



MASTER EN SCIENCES – TECHNOLOGIES -SANTÉ

Mention : ECOLOGIE

Spécialité : Écosystèmes Tropicaux Naturels et Exploités

Etude de faisabilité

Application de la photo-identification comme méthode alternative de suivi des populations de tortues vertes, *Chelonia mydas*, en alimentation

Higuero Emilie



Co-directeurs : Bédél Sophie, Chabrolle Antoine

Mémoire soutenu en Juin 2015

UNIVERSITE DES ANTILLES ET DE LA GUYANE
FACULTE DES SCIENCES EXACTES ET NATURELLES

Avec la participation de :



En partenariat avec :



Résumé

En tant qu'herbivores, les tortues vertes passent une grande partie de leur vie dans les zones néritiques où elles s'alimentent d'herbiers de phanérogames marines qui semblent être un aliment de base dans leur régime alimentaire. Cette espèce longévive est menacée et leurs populations ont connu un fort déclin par le passé à cause de l'homme. L'étude de l'écologie et de l'abondance des tortues vertes sur leurs aires d'alimentation est nécessaire pour élaborer puis mettre en œuvre des stratégies de conservation efficaces. Les études CMR constituent un outil de choix pour répondre à ces objectifs mais requièrent l'identification individuelle des animaux.

En sachant que la position et la configuration des écailles de chaque profil de tête ont une variation suffisante pour être utilisées comme un identifiant unique, une étude a été menée dans la baie de Malendure (Guadeloupe) afin de tester un nouveau programme de photo-ID basé sur le codage des profils de tête des tortues, développé par Jean et *al.* (2010).

Dans cette zone d'étude d'une superficie d'environ 0.23km², 82 individus ont été identifiés par des prises de vues en apnée lors de 35 sessions de terrain effectuées entre janvier et mai 2015. Il en ressort que la méthode est facilement applicable bien qu'elle nécessite un temps de traitement des données assez important et un effort sur le terrain conséquent. Par ailleurs l'approche des individus et le matériel utilisé semblent avoir une influence directe sur les résultats obtenus.

Mots clés : *Tortues vertes (Chelonia mydas) ; photo-identification ; fidélité ; zone d'alimentation*

Abstract

As herbivores, green turtles spend most of their time in the neritic area where they feed on seagrass meadows which seem to be the staple food of their diet. These long-lived turtles are threatened and their populations have rapidly declined in the past due to anthropogenic influences. Studying the ecology and the abundance of green turtles on their foraging grounds is essential to elaborate and implement effective conservation strategies. CMR studies are valuable tools to respond to these objectives but require the recognition of each individual.

According to the fact that position and configuration of the scales of each turtle's head profile have sufficient variation to be used as a unique identifier, a study was conducted in Malendure (Guadeloupe) to test a new photo-ID program developed by Jean et *al.*(2010).

In the study area which covers an area of about 0.23km², 82 individuals were identified by underwater pictures taken during 35 tracking sessions from January to May 2015. It shows that the method is easily applicable although it requires a fairly large data processing time. Furthermore the approach of individuals and the material used appear to have a direct influence on the results.

Key words: *green turtles (Chelonia mydas), photo-ID, fidelity, foraging grounds*

Remerciements

Dans un premier temps je souhaite remercier une à une les personnes qui ont rendu possible la réalisation de ce stage : **Sophie Bédel**, coordinatrice du programme d'actions associatif de Kap Natirel, **Caroline Cestor**, présidente de l'association Kap Natirel et **Antoine Chabrolle**, coordinateur du Réseau Tortues Marines Guadeloupe.

Sophie, je te suis extrêmement reconnaissante de m'avoir donné ma chance et d'avoir toujours été là, même dans les moments de grande incertitude. Tu as su trouver les mots justes pour me stimuler tout au long de cette étude.

Caroline, ton sourire et ta bonne humeur m'ont encouragée durant ces derniers mois. Merci de m'avoir accordé ta confiance et cru en moi dès le début de ce stage.

Antoine, merci pour ton soutien et ton aide lors de la mise en place du protocole et du choix de l'appareil photo numérique. Nous devons bien nous rendre à l'évidence que nous avons dépassé le nombre d'individus escompté en début de stage.

Mes remerciements vont également à l'équipe pédagogique du master et en particulier à **M. Rousteau** qui m'a accordé un temps précieux de réflexion pour le traitement des données. Toute ma gratitude également à **Mme Monti** et **M. Bouchon** pour le coup de pouce méthodologique sur ce sujet. Enfin, merci à **M. Imbert** d'avoir toujours été disponible pour répondre aux questions relatives à ce projet.

Toute ma gratitude aux différents agents de l'ONCFS, à **David Rozet** et **Blandine Guillemot**, pour m'avoir accueillie dans leurs locaux et pour leurs conseils. Mes pensées vont également à mon homonyme, Chantal où Emilie il faudra voter !

Merci également à **Claire Jean** pour la formation en visio-conférence sur le logiciel de photo-ID et pour avoir toujours répondu à toutes nos questions.

Je tiens à remercier **Sophie Jacquin** et **Bruno Timmermans** pour leur formation en apnée et leurs recommandations avant le commencement de ce stage. Malgré mes efforts mon « canard » n'égale jamais le leur...

Un grand merci à l'équipe de bénévoles de Malendure pour l'énergie déployée sur le terrain et ces bons moments passés ensemble.

Gaby et **Hélène** pour leur participation et leur soutien sans faille,

Sonia Marolany avec qui j'ai eu mon record d'observations en une seule session,

Nathalie Carisey et **Yannick Bidon** qui ont su garder le sourire et l'envie d'aller toujours plus loin même lorsque le temps a joué contre nous. Une pensée pour leur fille **Gwenaëlle**,

Syvie Rotger qui a fait le déplacement depuis la métropole pour participer et qui n'a pas hésité à me suivre à l'eau même lorsque les conditions n'étaient pas encourageantes

Andrée Giroux, venue du Québec, pour sa chaleureuse participation pendant ses vacances,

Anne-Claire Dolivet et **Alexis Poupart** qui ont permis la prise images dans les zones profondes, grâce à eux de nouveaux individus ont pu être identifiés

Alex Zéni pour ses précieux conseils pour l'usage de l'appareil photo numérique à caisson et pour avoir enduré cette dure traversée du Jardin Japonnais malgré les brûlants...

Merci également à **Sandra Pédurthe**, **Evelyne Duhappart**, **Magalie Vanier** et **Romain Lengagne** pour votre participation

Un grand merci à **Max Chabert** pour m'avoir offert le gîte et le couvert et pour avoir veillé au bon entretien de la perche qu'il a lui-même construite pour ce stage. Enfin un énorme merci à mes neveux, **Nolan** et **Lenny**, qui ont eu la gentillesse de me céder à titre provisoire leur petit bateau pneumatique à condition de pouvoir nommer une tortue Robertine.

Je tiens également à exprimer ma gratitude envers **Eric Delcroix** qui a organisé et participé à plusieurs sessions de photo-ID dans la Réserve Naturelle de Petite-Terre. Merci au garde **Julien Athanase**, à **Sophie Le Loch**, à **Sandra Pédurthe** et à **Léa Daures** pour leur précieuse aide et leur motivation même lorsque les tortues n'étaient pas au rendez-vous.

Finalement, je tiens à remercier toutes les personnes qui ont participé, d'une façon ou d'une autre, à ce travail : **Mérodie Caussat**, **Armelle Masson**, **Océane Beaufort** et **Max Sèbe** pour leurs relectures et leurs conseils , **Cécile Lallemand**, et **Alexandre Million** , ainsi que tous les collaborateurs du réseau pour le partage de leur photos dont **Alex Zéni**, **Claire Jeauffroy**, **Alain Goyeau**, **Antoine Maestracci** et **Pierre Cahanier**.

Table des matières

I. Introduction	1
A. Les tortues vertes : cycle de vie et régime alimentaire.....	1
B. Protection : statut de conservation aux Antilles françaises	2
C. Suivi scientifique en alimentation des tortues vertes.....	3
D. Application de la photo-identification aux tortues marines : une nouvelle alternative de suivi des populations en alimentation.....	4
E. Problématique et objectifs de l'étude.....	5
II. Matériel et Méthode	5
A. Photo-identification des tortues marines	5
1. Fonctionnement de la méthode de photo-identification développée par Kélonia et l'Ifremer	5
2. Elaboration d'un catalogue pour les identifications manuelles.....	7
B. Faisabilité de la méthode	7
1. Conditions d'observations.....	7
2. Application de la méthode à l'échelle locale d'un site	12
C. Estimation de l'effectif des tortues vertes par CMR.....	14
D. Traitement des données	14
III. Résultats	15
A. Bilan des campagnes.....	15
B. Comparaison des deux outils dans la baie.....	17
C. Observations globales à l'échelle de la baie de Malendure	18
1. Observations générales à l'échelle de la baie (<i>voir Figure 9</i>).....	18
2. Données d'archives	21
3. Données connexes	22
4. Estimation de l'effectif	23

IV. Discussion :	26
A. Faisabilité et application de la méthode : bilan et préconisations.....	26
B. Utilisation de la photo-identification pour le suivi des tortues vertes en alimentation : avantages et inconvénients (Figure 24)	28
C. Application de la photo-identification comme programme de science participative	28
D. Bilan des observations à l'échelle de la population de la baie de Malendure	29
1. Structure de la population et utilisation de la baie.....	29
2. Fidélité au site	30
3. Estimation de la taille de la population.....	31
4. Biais des échantillonnages	31
E. Utilisation de la photo-identification pour le suivi des tortues vertes en alimentation : pistes et réflexions	32
1. Stratégies alimentaires des tortues vertes et fidélité au site.....	32
2. Attachement spatio-temporel des tortues vertes à leur site d'alimentation...	33
3. Données connexes : la fibropapillomatose.....	34
V. Conclusion et perspective.....	35
VI. Références bibliographiques.....	36

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Identification des limites du profil droit chez une tortue verte

Figure 2 : Exemples de côtés d'écailles (traits noirs) et illustration de la pigmentation chez une tortue verte

