

Suivi « Photo-Capture-Recapture » et comportemental d'une population de tortues marines *Chelonia mydas* en alimentation sur la Réserve Naturelle des îlets de Petite Terre

Léa Lange
Master Comportement Animal et Humain

Association Ti-tè – La Désirade (GUADELOUPE)
Du 1er Décembre 2015 au 17 Juin 2016

Soutenu à Rennes, le 22 juin 2016

Eric Delcroix
Association Ti-tè – La Désirade (GUADELOUPE)

Catherine Blois-Heulin
UFR Sciences de la Vie et de l'Environnement - Université de Rennes 1 – Rennes (FRANCE)



LE + CÉSURE



TABLE DES MATIÈRES

	Numéro de page
TABLE DES MATIÈRES	i
LISTE DES FIGURES	ii
LISTE DES TABLEAUX.....	iii
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	iv
RÉSUMÉ	v
ABSTRACT	v
INTRODUCTION	1
MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	4
Individus et zone d'étude	4
Collecte des données	5
Organisation générale	5
Capture de photo-identité.....	5
Déploiement de dispositifs de prises vidéographiques	6
Utilisation des données et analyses statistiques	7
Fidélité	7
Capture-Marquage-Recapture (CMR)	7
Etude de l'impact du protocole et de la présence touristique sur le comportement des tortues vertes	8
RÉSULTATS	9
Fidélité	9
Capture-Marquage-Recapture (CMR)	11
Impact de la fréquentation touristique et du protocole sur le comportement	11
DISCUSSION	14
Fidélité	14
Ségrégation spatiale	15
Comportement, fréquentation touristique et recherche scientifique	16
Amélioration de la protection	17
Amélioration protocolaire	18
CONCLUSION	18
INTRODUCTION De l'expérience +Césure.....	19
LIEU ET CONTEXTE DU STAGE.....	19
CONCLUSION DE L 'EXPÉRIENCE +CÉSURE.....	20
Bilan des 2 ans	20
Valorisation sur le CV	20
REMERCIEMENTS.....	I
RÉFÉRENCES	I



LISTE DES FIGURES

Figure 1. Photographie aérienne du lagon de Petite Terre.....	5
Figure 2. Carte du lagon de Petite Terre représentant les localisations de toutes les tortues identifiées plus de 5 fois au cours de l'étude.....	10
Figure 3. Carte du lagon de Petite Terre représentant les localisations des tortues en fonction de leur taille.....	10
Figure 4. Diagramme représentant la part temporelle attribuée à chaque comportement dans chacune des variables.....	11
Figure 5. Carte du lagon de Petite Terre représentant les localisations des tortues en fonction de la présence touristique.....	12
Figure 6. Graphique représentant la réaction à l'approche en fonction de la taille des individus.....	13
Figure 7. Graphique représentant la réaction à l'approche en fonction du comportement à la détection.....	13

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Présentation des différentes étapes du protocole de photo-identification.....	6
Tableau 2. Ethogramme	9
Tableau 3. Résultats obtenus suite à l'analyse CMR par Mark.....	11

LISTE DES ABRÉVIATIONS

CCL : Longueur Courbe de la Carapace

CMR : Capture-Marquage-Recapture

PMT : Palme-Masque-Tuba

RNPT : Réserve Naturelle des îlets de Petite Terre

SCL : Longueur Stricte de Carapace

ZNT : Zone de Non-fréquentation Touristique

ZT : Zone à fréquentation Touristique



RESUME

Les écailles post-orbitales et tympaniques des tortues marines permettent de réaliser un suivi de Capture-Marquage-Recapture par « Photo-Capture-Recapture ». Le suivi de ce protocole a permis de vérifier la fidélité dont peuvent faire preuve les tortues vertes à leur site d'alimentation. Aussi, des préférences individuelles « territoriales » ont été constatées chez les individus fréquentant le lagon de la Réserve Naturelle des îlets de Petite Terre. Un suivi comportemental, par comparaison de séquences vidéographiques obtenues par capture directe ou grâce à des stations-caméras, a cherché à estimer l'impact que pouvait avoir la présence touristique et de scientifiques, sur le budget temporel attribué, par les tortues marines, aux comportements de respiration, d'alimentation et de déplacement. Aucune modification à ce niveau n'a été mise en évidence. Cependant, la répartition spatiale a varié en fonction de la présence touristique. La poursuite biannuelle du protocole de photo-identification permettra de suivre l'évolution de cette population.

Mots-clés: Tortues vertes, Guadeloupe, CMR, fidélité, budget comportemental

ABSTRACT

The post-orbital and tympanic shells of sea turtles allow a Capture-Mark-Recapture monitoring by “Photo-Capture-Recapture”. The application of this protocol permitted to verify the fidelity that green turtles can show to their alimentation site. Moreover, “territorial” individual preferences have been noted for the individuals that use the lagoon of the Reserve Naturelle des îlets de Petite Terre (RNPT). The behavioural monitoring, comparing video-sequences obtained by direct-captures or thanks to cameras-stations, permitted to check the impact that could have touristic frequentation and researchers, on the behavioural budget assigned to breathing, moving and feeding by sea turtles. No modification has been highlighted at this level. However, the spatial repartition changed with the touristic frequentation. The pursuit, twice a year, of the photo-identification protocol will permit to follow the evolution of this population.

Key Words: Green turtle, Guadeloupe, CMR, fidelity, behavioural budget



INTRODUCTION

Les protocoles de photo-identification sont de plus en plus fréquemment développés et utilisés pour suivre les populations animales. Contrairement aux protocoles de Capture-Marquage-Recapture (CMR), ils présentent l'avantage d'être moins chers et de ne pas nécessiter de captures physiques, ce qui réduit le stress subi par les animaux (Jean *et al.* 2010). Le marquage implique, en plus de la capture, une manipulation, ce qui peut blesser l'animal et il peut être compliqué à mettre en place avec des animaux ou des populations de grande taille (Reisser *et al.* 2008). Cependant, l'utilisation de différences corporelles pour l'identification des individus, plutôt que des « tags », impose que ces marques physiques soient pérennes dans le temps et qu'elles ne varient pas d'un individu à un autre en fonction de son âge ou de son sexe (Jean *et al.* 2010; Chesser 2012).

La forme et la disposition des écailles post-orbitales et tympaniques des tortues marines sont propres à chaque animal, elles sont stables et ne dépendent ni de l'âge, ni du sexe (Reisser *et al.* 2008). De plus, des études ont montré l'efficacité des protocoles de Photo-Capture-Recapture sur les tortues marines (Schofield *et al.* 2008), et notamment sur la tortue verte *Chelonia mydas* (Reisser *et al.* 2008; Jean *et al.* 2010; Higuero 2015).

Les efforts de recherche et de conservation sur les tortues marines, toutes listées entre « vulnérables » et « en danger critique d'extinction » par l'IUCN, se sont d'abord concentrés à terre sur les femelles en ponte (Jean *et al.* 2010; Ballorain 2011). Cependant, cette phase ne correspond qu'à un intervalle très court du cycle de vie des tortues marines (Broderick *et al.* 2007; Ballorain 2011; Delcroix 2013). Il est par conséquent indispensable d'améliorer les connaissances sur d'autres phases de ce cycle et notamment sur celle d'alimentation, qui est essentielle non seulement pour la survie de l'espèce mais également pour le succès de reproduction (Ballorain 2011). Les programmes de conservation n'en seraient alors que plus efficaces (Seminoff *et al.* 2003; Delcroix 2013).

Dans ce but, plusieurs études ont porté sur les tortues marines au cours de cette phase, et ont démontré la fidélité que peuvent avoir ces squamates à leur site d'alimentation (Bjorndal 1980; Coyne 1994; Avens *et al.* 2003; Seminoff *et al.* 2003; Broderick *et al.* 2007; Ballorain 2011). Les tortues caouannes *Caretta caretta* ainsi que les tortues vertes *Chelonia mydas* montrent une fidélité à leur site d'alimentation puisqu'elles sont régulièrement recapturées sur les mêmes sites, et ce même à plusieurs années d'intervalles (Broderick *et al.* 2007). La caouanne n'est pas seulement fidèle à son site d'alimentation, elle est aussi capable de retrouver cette zone, même après avoir été déplacée sur plusieurs kilomètres (Avens *et al.*

2003). Les tortues vertes et caouannes sont également fidèles au chemin qu'elles parcourent pour rejoindre cet emplacement (Broderick *et al.* 2007). La tortue verte présente la caractéristique de ne pas brouter aléatoirement les herbiers de *Thalassia testudinum* mais de paitre dans des zones spécifiques, en continue, afin de maintenir des jeunes feuilles, qui ont une teneur en protéines plus importante et en lignine plus basse, ce qui les rend plus nutritives et faciles à digérer (Bjorndal 1980). De plus, elle utilise des stratégies alimentaires individuelles afin de maintenir un apport alimentaire constant, à l'échelle de la journée ou des marées, et de s'adapter à l'accessibilité des herbiers (Ballorain 2011). Il semblerait que les stratégies alimentaires puissent être aussi modifiées pour éviter la préation, les tortues vertes juvéniles se nourrissant alors dans des zones différentes des adultes, généralement moins profondes, afin de bénéficier d'une protection vis-à-vis des requins (Ballorain 2011). Cette ségrégation spatiale en fonction de la taille et, ou de l'âge des individus apparaîtrait aussi chez la tortue imbriquée *Eretmochelys imbricata* (Ballorain 2011).

