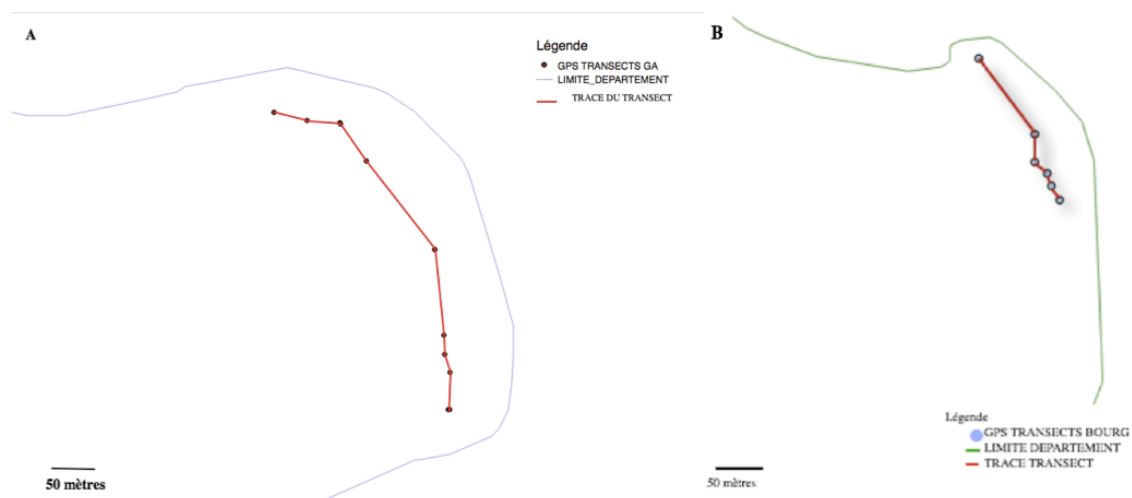


Figure 2 : Présentation des transects réalisés à Grande Anse (A) et à l'Anse du Bourg (B) durant l'étude.

Afin d'éviter tout biais expérimental, les transects des deux plages ont été effectués deux fois dans le sens Nord-Sud et deux fois dans le sens Sud-Nord, le matin et l'après-midi, soit seize transects au total. Les transects du matin débutaient à 8h alors que ceux de l'après-midi commençaient à quatorze heures. À chaque début de transect les conditions environnementales, à savoir la température de l'eau et la visibilité étaient relevées. Au cours des sessions, chaque fois qu'un individu était observé, les informations suivantes étaient notées : la profondeur, l'espèce, la taille, le comportement, le recouvrement en % où la tortue se situait quelque soit son activité (*Halophila stipulacea*, *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiformus*, sable), le nombre de nageurs autour de la tortue et le nombre total de tortues.

Les équipes formées étaient composées de deux personnes : un kayakiste et un plongeur. Le kayakiste avait pour mission de suivre le transect pour guider le plongeur et assurer sa sécurité, et de noter les observations effectuées par le plongeur. Ce dernier avait également la tâche de procéder à la photo identification des tortues rencontrées.

5- Traitement de données

a) Photo-identification

Les photos des profils droit et gauche ont été traitées grâce au logiciel TORSOOI. Ce logiciel a été conçu par l'IFREMER² et l'association Kelonia et a donné des résultats très intéressants sur les tortues vertes de la Réunion (JEAN et *al.*, 2010). Cet outil a été mis à disposition de l'ONCFS³ pour que l'établissement puisse développer le suivi par photo-identification dans le cadre du Plan National d'Actions. Il permet de récolter sur une même plateforme des données standardisées et homogènes sur plusieurs sites et donc de pouvoir les comparer entre elles (KELONIA, TOORSOI, 2014).

La méthode consiste à traduire les profils droits et gauches de la tête en un code constitué d'une suite de nombres uniques pour chaque individu. En effet, le nombre et la forme des écailles ne changent pas ou peu au cours de la croissance des tortues et sont propres à chaque individu. Les photos sont d'abord codées selon un nom unique composé dans l'ordre de : l'espèce, le sexe, le site régional, le numéro du site local, la date d'observation et le numéro d'observation de la tortue. Puis, le contour de chaque écaille est dessiné en partant du bas de la rangée la plus proche de l'œil et en

² Institut Français de Recherche et d'Exploitation de la Mer

³ Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage

continuant ensuite de bas en haut et de l'œil vers le cou. Après avoir effectué le contour de chaque écaille, un code apparaît correspondant au numéro de la rangée, au numéro de l'écaille de la rangée et au nombre de cotés de l'écaille. Par exemple, le numéro 114 représente la première écaille de la première colonne qui a 4 cotés (Figure 3).

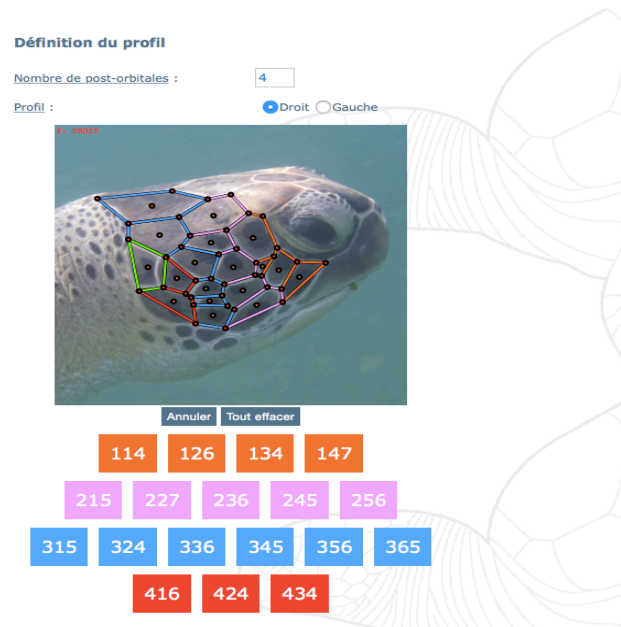


Figure 3 : Traitement d'une photo de profil droit sur TORSOOI

Enfin, selon le code écaille de chaque tortue, le logiciel nous propose les photographies d'individus ayant les codes les plus proches permettant ainsi de savoir si l'individu a déjà été vu ou pas. S'il y a une correspondance, le logiciel nous donne des informations sur le site sur lequel l'individu a déjà été identifié ainsi que la date de sa première observation.