Figure 3 : Exemple des rangées 1 à 4 (R1 à R4) sur un profil droit de tortue verte

Figure 4 : Encodage du profil droit d'une tortue verte selon la méthode développée par Jean et *al.* (2010) (D'après Chassagneux et *al.* 2013)

Figure 5 : Présentation de l'accompagnateur et de son matériel

Figure 6 : (A) Caméra Go pro Hero 2 accompagné de son caisson à lentille plate Dive Housing et de son écran (B) Appareil : E-PL7 Olympus, Caisson : PT-EP12 (étanche 45m) et filtre rouge UR67

Figure 7 : Illustration des catégories de comportement à noter au moment du contact visuel (CV)

Figure 8 : Localisations diurnes et nocturnes de « Loanne » équipée d'une balise fin 2013 dans la baie de Malendure pendant 227 jours de suivi

Figure 9 : Zone d'étude principale

Figure 10 : Répartition du nombre de sessions photo-ID par site et par mois

Figure 11 : Représentation du pourcentage total des tortues photo-référencées sur les trois zones de prospection présentant une identification complète (Profil D+G) ou partielle

Figure 12 : Proportion des clichés exploitables pris avec les deux outils (28 sessions pour la caméra contre 7 sessions pour l'appareil photo numérique à caisson)

Figure 13 : Proportion des réactions des tortues par classe de taille à l'approche pour les deux outils testés pour un même observateur

Figure 14 : Répartition des activités des tortues approchées au moment du premier contact visuel

Figure 15 : Réaction des tortues observées en fonction de leur activité et de leur taille

Figure 16 : Carte de répartition de la totalité des observations de tortues faites au cours des 35 sessions de terrain dans la zone d'étude principale

Figure 17 : Evolution des symptômes de la fibropapillomatose d'un individu fréquentant la baie de Malendure : Régressions des grosseurs oculaires mais développement des grosseurs au niveau des tissus mous

Figure 18 : Evolution de la fibropapillomatose sur un individu de la baie de Malendure : régression des grosseurs oculaires mais développement des grosseurs au niveau des tissus mous

Figure 19 : Evolution du nombre d'individus connus et nouveaux par session de terrain dans la baie de Malendure

Figure 20 : Illustration du modèle exponentiel utilisé dans l'estimation de N_{max} sur le graphique de l'évolution du nombre d'individus connus en fonction du temps à Malendure

Figure 21 : Nombre de vues par individu en fonction du temps

Figure 22 : Application de la fonction *normalmixEM*

Figure 23 : Différence de qualité d'image entre les deux méthodes de prise de vue pour le même individu (A) Caméra Gopro (B) Appareil photo numérique à caisson

Figure 24 : Avantages et inconvénients des méthodes de photo-identification et du suivi par balise

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Bilan du terrain réalisé pour la photo-identification dans les différents sites entre fin janvier et début mai

Tableau 2 : Récapitulatif des observations en baie de Malendure pour les photos d'archives des six collaborateurs du RTMG (en gris, les tortues vues qu'une seule fois pendant les 35 sessions de terrain

LISTE DES SIGLES

ACM : Analyse des correspondances multiples

AET : Association Evasion Tropicale

AIC : Akaike Information Criterion

CCL : (Curved Carapace Length) Longueur courbe de carapace

CMR : «Capture-Marquage-Recapture»

GPS : Global Positioning System

IFREMER : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer

INAScuba : Indice d'abondance sub- aquatique

IUCN : International Union for Conservation of Nature

ONCFS : Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage

PITs : Passive Integrated Transponders

RTMG : Réseau Tortues Marines Guadeloupe

SEATAG : Suivi de l'Ecologie en Alimentation des Tortues marines de l'Archipel Guadeloupéen

TORSOOI : base de données TORTUES marines du Sud-Ouest de l'Océan Indien

I. Introduction

A. Les tortues vertes : cycle de vie et régime alimentaire

Les tortues vertes (*Chelonia mydas*, Linnaeus, 1758, **Annexe1**) sont des animaux marins à respiration pulmonée qui se retrouvent dans toutes les zones marines comprises entre les latitudes 40°N et 40°S (**Hirth 1997**). Leur cycle de vie (**Annexe 2**) intègre à la fois le milieu terrestre (au moment de la ponte et des émergences) et le milieu marin (zone néritique pour l'alimentation et zone océanique pour les migrations) (**Musick, Limpus 1997 ; Bolten 2003**). Après l'émergence, les tortillons rejoignent la mer et adoptent une vie pélagique pendant plusieurs années¹ avant de s'établir sur des zones d'alimentation néritiques jusqu'à leur maturité (**Bjorndal 1997 ; Musick, Limpus 1997 ; Bolten 2003**) où ils adopteront progressivement un régime alimentaire herbivore (**Bjorndal 1980 ; Seminoff, Jones 2006 ; Cardona, Aguilar & Pazos 2009**)². Une fois atteint l'âge adulte, les tortues vertes se déplaceront entre leurs zones d'alimentation et de nidification (**Carr, Ogren 1960 ; Godley et al. 2002**), parfois éloignées par des milliers de kilomètres (**Plotkin 2003**).

D'une façon générale, elles sont connues pour être fidèles à leur site d'alimentation (**Limpus 1992 ; Musick, Limpus 1997 ; Avens et al. 2003, Broderick et al. 2007**) où elles paissent les herbiers³ dont elles améliorent la production primaire et la qualité nutritionnelle (**Bjorndal 1980 ; Thayer et al. 1984 ; Zieman, Iverson & Ogden 1984 ; Moran, Bjorndal 2005 ; Aragones et al. 2006 ; Heck Jr., Valentine 2006 ; Ballorain et al. 2010**). Par sa pression d'herbivorie quotidienne, cette espèce est reconnue pour avoir un rôle fonctionnel important notamment en ce qui concerne la structure des communautés benthiques (**Aragones et al. 2006**). Pour autant, bien qu'il soit communément admis que ces ectothermes se nourrissent d'algues et de phanérogames marines⁴ à l'âge adulte, certaines études tendent à montrer que ce régime alimentaire n'est pas exclusif (**Burkholder et al. 2011**). Enfin, peu d'informations sont disponibles

¹ « *lost-years* » (**Witham 1980**) : terme employé pour souligner les lacunes de connaissances concernant cette phase de leur cycle de vie

² Cette transition dépendrait d'une taille pivot de carapace (**Bjorndal 1997, Bolten 2003**)

³ Les herbiers marins sont des prairies d'angiospermes monocotylédones appelées phanérogames marines

⁴ Préférentiellement *Thalassia testudinum* (Banks & Solander ex König) et, ou *Syringodium filiforme* (Kützinger, 1860) aux Antilles (**Bjorndal 1980**)

dans la littérature concernant leur régime alimentaire dans les premières années de leur vie. L'absence de coloration au niveau du plasma qui se retrouve chez les adultes herbivores (**Bolten, Bjorndal 1992**) suggère qu'elles soient omnivores à tendance carnivores (**Bjorndal 1985**) avant de se spécialiser.

B. Protection : statut de conservation aux Antilles françaises

En Guadeloupe, les tortues vertes peuvent être observées en pleine mer tout au long de l'année au niveau des habitats côtiers (**Chevalier, Lartiges 2001**) et à terre lors de la saison des pontes entre juillet et novembre (**Delcroix et al. 2013**). A l'instar d'autres espèces de tortues marines fréquentant les Antilles (**Annexe 3**), elles étaient autrefois très répandues avant de connaître un fort déclin à cause de leur surexploitation en mer et sur terre à des fins alimentaire ou commerciale (**Chevalier, Lartiges 2001**). Classées aujourd'hui comme « *en danger d'extinction* » par l'IUCN (**Seminoff 2004**), les tortues vertes ont un statut de conservation défavorable.

Les tortues marines font l'objet de mesures de protection depuis 1960 et sont intégralement protégées dès 1991 par un arrêté préfectoral en Guadeloupe. L'intérêt de les protéger et de les valoriser sur l'archipel a conduit à la création du RTMG en 1999 qui a pour but d'appliquer le plan national de restauration des tortues marines des Antilles françaises mis en place en 2006. Animé dans un premier temps par l'association Kap Natirel puis par l'ONCFS depuis 2009, différents objectifs ont été poursuivis depuis son lancement comme l'étude et le suivi des populations (ponte, alimentation), la protection des habitats, la lutte anti-braconnage, l'amélioration de la coopération internationale ou encore la problématique de la pêche et des captures accidentelles...

Dans un premier temps, la plupart des efforts de conservation se sont concentrés sur les femelles nidifiantes, leurs œufs et leurs plages de ponte bien que cela ne concerne qu'une faible part, certes cruciale, de leur cycle de vie (quelques mois tous les deux à quatre ans ; (**Miller 1997**)). De cette façon, la majorité des études s'est focalisée sur les femelles reproductrices pour lesquelles les contraintes de marquage sont minimales au moment de la ponte (**Ballorain 2010 ; Jean et al. 2010**). Par conséquent, les phases de reproduction à terre sont aujourd'hui davantage renseignées chez les tortues marines que la phase d'alimentation en mer.

C. Suivi scientifique en alimentation des tortues vertes

La fidélité des tortues vertes à un habitat côtier se traduit par une ségrégation spatio-temporelle des épisodes alimentaires à un site particulier où adultes et immatures sont susceptibles de se côtoyer (**Bolten 2003 ; Seminoff et al. 2003**). Les zones d'alimentation néritiques peuvent donc être occupées par des individus résidents et des individus temporaires d'âges différents (**Bolten 2003**) générant une variabilité au cours du temps de la composition des populations en tortues vertes près des côtes. Selon **Ballorain (2010)**, «*la phase d'alimentation constitue une étape déterminante à la fois pour leur survie et pour le succès de la reproduction des individus* » tout au long de leur vie. Améliorer les connaissances sur les populations de tortues marines en alimentation et les zones exploitées est donc un point essentiel pour le maintien d'une conservation efficace dans le temps portant sur les individus et leurs habitats (**Seminoff et al. 2003**).