L'étude des tortues marines en mer est compliquée (Jean *et al.* 2010; Ballorain 2011), cependant la tortue verte présente l'avantage d'être majoritairement herbivore (Ballorain 2011) et de s'alimenter le plus souvent en bord côtier, ce qui la rend relativement plus accessible (Broderick *et al.* 2007). Une population de tortues *Chelonia mydas* s'est établie depuis plusieurs années dans le lagon de la Réserve Naturelle des îlets de Petite Terre (RNPT), en Guadeloupe. Cette réserve abrite également plusieurs herbiers de phanérogames se trouvant à faible profondeur ainsi que des zones corallines. Puisque les tortues marines semblent utiliser ces herbiers comme site d'alimentation le jour, et ces zones de récifs comme site de repos la nuit (Delcroix 2013), ce site paraît être un lieu idéal à l'étude de la fidélité des tortues marines à leur(s) site(s) d'alimentation.

Mieux connaître l'occupation spatiale de cette population permettrait non seulement de vérifier une nouvelle fois cet attachement que présentent les tortues vertes, et peut-être les tortues marines en général, à leur(s) site(s) d'alimentation, mais également de mieux protéger la population établie dans le lagon. Les mêmes individus devraient donc être régulièrement rencontrés dans la réserve. Cette étude pourrait aussi parfaire les connaissances déjà acquises, en les redéfinissant à une échelle plus précise, notamment en mettant en évidence des préférences au niveau individuel quant à l'utilisation d'un ou de plusieurs herbiers, grâce à la photo-identification. Ces préférences pourraient s'exprimer en fonction de la taille des individus. En parallèle, l'identification individuelle permettra de mieux connaître cette population en utilisant les données recueillies pour déterminer un effectif ainsi qu'une durée de présence sur site.

L'étude du comportement a longtemps été délaissée dans l'élaboration des programmes de conservation. Or, cette approche est indispensable pour que la protection devienne un succès (Shumway 1999). Lorsque les conditions de terrain sont compliquées, les approches en parc zoologique peuvent alors servir d'éléments de base (Therrien *et al.* 2007). Les études utilisant les nouvelles technologies peuvent également permettre d'obtenir un aperçu de certains comportements, comme les approches par suivi télémétrique et le comportement de plongée (Brill *et al.* 1995; Broderick *et al.* 2007; Senko *et al.* 2010; Delcroix 2013). Mais elles deviennent rapidement limitées et les observations directes indispensables. Le comportement des tortues marines en mer n'est encore que très peu documenté. Une étude a cependant mis en évidence un impact des captures, dû au stress subi, sur le comportement des tortues vertes et notamment sur leurs déplacements, qui seraient plus rapides pendant 30min et moins fréquents les jours suivant la capture, ainsi que sur leurs comportements d'exploration, qui ne reprendraient qu'une fois à bonne distance du lieu de capture (Thomson & Heithaus 2014). De plus, il est aujourd'hui admis que le stress devrait être d'avantage considéré dans les efforts de conservation (Teixeira *et al.* 2007).

Etudier le comportement des tortues marines vivant au sein de la RNPT apporterait de nouvelles connaissances concernant ces animaux. En moyenne 135 touristes se rendent quotidiennement à Petite Terre, où ils parcourent les zones d'alimentation soit à bord de bateaux à moteur, soit en Palme-Masque-Tuba (PMT). Mieux connaître l'effet de la présence touristique sur le comportement des individus pourrait améliorer la protection des tortues présentes dans le lagon. Un stress pourrait être provoqué par cette forte pression touristique et des variations comportementales pourraient apparaître entre les plages horaires de présence touristique et celles d'absence. Ce stress pourrait, entre autres, s'exprimer par la modification des déplacements des animaux. Le protocole de photo-identification pourrait aussi stresser les animaux. Minimiser le stress ressenti par les animaux est important (Hawkins 2004). C'est pourquoi l'impact du protocole sur le comportement des tortues sera également exploré. Le protocole choisi étant non-intrusif (Reisser *et al.* 2008), peu de modifications comportementales dues à la réalisation du protocole sont attendues.

La fidélité des tortues *Chelonia mydas* présentes à Petite Terre sera alors étudiée grâce à la photo-identification. Les données collectées permettront également de déterminer un effectif et un taux de survie en utilisant les données de Photo-Capture-Recapture comme des données de CMR. Enfin, des enregistrements vidéographiques seront recueillis pour explorer le comportement des individus et les variations que le stress pourrait engendrer.

MATERIEL ET METHODES

Individus et zone d'étude

La zone d'étude se situe en région Guadeloupe sur la Réserve Naturelle des îlets de Petite Terre (RNPT), 16°11' Nord et 61°07' Ouest. Créée en 1998 et cogérée par l'Association Ti-Tè et l'ONF, la RNPT, d'une superficie de 990 ha, dont 842 en zone marine, est connue pour abriter une biodiversité importante, tant sur terre qu'en mer. Elle est constituée de deux îlets, Terre de haut (31 ha) et Terre de bas (117 ha) orientés d'Ouest en Est. Un lagon de 150m de large et de faible profondeur sépare les 2 îlets. Il est fermé par un récif corallien à l'Est. La fréquentation touristique s'élève à environ 135 touristes par jour. Les activités sont réglementées afin de préserver la faune et la flore. Toutefois, certaines sont tolérées, comme le Palme-Masque-Tuba (PMT). Les plongeurs ont tendance à ne se rendre que dans des zones faciles d'accès, elles forment des Zones de fréquentation Touristique (ZT ; Figure 1). Le reste du lagon est considéré comme une Zone Non-Touristique (ZNT ; Figure 1). Des herbiers de phanérogames telles que *Syringodium filiforme* et *Thalassia testudinum*, des récifs coralliens ainsi que des algues et des éponges se développent dans le lagon (Caussat 2014). Un de ces herbiers se trouve à faible profondeur (moins de 50cm), un à moyenne profondeur (environ 1m) et enfin un dernier à forte profondeur (environ 3m ; Figure 1). Les tortues marines sont connues pour se nourrir de *Thalassia testudinum* (Bjorndal 1980), mais pas seulement, puisqu'elles ont également été observées consommant *Syringodium filiforme* (Coyne 1994; Delcroix *et al.* 2009) voire des algues, des crustacés et des fruits dans le parc national gorgona en Colombie (Amorocho & Reina 2007). La RNPT a vu s'établir une population de tortues vertes juvéniles, *Chelonia mydas*, venant s'y alimenter et s'y reposer régulièrement. Une étude préliminaire a permis d'identifier 17 individus différents s'alimentant dans le lagon au cours de l'année 2015 (Higuero 2015). Tous ces individus mesurant moins de 100 cm de Longueur Courbe de Carapace (CCL), ils ont été décrits comme juvéniles (Higuero 2015) et sub-adultes. En effet, les tortues vertes atteindraient leur maturité à partir de 90cm de CCL-(Meylan *et al.* 2011).



Figure 1. Photographie aérienne du lagon de Petite Terre. La surface de couleur **rouge** représente la ZT du lagon ; en **jaune**, la ZNT. Le cercle **rose** symbolise l'herbier situé à faible profondeur (moins de 50cm), l'ovale **violet** celui à moyenne profondeur (environ 1m) et l'ovale **orange** celui à forte profondeur (environ 3m).

Collecte des données

Organisation générale

Les données ont été collectées au cours de missions de terrain de 3 à 4 jours, soit 1,5 ou 2,5 journées dans l'eau. Environ 4 missions par mois ont été effectuées de janvier à mai 2016. Au cours de ces missions, 2 protocoles ont été réalisés : l'un utilisant la photo-identification pour « photocapturer » les individus présents dans le lagon, l'autre consistant à déployer des caméras afin d'obtenir des données comportementales en l'absence de scientifiques. Une séance de photo-identification durait environ 2h et une séance de prises vidéos graphiques durait environ 2h30 (limite de durée des batteries). Les appareils photos utilisés pour la photo-identification étaient des Nikon® Coolpix AW120 et les caméras déployées étaient des Gopro® Héro3. Ces deux protocoles ont été effectués en alternance pour obtenir des données réparties dans le temps et à différents moments de la journée.