b) Analyses statistiques

Les coordonnées GPS, le type de comportement ou la nature substrat ont été traitées en utilisant le logiciel QGIS 2.8 Wien (Quantum GIS Development Team (2015). Quantum GIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>). Les analyses statistiques ont quant à elles été réalisées sous les logiciels Statistica software 10.0 (Statsoft, Tulsa, OK) et R version 3.1.2 (2014-10-31). La normalité des échantillons a été testée à l'aide du test de Shapiro-Wilk et l'homogénéité des variances grâce au test de Levene. En cas de distribution normale des données, un test *t* ou une analyse ANOVA a été réalisé. En cas de distribution non normale, un test de Kruskal-Wallis a été utilisé. L'estimation de l'abondance a été calculée grâce aux modèles de Schnabel et de Shumacher & Eschmeyer.

III) RESULTATS

1-Photo-identification et estimation de l'abondance

Durant toute la phase de terrain, un total de 1717 photos a été pris sur les deux sites, dont 543 photos exploitables. Ainsi, 107 individus ont pu être identifiés à Grande Anse avec 76 recaptures, pour 37 individus identifiés à l'anse du Bourg dont 5 recaptures (Tableau 1).

Tableau 1 : Récapitulatif du nombre d'individus identifiés et du nombre de recaptures dans les baies de Grande Anse et de l'Anse du Bourg

	Nombre de photos prises	Nombre de photos exploitables	Nombre d'individus identifiés	Nombre de recaptures
Grande Anse	1717	543	107	76
Anse du Bourg			37	5

Afin de pouvoir estimer la taille de la population de tortues vertes présentes dans les deux baies, le ratio entre le nombre d'individus recapturés et le nombre de nouveaux individus identifiés a été mesuré. À Grande Anse, une diminution du nombre de nouveaux individus identifiés est remarquée, alors que le nombre de recaptures augmente simultanément au cours de l'échantillonnage (Figure 4A). À l'inverse, à l'anse du Bourg, le nombre d'individus nouvellement identifiés diminue au cours du temps alors que le nombre de recaptures reste constant (Figure 4B).

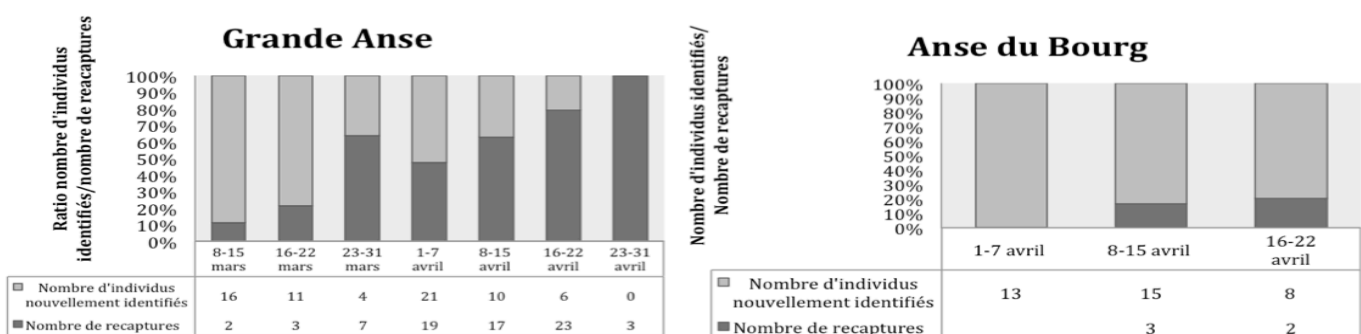


Figure 4 : nombre d'individus nouvellement identifiés et nombre de recaptures au cours de la période de suivi à Grande Anse (A) et à l'Anse du Bourg (B)

En analysant les sites de recaptures, il a été constaté que les individus identifiés à Grande Anse n'étaient jamais recapturés à l'Anse du Bourg et inversement. De même, comme le logiciel

TORSOOI permet une mise en commun des données avec la Guadeloupe, il a été remarqué qu'il n'y a pas d'individus communs identifiés entre la Guadeloupe et la Martinique.

L'application du modèle de Schnabel donne une estimation de 136 individus à Grande Anse avec une limite inférieure à 95% de 111 individus et une limite supérieure à 95% de 171 individus. Pour l'Anse du Bourg, l'estimation est de 136 individus avec une limite inférieure de à 95% de 61 individus et une limite supérieure à 95% de 346 individus.

L'application du modèle de Shumacher-Eschmeyer donne une estimation de 149 individus à Grande Anse avec une limite inférieure à 95% de 118 individus et une limite supérieure à 95% de 199 individus. Ce modèle ne peut pas s'appliquer pour l'Anse du Bourg car les conditions d'application stipulent que le nombre de recaptures doit augmenter en fonction du temps, ce qui n'est pas le cas pour cette baie.

2- Distribution spatiale et sélectivité alimentaire

Les individus de Grande Anse semblent se répartir en deux zones distinctes : l'une au Nord de la baie et l'autre au centre-Sud. Ces deux sites sont parfaitement séparés par une zone inoccupée (Figure 5A). À l'Anse du Bourg, la répartition des individus semble plus homogène tout au long du transect (Figure 5B).



Figure 5 : Distribution spatiale des individus dans les baies de Grande Anse (A) et de l'Anse du Bourg (B)

Parallèlement, les zones fortement fréquentées semblent associées à la présence de *Thalassia testudinum* dans la baie de Grande Anse (5 à 30% de recouvrement) (Figure 6A et B). De plus, *Halophila stipulacea* est toujours présente à plus de 50% dans les deux baies (Figure 7A et B).