A l'heure actuelle, l'effectif des tortues vertes en alimentation n'est pas évalué en Guadeloupe bien que les acteurs du RTMG semblent s'accorder sur le fait que les populations sont en augmentation depuis plusieurs années sur certains sites (**Delcroix 2013**). De même, la compréhension de l'écologie trophique de ces tortues reste assez incomplète notamment parce qu'il est difficile d'étudier ces animaux en pleine mer (**Ballorain 2010 ; Jean et al. 2010**). Ainsi, certains aspects de leur biologie restent encore méconnus. C'est en 2002 que le RTMG a développé le premier protocole pour le suivi des tortues marines en pleine mer avec le **programme INAScuba** basé sur le volontariat des centres de plongées et des apnéistes (depuis 2007). Il a permis de fournir les premiers résultats d'abondance relative des tortues marines sur les différents sites de plongée. Pourtant, bien que ce programme permette de fournir une vision globale de l'évolution de leur abondance depuis plusieurs années et entre les secteurs, il présente le désavantage de ne pas assez prendre en compte les zones d'herbiers puisque les plongées se réalisent surtout dans les zones récifales (**Santelli 2011**). De ce fait, cet indice d'abondance comporte le biais de ne pas vraiment refléter l'abondance des tortues vertes en alimentation mais plutôt celle des individus en repos ou en limite de récif (**Bédel. com. pers. 2015**).

Le développement d'une nouvelle approche s'est donc avéré nécessaire pour améliorer les connaissances sur les tortues vertes inféodées aux herbiers de phanérogames marines. Dans ce but, plusieurs balises ont été posées sur la carapace de

tortues vertes en alimentation dans la Baie de Malendure (4 balises) et dans la Réserve Naturelle de Petite-Terre (3 balises) (Delcroix 2013 ; Caussat 2014 ; Annexe 4). En mettant en relation leurs phases d'activités et de repos avec l'habitat benthique, il apparaît qu'elles s'alimentent de jour dans les herbiers de phanérogames marines et qu'elles se reposent la nuit au niveau des récifs coralliens adjacents aux habitats nourriciers (Delcroix 2013 ; Beaufort, Sebe 2014 ; Caussat 2014). L'observation de cette dichotomie spatiale se retrouve dans la littérature (Ballorain 2010) bien que les tortues vertes puissent avoir des comportements susceptibles d'évoluer avec les conditions locales (Hays et al. 2002 ; Broderick et al. 2007). Par ailleurs, l'analyse des résultats met en évidence des stratégies différentes d'exploitation de l'espace entre les tortues vertes à l'échelle locale d'un site avec des zones préférentielles d'utilisation pour chaque individu suivi (Delcroix 2013 ; Beaufort, Sebe 2014 ; Caussat 2014).

Dans l'optique d'avoir des connaissances utiles à l'adaptation des mesures prévues dans le cadre du plan d'actions, une étude sur le long terme de la fidélité des tortues vertes aux différentes zones d'alimentation pourrait permettre de suivre l'évolution de leur statut de conservation en Guadeloupe et de mesurer la pertinence des opérations menées jusqu'à présent et, ou de réajuster les objectifs à atteindre. Dans cette optique, la méthode du contrôle par photo-identification a été choisie pour être testée afin de voir si elle peut être utilisée comme un nouvel outil de suivi des populations en alimentation par identification individuelle.

D. Application de la photo-identification aux tortues marines : une nouvelle alternative de suivi des populations en alimentation

L'identification individuelle des animaux par le biais de marques naturelles ou de pattern colorés polymorphes est aujourd'hui assez développée (Chesser 2012) et constitue un outil largement répandu pour les espèces terrestres ou marines (Buonantony 2008). Chez les tortues marines, les premières tentatives de photo-reconnaissance ont concernées les tortues luths (McDonald et al. 1996 ; Buonantony 2008) avant de s'étendre aux tortues vertes et imbriquées (Reisser et al. 2008 ; Jean et al. 2010 ; Lloyd, Maldonado & Stafford 2012 ; Chassagneux et al. 2013 ; Carter et al. 2014 ; Dunbar et al. 2014 ; Annexe 5). Ce type de méthode présente l'avantage d'être applicable quel que soit l'âge ou le sexe des individus (Reisser et al. 2008 ; Schofield et al. 2008). En Guadeloupe, une première approche pour l'identification

individuelle des tortues marines à écailles a été initiée en 2011 par AET qui utilise un catalogue organisé par types de marques (carapace caractéristique, dessus de tête...) sur le site de Malendure où 16 individus ont été recensés en 271 observations courant 2013 en 32 transects⁵. Dans l'étude présentée, la méthode développée par Kélonia (l'Observatoire des tortues marines de la Réunion) et l'IFREMER (**Jean et al. 2010**) a été privilégiée au regard de ses bons résultats et de l'assistance logicielle permettant d'envisager un traitement allégé, à l'échelle des Antilles françaises. Un partenariat a donc été entrepris dans le but de tester leur protocole à l'échelle de la Guadeloupe dont les conditions régionales sont différentes de la Réunion.

E. Problématique et objectifs de l'étude

Dans le but de réaliser une étude de la fidélité des tortues vertes aux sites d'alimentation par identification individuelle grâce à la photo-identification, plusieurs objectifs ont motivé la mise en place de cette étude :

- Le photo-recensement et la bancarisation des données (passées et futures) des tortues vertes en alimentation,
- Le test de la méthode et la définition d'un protocole d'approche
- L'analyse de la faisabilité de la mise en place de la photo-identification des tortues marines à l'échelle de l'archipel guadeloupéen

II. Matériel et Méthode

A. Photo-identification des tortues marines

1. Fonctionnement de la méthode de photo-identification développée par Kélonia et l'Ifremer

Pour pouvoir appliquer cette méthode, il est nécessaire de distinguer clairement la configuration des écailles des profils de tête de chaque tortue photographiée. Comme les écaillures des profils ne sont pas symétriques, c'est l'association des deux profils de tête qui permet l'identification complète de l'animal et sa reconnaissance (**Jean et al. 2010**). Les créateurs de la méthode préconisent de prendre des photos de façon perpendiculaire à la tortue dans le but de définir clairement les limites du profil à

⁵ Rapport © 2014 - Planète Urgence - ISBN : 978-2- 9521237-2-0
http://www.planete-urgence.org/documents/conge-solidaire/resultats-et-impacts2014/RI2014_3PB03_p1692-p1756_faune_evasiontropicale_guadeloupe.pdf

encoder. De cette façon, toutes les écailles présentes au-delà de ces délimitations ne seront pas comptées pour la définition du code (**Figure 1**). La paupière inférieure de l'œil et la peau du cou délimitent respectivement l'avant et l'arrière du profil tandis que la limite supérieure englobe toutes les écailles situées au même niveau que la dernière écaille post-orbitale. Enfin, la limite inférieure prend en compte les premières écailles de chaque rangée à condition « *qu'elles possèdent au moins trois côtés rectilignes (non arrondis) en plus du côté situé sur la limite, qu'elles soient en contact avec la première ou la deuxième écaille de la rangée précédente et qu'elles soient situées au même niveau ou au-dessus de la première écaille de la rangée précédente* » (**Extrait du protocole**).

La méthode s'intéresse plus précisément aux côtés d'écailles et non à la couleur notamment parce que la pigmentation est susceptible d'évoluer avec le temps (**Delcroix, com. pers. 2015**). Par ailleurs, toutes les écailles ne sont pas obligatoirement colorées comme c'est parfois le cas au niveau des écailles tympaniques (**Figure 2**). Les côtés d'écailles peuvent être constitués par la jonction entre deux écailles voisines (1), par la jonction entre la peau du cou et une écaille (2), par la jonction entre le bec et une écaille (3) ou encore par la jonction entre la paupière inférieure de l'œil et une écaille (4).

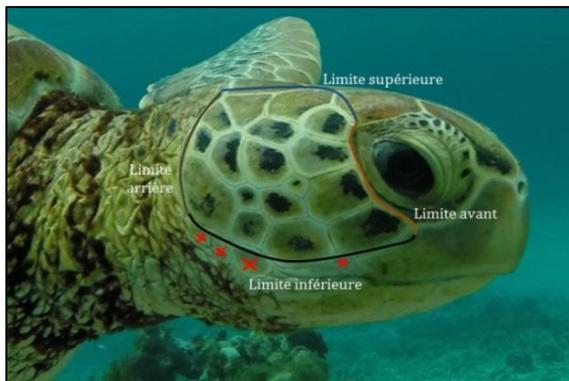


Figure 1 : Identification des limites du profil droit chez une tortue verte (Crédit photo : Antoine Chabrolle, ONCFS, Petite-Terre, 2015)



Figure 2 : Exemples de côtés d'écailles (traits noirs) et illustration de la pigmentation chez une tortue verte (Crédit photo : Antoine Chabrolle, ONCFS, Petite-Terre, 2014)

Le codage du profil nécessite de définir également les différentes rangées d'écailles. Elles sont constituées d'écailles juxtaposées qui se succèdent de la limite inférieure à la limite supérieure du profil (**Figure 3**). A noter que la première rangée (R1) correspond à celle des écailles post-orbitales⁶. Le codage commence par la

⁶ La majorité des tortues vertes possèdent 4 écailles sous la limite inférieure de l'œil tandis que les tortues imbriquées en ont 3

première écaille de la première rangée et se poursuit jusqu'à la peau du cou (**Figures 3 et 4**). Pour les cas particuliers, se référer à l'**annexe 6**.