Capture de photo-identité

Le premier protocole à avoir été utilisé a été un protocole de photo-identification. Ce protocole a été développé par Kélonia et l'Ifremer (Jean *et al.* 2010) puis testé en Guadeloupe par Emilie Higuero (Higuero 2015). Il est assisté informatiquement par un logiciel appelé TORSOOI (Jean *et al.* 2010 ; TORSOOI) pour coder et valider l'identification. Ce protocole

est constitué de plusieurs étapes et permet de recueillir des données destinées à répondre aux trois problématiques de cette étude.

Tableau 1. Présentation des différentes étapes du protocole de photo-identification. La première colonne présente l'intitulé de l'étape, la seconde l'information recueillie au cours de l'étape et enfin la troisième la problématique à laquelle servira l'information.

Etape	Information recueillie	Utilisation de l'information	
1	Parcours aléatoire du lagon par 1/2/3 plongeurs	Aucune	
2	Détection des animaux par un unique plongeur	Aucune	
3	Lâché d'un plomb de plongé relié à un flot à la position initiale de la rencontre	Position GPS	Fidélité
4	Enregistrement vidéographique de 2 min 30	Répartition temporelle entre les comportements (Tableau 2)	Comportement
5	Capture de photos-identité	Identification individuelle	Fidélité/CMR
(6)	Parfois, prise d'une photo depuis la surface	Apparence générale de l'individu	A destination de la base de données du TORSOOI
7	Prise de notes	Taille Sexe Comportement à la rencontre Comportement à l'approche Visibilité Substrat	CMR/Comportement CMR/Comportement Comportement Comportement Comportement Fidélité

Le lagon était parcouru aléatoirement mais pour créer de l'événement, l'effort de terrain a été plus conséquent pour les zones les plus fréquentées par les tortues, *i.e.* les herbiers. Si plusieurs tortues se situaient sur la même zone, la première à avoir été détectée était traitée puis les autres, si elles n'avaient pas pris la fuite entre temps. Les deux profils faciaux des tortues n'étant pas symétriques, le regroupement de ces informations permet alors de certifier l'identification des individus (Jean *et al.* 2010). Le profil droit était le profil prioritaire à immortaliser. Si la tortue semblait stressée, en dépit de l'attitude adaptée des plongeurs, le protocole était abandonné. 2 catégories ont été utilisées pour définir la taille : entre 0cm et 50cm de CCL et entre 50cm et 100cm de CCL. En ce qui concerne le sexe, la tortue était notée comme « juvénile » lorsqu'elle mesurait entre 0cm et 50cm de CCL et « non-déterminé (*i.e.* NA) » lorsqu'elle mesurait plus de 50cm de CCL. Parfois une supposition a pu être émise en utilisant les caractères sexuels secondaires (*i.e.* la taille de la queue et la proéminence des griffes des nageoires pectorales). L'individu était alors noté « mâle ? ». Au total, le lagon a été parcouru en PMT pendant 48h, sur 24 sessions de photo-identification, regroupées en 11 missions.

Déploiement de dispositifs de prises vidéosgraphiques

Le second protocole a été basé sur la mise en place de caméras dans le lagon pour filmer les tortues marines en notre absence et présence, ou non, touristique. Plusieurs endroits stratégiques, à fort potentiel pour filmer des tortues, ont été repérés au cours des premières

missions. Après analyses, il a été constaté que les tortues étaient souvent observées en alimentation sur les 3 zones d'herbier du lagon. Deux caméras disposées de manière à obtenir un angle de prise de 360°, ont été placées dans chacune de ces trois zones. Les caméras étaient placées pour 2h30, parfois en présence des touristes dans l'eau, parfois en leur absence. Au total, les caméras ont été disposées pendant 37,5h en présence touristique et pendant 25h en absence de touristes.

Utilisation des données et analyses statistiques

Fidélité

Le recouplement des identifications a permis d'étudier l'occupation spatiale de la population du lagon. Les informations GPS associées aux profils ont été utilisées pour mettre en évidence des différences individuelles de répartition. Des zones territoriales ont été définies pour chaque individu, en formant des zones lorsque plus de 3 points étaient séparés par moins de 80m. Le nombre de captures au sein et en dehors de cette zone a été comparé à l'aide du test exact de Fisher. Les quantités de captures d'individus de grande taille et de petite taille en fonction des 3 profondeurs d'herbiers ont été comparées par un test du Chi-2.

Capture-Marquage-Recapture (CMR)

Afin de déterminer l'effectif de la population et la durée de la période de présence des individus dans le lagon, les données collectées lors du protocole de photo-identification ont été organisées afin de correspondre à des données type d'un protocole de CMR. Pour cela, le mois a été choisi comme unité de session primaire et une plongée comme unité de session secondaire. Le lagon a été divisé en 4 grandes zones et ces dernières étaient systématiquement parcourue en PMT, aléatoirement, au moins une fois par mission afin d'équilibrer l'effort de terrain. Cependant, les zones les plus fréquentées par les tortues ont été plus prospectées pour créer de l'évènement. Le logiciel Mark® avec la suite Capture a été utilisé pour analyser les données. Elles ont été considérées comme correspondant à une population fermée, en raison de la courte durée de l'étude. L'option d'appliquer un modèle « approprié » a été utilisée. Le modèle sélectionné par le logiciel a été le modèle M(0) de [Otis et al. 1978](#) pour 3 des 4 mois. Le modèle le plus approprié pour le mois d'avril était le modèle M(bh) de [Pollock et al. 1990](#). Cependant, le modèle M(0) expliquait tout de même les données à 0.94/1.00 pour ce mois-ci. Pour des raisons d'homogénéité, ce modèle a donc été appliqué aux histoires de captures obtenues pour la population afin de déterminer l'effectif et une durée de présence sur site.

Etude de l'impact du protocole et de la présence touristique sur le comportement des tortues vertes

Pour étudier un possible impact du tourisme et de la recherche scientifique sur le comportement des tortues vertes, une étude comportementale a été imaginée, en parallèle des deux autres études. Dans cet objectif, les tortues marines ont été filmées selon 4 variables « Tourisme – Scientifiques », « Tourisme – Absence », « Absence – Scientifiques » et enfin « Absence – Absence ». Pour obtenir des données en présence des scientifiques, les tortues ont été filmées pendant 2 min 30, à une distance minimum de 7m environ, afin d'éviter le dérangement au maximum. Les films ont ensuite été visionnés et les temps attribués par la tortue à chaque comportement (Tableau 2) ont été relevés.

Pour les données en l'absence des scientifiques, les vidéos enregistrées par les caméras déployées dans le lagon ont été utilisées. Pour chaque tortue filmée, les temps attribués par la tortue à chaque comportement possible ont été relevés de la même manière, sauf qu'au lieu de durer systématiquement 2 min 30, certains passages ne duraient que quelques secondes et pouvaient atteindre plusieurs dizaines de minutes. Les distributions d'attribution temporelle dans chaque situation ont ensuite été comparées. Au total, 2h55 de données en « Tourisme – Scientifiques », 2h26 en « Tourisme – Absence », 2h37 en « Absence – Scientifiques » et 2h43 en « Absence – Absence » ont été obtenues et ont pu être comparées. Puisque les caméras ont été fixées sur des zones d'herbiers, seuls les comportements des tortues ayant été découvertes sur des substrats similaires pendant le PMT ont été considérés dans ces comparaisons. De plus, les comportements de repos et d'interaction sociale ayant été obtenus dans des proportions très faibles (<5% du temps passé), seules les répartitions des 3 autres comportements restants ont été utilisées. Ces répartitions obtenues dans les 4 variables ont été comparées par un test du Chi-2. L'impact de la présence touristique et du moment de la journée sur le nombre de captures opérées en Zone Touristique (ZT) et en Zone Non-Touristique (ZNT) ont été testés par des tests du Chi-2. Enfin, la répartition spatiale des tortues entre la ZNT et la ZT a été étudiée en fonction de leur taille par un test du Chi-2. Aussi, le comportement au moment de l'approche (*i.e.* ignorance, méfiance ou fuite) a été utilisé pour tester l'impact du protocole de photo-identification sur les tortues marines. L'impact de la présence touristique, de la taille ainsi que de la visibilité sur la réaction à l'approche ont été testés par un test du Chi-2 ; celui du comportement à la détection, par un test exact de Fisher. L'impact de la présence touristique sur l'échec ou la réussite de la réalisation du protocole dans sa totalité a été testé par un test du Chi-2.

Tableau 2. Ethogramme

Comportement	Description
En alimentation	Saisit quelque chose par la bouche. Comprend les déplacements entre sources alimentaires lorsqu'ils durent moins de 20 secondes
En respiration	Se déplace en surface pour respirer de l'air. Comprend les déplacements entre les différentes respirations, s'ils durent moins de 20 secondes.
En déplacement	Plus de 20 secondes passées à se mouvoir, sans prise alimentaire, ni respiration.
En repos	Reste immobile au fond de l'eau, sans se déplacer, parfois bloquée sous un corail ou une éponge, ou bien recouverte de sable
En interaction sociale	Lorsqu'un individu se déplace en direction d'un autre. Les deux individus sont alors considérés en interaction sociale.