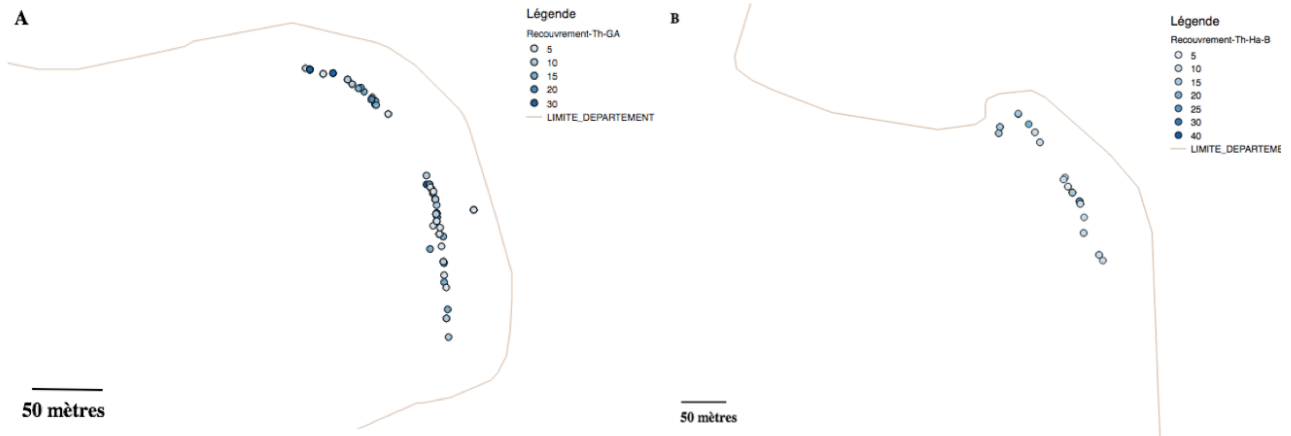


Figure 6 : Observations ponctuelles (en %) de *Thalassia testudinum* dans les baies de Grande Anse (A) et de l'Anse du Bourg (B)

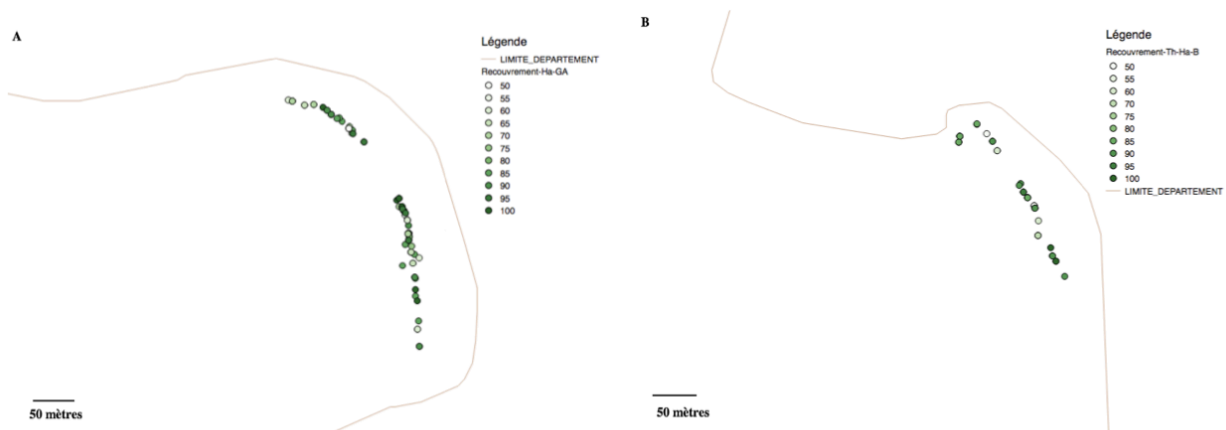


Figure 7 : Observations ponctuelles (en%) de *Halophila stipulacea* dans les baies de Grande Anse et de l'Anse du Bourg

Par ailleurs, le nombre de tortues semble corrélé aux deux espèces : *Thalassia testudinum* et *Halophila stipulacea* ($p < 0,05$, corrélation de Spearman). En effet, le nombre de tortues est corrélé négativement au taux de recouvrement d'*Halophila stipulacea* ($p < 0,05$, $R = -0,1913$) alors qu'il est corrélé positivement au taux de recouvrement de *Thalassia testudinum* ($p < 0,05$, $R = 0,1696$) (Figure 8).

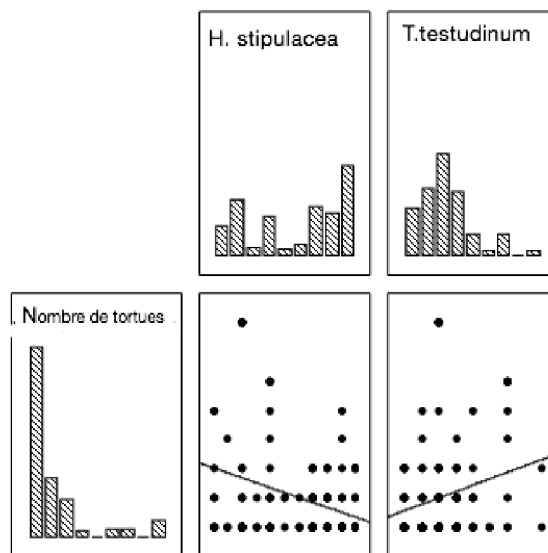


Figure 8 : Corrélation entre le nombre de tortues et le pourcentage d'*Halophila stipulacea* et *Thalassia testudinum* dans les baies de Grande Anse et de l'Anse du Bourg

La figure 9 illustre une relation entre les différents types de comportements (repos, fuite, nage, alimentation) et la présence de *Thalassia testudinum* dans les deux baies ($p < 0,01$, test de chi-deux). En effet, il y a un pic d'alimentation lorsque le recouvrement de *Thalassia testudinum* est compris entre 5 et 15%, et un pic de nage lors d'un recouvrement de *Thalassia testudinum* de 5 à 10%.