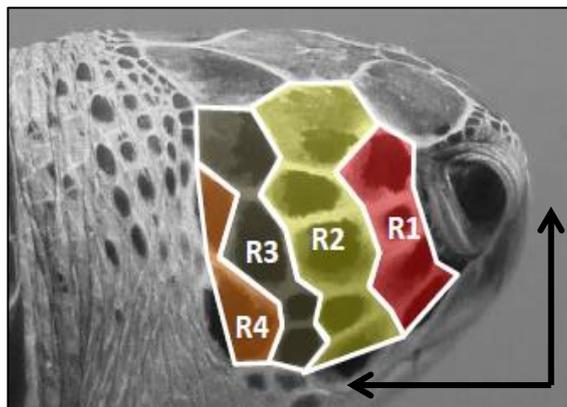


Figure 3 : Exemple des rangées 1 à 4 (R1 à R4) sur un profil droit de tortue verte. (Crédit photo : Émilie Higuero, Kap Natirel, Malendure, 2015)

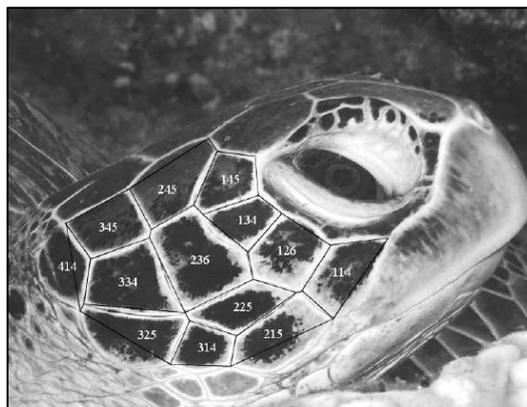


Figure 4 : Encodage du profil droit d'une tortue verte selon la méthode développée par [Jean et al. 2010](#) (d'après [Chassagneux et al. 2013](#))

Une fois la photo encodée, elle est confrontée à la base de données TORSOOI pour voir s'il s'agit d'un individu connu ou non avec les tortues présentant le même nombre d'écailles post-orbitales⁷. Si la méthode est bien appliquée et la photo de qualité, l'individu apparaîtra dans les premières tortues proposées

2. **Elaboration d'un catalogue pour les identifications manuelles**

Parallèlement à la méthode précédente, un catalogue de classement (dossiers explorateurs) pour l'identification photographique manuelle des individus a été mis en place pour lequel une simple comparaison visuelle des clichés est faite. Il est organisé par le nombre d'écailles post-orbitales et par côté de profil. Les dessus de tête et les carapaces sont également référencés.

B. Faisabilité de la méthode

1. Conditions d'observations

a) Sécurité et matériel

Avant d'initier la phase terrain de cette étude, une formation sur les bases de sécurité en apnée a été délivrée par Sophie Jacquin et Bruno Timmermans, deux formateurs en apnée, à Anse Dupuy (Vieux-Fort). Que ce soit des conseils en termes de

⁷ Les tortues seront classées par ordre décroissant de similitude du code avec les tortues vertes de Guadeloupe et de Martinique. Aucune comparaison avec les tortues de La Réunion n'a été faite.

Par défaut, le profil droit a été choisi pour être le côté prioritaire à photographier pour les identifications. Quand cela a été possible, la carapace, le dessus de tête et le profil gauche ont également été relevés par individu.

Avec la camera HD HERO 2 (ou Hero3 Silver Edition ®), deux approches ont été testées. Tout d'abord, il a été privilégié de régler l'angle de vue de cette caméra en mode « NARROW » (angle étroit) pour limiter le champ de vision lors des prises vidéos. Les vidéos ont été enregistrées dans la résolution la plus élevée, soit 1920*1080. Le mode « MEDIUM » (intermédiaire entre le grand angle et l'angle étroit) a été sélectionné lors des essais de prises photos en mode rafale (dix photos par seconde) ou accélérées (une photo toutes les deux secondes).

Avec l'appareil photo numérique équipé d'un caisson étanche, le mode de prise de vue S a été privilégié (mode priorité vitesse) où l'appareil règle automatiquement l'ouverture et pour lequel la vitesse d'obturation a été fixée à 200. Cette vitesse de déclenchement permet de pouvoir figer une scène d'action rapide sans aucun flou. Parallèlement à ce réglage, la prise de vue en série a été privilégiée (mode séquentiel H) pour laquelle 8 images par secondes sont prises tant que le déclencheur est pressé. La taille des images enregistrées est de 4608*3456 et le format JPEG a été privilégié en tant que mode d'enregistrement des images fixes.

b) Prise de données et photo-référencement des clichés

L'ensemble des informations récoltées s'est faite en mer après chaque capture image avant d'être retransmise sur un tableur Excel ® après la session (**Annexe 7**). Le créneau horaire (6h-10h ; 10h-14h ; 14h-16h ; 16h-18h pour couvrir de manière homogène la phase diurne), la date, le lieu⁹ et le nom de l'observateur ont été noté pour chaque observation de tortue. Un « blanc » est pris entre chaque individu photographié pour éviter les mauvais appariements entre profils.

⁹ Les codes lieu sont les suivants : GP1 (Anse-Bertrand – Pointe Allègre) ; GP2 (Pointe Allègre – Vieux Fort) ; GP3 (Vieux Fort – Pointe à Pitre) ; GP4 (Pointe à Pitre – Pointe des Châteaux) ; GP5 (Pointe des Châteaux – Anse Bertrand) ; GP6 (Petite Terre) ; GP7 (Marie-Galante) et GP8 (Les Saintes)

Il a été choisi de catégoriser les tortues suivant trois classes de longueur de carapace estimées¹⁰ (CCL¹¹ : 0-50 cm / CCL : 50-100 cm et CCL : 100-150cm ; **Annexe 8**) pour lesquelles un stade de développement a été associé. Les individus les plus petits (<50cm) seront notés **J** (Juvéniles) alors que les individus les plus grands (> 50cm) seront notés **N** (Sub-adultes et, ou adultes). Est également notée l'activité des individus au moment du premier contact visuel (R, A, D ; **Figure 7**) et leur réaction à l'approche (F : Fuite et I : Ignorance). L'ignorance regroupe deux types de comportement : (1) la tortue ne réagit pas du tout à l'approche et n'interrompt pas son activité ; (2) la tortue se déplace lentement à l'approche et se repose à proximité de l'observateur en reprenant son activité de départ moins d'une minute après l'approche. La fuite est caractérisée, quant à elle, par un déplacement à cadence rapide de la tortue du champ visuel de l'observateur à son approche. Le substrat de couverture a également été pris tout comme le nombre de rémoras, la présence ou non de bague et les caractéristiques particulières propres à l'individu (carapace, écaille manquante, cicatrice, amputation ...). Enfin, la présence de fibropapillomatose (maladie qui engendre le développement de grosseurs cutanées, oculaires et, ou internes, **Annexe 9**) a été relevée (FP+, FP- ou FP ? quand un doute subsiste sur l'existence de symptômes externes de la maladie).

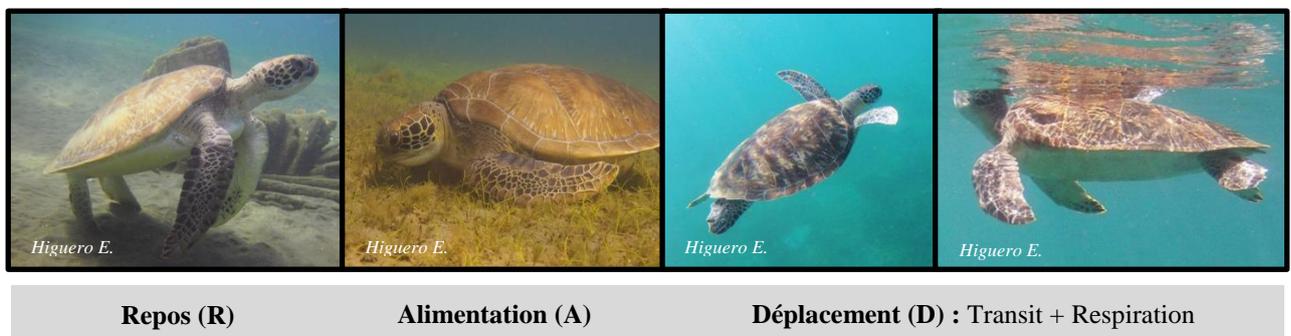


Figure 7 : Illustration des catégories de comportement à noter au moment du contact visuel (CV)

Les noms de photos doivent être uniques. Dans ce but, un référencement spécifique est prévu. La référence comprend des lettres (en majuscules) et des chiffres et se termine par un tiret suivi d'une lettre accompagné d'un chiffre. Les lettres indiquent l'espèce (CM, EI, CC, LO), le site (GP1 à GP6), le sexe (J, N) et le profil (D, G) tandis que les chiffres indiquent la date d'observation (aammjj) et le numéro

¹⁰ Cette estimation s'est toujours faite par l'observateur au moment de la prise photo sous l'eau et non depuis la surface. Elle permet de tenir compte de manière réaliste des possibilités d'estimation à distance dans l'eau

¹¹ Les trois classes de CCL choisies tiennent compte des différentes catégories utilisées dans les signalements d'échouages et de tortues en difficultés du RTMG

d'identité de la tortue. (**Exemple** : CMGP2N150129-D1 dans ce cas : le profil droit d'une tortue verte, de sexe inconnu, a été photographié dans la zone GP2 le 29 janvier 2015. Son nom de tortue sera gpcm1 et toutes les photos représentant cet individu se termineront par 1. Le dernier numéro est donc propre à chaque tortue photo-référencée).

c) Approche

Après avoir testé différentes possibilités, l'approche employée dans la plupart des cas a été celle faite sur les individus en alimentation dont voici les différentes étapes : (1) la tortue est repérée, (2) l'animal lève la tête et interrompt ou non son activité d'alimentation, l'observateur principal et son binôme restent immobiles, (3) l'observateur principal se place au-dessus de l'animal lorsque ce dernier a repris son activité tandis que son binôme reste en retrait, (4) Après son inspiration, l'observateur descend et se place en priorité sur la droite de l'animal pour la prise de photo, (5) si la tortue se déplace, l'observateur nagera à ses côtés en privilégiant des mouvements lents et en restant à bonne distance de l'animal (2-3 mètres), (6) une fois la prise photo terminée, l'observateur remonte en surface pour la prise de notes. En temps normal, les apnées successives ont été évitées pour les individus ayant fui à l'approche. Pour les autres, une deuxième approche a pu être testée suite à la première pour compléter les deux profils, nécessaires à l'identification complète de l'animal. Quelques essais d'approche à deux observateurs ont également été tentés sur 4 sessions où deux appareils à caisson ont été prévus pour une prise simultanée des deux profils en une seule apnée.