RESULTATS

Fidélité

Dans le cadre du protocole de photo-identification, 144 tortues marines, dont 37 différentes, ont été photographiées. Sur les 37 individus différents, 10 ont été capturés une seule fois au cours des 5 mois, dont 3 découverts au cours des 2 dernières semaines. Les tortues du lagon montrent donc une certaine fidélité pérenne sur au moins 5 mois. 17 individus avaient déjà été capturés en 2015. Sur ces 17 individus, 13 ont été recapturés en 2016. La fidélité semble donc stable, même un an après. Les tortues marines du lagon ont été très significativement plus recapturées dans la même zone, leur zone dite « territoriale », qu'en dehors (test exact de Fisher, $p\text{-value}<0.001$; Figure 2). Cette zone territoriale s'étend en moyenne sur $366,0 \text{ m}^2$ ($\sigma=\pm 401,6$). Elles seraient donc non seulement fidèles au lagon de Petite Terre mais également à une zone plus précise, différente à un niveau individuel.

La répartition des tortues marines a été étudiée en fonction de leur taille. Les tortues ont significativement une répartition différente en fonction de leur taille, *i.e.* la répartition grandes/petites tortues n'est pas la même si la profondeur change (test du Chi-2, $ddl=2$, $X^2=18.59$, $p\text{-value}<0.01$). En effet, l'herbier à faible profondeur est surtout occupé par des tortues de petites tailles (*i.e.* 0-50 cm de CCL), celui à forte profondeur par des individus de grande taille (*i.e.* 50-100 cm de CCL) et enfin, celui à moyenne profondeur est occupé par les deux tailles (Figure 1 ; Figure 3).



Figure 2. Carte du lagon de Petite Terre représentant les localisations de toutes les tortues identifiées plus de 5 fois au cours de l'étude. Une couleur représente un individu ; les points entourés en noir symbolisent des individus identifiés plus de 5 fois, au cours de sessions de PMT ; les points entourés en rouge symbolisent des individus identifiés plus de 5 fois par le PMT et par le déploiement des caméras.

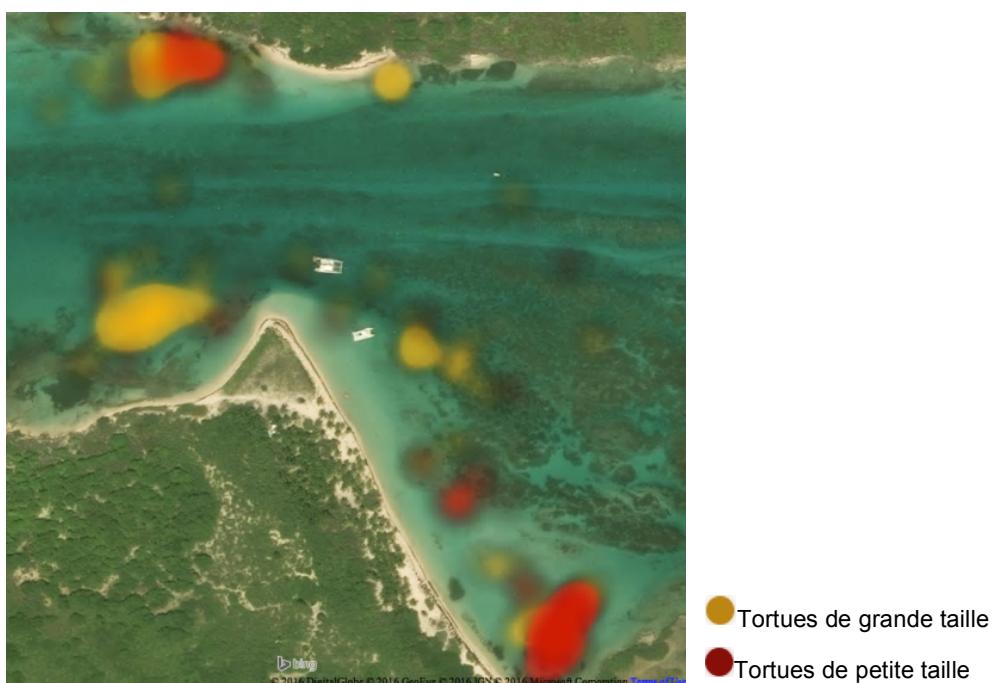


Figure 3. Carte du lagon de Petite Terre représentant les localisations des tortues en fonction de leur taille. Les localisations sont représentées par des plages de couleur plus ou moins visibles en fonction de la concentration de captures. En rouge sont représentées les captures de tortues de petite taille (0-50 cm de CCL) et en jaune de grande taille (50-100 cm de CCL).

Capture-Marquage-Recapture (CMR)

Sur les 37 individus différents identifiés dans la réserve, 11 étaient des juvéniles, 26 étaient des sub-adultes. Les résultats obtenus ont déterminé un effectif mensuel de population dans la zone d'étude entre 14 et 50 individus et avec une moyenne mensuelle de 29 individus (Tableau 3).

Tableau 3. Résultats obtenus suite à l'analyse CMR par Mark

	Février	Mars	Avril	Mai
Test appliqué	M(0)	M(0)	M(0)	M(bh)
Valeur d'explication (/1.00)	1.00	1.00	0.94	1.00
Estimation de l'effectif	32	14	25	20
Erreur standard	14.5	3.7	4.2	1.5
				14.0

Impact de la fréquentation touristique et du protocole sur le comportement

La proportion de temps attribuée par les tortues aux 3 comportements principaux (*i.e.* en alimentation, en déplacement, en respiration) n'a pas montré de variation significative entre les 4 variables (*i.e.* « Tourisme – Scientifiques », en « Tourisme – Absence », en « Absence – Scientifiques » et en « Absence – Absence » ; Test du Chi-2, $ddl=6$, $X^2=9.85$, $p\text{-value}>0.1$; Figure 4). La présence touristique et de scientifiques n'a donc pas entraîné de variations de ce budget temporel.

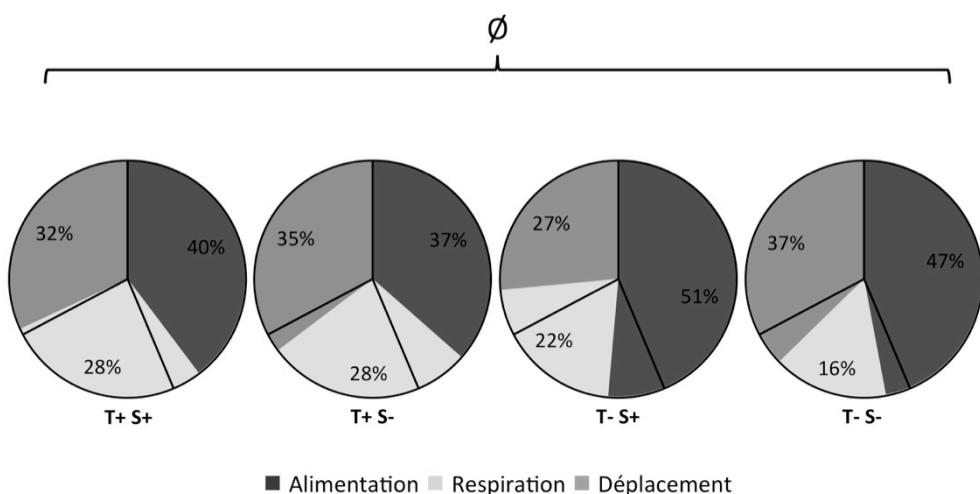


Figure 4. Diagramme représentant la part temporelle attribuée à chaque comportement dans chacune des variables. En gris foncé est représenté la part attribuée à l'alimentation ; en gris moyen, au déplacement ; en gris clair, à la respiration. Le pourcentage de chaque part est indiqué au centre, en noir. Les traits noirs représentent la répartition obtenue en moyenne en regroupant les 4 variables. Le premier diagramme présente la répartition obtenue dans le cas « Tourisme – Scientifiques » ; le deuxième en « Tourisme – Absence », le troisième en « Absence – Scientifiques » et le quatrième en « Absence – Absence ». Le “Ø” signifie qu'aucune différence significative n'a été mise en évidence par le test statistique du Chi-2 entre ces 4 variables.

La répartition spatiale est significativement différente en présence et en absence de fréquentation touristique (test du Chi-2, $ddl=1$, $X^2=10.42$, $p\text{-value}<0.01$). En effet, les tortues

fréquentent plus les Zones de Non-présence Touristique (ZNT) quand les touristes sont présents (Figure 1 ; Figure 5). De plus, il n'y a pas de différence significative entre le nombre de captures effectuées en Zone de présence Touristique (ZT) et en ZNT en fonction du moment de la journée (*i.e.* matin ou après-midi ; test du Chi-2, $ddl=1$, $X^2=0.41$, $p\text{-value}>0.5$).