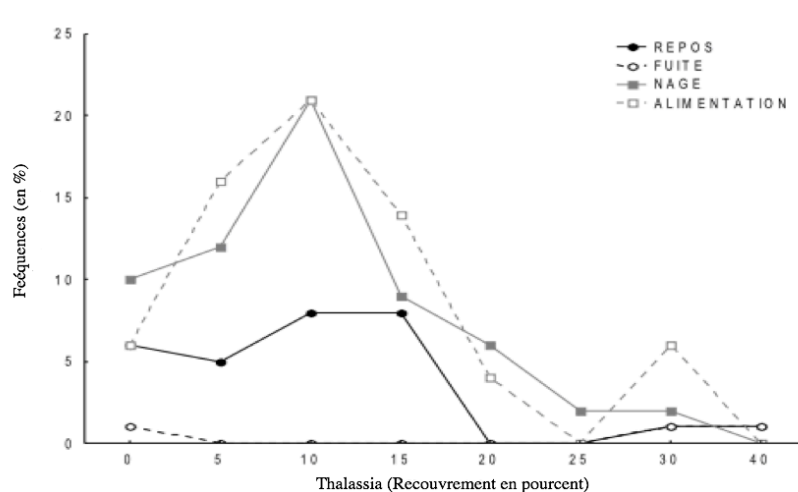


Figure 9 : Fréquences des différents comportements des tortues vertes dans les deux baies selon la présence (en %) de *Thalassia testudinum*

Enfin, *Halophila stipulacea*, *Thalassia testudinum* et *Syringodium filiformis* semblent fortement corrélées ($p < 0,05$, corrélation de Spearman). En effet, la présence d'*Halophila stipulacea* sur une zone est inversement proportionnelle à la présence de *Thalassia testudinum* ($p < 0,05$, $R = -$

0,5759) et/ou de *Syringodium filiformus* ($p < 0,05$, $R = -0,7885$) (Figure 10). Nous ne notons pas de corrélation entre *Thalassia testudinum* et *Syringodium filiformus*.

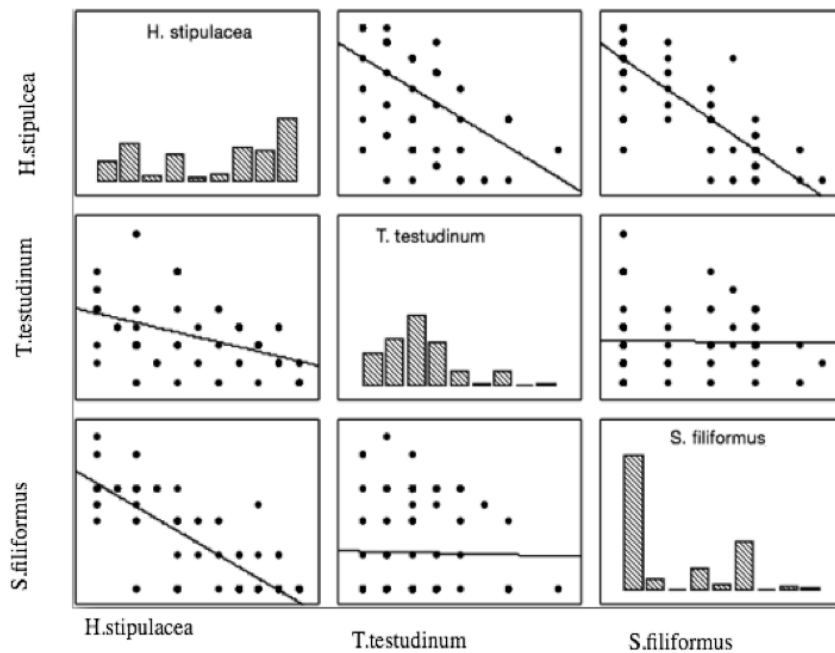


Figure 10 : Relations entre *Halophila stipulacea*, *Syringodium filiformus* et *Thalassia testudinum*

3- Influence anthropique

Nous remarquons que le nombre de tortues n'est pas corrélé avec le nombre de nageurs dans la baie ($p = 0,823$, corrélation de Spearman). De même, le nombre de nageurs ne semble pas avoir d'effet sur le comportement des tortues vertes ($p = 0,8138$, corrélation de Spearman).

IV) DISCUSSION

1-Photo-identification et estimation de la population

Pour l'estimation d'abondance, le modèle de Schnabel, semblait le plus approprié car il s'applique à une population fermée avec plusieurs recaptures. En effet, comme les échantillonnages

ont été effectués sur moins de huit semaines, nous posons comme postulat qu'il n'y a pas eu migrations d'individus dans la population. Toutefois, le modèle préconise que tous les individus doivent avoir la même probabilité d'être capturé à chaque session de capture, un postulat difficile à respecter sachant que certains individus sont plus craintifs que d'autres (phénomène de « trap-shy » et « trap-happy »). Nous avons voulu comparer le modèle de Schnabel avec celui de Schumacher & Eschmeyer pour la baie de Grande Anse. En effet, ce modèle ne peut s'appliquer qu'à la baie de Grande Anse car les conditions d'applications stipulent que le nombre de recaptures doit augmenter en fonction du temps, ce qui ne s'applique pas pour l'Anse du Bourg.

À Grande Anse, les résultats montrent une estimation de 137 individus avec un intervalle de [111; 172] avec l'indice de Schnabel et une estimation de 149 individus avec un intervalle de [119 ; 200]. Les deux indices d'abondance montrent des résultats homogènes, qui concordent avec l'effectif trouvé par la technique de photo-identification (107 individus). La technique de photo-identification semble donc donner une estimation relativement fiable de la population dans la baie de Grande Anse.

Pour l'Anse du Bourg, les résultats issus du modèle de Schnabel donnent une estimation de 136 individus avec un intervalle de [61; 346] alors que l'effectif décrit par la technique de photo-identification est de 37 individus. Ce résultat ne semble donc pas concorder avec l'effectif de l'estimation d'abondance. Le faible taux de recapture sur ce site pourrait entraîner une surestimation de l'effectif de la baie. De plus, les intervalles supérieures et inférieures présentent une grande amplitude, ce qui pourrait être aussi dû à un faible taux de recapture.