Dans tous les cas, aucune approche n'a été faite pour les animaux déjà en interaction avec du public.

d) Réseau de collaborateurs et photos d'archives

Afin d'étudier la fidélité des tortues photo-référencées dans le temps, plusieurs acteurs du RTMG ont été sollicités sur des sites cibles dans le but de récolter leurs photos. Le lieu, la date et le nom de l'auteur sont les données minimales requises pour que leur traitement soit possible. Les clichés envoyés directement au RTMG ont également été triés ainsi que les archives de l'ONCFS et de Kap Natirel déjà riches de nombreux clichés exploitables.

2. Application de la méthode à l'échelle locale d'un site

a) Localisation de la zone d'étude

Le site choisi pour le test de l'application de la méthode de photo-identification a été celui de la baie de Malendure, en côte Sous le Vent. Il a été identifié, de même que celui des Ilets de Petite-Terre, comme une « zone de concentration » (« *hot spot* ») à tortues vertes (**Sophie Bédel. com pers. 2015**) où il est facile d'y observer de jeunes individus en alimentation notamment dans des zones de faible profondeur (**Delcroix 2013**). De par leur forte présence sur ce site, il existe aujourd'hui une importante demande de la part des professionnels du tourisme pour le développement d'activités de loisirs basée sur ces animaux (**Lallemand, com. pers. 2015**). C'est une baie qui abrite différentes espèces de phanérogames marines (**Annexe 10**) dont une grande proportion en *Halophila stipulacea* (*Forsskal, 1775*) au niveau de la zone d'étude (**Beaufort, Sebe 2014**). A ce jour, cette espèce exogène envahissante (**Willette, Ambrose 2012 ; Willette et al. 2014**) n'est pas reconnue pour faire partie de l'alimentation des tortues vertes.

(1) Choix de l'échelle spatiale

Avant de commencer la phase de terrain, la question du choix de la délimitation de la zone d'étude s'est imposée. En partant des observations faites par **Delcroix (2013)** et des résultats obtenus lors des suivis télémétriques dans le cadre du projet SEATAG, les tortues vertes semblent exploiter majoritairement les herbiers présents à l'intérieur de la baie en journée (**Figure 8**). Il a donc été choisi de quadriller cette zone grâce à la

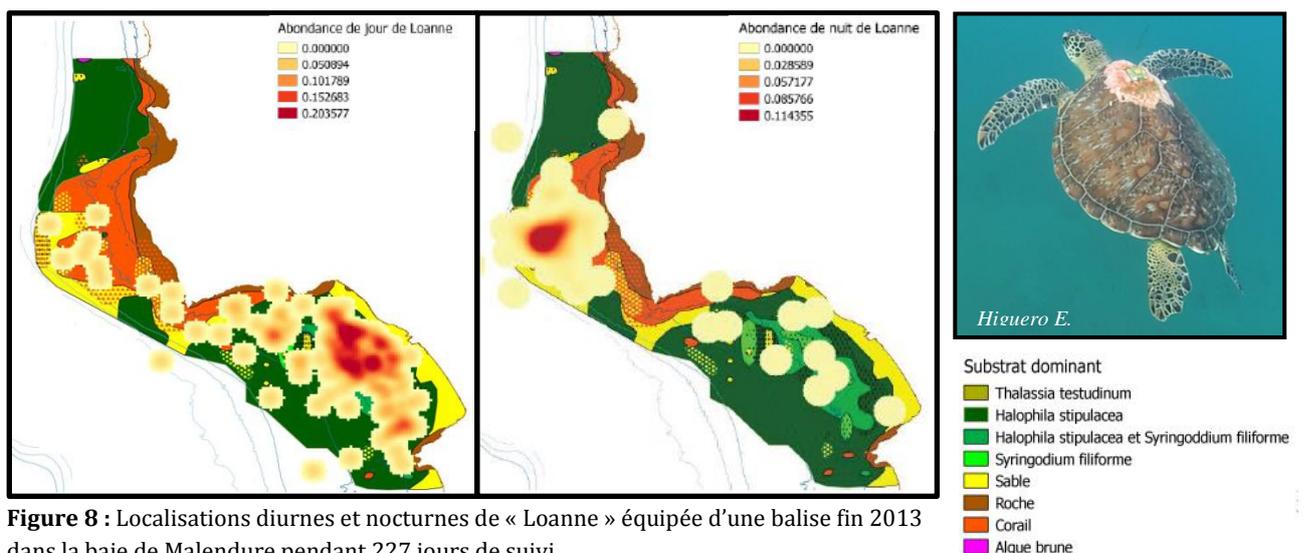


Figure 8 : Localisations diurnes et nocturnes de « Loanne » équipée d'une balise fin 2013 dans la baie de Malendure pendant 227 jours de suivi
(Réalisation : Maxime Sebe, d'après Beaufort, Sebe 2014)

présence de repères terrestres¹² (**Figure 9**). L'aire d'étude s'étend sur une superficie de 0.23km². Pour des raisons de sécurité, l'accès aux zones 6A, 6B, 6C et 6D (zone grisée sur la carte) a été restreint au vu des premières sessions par rapport aux passages réguliers des bateaux au niveau du ponton, présent à l'intersection 5-6. Dans un premier temps, la stratégie d'échantillonnage adoptée a consisté à suivre un trajet aléatoire à chaque session à travers les différents carrés dans le but d'élaborer le catalogue des individus rencontrés et d'avoir une représentation de l'exploitation de la baie par les tortues. La multiplication des trajets assure la représentativité des résultats et le caractère aléatoire de ces derniers assure la neutralité par rapport à la zone.

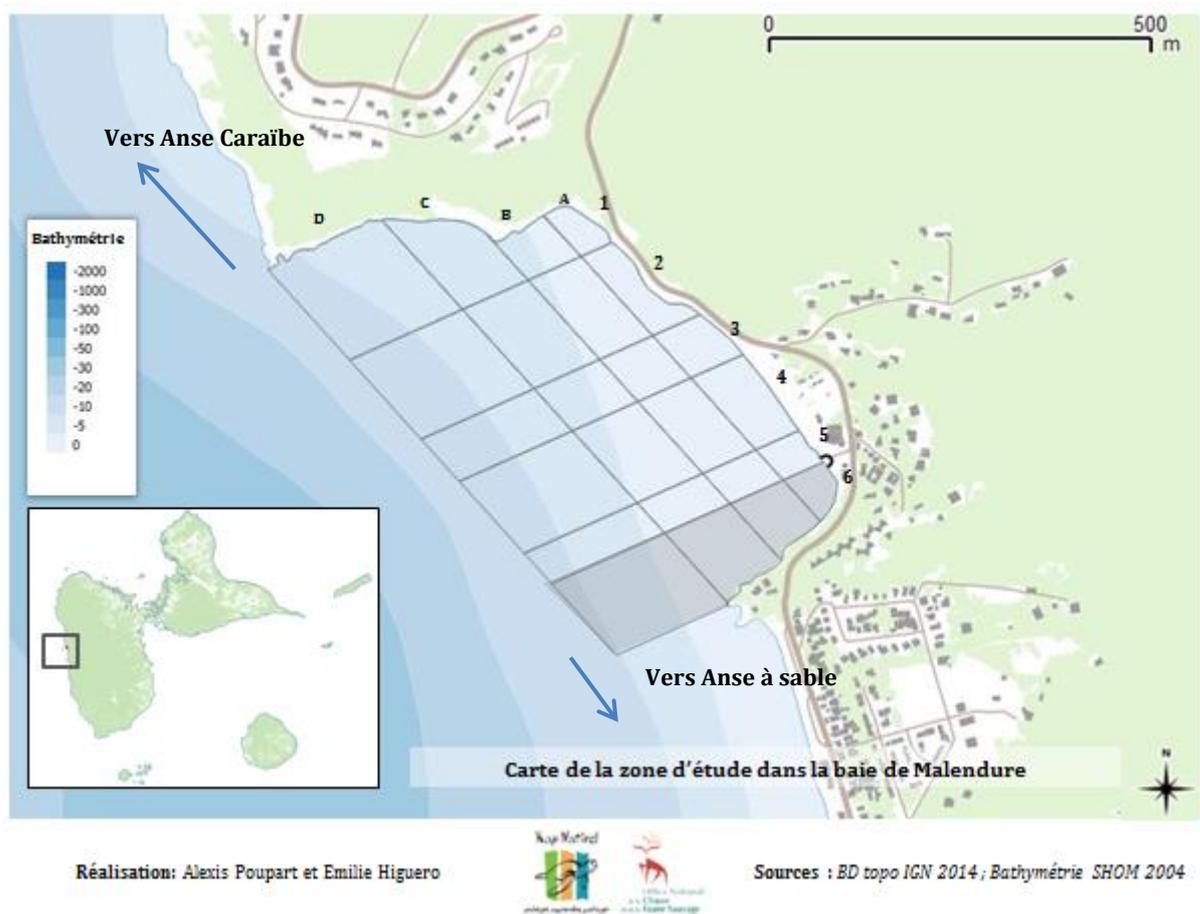


Figure 9 : Zone d'étude principale

Dans un second temps, afin de tester l'hypothèse choisie selon laquelle l'échelle de la baie est correcte en termes d'unité écologique exploitée par l'ensemble des individus reconnus dans la baie, il a été choisi d'élargir la zone d'étude aux zones annexes (le long du trait de côte entre Anse Caraïbe et Anse à Sable où l'utilisation d'un

¹² Ce choix implique que les surfaces des différents carrés ne sont pas équivalentes. Ils présentent l'avantage d'être identiques d'une session à l'autre

GPS semi étanche eTrex ® H de Garmin ® a permis de prendre les localisations des tortues). Lors de cette deuxième phase de terrain, des sessions ont également eu lieu dans la baie avec le GPS pour lesquelles le trajet et les positions de tortues « *capturées* » photographiquement ont été prises. Les points de départ, d'arrivée et de virages ont été notés lors des déplacements dans le but de pouvoir ramener l'effort de terrain à une unité spatiale et à un temps de prospection.