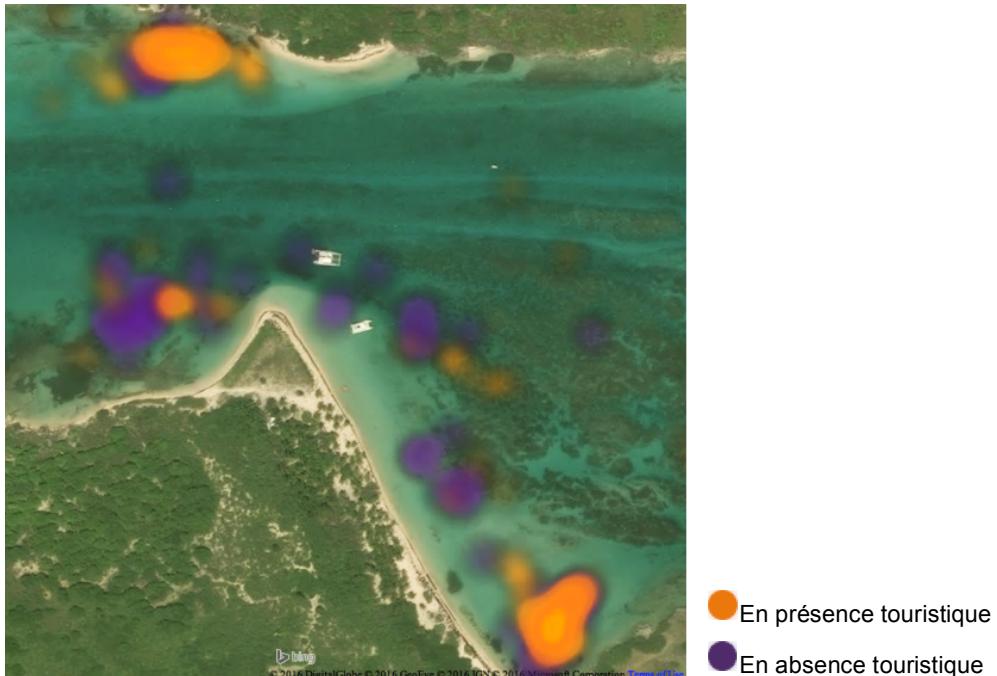


Figure 5. Carte du lagon de Petite Terre représentant les localisations des tortues en fonction de la présence touristique. Les localisations sont représentées par des plages de couleur plus ou moins visibles en fonction de la concentration de captures. En orange sont représentées les captures de tortues lorsque les touristes sont présents et en violet lorsqu'ils sont absents.

Les tortues n'occupent pas la ZT et la ZNT de la même façon, en fonction de leur taille. En effet, les individus de petite taille fréquentent significativement plus la ZNT alors que les individus de grande taille semblent préférer la ZT (test du Chi-2, $ddl=1$, $X^2=7.35$, $p\text{-value}<0.01$). Cependant, et en corrélant tous ces résultats, les tortues de grande taille semblent préférer la ZT, en particulier l'herbier à forte profondeur qu'elles occupent lorsque les touristes sont absents. Peu de tortues marines de grandes tailles ont été capturées dans le lagon lorsque les touristes étaient présents. Leur zone de répartition en présence touristique est alors inconnue. Les tortues de petite taille semblent montrer une préférence pour la ZNT, en particulier l'herbier à faible profondeur, qu'elles occupent plus ou moins tout au long de la journée, peu importe la fréquentation touristique.

La réaction à l'approche du photographe en Palme-Masque-Tuba (PMT) a été étudiée en fonction de la présence touristique, de la taille des individus, de la visibilité, ainsi que du comportement réalisé par la tortue au moment de sa découverte. Le pourcentage de fuite, méfiance et ignorance ne change pas significativement lorsque les touristes sont présents et ce pour toutes les tailles de tortues (test du Chi-2, $ddl=2$, $X^2=2.7$, $p\text{-value}=0.20$). Cependant, il

varie très significativement en fonction de la taille des tortues, les petites ayant plus tendance à fuir et les grosses à ignorer (test du Chi-2, ddl=2, $X^2=16.59$, p-value<0.001 ; Figure 6).

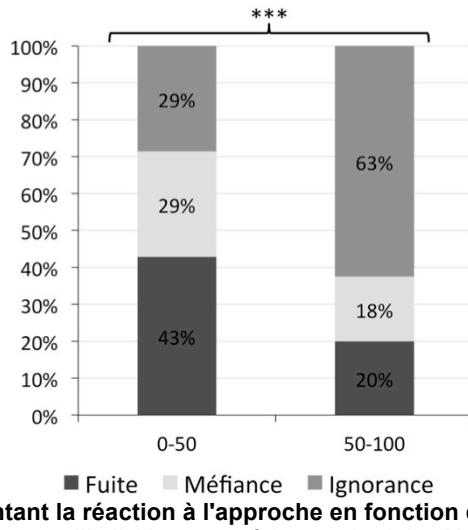


Figure 6. Graphique représentant la réaction à l'approche en fonction de la taille des individus. En gris foncé est représenté le pourcentage d'individus ayant fui ; en gris clair, s'étant méfiés ; en gris moyen, ayant ignoré la présence des scientifiques. La première colonne représente les tortues de CCL inférieur à 50 cm et la seconde celles entre 50 et 100 cm de CCL. Le pourcentage de chaque catégorie est indiqué au centre, en noir.

*** indique qu'un test statistique du Chi-2 a mis en évidence une différence significative dont la p-value est inférieure à 0,001.

La visibilité dans l'eau ne modifie pas significativement ces pourcentages (test du Chi-2, ddl=2, $X^2=4.75$, p-value>0.09). Par contre, le comportement au moment de la découverte les change significativement (test exact de Fisher, p-value<0.05). Les tortues en alimentation ont plus tendance à ignorer, alors que celles en déplacement à fuir (Figure 7).

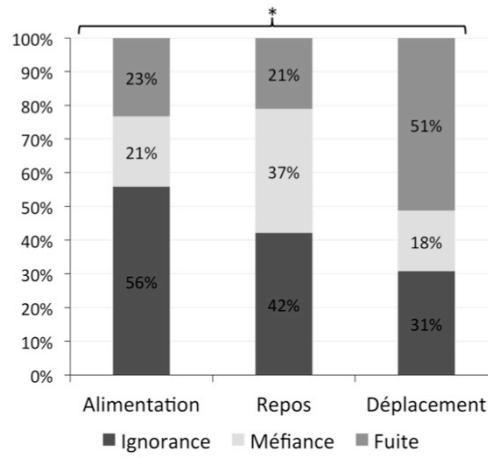


Figure 7. Graphique représentant la réaction à l'approche en fonction du comportement à la détection. En gris foncé est représenté le pourcentage d'individus ayant fui ; en gris clair, s'étant méfiés ; en gris moyen, ayant ignoré la présence des scientifiques. La première colonne représente les tortues en alimentation lors de la détection ; la seconde, les tortues en repos ; la dernière, les tortues en déplacement. Le pourcentage de chaque catégorie est indiqué au centre, en noir. * indique qu'un test statistique du Chi-2 a mis en évidence une différence significative dont la p-value est inférieure à 0,05.

Les fuites de tortues ont entraîné 26 échecs sur les 144 tentatives. Aucun impact de la présence touristique n'a été mis en évidence sur la réussite ou l'échec de la réalisation du protocole, un échec se finalisant par une absence d'identification due à la fuite de la tortue (test du Chi-2, ddl=1, $X^2=1.08e^{-31}$, p-value=1).



DISCUSSION

Fidélité

De nombreux articles ont d'ores et déjà décrit la fidélité que peuvent avoir les tortues marines à leur site d'alimentation (*e.g.* Bjorndal 1980; Coyne 1994; Avens *et al.* 2003; Seminoff *et al.* 2003; Broderick *et al.* 2007; Ballorain 2011). Cette étude a permis de conforter cette constatation à l'échelle du lagon de Petite Terre sur une durée de 5 mois pour 27 individus et sur 1 an pour 13 d'entre eux.

D'après Broderick *et al.* 2007, la fidélité au site d'alimentation peut reposer sur diverses explications. Tout d'abord, elle peut apparaître en réponse à des ressources alimentaires limitées (Broderick *et al.* 2007). Cette explication semble cohérente avec le cas présenté par cette étude puisque le lagon de Petite Terre est de petite taille (20 hectares) et qu'il ne dispose que de 3 petites zones d'herbier. De plus, il semblerait que ce soient les seuls herbiers disponibles avant plusieurs miles, mais elles pourraient aussi bien se nourrir sur des algueraines (comm. pers. Eric Delcroix).