Le logiciel TORSOOI est un logiciel de photo identification récent, qui a été développé par l'Association Kélonia (Réunion) et l'IFREMER. Ayant eu de bons résultats à la Réunion (CICCIONE *et al.*, 2011), les coordinateurs des Plans Nationaux d'Actions de Guadeloupe et de Martinique ont souhaité développer cette méthode de façon commune sur les deux territoires. Cette étude est la première à utiliser la photo-identification pour l'estimation de l'abondance des tortues vertes de Martinique. A ce jour, nous n'avons donc aucun élément de comparaison, mais ces premiers résultats semblent prouver que cette technique est fiable, bien qu'un effort d'échantillonnage plus important au Bourg reste nécessaire.

Pour la période de suivi, les résultats indiquent que les individus de Grande Anse et de l'Anse du Bourg appartiennent à deux groupes distincts et sédentaires à leur zone. En effet, aucun individu de Grande Anse n'a été recapturé à l'Anse du Bourg et inversement. Cependant, ces résultats sont à prendre avec précaution car dans la littérature il n'existe pas d'étude similaire portant sur des populations de tortues vertes de deux baies voisines comme dans notre cas. De plus,

il est à souligner que les individus de Grande Anse sont parfaitement séparés par une zone inoccupéeww. Cependant nous ne savons pas si il y'a des échanges entre ces deux zones.

Par ailleurs, les données partagées via TORSOOI avec la Guadeloupe laissent supposer qu'il n'y a pas d'échanges entre les populations de ces deux îles ce qui serait probablement lié à la fidélité des tortues à leur sites d'alimentation. (LIMPUS *et al.*, 2005; GODLEY *et al.*, 2003). Ce comportement de fidélité aux zones d'alimentation permettrait de stimuler la biomasse par le broutage (MORAN et BJORN DAL, 2007). En effet, il a déjà été prouvé que la manière de s'alimenter des tortues vertes stimulait la longueur et l'épaisseur de certaines espèces d'herbes comme *Pterocaldiella capillacea*. (REISSER *et al.*, 2013 ; ASENSIO and SIGUAN, 1989). Les individus de l'Anse du Bourg et de Grande Anse pourraient donc utiliser cette même stratégie d'alimentation.

2-Distribution spatiale et sélectivité alimentaire

Les individus tendent à se concentrer dans des zones riches où *Thalassia testudinum* présente un recouvrement de 5 à 15%. De plus, les résultats indiquent que le comportement d'alimentation est associé à la présence de *Thalassia testudinum*. Les individus auraient donc tendance à cibler cette espèce qui se trouve en faible abondance dans les deux baies, mais qui pourrait présenter un réel bénéfice énergétique pour les tortues vertes (BJORN DAL, 1980 ; MORTIMER, 1981). En effet, *Thalassia testudinum* est un aliment présentant un fort apport en protéine et en azote tout en restant facilement digestible (MORAN et BJORN DAL, 2007). Les tortues vertes sont d'ailleurs connues pour préférer se nourrir de *Thalassia testudinum* (MORTIMER et CARR, 1987 ; GODEFROID *et al.*, soumis).

Par ailleurs, *Halophila stipulacea* est une espèce invasive provenant de Méditerranée et connue pour induire un perte de la diversité des herbiers (WILLETTE et AMBROSE, 2009). Malgré son importante expansion depuis quelques années, il a été montré que les tortues marines préfèrent s'alimenter d'espèces pionnières comme *T. testudinum* (BALLORAIN, 2011). Les résultats montrent en effet une corrélation négative entre le nombre de tortues observées sur une zone et la présence d'*Halophila stipulacea*. De plus, la présence d'*Halophila stipulacea* est négativement corrélée à la présence des deux autres espèces de phanérogames, dans la baie.

Il serait donc possible que les tortues vertes n'évitent pas forcément les zones où *Halophila stipulacea* est abondamment présente mais restent plutôt dans les zones où le taux de recouvrement

de *T. testudinum* est important. Toutefois, l'alimentation n'est pas le seul comportement observé dans les baies, nous pourrions donc nous attendre à voir des individus occuper d'autres zones avec des comportements de repos ou de nage. Cependant, les résultats indiquent que deux comportements (alimentation et nage) sont corrélés à la présence de *Thalassia*. De fait, il se pourrait qu'afin de limiter les coûts énergétiques, les tortues vertes se cantonnent à leurs zones d'alimentation et évitent ainsi de se déplacer sur des zones moins bénéfiques.

3-Influence anthropique

Les résultats ne montrent pas d'impact anthropique significatif sur les tortues vertes dans les deux baies. En effet, le protocole de l'étude permettait d'observer le comportement des individus avant qu'ils ne soient dérangés soit par les touristes, soit pas les nageurs-observateurs de l'étude. Ainsi, nous n'avons que très peu de données sur le comportement de fuite, qui est en réalité le comportement récurrent lorsque les distances préconisées ne sont pas respectées. Ces comportements de fuites entraînent ainsi des dépenses énergétiques affaiblissant les individus et pouvant potentiellement les pousser à quitter ces deux baies (SANTOS et *al.*, 2011). Malheureusement, aucune étude connue ne démontre l'impact du dérangement volontaire sur le comportement des tortues vertes. En effet lors d'une prochaine étude, il serait pertinent de mesurer la distance à laquelle la tortue commence à fuir le nageur ainsi que de tester l'orientation d'approche la moins intrusive pour les individus.

V) CONCLUSION

Cette étude est la première à utiliser la photo-identification pour déterminer des indices d'abondances et de fidélités aux sites d'alimentation chez les tortues vertes (*Chelonia mydas*) de Martinique. Cette méthode de capture-marquage-recapture non intrusive, nous a permis de caractériser en partie la population de Grande Anse et du Bourg. Alors que l'estimation de l'abondance semble concorder avec les résultats obtenus par la technique de photo-identification à Grande Anse, elle semble moins évidente pour l'Anse du Bourg. Pour le futur, il semble utile de réaliser un effort d'échantillonnage plus important à l'Anse du Bourg afin d'augmenter le taux de recaptures dans le but d'avoir une estimation plus précise de l'abondance de ce groupe.

De plus, cette étude a permis de voir qu'il n'y avait pas d'échanges d'individus entre Grande Anse et l'Anse du Bourg. On peut donc poser l'hypothèse qu'il existe deux groupes distincts et

relativement sédentaires. Il faudrait pouvoir effectuer ce protocole de photo-identification sur des périodes différentes de l'année et sur plusieurs années, afin d'évaluer la variabilité saisonnières et interannuelle pour confirmer ou non la sédentarité à ces zones.