C. Estimation de l'effectif des tortues vertes par CMR

La technique dite de « Capture-Marquage-Recapture » est un outil largement utilisé pour les estimations d'effectifs d'animaux sauvages (**Mcmahon, Bradshaw & Hays 2007**). L'utilisation de la configuration des écailles des profils de tête des tortues, qui est inhérente à chaque individu, offre ici une alternative aux marqueurs traditionnels et permet d'éviter la capture des animaux. Il est possible de parler de « *capture-photographique* ». Ainsi, il a été possible de déterminer les « *histoires de capture* » de tous les individus dans la baie depuis fin janvier 2015 en partant du principe que tous les individus ne seront pas détectés à chaque sortie sur le terrain (**Annexe 11**). C'est cette matrice qui servira pour l'estimation de l'effectif des tortues vertes inféodées à la baie de Malendure. Différents modèles CMR impliquent une échelle temporelle variable où plusieurs itérations sont réalisées contrairement au *modèle de Lincoln-Peterson* qui ne comporte que deux sessions d'échantillonnage sur un laps de temps très restreint. Le modèle privilégié ici est celui où la probabilité de détection est considérée comme étant hétérogène entre les individus (plasticité comportementale) et entre les séances de capture (temps, visibilité...) (**modèle M(th)**). Ce choix découle aussi du fait que cette zone est soumise à des perturbations journalières (tourisme) qui peuvent affecter le taux de capture des tortues dans le temps.

D. Traitement des données

Le lien entre les variables qualitatives a été testé avec un test du Khi2 pour un seuil fixé à 5% (fonction *chisq.test* de R). En complément, des ACM ont été menées sur R avec le package « FactoMineR » dans le but de visualiser les liaisons pouvant exister entre les variables considérées (**Husson, Josse & Lê 2008**). La fonction *normalmixEM* du package « Mixtools » a été utilisée suite à l'emploi du test de normalité de Shapiro Wilk sur la distribution du nombre de vues par tortue entre les sessions.

Un test de population fermée a été conduit grâce au logiciel libre CloseTest¹³ développé par Stanley & Burnham (**Stanley, Burnham 1999**). Pour les estimations d'effectifs, des modèles log-linéaires ont été appliqués en considérant la taille et la composition de la population comme étant constante pour le laps de temps de cette étude. Ces estimations se sont faites sous R avec la fonction *close.dp* du package « Rcapture » développé par **Baillargeon & Rivest (2007)**. Dans l'application de cette méthode, il a été nécessaire de mutualiser ensemble certaines sessions de capture avec la fonction *periodhist*.

Enfin, le système d'information géographique Qgis ® (version 2.8) a été utilisé pour la réalisation des cartes.

III. Résultats

A. Bilan des campagnes

Au total, 65 sessions de terrain ont été menées depuis fin janvier dont 19,4 h en février, 26,5 h en mars, 32,8 h en avril et 3h en mai (**Figure 10 ; Tableau 1**). Au total, 48,2 h de terrain ont été consacrées à la zone d'étude principale¹⁴.

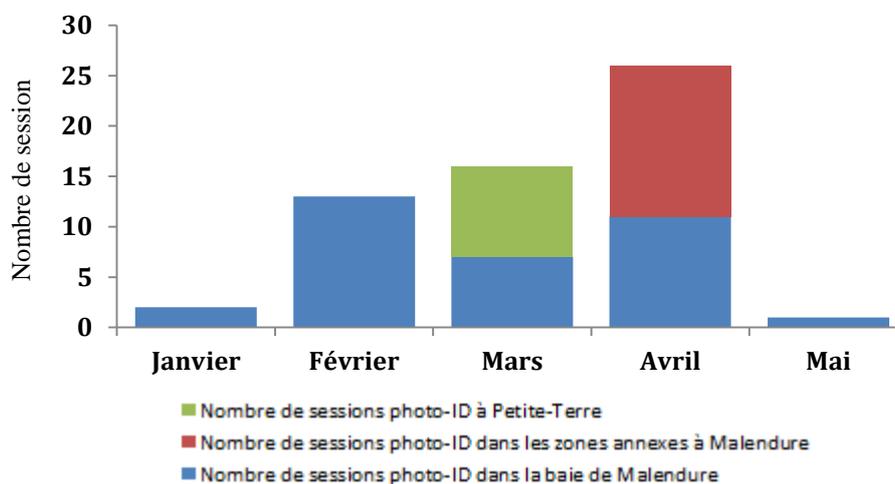


Figure 10 : Répartition du nombre de sessions photo-ID par site et par mois

Les sessions de Petite-terre ont servi à vérifier que la technique fonctionnait sur un autre site grâce à la participation de 5 bénévoles et à initier un catalogue qui sera

¹³ A télécharger ici : <https://www.fort.usgs.gov/products/23746>

¹⁴ Sans compter le mois de janvier pour lequel la donnée temps n'a pas été relevée en phase test du protocole

complété fin 2015. A Malendure (et ses zones annexes), la totalité des sessions a été faite en semaine où 14 bénévoles du RTMG (**Annexe 12**) se sont mobilisés et relayés pour participer au terrain après avoir été formés. 2 apnéistes (A.C. Dolivet (*Kap Natirel*) et A. Poupart (*ONCFS*)) sont également intervenus dans la capture des images lorsque les conditions de profondeur étaient trop importantes pour l'observateur principal (au niveau de la zone D). Fin janvier, la phase test du protocole a permis de calibrer l'approche de l'observateur aux tortues et la mise au point des réglages de la caméra.

Sur les 373 observations de tortues avec captures photographiques faites à Malendure pendant cette étude, 52 n'ont pu aboutir à une identification individuelle¹⁵. Sur les 321 observations restantes, 82 individus ont pu être différenciés (**Tableau 1**). Concernant les zones annexes, 27 observations de tortues à écailles ont permis d'identifier 4 tortues vertes (trois de la baie et une nouvelle) et 4 tortues imbriquées. Les 19 restantes n'ont pu être identifiées pour les mêmes raisons que précédemment. A Petite-Terre, 42 observations ont permis de recenser 15 tortues vertes différentes.

En comptant un temps minimum de 20 minutes par photo (tri, recadrage, catalogue et logiciel), plus de 130h ont été nécessaires pour traiter l'ensemble des 388 clichés qui composent aujourd'hui la base de données. Au total, 1400 clichés ont été pris avec l'appareil photo numérique à caisson en 7 sessions contre 862 vidéos et photos pour la caméra en 28 sessions (« blancs » inclus) tous sites confondus.

Tableau 1 : Bilan du terrain réalisé pour la photo-identification dans les différents sites entre fin janvier et début mai

	Malendure	Zones annexes	Petite-Terre	Total
Nombre de sessions	35	15 ¹⁶	15	65
Nombre d'heures passées en mer	48.2	15.5	18	81.7
Nombre de tortues vertes identifiées	82	4 ¹⁷	15	98
Nombre de tortues imbriquées identifiées	0	4	0	4

¹⁵ Fuite n'ayant pas permis une prise image ou qualité d'image insuffisante

¹⁶ Le nombre de session a été limité dans les zones annexes à cause des mauvaises conditions météorologiques et de l'arrivée des sargasses courant avril 2015

¹⁷ Parmi ces 4 identifications, 3 individus ont été photo référencés au niveau de la zone d'étude de la baie de Malendure. Dans le graphique 12, elles ne seront donc pas comptabilisées deux fois

Sur les 98 tortues vertes photo-référencées tous sites confondus, 61 ont les deux profils associés contre 37 qui n'ont que le profil droit (**Figure 11**). Pour le site de Malendure, 24 carapaces et 15 dessus de tête viennent compléter les fiches d'identité des tortues (**Annexe 13**) présentes dans la zone où les numéros de bague sont précisés lorsqu'ils sont connus.

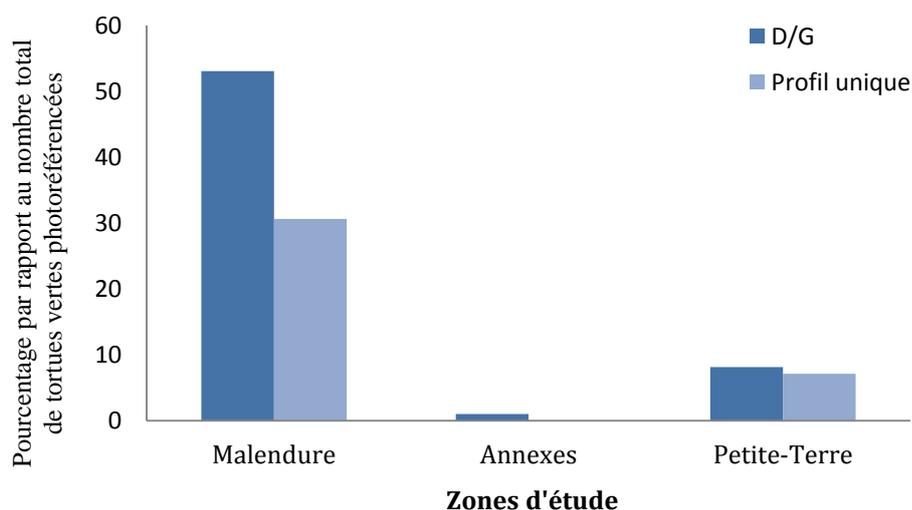


Figure 11 : Représentation du pourcentage total des tortues photo-référencées sur les trois zones de prospection présentant une identification complète (profils D+G) ou partielle

B. Comparaison des deux outils dans la baie

Au total, 11,3h ont été consacrées à l'usage de l'appareil à caisson contre 36,9h pour la caméra¹⁸. 137 photos exploitables ont été prises pour le caisson en 7 sessions contre 250 photos avec identification possible pour la caméra en 28 sessions (**Figure 12**). Le traitement des clichés met en avant le fait que la qualité de la représentation des individus ne sera pas équivalente selon le matériel utilisé.

Les réactions à l'approche en fonction de l'appareillage utilisé sont présentées dans la **Figure 13**. Les résultats des tests du Khi2 montrent que les individus de la classe de taille 0-50(cm) n'auront pas la même réaction à l'approche en fonction de l'outil utilisé contrairement aux autres ($X\text{-squared} = 4.804$, $df = 1$, $p\text{-value} = 0.02839$). Dans ce cas, l'hypothèse d'indépendance H_0 qui suggère qu'il n'y a pas de lien entre les variables qualitatives testées doit être rejetée.