Le deuxième argument pour expliquer la fidélité serait que ces sites d'alimentation se situent à proximité de sites de repos hivernaux de bonne qualité (Broderick *et al.* 2007). Aussi, la fréquentation des mêmes herbiers au fil des années permettrait de les rendre plus prédictibles, les femelles revenant de leur migration ayant plus de chance de les retrouver à la même place (Broderick *et al.* 2007). Ces deux derniers arguments s'appliquent à des individus adultes, initiant des migrations. Ils ne correspondent alors pas aux tortues présentes dans ce lagon, puisqu'elles sont toutes juvéniles ou sub-adultes.

Une autre explication plausible pourrait être l'avantage nutritif que saurait représenter la fidélité, par le re-pâturage constant des mêmes zones (Broderick *et al.* 2007). Bjorndal 1980 avance également cet argument. Cette étude s'avère aussi appuyer cette hypothèse puisque certaines zones des herbiers disponibles dans le lagon semblaient n'être presque jamais, voir jamais pâturées (comm. pers. Léa Lange).

Enfin la dernière hypothèse avancée par Broderick *et al.* 2007 est la défense territoriale. Les tortues vertes occupant le lagon ont démontré qu'elles n'occupaient pas toute la zone de façon égale. En effet, une zone « territoriale » par individu, de 366,0m² en moyenne, a pu être mise en évidence. Elles ont très significativement été plus recapturées dans cette zone individuelle qu'en dehors, ce qui semble démontrer leur attachement à cette zone. Les tortues marines de Petite Terre ont donc montré une fidélité non seulement pérenne

au cours du temps et à l'échelle du lagon mais également à une échelle bien plus précise, s'étendant sur quelques centaines de m², à un niveau individuel. La théorie de Broderick *et al.* 2007 au sujet de la défense territoriale paraît alors cohérente avec les résultats de cette étude.

Ségrégation spatiale

L'étude de la répartition spatiale des individus fréquentant la zone d'étude a mis en évidence une ségrégation spatiale en fonction de la taille des tortues. En effet, les tortues de petite taille ont été plus souvent observées occupant l'herbier à faible et moyenne profondeur alors que celles de grande taille ont préférentiellement utilisé ceux à moyenne et forte profondeur. D'autres études confirment ce résultat chez les tortues vertes (Bresette *et al.* 2010; Ballorain 2011).

Deux arguments sont proposés comme explication à cette différence de répartition. Tout d'abord, elle pourrait être causée par une différence d'exigences concernant la qualité nutritionnelle des sites d'alimentation (Bresette *et al.* 2010). Les 3 zones d'herbier du lagon de Petite Terre semblent présenter les mêmes caractéristiques à première vue, puisqu'elles sont composées des mêmes espèces (*i.e.* *Syringodium filiforme* en majorité et *Thalassia testudinum*). Ce facteur ne paraît donc pas explicatif à la répartition constatée ici, bien qu'une étude sur la valeur nutritive de ces 3 herbiers pourraient s'avérer intéressante.

La seconde explication est qu'elle pourrait être causée par une recherche de protection vis-à-vis des prédateurs (Campbell & Lagueux 2005; Koch *et al.* 2007; Bresette *et al.* 2010; Ballorain 2011). La réserve marine n'étant pas utilisée que par les tortues marines, mais également par d'autres espèces, comme par des requins citron *Negaprion brevirostris*, cette explication semble cohérente. Le même type de ségrégation spatiale apparaît chez les requins citron, où les plus jeunes n'occupent pas les mêmes zones que les adultes, justement pour se protéger des grands prédateurs, notamment les requins citron adultes eux-mêmes (Morrissey & Gruber 1993). Ces derniers ne sont que très rarement visibles au sein du lagon, cependant ils sont présents derrière la barrière de corail. Cette pression de prédation est suffisante pour que la ségrégation apparaisse chez les requins citron juvéniles de Petite Terre (Beaufort 2013). Il est alors envisageable qu'elle le soit également pour celle des tortues marines.

Enfin, ils se pourraient simplement que les herbiers de faible profondeur soient difficilement accessibles pour des individus de grande taille.

Comportement, fréquentation touristique et recherche scientifique

Le budget temporel attribué par les tortues marines du lagon n'a pas montré de variation significative lorsque les conditions en présence touristique et de scientifiques et en leur absence ont été comparées. L'absence de modification entraînée par la présence de chercheurs correspond à l'hypothèse proposée dans cette étude. En effet, le protocole choisi étant peu invasif (Reisser *et al.* 2008), peu d'impacts par leur présence étaient attendus.

Cependant, de nombreuses études ont démontré l'impact que peut avoir le tourisme sur le comportement d'animaux marins, notamment chez le grand dauphin de l'océan indien *Tursiops aduncus* (Christiansen *et al.* 2010), la baleine de Minke *Balaenoptera acutorostrata* (Christiansen *et al.* 2013), le dauphin commun *Delphinus sp.* (Stockin *et al.* 2008) et la tortue imbriquée *Eretmochelys imbricata* (Hayes *et al.* 2016). Les résultats de cette étude ne seraient donc pas cohérents avec la bibliographie, à première vue.

Cependant, une variation de l'occupation spatiale en fonction de la présence touristique a été constatée. En effet, les petites tortues ont montré une préférence pour les Zones Non-Touristiques (ZNT) alors que les grandes tortues occupent les Zones Touristiques (ZT) quand les touristes sont absents. Aussi, ces variations ne sont pas constatées en comparant le moment de la journée. Elles semblent donc bien être la conséquence de la présence touristique et non pas d'une occupation spatiale différente en fonction du temps, comme elle a pu être par exemple constatée entre le jour et la nuit (*e.g.* Delcroix *et al.* 2014).

La présence touristique a déjà été constatée comme modifiant l'occupation spatiale de divers animaux, par exemple chez des ongulés (Pelletier 2014), le lion de mer australien (Orsini *et al.* 2006), le léopard asiatique (Ngoprasert *et al.* 2007) ainsi que chez le grand dauphin de l'océan indien (Bejder *et al.* 2006). De plus, d'autres études ont obtenu des résultats très similaires, *i.e.* pas de changement de comportement mais un déplacement vers des lieux à pression touristique plus faible. Ces résultats ont notamment été décrits chez des amphibiens qui baissaient leur fréquentation des zones touristiques sans modifier leur distance minimum de fuite (*i.e.* la distance minimum acceptée par un individu avant de prendre la fuite ; Rodríguez-Prieto & Fernández-Juricic 2005), chez des élans (Colescott & Gillingham 1998) et le grand dauphin de l'océan indien (Lusseau 2003) dont le budget temporel n'était pas modifié au contraire de l'occupation spatiale en présence touristique. Ces résultats ont également été obtenus chez une espèce très proche de celle de notre étude, la tortue imbriquée

Eretmochelys imbricata, à Honduras (Baumbach *et al.* 2016). En effet, aucune variation due à la présence touristique dans l’attribution temporelle aux comportements d’alimentation, de respiration ou de déplacement n’a pu être mise en évidence chez cette espèce (Baumbach *et al.* 2016). Par contre, un évitement des zones à forte pression touristique a été constaté (Baumbach *et al.* 2016). Les résultats obtenus au cours de cette étude semblent donc finalement être cohérents avec la bibliographie.

Amélioration de la protection

Afin d’améliorer la conservation des tortues marines au sein de la Réserve Naturelle des îlets de Petite Terre (RNPT), il pourrait s’avérer intéressant de mettre en place une aire de restriction marine destinée à exclure la présence touristique de plongeurs en Palme-Masque-Tuba (PMT) et de bateaux au niveau de l’herbier situé à forte profondeur dans la ZT. En effet, celui à faible profondeur est déjà protégé par ce type de dispositif et la densité de tortues marines le fréquentant semble avoir augmentée depuis son installation (comm. pers. Alain Saint-Auret). De plus, celui à moyenne profondeur est déjà peu visité grâce à la dangerosité que représente sa localisation puisque une zone à fort courant doit être traversée pour l’atteindre. Protéger ce dernier herbier pourrait permettre d’augmenter la fréquentation du lagon de Petite Terre par des tortues de taille plus importante. La protection des sites auxquels les tortues sont fidèles est reconnue comme pouvant représenter un outil important à leur conservation, que ce soient des sites de ponte, des zones de migration ou des sites d’alimentation (Broderick *et al.* 2007). Il a été constaté que les tortues vertes du lagon occupent en priorité les zones d’herbier au cours de la journée (comm. pers. Léa Lange). Empêcher la présence touristique sur ces zones bien délimitées pourrait limiter les conséquences du tourisme, sur ces tortues. En effet, il a été démontré que le tourisme peut entraîner une forte prise de poids des individus à cause de l’appâtage et qu’il peut favoriser la capture des individus dans des zones non protégées, de par leur habitation aux êtres humains (Stewart *et al.* 2016). Cependant, l’appâtage n’est pas pratiqué à Petite Terre.