Enfin nous avons vu que les tortues vertes procédaient à une sélection alimentaire dans la baie en s'alimentant préférentiellement de *Thalassia testudinum*. *Halophila stipulacea* étant une plante invasive en expansion en Martinique, elle va pouvoir diminuer fortement la diversité spécifique des herbiers de Martinique. Comme les tortues vertes ne semblent pas se nourrir de cette espèce de phanérogames (BJORN DAL, 1980), nous pouvons nous attendre à ce que dans quelques années, les deux groupes de tortues soient obligés de quitter leur zone d'alimentation afin de trouver de meilleures ressources ailleurs.

Il serait intéressant de faire des transects au niveau de l'isobathe des 10 m sur ces deux baies, afin d'évaluer les changements de comportements liés à la bathymétrie. De même, étudier le comportement de prise de nourriture en filmant les individus pourrait permettre de comprendre comment cette espèce sélectionne et gère ses ressources.

Même si notre étude n'était pas axée sur le dérangement humain, il faut souligner que le dérangement des tortues par les touristes reste très fréquent dans la baie de Grande Anse essentiellement. Cette pratique risquerait d'affaiblir les individus (moins de temps pour s'alimenter et plus de temps à fuir les gêneurs) et dans le cas extrême, les pousser à quitter la baie pour un endroit plus calme. Il serait alors intéressant de créer un protocole spécifique pour caractériser l'impact anthropique.

Bibliographie

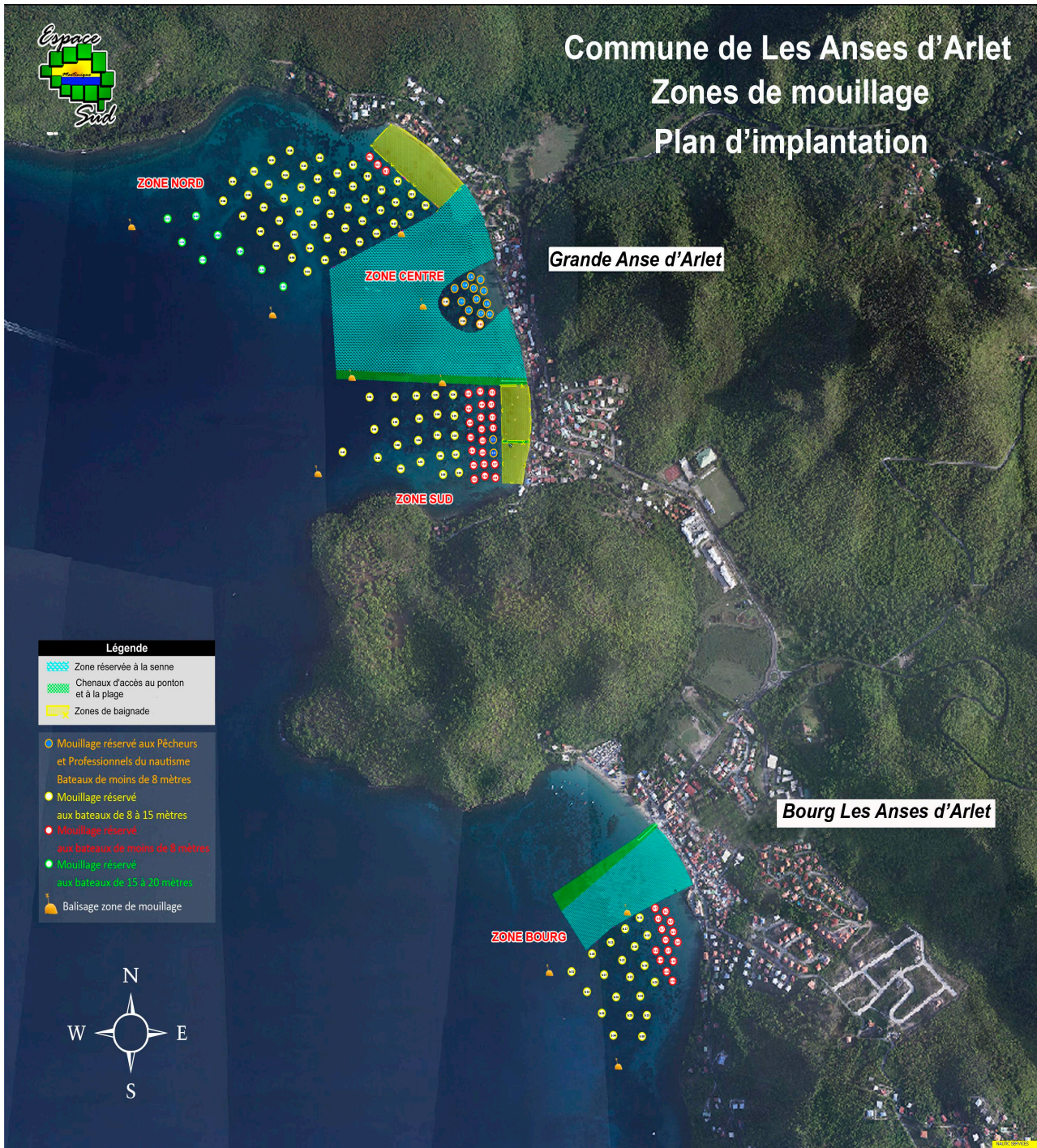
- Arthur, K. E., & Balazs, G. H. (2008). A Comparison of Immature Green Turtle (*Chelonia mydas*) Diets among Seven Sites in the Main Hawaiian Islands 1. *Pacific Science*, 62(2), 205-217.
- Asensio, C. C., & Siguán, M. A. R. (1989). Estudio biológico de "Pterocladia capillacea" (Gmelin) Bornet in Bornet & Thuret: crecimiento de la planta" in situ". In *Anales del Jardín Botánico de Madrid* (Vol. 46, No. 1, pp. 47-54). Real Jardín Botánico.
- Ballorain, K. (2011). *Ecologie trophique de la tortue verte Chelonia mydas dans les herbiers marins et algueraies du sud-ouest de l'océan Indien* (Doctoral dissertation, Université de la Réunion).
- Bjorndal, K. A. (1980). Nutrition and grazing behavior of the green turtle *Chelonia mydas*. *Marine Biology*, 56(2), 147-154.
- Ciccione, s., Bourjea, j., Jean, c., & Dalleau, m. (2011). Bilan et perspectives des programmes de recherche et de conservation des tortues marines et de leurs habitats à La Réunion. *Bulletin de la Société herpétologique de France*, (139-40), 85-93.
- Godley, B. J., Lima, E. H. S. M., Akesson, S., Broderick, A. C., Glen, F., Godfrey, M. H., ... & Hays, G. C. (2003). Movement patterns of green turtles in Brazilian coastal waters described by satellite tracking and flipper tagging. *Marine Ecology Progress Series*, 253, 279-288.
- Jean, C., Ciccione, S., Talma, E., Ballorain, K., & Bourjea, J. (2010). Photo-identification method for green and hawksbill turtles-First results from Reunion. *Indian Ocean Turt News*, 11, 8-13.
- Limpus, C. J., Limpus, D. J., Arthur, K. E., & Parmenter, C. J. (2005). *Monitoring green turtle population dynamics in Shoalwater Bay 2000-2004*. Great Barrier Reef Marine Park Authority
- Marcovaldi, M. A., Sales, G., Thomé, J. C., da Silva, A. C. C. D., Gallo, B. M., Lima, E. H. S. M., ... & Bellini, C. (2006). Sea turtles and fishery interactions in Brazil: identifying and mitigating potential conflicts. *Marine Turtle Newsletter*, 112, 4-8.
- Meylan, P. A., Meylan, A. B., & Gray, J. A. (2011). The ecology and migrations of sea turtles 8. Tests of the developmental habitat hypothesis. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 1-70.
- Moran, K. L., & Bjorndal, K. A. (2007). Simulated green turtle grazing affects nutrient composition of the seagrass *Thalassia testudinum*. *Marine Biology*, 150(6), 1083-1092.