¹⁸ L'effort de chaque outil est différent dans cette étude car l'appareil photo numérique à caisson n'a été livré que dans la deuxième quinzaine d'avril

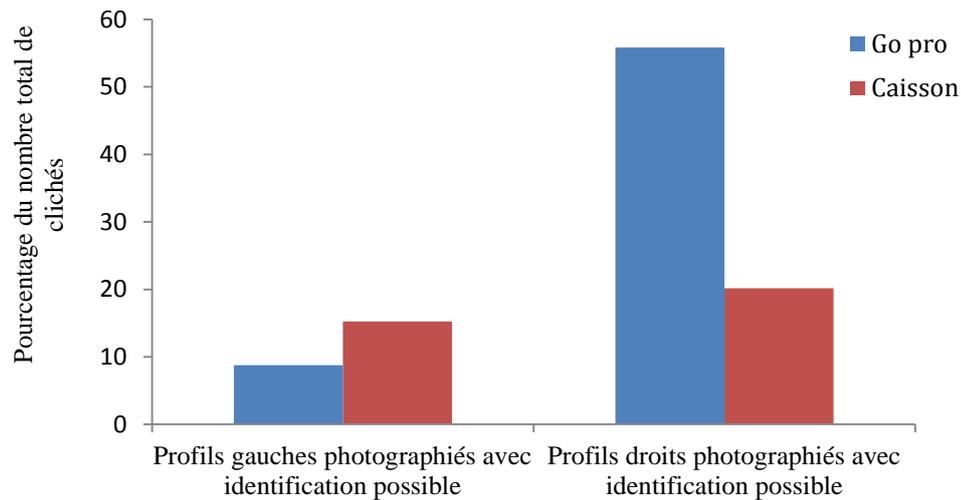


Figure 12 : Proportion des clichés exploitables pris avec les deux outils (28 sessions pour la caméra contre 7 sessions pour l'appareil photo numérique à caisson)

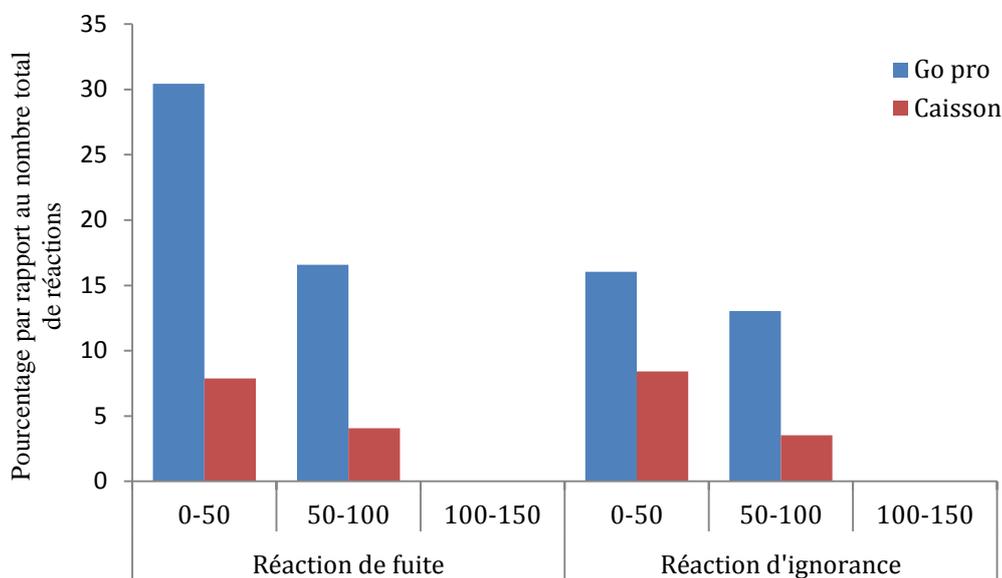


Figure 13 : Proportion des réactions des tortues vertes par classe de taille (cm) à l'approche pour les deux outils testés pour un même observateur

C. Observations globales à l'échelle de la baie de Malendure

1. Observations générales à l'échelle de la baie (voir Figure 9)

a) Activités et réactions à l'approche

Sur les 373 observations de tortues faites dans la baie de Malendure, 310 étaient en alimentation (A) contre 42 en déplacement (D) et 18 au repos (R)¹⁹ (**Figure 14**). L'ACM présentée en figure 14 confirme le fait que les activités sont étroitement liées à un type de substrat (alimentation/herbiers, repos/sable, déplacement/herbiers, récifs

¹⁹ 3 observations de tortues n'ont pas été renseignées concernant l'activité au premier contact visuel

et sable). Par ailleurs, la totalité des observations d'individus en déplacement dans les récifs a concerné les individus de la classe de taille (0-50cm). Enfin, comme la majorité des observations s'est faite le matin, l'effet « créneau horaire n'a pas été testé sur l'activité au contact visuel).

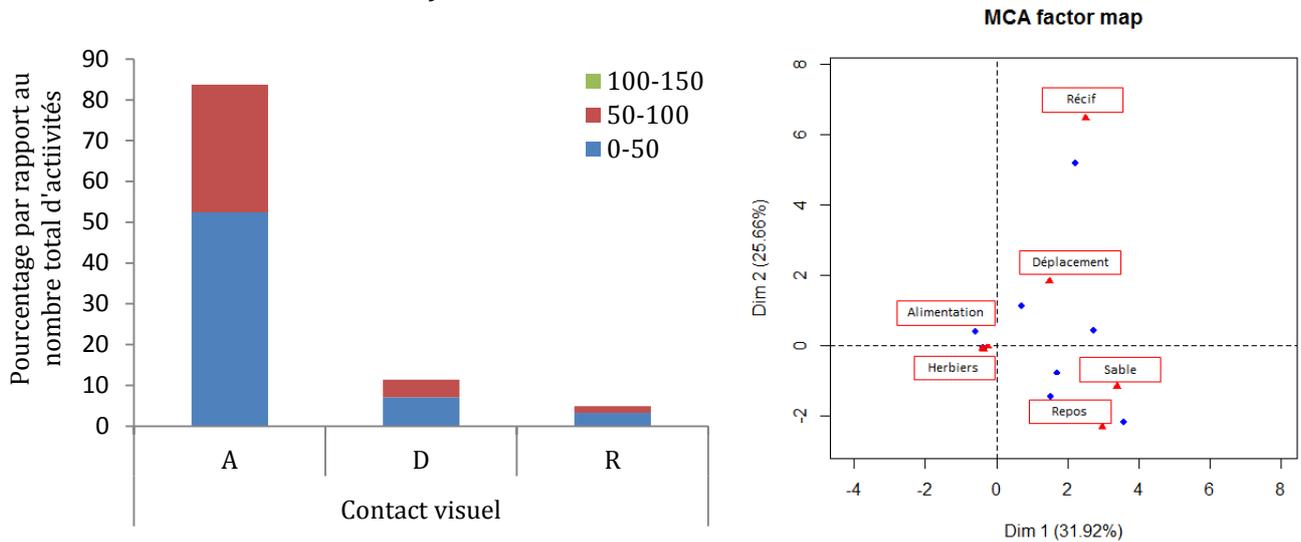


Figure 14 : Répartition des activités des tortues vertes approchées au moment du premier contact visuel

La réaction à l'approche en fonction de la classe de taille et de l'activité des individus est présentée en **Figure 15**. Les résultats des tests suggèrent qu'il n'y a pas de lien entre la réaction et les classes de taille pour les tortues en alimentation et en déplacement (respectivement $X\text{-squared} = 0.8573$, $df = 1$, $p\text{-value} = 0.3545$ et $X\text{-squared} = 0.4392$, $df = 1$, $p\text{-value} = 0.5075$). Bien que la fuite semble être privilégiée à l'approche des individus de la classe 0-50(cm) au repos, le peu d'observations n'a pas permis de le tester statistiquement.