Le suivi du protocole de Photo-Capture-Recapture permettra sur le long terme de déterminer une durée de fréquentation de la RNPT, ce que l’étude n’a pas pu déterminer à ce jour, en raison de sa courte durée et du caractère longévive des tortues vertes. Il permettra également de continuer à améliorer les connaissances disponibles sur les tortues marines et notamment sur celles présentes dans le lagon de Petite Terre. En effet, ce protocole a d’ores et déjà montré ses possibilités au cours de cette étude. Sa poursuite ne peut alors qu’être bénéfique à la réserve ainsi qu’à la population de tortues marines.

Amélioration protocolaire

Il semble que la présence touristique n'ait pas d'impact que ce soit sur la réussite de la réalisation du protocole dans sa globalité ou sur la réaction de l'individu à l'approche du photographe. Ce facteur sera intéressant à considérer pour la poursuite du suivi de Capture-Marquage-Recapture sur le long terme. En effet, il entraîne une flexibilité plus importante quant à l'organisation de ce suivi, puisque la pression touristique ne semble pas entraîner de perturbation de la pression de capture. Le critère restant à considérer sera alors la couverture spatiale du protocole qui devra être maximale à l'échelle du lagon et non pas l'heure de la réalisation. De plus, et bien que la visibilité n'ait pas entraîné de modification de la réaction à l'approche, il sera important de la prendre en considération pour sélectionner les moments des sessions de capture, puisqu'elle entraîne une difficulté supplémentaire à la détection des individus (comm. pers. Léa Lange). Le comportement réalisé par l'animal lors de sa découverte semble entraîner une variation dans sa tendance à fuir. Les tortues marines en déplacement ont montré une plus forte tendance à fuir. Il se pourrait qu'elles préfèrent poursuivre leur déplacement afin de trouver un site sans nageur pour s'alimenter. A l'avenir, les animaux en alimentation devront donc éventuellement être favorisés puisqu'ils seront plus susceptibles d'accepter l'approche du photographe et donc la réussite du protocole. De plus, les individus de petite taille se sont montrés plus déterminés à fuir lors de l'approche. Cependant, il sera important de ne pas favoriser les individus de grande taille lors des approches, afin de ne pas entraîner une pression de capture plus importante sur ces animaux.

CONCLUSION

Le suivi « Photo-Capture-Recapture » et comportemental sur la population de tortues vertes résidant dans le lagon de la Réserve Naturelle de îlets de Petite Terre (RNPT) a permis de mieux connaître ces individus. Tout d'abord, une fidélité à moyen (5 mois) et long (1an) terme a pu être mise en évidence. Des préférences territoriales au niveau individuel ainsi qu'une répartition spatiale en fonction de la taille ont également été remarquées. Aucune modification comportementale n'a été constatée au cours de la réalisation du protocole. De plus, la présence touristique ne semble pas affecter le budget temporel attribué à la respiration, au déplacement et à l'alimentation des tortues marines mais la zone dans laquelle elles les réalisent. Cette étude aura permis de compléter les connaissances concernant ces individus mais également de valider le protocole qui pourra désormais être réalisé bi-annuellement pour assurer le suivi de « Photo-Capture-Recapture ».

INTRODUCTION DE L'EXPERIENCE +CESURE

Réduire l'impact de mon passage sur Terre et protéger l'environnement est une de mes priorités à l'heure actuelle. Dès les premières explications concernant cette opportunité, ce fut une évidence de devoir profiter de l'expérience +Césure pour non seulement acquérir de l'expérience professionnelle mais aussi tenter d'atteindre cet objectif de vie. C'est ainsi que j'ai choisi de consacrer cette année de +Césure à l'étude du comportement d'une espèce en voie de disparition dans le but de mieux la protéger : la tortue marine *Chelonia mydas*.

J'ai également profité du commencement « tardif » (mois de décembre) de ce long stage pour en réaliser un premier, sur le comportement d'une autre espèce en voie de disparition, le gorille des plaines de l'Ouest *Gorilla gorilla gorilla*, au ZooParc de Beauval.

LIEU ET CONTEXTE DU STAGE

Le stage de longue durée a donc pris place dans l'archipel Guadeloupéen, et plus précisément sur la Réserve Naturelle des îlets de Petite Terre (RNPT), entre décembre 2015 et juin 2016. Il était divisé en deux parties : une partie réalisée sur site d'alimentation, donc en mer, de 6 mois, et une partie sur site de ponte, donc sur terre, de 1 mois. La structure d'accueil était une association, l'association Ti-Tè, qui cogérait la réserve avec l'ONF. 4 gardes travaillaient à plein temps sur la réserve. L'organisation des missions de terrain imposait un travail d'équipe mais aussi un rythme de vie en collectivité. Une partie du protocole en mer et le protocole sur terre étaient prédéterminés (protocole de photo-identification et de suivi des pontes), *i.e.* il ne restait plus qu'à les appliquer. J'ai pu élaborer l'autre partie (protocole de suivi comportemental), en accord avec mon responsable de stage.

Le stage précédent, de 2 mois, a été réalisé au sein d'un zoo, le ZooParc de Beauval. Il consistait en un suivi comportemental d'un harem de 12 gorilles dans le cadre du transfert d'un des petits du groupe vers un autre zoo. Le stage a été réalisé en autonomie complète, de l'élaboration du protocole à la rédaction du rapport, avec cependant de l'aide fournie par les responsables de stage en cas de nécessité.

CONCLUSION DE L 'EXPERIENCE +CESURE

Bilan des 2 ans

La première année fut une réussite dans sa globalité. En dehors des subtilités pour s'assurer de la légalité du projet, notamment concernant la durée du stage, peu de difficultés ont été rencontrées. En effet, j'ai obtenu mon stage dès le mois de décembre et il correspondait parfaitement à mon objectif initial. J'ai même pu profiter de la période précédent ce long stage pour en réaliser un premier, plus court, de 2 mois.

La réalisation du long projet fut cependant plus compliquée. J'ai rencontré d'importantes difficultés à m'intégrer au sein de l'équipe et la mauvaise ambiance a parfois entaché mon moral et ma bonne humeur. Cependant, l'étude en elle-même était une chance sans égale, d'un intérêt certain, réalisée sur un site paradisiaque, ce qui n'est pas négligeable.

De plus, le premier stage s'est réalisé sans aucune difficulté, et le ZooParc m'a donné de très bonnes appréciations.

En conclusion, l'opportunité offerte par l'expérience +Césure est exceptionnelle, la concrétisation du projet peut être compliquée, mais ça reste une occasion unique d'obtenir de l'expérience professionnelle.

Valorisation sur le CV

Ces stages m'ont tout d'abord permis de m'entraîner une nouvelle fois à l'élaboration et au suivi de protocoles. Ils m'ont entraînée aux conditions de terrain pouvant parfois être difficiles et très sportives. J'ai également pu m'initier à des méthodes informatiques que je n'avais jamais utiliser auparavant : le logiciel Qgis, par exemple. J'ai aussi amélioré mes compétences en analyses statistiques par la découverte de nouvelles méthodes, pour analyser les données de Capture-Marquage-Recapture notamment. De plus, j'ai appris sur moi-même et sur la grande importance que je donne aux bonnes interactions humaines au sein d'une équipe.

REMERCIEMENTS

Je souhaite remercier l'association Titè, son président Raoul Lebrave ainsi que le conservateur de la Réserve Naturelle des îlets de Petite-Terre, René Dumont, pour m'avoir permis de rejoindre leur équipe pour quelques mois. Merci à Eric Delcroix de m'avoir tutorée tout au long de ce stage. Son expérience et ses conseils ont rendu cette expérience plus qu'enrichissante. Merci à Emilie Higuero de m'avoir formée en apnée et de m'avoir transmis ses connaissances sur le protocole de photo-identification. Merci à Océane Beaufort, Emilie Higuero, Mélodie Caussat ainsi qu'à Claude Miaud pour l'aide apportée au cours de l'élaboration des protocoles. Je tiens également à remercier Chloé Rodrigues de m'avoir aidée à analyser mes données de CMR. Merci également à tous les bénévoles qui m'ont aidée pour la réalisation du protocole. Un remerciement tout particulier à Sophie Le Loc'h pour son accueil inconditionnel. Un énorme merci à Christophe Saint-Auret ; « t'avoir rencontré a été le plus beau cadeau que la Guadeloupe pouvait m'offrir ». Merci également à son papa, garde-chef de la réserve, Alain Saint-Auret, ainsi que leur famille, pour leur soutien tout au long de ce stage, sans qui il aurait sûrement pris fin bien plus tôt. Merci à ma famille et tout particulièrement à mes parents, comme toujours ... Sans vous, je n'aurais jamais pu devenir qui je suis aujourd'hui. Et enfin, merci aux tortues, vous vous êtes montrées extraordinaires !