- Mortimer, J. A. (1981). The feeding ecology of the West Caribbean green turtle (*Chelonia mydas*) in Nicaragua. *Biotropica*, 49-58.
- Mortimer, J. A., & Carr, A. (1987). Reproduction and migrations of the Ascension Island green turtle (*Chelonia mydas*). *Copeia*, 103-113.
- Polovina, J. J., Balazs, G. H., Howell, E. A., Parker, D. M., Seki, M. P., & Dutton, P. H. (2004). Forage and migration habitat of loggerhead (*Caretta caretta*) and olive ridley (*Lepidochelys olivacea*) sea turtles in the central North Pacific Ocean. *Fisheries Oceanography*, 13(1), 36-51
- Reisser, J. W., Proietti, M. C., Kinas, P. G., & Sazima, I. (2008). Photographic identification of sea turtles: method description and validation, with an estimation of tag loss.
- Reisser, J., Proietti, M., Sazima, I., Kinas, P., Horta, P., & Secchi, E. (2013). Feeding ecology of the green turtle (*Chelonia mydas*) at rocky reefs in western South Atlantic. *Marine biology*, 160(12), 3169-3179.
- Salmon, M., Todd Jones, T., & Horch, K. W. (2004). Ontogeny of diving and feeding behavior in juvenile seaturtles: leatherback seaturtles (*Dermochelys coriacea* L) and green seaturtles (*Chelonia mydas* L) in the Florida current. *Journal of Herpetology*, 38(1), 36-43.
- Santos, R. G., Martins, A. S., da Nobrega Farias, J., Horta, P. A., Pinheiro, H. T., Torezani, E., ... & Work, T. M. (2011). Coastal habitat degradation and green sea turtle diets in Southeastern Brazil. *Marine pollution bulletin*, 62(6), 1297-1302.
- Schofield, G., Katselidis, K. A., Dimopoulos, P., & Pantis, J. D. (2008). Investigating the viability of photo-identification as an objective tool to study endangered sea turtle populations. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 360(2), 103-108.
- Schroeder, B. A., Foley, A. M., & Bagley, D. A. (2003). Nesting patterns, reproductive migrations, and adult foraging areas of loggerhead turtles. *Loggerhead sea turtles*, 114-124.
- Troëng, S., & Rankin, E. (2005). Long-term conservation efforts contribute to positive green turtle *Chelonia mydas* nesting trend at Tortuguero, Costa Rica. *Biological Conservation*, 121(1), 111-116.
- Weber, S. B., Broderick, A. C., Groothuis, T. G., Ellick, J., Godley, B. J., & Blount, J. D. (2011). Fine-scale thermal adaptation in a green turtle nesting population. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, rspb20111238.
- 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(3), 137-142.
- Wiirsig, B., & Jefferson, T. A. (1990). Methods of photo-identification for small cetaceans. *Reports of the International Whaling Commission. Special*, (12), 42-43.

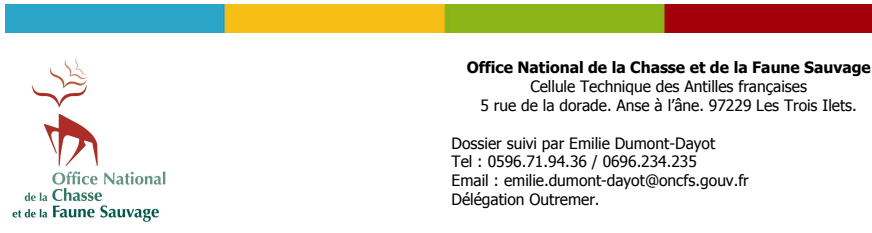
ANNEXES

ANNEXE 1 : PLAN D'IMPLANTATION DES BOUEES QUI ONT PERMIS L'ELABORATION DES TRANSECTS AGRADE ANSE ET AU BOURG DES ANSES D'ARLET	19
ANNEXE 2 : COURRIER D'AUTORISATION DE MANIPULATION DES TORTUES MARINES EN MARTINIQUE.....	20
ANNEXE 3: ACCREDITATION DE PERSONNELS POUR LA PARTICIPATION AUX ACTIONS DE SUIVI DES PLAGES, DE MARQUAGE OU DE SAUVETAGE DE TORTUES MARINES POUR L'ANNEE 2015	21

Annexe 1 : Plan d'implantation des bouées qui ont permis l'élaboration des transects à Grande Anse et au à l'anse du Bourg.