REFERENCES

- Amorocho DF, & Reina RD** (2007). Feeding ecology of the East Pacific green sea turtle *Chelonia mydas agassizzi* at Gorgona National Park, Colombia. *Endangered species research* **3**, 43–51.
- Avens L, Braun-McNeill J, Epperly S, & Lohmann KJ** (2003). Site fidelity and homing behavior in juvenile loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). *Marine Biology* **143**, 211–220.
- Ballorain K** (2011). Ecologie trophique de la tortue verte *Chelonia mydas* dans les herbiers marins et algueraines du sud-ouest de l'océan Indien. Citeseer
- Baumbach D, Hayes C, Wright M, Macpui M, Salinas L, & Dunbar S** (2016). Impacts of Recreational Diving on Hawksbill Sea Turtles (*Eretmochelys imbricata*) in the Roatán Marine Park, Honduras: Summer 2014. *Science and Mathematics Faculty Publications*
- Beaufort O** (2013). Etude préliminaire des requins citrons (*Negaprion brevirostris*) dans la réserve naturelle des îlets de Petite Terre. *Unpublished data*
- Bejder L, Samuels A, Whitehead H, Gales N, Mann J, Connor R, Heithaus M, Watson-Capps J, Flaherty C, & Krützen M** (2006). Decline in Relative Abundance of Bottlenose Dolphins Exposed to Long-Term Disturbance. *Conservation Biology* **20**, 1791–1798.
- Bjorndal KA** (1980). Nutrition and grazing behavior of the green turtle *Chelonia mydas*. *Marine Biology* **56**, 147–154.



Bresette M, Witherington B, Herren R, Bagley D, Gorham J, Traxler S, Crady C, & Hardy R (2010). Size-class partitioning and herding in a foraging group of green turtles *Chelonia mydas*. *Endangered Species Research* **9**, 105–116.

Brill RW, Balazs GH, Holland KN, Chang RKC, Sullivan S, & George JC (1995). Daily movements, habitat use, and submergence intervals of normal and tumor-bearing juvenile green turtles (*Chelonia mydas L.*) within a foraging area in the Hawaiian islands. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 203–218.

Broderick AC, Coyne MS, Fuller WJ, Glen F, & Godley BJ (2007). Fidelity and over-wintering of sea turtles. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* **274**, 1533–1539.

Campbell CL, & Lagueux CJ (2005). Survival probability estimates for large juvenile and adult green turtles (*Chelonia mydas*) exposed to an artisanal marine turtle fishery in the western caribbean. *Herpetologica* **61**, 91–103.

Caussat M (2014). Caractérisation des habitats de la tortue verte (*Chelonia mydas*) dans la réserve naturelle de Petite-Terre. *Unpublished data*

Chesson M (2012). An Investigation of Human-Error Rates in Wildlife Photographic Identification; Implications for the Use of Citizen Scientists. *Masters Theses 1911 - February 2014*

Christiansen F, Lusseau D, Stensland E, & Berggren P (2010). Effects of tourist boats on the behaviour of Indo-Pacific bottlenose dolphins off the south coast of Zanzibar. *Endangered Species Research* **11**, 91–99.

Christiansen F, Rasmussen MH, & Lusseau D (2013). Inferring activity budgets in wild animals to estimate the consequences of disturbances. *Behavioral Ecology* **24**, 1415–1425.

Colescott J, & Gillingham M (1998). Reaction of moose (*Alces alces*) to snowmobile traffic in the Greys River Valley, Wyoming. *Alces* **34**, 329–338.

Coyne MS (1994). Feeding ecology of subadult green sea turtles in south Texas waters. Texas A&M University

Delcroix E (2013). Suivi télémétrique de tortues vertes *Chelonia mydas* en alimentation dans les eaux de la Guadeloupe - Etude préliminaire. *Unpublished data*

Delcroix E, Bédel S, Santelli G, & Girondot M (2014). Monitoring design for quantification of marine turtle nesting with limited effort: a test case in the Guadeloupe archipelago. *Oryx* **48**, 95–105.

Delcroix E, Leveque F, Coudret J, Bonotto S, Créantor F, Charrieau M, & Guilloux S (2009). Foraging by a gravid green turtle during the internesting interval in Guadeloupe, French West Indies. *Marine Turtle Newsletter*, 12.

Hawkins P (2004). Bio-logging and animal welfare: practical refinements. *Mem Natl Inst Polar Res* **58**, 58–68.

Hayes CT, Baumbach DS, Juma D, & Dunbar SG (2016). Impacts of recreational diving on hawksbill sea turtle (*Eretmochelys imbricata*) behaviour in a marine protected area. *Journal of Sustainable Tourism* **0**, 1–17.

Higuero E (2015). Application de la photo-identification comme méthode alternative de suivi des populations de tortues vertes, *Chelonia mydas*, en alimentation. *Unpublished data*



Jean C, Ciccone 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.

Koch V, Brooks LB, & Nichols WJ (2007). Population ecology of the green/black turtle (*Chelonia mydas*) in Bahía Magdalena, Mexico. *Marine Biology* **153**, 35–46.

Lusseau D (2003). Effects of tour boats on the behavior of bottlenose dolphins: using Markov chains to model anthropogenic impacts. *Conservation Biology* **17**, 1785–1793.

MARK® White GC, & Burnham KP (1999). Program MARK: Survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study* **46** Supplement, 120-138.

Meylan PA, Meylan AB, & Gray JA (2011). Bulletin of the american museum of natural history, 70 pp.

Morrissey JF, & Gruber SH (1993). Habitat selection by juvenile lemon sharks, *Negaprion brevirostris*. *Environmental Biology of Fishes* **38**, 311–319.

Ngoprasert D, Lynam AJ, & Gale GA (2007). Human disturbance affects habitat use and behaviour of Asiatic leopard *Panthera pardus* in Kaeng Krachan National Park, Thailand. *Oryx* **41**, 343–351.

Orsini J-P, Shaughnessy PD, & Newsome D (2006). Impacts of Human Visitors on Australian Sea Lions (*Neophoca cinerea*) at Carnac Island, Western Australia: Implications for Tourism Management. *Tourism in Marine Environments* **3**, 101–115.

Otis DL, Burnham KP, White GC, & Anderson DR (1978). Statistical Inference from Capture Data on Closed Animal Populations. *Wildlife Monographs*, 3–135.

Pelletier F (2014). Effects of tourist activities on ungulate behaviour in a mountain protected area. *Journal of Mountain Ecology* **8**

Pollock KH, Nichols JD, Brownie CE, & Hines JE (1990). Statistical inference for capture-recapture experiments. *Wildlife Monographs* **107**, 1–97.

QGIS® Quantum GIS Development Team (2016). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>

Reisser JW, Proietti MC, Kinias PG, & Sazima I (2008). Photographic identification of sea turtles: method description and validation, with an estimation of tag loss. *Endangered Species Research* **5**, 73–82.

Rodríguez-Prieto I, & Fernández-Juricic E (2005). Effects of direct human disturbance on the endemic Iberian frog *Rana iberica* at individual and population levels. *Biological Conservation* **123**, 1–9.

Schofield G, Katselidis KA, Dimopoulos P, & Pantis JD (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**, 103–108.

Seminoff JA, Jones TT, Resendiz A, Nichols WJ, & Chaloupka MY (2003). Monitoring green turtles (*Chelonia mydas*) at a coastal foraging area in Baja California, Mexico: multiple indices to describe population status. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **83**, 1355–1362.

Senko J, Koch V, Megill WM, Carthy RR, Templeton RP, & Nichols WJ (2010). Fine scale daily movements and habitat use of East Pacific green turtles at a shallow coastal lagoon in Baja California Sur, Mexico. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 92–100.

Shumway CA (1999). A Neglected Science: Applying Behavior to Aquatic Conservation. *Environmental Biology of Fishes* **55**, 183–201.

Stewart K, Norton T, Mohammed H, Browne D, Clements K, Thomas K, Yaw T, & Horrocks J (2016). Effects of “swim with the turtles” tourist attractions on green sea turtle (*Chelonia mydas*) health in barbados, west indies. *Journal of Wildlife Diseases* **52**, S104–S117.

Stockin K, Lusseau D, Binedell V, Wiseman N, & Orams M (2008). Tourism affects the behavioural budget of the common dolphin *Delphinus sp.* in the Hauraki Gulf, New Zealand. *Marine Ecology Progress Series* **355**, 287–295.

Teixeira CP, de Azevedo CS, Mendl M, Cipreste CF, & Young RJ (2007). Revisiting translocation and reintroduction programmes: the importance of considering stress. *Animal Behaviour* **73**, 1–13.

TORSOOI www.torsooi.com

Therrien CL, Gaster L, Cunningham-Smith P, & Manire CA (2007). Experimental evaluation of environmental enrichment of sea turtles. *Zoo Biology* **26**, 407–416.

Thomson JA, & Heithaus MR (2014). Animal-borne video reveals seasonal activity patterns of green sea turtles and the importance of accounting for capture stress in short-term biologging. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **450**, 15–20.