Annexe 2 : Courrier d'autorisation de manipulation de tortues marines en Martinique.



Trois îlets,
Le 13 mars 2015,

Objet: Autorisation de manipulation des tortues marines en Martinique

Madame, Monsieur,

Les tortues marines et leurs habitats sont strictement protégés par l'arrêté ministériel de 2005. La capture, le transport, la vente, la détention, de tout ou partie d'une tortue marine, morte ou vivante, d'un nid ou d'œufs, sont interdits. Le dérangement intentionnel d'une tortue marine constitue également une infraction.

Toutefois, par arrêté préfectoral (n°2013-154-0038), les agents de l'ONCFS, du SMPE et certains de la DEAL bénéficient d'une dérogation à ces interdictions ; cette dernière permet la mise en œuvre des actions définies dans le PNA (Plan Nation d'Actions) tortues marines de Martinique, approuvé par le CNPN (Conseil National de Protection de la Nature) le 1^{er} décembre 2009.

Ainsi, conformément à cet arrêté préfectoral, l'ONCFS peut accréditer les personnes, disposant des compétences techniques suffisantes pour la réalisation de certaines actions. A ce titre, vous trouverez ci-joint l'accréditation pour 2015 dont vous faites parti.

Dans ce cadre, l'ONCFS se porte garant des compétences techniques de terrain et du sérieux de ces personnes. Chacune d'entre elles s'engage à minimiser son impact sur les tortues marines durant son intervention et à respecter les préconisations définies par le réseau tortues marines. Les actions menées dans le cadre d'un suivi scientifique se font dans la stricte application du protocole défini. D'autre part, chaque personne s'engage à tenir informé régulièrement (au minimum une fois par mois) Emilie Dumont-Dayot, coordinatrice du PNA (coordonnées en en tête), des actions menées dans le cadre de cette accréditation. Cet échange régulier d'informations concerne tant les missions de terrain réalisées que les données ou photos recueillies. Dans le cas d'interventions pour porter secours à un individu, une information en temps réel sera faite.

Cette accréditation est nominative et couvre l'année en cours. Cependant, l'ONCFS conserve la possibilité de la supprimer à tout moment, dès lors que les conditions de son obtention ne sont pas respectées, tant sur les actions de terrain que sur la restitution des données.

Je vous prie d'agréer, Madame, Monsieur, l'expression de mes sentiments distingués.

Emilie Dumont-Dayot
Chargée de mission Tortues marines
Cellule Technique ONCFS
Antilles françaises



Annexe 3 : Accréditation de personnels pour la participation aux actions de suivi des plages, de marquage ou de sauvetage de tortues marines pour l'année 2015

Niveau 3 : Personnes autorisées à :

- PERTURBER INTENTIONNELLEMENT SOUS L'EAU dans le cadre du programme de photo-identification.

Liste des personnes de Niveau 3 :

- Aquasearch : Benjamin DE MONTGOLFIER, Robinson BORDES, Lucie GIRAUDOU
- Surfrider : Noémi CHANTEUX, Maxime MELLIER, Adrien PINSON, Anaïs AUDOUX, Carole RUGGIERI, Marine COLLARD et Christelle GUIMERA
- CNRS : Marie BAUDOIN
- Alice ARNAUD.

Fait le 13 mars 2015, aux Trois-îlets

La Coordinatrice du PNA Tortues
marines Martinique



Emilie DUMONT-DAYOT

RESUME

Les tortues vertes (*Chelonia mydas*) occupent différents habitats au cours de leur vie. Les adultes peuvent parcourir des milliers de kilomètres pour faire le lien entre leurs zones de reproduction et leurs aires d'alimentation, deux emplacements pour lesquels elles restent fidèles tout au long de leur vie. La Martinique est réputée pour être une zone d'alimentation où l'on trouve cette espèce fréquemment en mer mais dont les pontes sont très occasionnelles. Cette étude a deux grands objectifs. D'une part, estimer le plus précisément possible l'abondance de cette espèce dans deux baies de Martinique (Grande Anse et Anse du Bourg) grâce à une méthode de capture-marquage-recapture non intrusive : la photo-identification. D'autre part, caractériser la sélectivité et la fidélité alimentaire des tortues vertes en effectuant des transects parallèles à la côte. Les résultats font état d'une estimation de 136,5 individus pour Grande Anse et de 136,2 individus pour l'Anse du Bourg. Les individus étudiés dans ces deux baies semblent de plus être deux groupes distincts relativement sédentaires. Les résultats montrent une corrélation entre la position des individus dans les deux baies et la présence de *Thalassia testudinum* qui aurait un effet sur le comportement des individus. A partir de ces résultats, des hypothèses sont faites, ainsi que des propositions visant à rendre plus pertinente les collectes de données futures.

Mots clés : tortues vertes, abondance, sélectivité alimentaire, conservation

ABSTRACT

Green turtles (*Chelonia mydas*) occupy different habitats during their life. Adults travels thousands of kilometers to make the connection between their breeding and feeding areas for which they remain faithful. Martinique is deemed to be a feeding area for this species frequently found at sea but puncters are casual. This study has two main objectives. Firstly estimate as precisely as possible the abundance of this species in two bays of Martinique through a non-intrusive mark-recapture method: photo-identification. On the other hand, characterize turtles food selectivity and fidelity by performing transects parallel to the coast. Results are state an estimate of 136,5 individuals for Grande Anse and 136,2 for Anse du Bourg. Individuals studied in these two bays seem increasingly being in two distinct groups relatively sedentary. Results show a correlation between the position of individuals in this two bays and the occurrence of *Thalassia testudinum* which have an individual behavior effect. From this results, hypotheses are made and proposal to make it more relevant collections to give future

Key words: green turtle, abundance, feeding selectivity, conservation