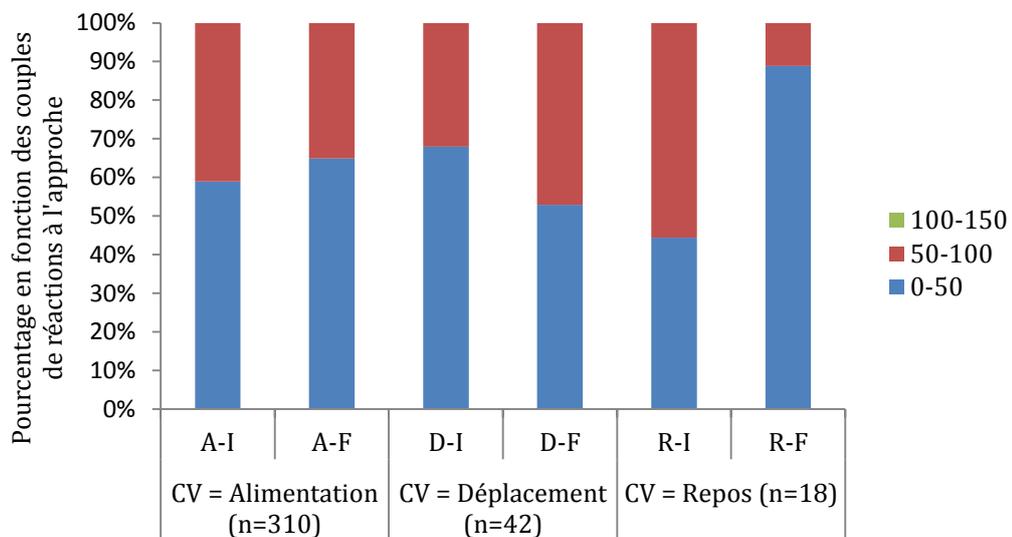


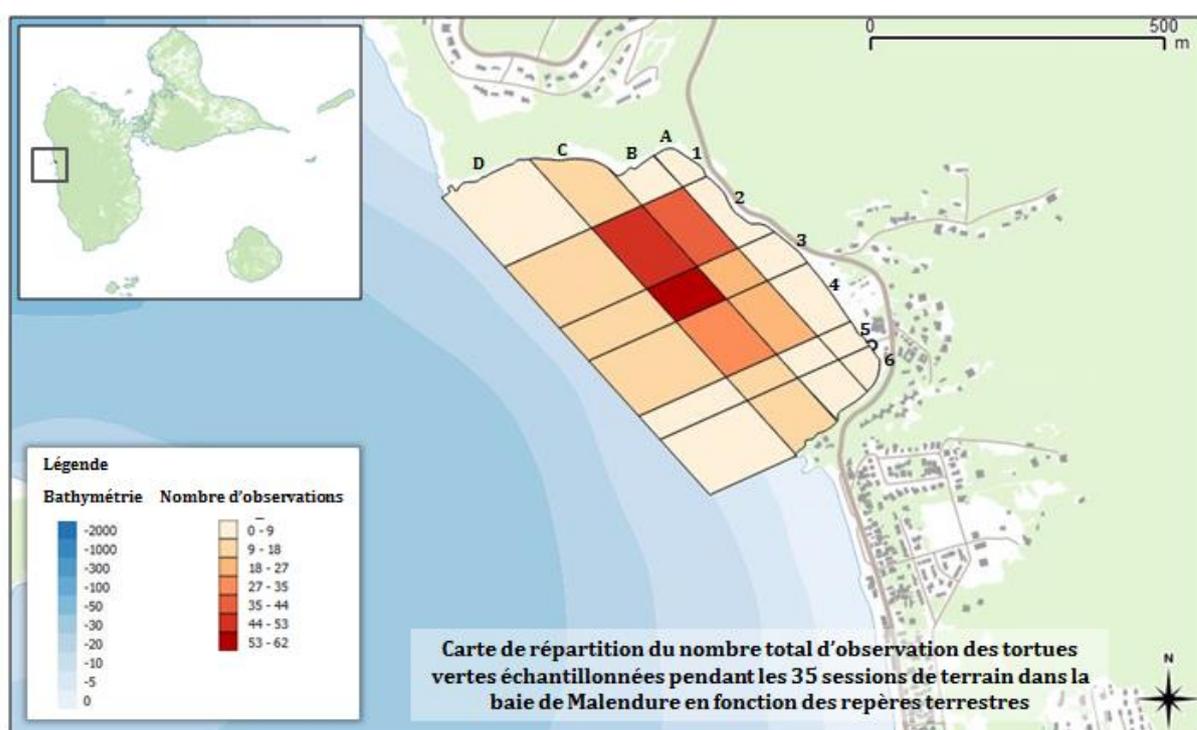
Figure 15 : Réactions des tortues observées en fonction de leur activité et de leur taille

b) Classe de taille

Seulement, deux des trois classes de taille d'individus (0-50, 50-100) ont été observées tout au long des sessions avec une prédominance d'individus de petite taille (47 individus de la classe 0-50 contre 35 individus de la classe 50-100) et une absence d'adulte (100-150).

c) Utilisation de l'habitat

173 observations de tortues ont été faites dans la tranche horaire 6h-10h (21,6h de terrain), 182 observations dans la tranche 10h-14h (24,6h de terrain), 18 dans la tranche horaire 14h-16h (2h de terrain) et 0 après 16h. La carte de répartition de ces observations est présentée en **Figure 16** pour toutes les tranches horaires confondues.



Réalisation: Alexis Poupart et Emilie Higuero



Sources : BD topo IGN 2014 ; Bathymétrie SHOM 2004

Figure 16 : Carte de répartition de la totalité des observations de tortues faites au cours des 35 sessions de terrain dans la zone d'étude principale

Lorsque les phases terrains en zone annexe ont commencé avec le GPS au mois d'avril, 12 sessions ont été faites dans la baie en plus des 15 hors zone d'étude principale. Il a été envisagé de pouvoir faire une estimation d'abondance de cette population en utilisant l'effort par rapport au temps de prospection et au trajet effectué. Cependant, l'usage du GPS a montré quelques limites et c'est la raison pour laquelle il a

été choisi de ne présenter les résultats qu'en annexe (**Annexe 14**). En effet, il semblerait que des erreurs ont été commises soit au moment de la retranscription des données ou de la prise de notes.

2. Données d'archives

Six collaborateurs ainsi que les bases de données de Kap Natirel et de l'ONCFS ont permis de récolter un grand nombre de photos d'archives de tortues vertes (161 clichés) et imbriquées (241 clichés) sur différents sites. En 11 h de traitement, 31 tortues vertes différentes ont pu être photo-référencées sur les 54 matchs avec la base de données et grâce au catalogue (**Annexe 15**). Le **tableau 2** montre le détail des individus reconnus ou non sur le site de Malendure des archives des six collaborateurs du RTMG (hors bases de données de Kap Natirel et l'ONCFS détaillées en annexe). Des photos de nouveaux individus potentiels (d'archives ou non) n'ont cependant pu être cataloguées du fait de l'incertitude de leur identification par la méthode testée dans ce présent rapport et par l'œil humain (catalogue).

Tableau 2 : Récapitulatif des observations en baie de Malendure pour les photos d'archives des six collaborateurs du RTMG (en gris, les tortues vues qu'une seule fois pendant les 35 sessions de terrain)

Tortue	Date	Auteur	Nombre de vues dans la baie (2015)	Tortue	Date	Auteur	Profil(s)		
Revues en 2015	gpcm22	juin-14	Claire Jeuffroy	7	Non revues en 2015	gpcm41	nov-11	Alex Zéni	PG
	gpcm29	nov-11	Alex Zéni	7		gpcm105	sept-13	Alex Zéni	PD
		mars-12	Alex Zéni						
		avr-12	Océane Beaufort						
		avr-14	Pierre Cahanier						
	gpcm40	avr-14	Pierre Cahanier	5		gpcm106	oct-09	Alex Zéni	PD+PG
	gpcm45	avr-13	Alex Zéni	6		gpcm107	mars-12	Alex Zéni	PG
		avr-14	Pierre Cahanier						
		juin-14	Claire Jeuffroy						
	gpcm54	janv-13	Antoine Maestracci	1		gpcm108	avr-13	Alex Zéni	PD
		juin-14	Claire Jeuffroy						
	gpcm55	avr-13	Alex Zéni	4		gpcm109	avr-13	Alex Zéni	PG
		juin-14	Claire Jeuffroy						
	gpcm62	nov-11	Alex Zéni	9		gpcm110	févr-12	Antoine Maestracci	PD+PG
	gpcm83	mars-12	Antoine Maestracci	3					
gpcm94	avr-13	Alex Zéni	1	gpcm111	janv-13	Antoine Maestracci	PG		
	juin-14	Claire Jeuffroy							
gpcm97	juin-14	Claire Jeuffroy	2	gpcm112	mars-12	Antoine Maestracci	PG		
gpcm100	avr-13	Antoine Maestracci	1						

3. Données connexes

Cette nouvelle approche a permis d'avoir une évaluation quantitative minimum des tortues marines infectées par la fibropapillomatose dans la baie investiguée grâce aux observations macroscopiques de lésions externes (oculaires et, ou cutanées) (**Figure 17**). Sur les 82 tortues vertes recensées, 21 présentent des signes extérieurs de la maladie contre 56 non atteintes. A cela se rajoutent 5 individus pour lesquels une suspicion demeure. Sur les 47 individus appartenant à la classe de taille 0-50, 28 semblent être sains contre 28 pour les 35 tortues vertes de la classe 50-100. Il a été également possible de voir l'évolution (positive et, ou négative) des symptômes au niveau individuel de certaines tortues notamment grâce aux photos d'archives récupérées (**Figure 18**).

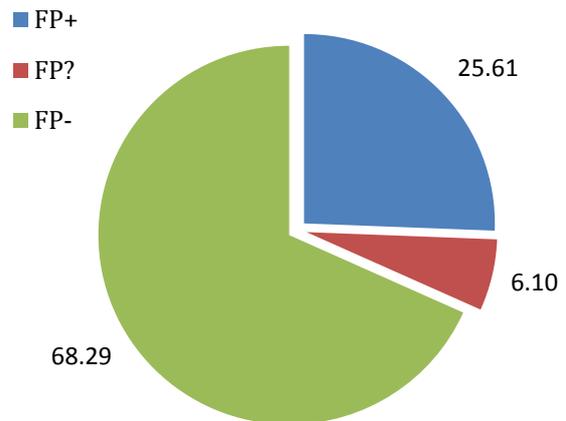


Figure 17 : Proportion des individus présentant des signes extérieurs de fibropapillomatose dans la baie de Malendure

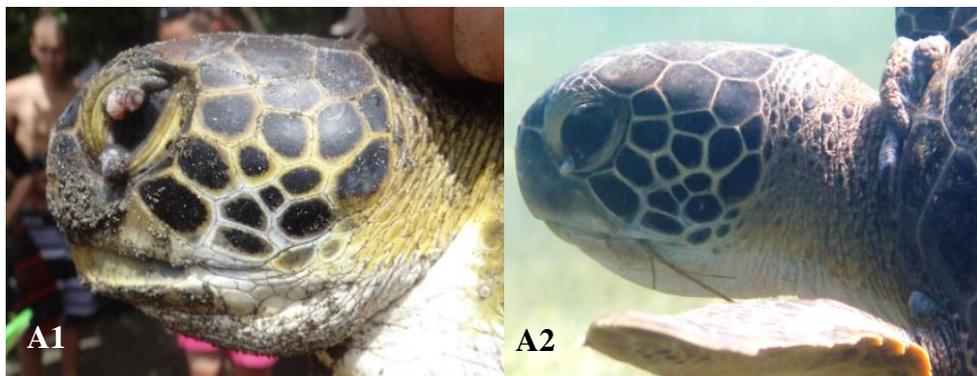


Figure 18 : Evolution de la fibropapillomatose sur un individu de la baie de Malendure : régression des grosseurs oculaires mais développement des grosseurs au niveau des tissus mous

A1 : Tortue gpcm3 en octobre 2013 ; *Crédit photo* : ONCFS

A2 : Tortue gpcm3 en janvier 2015 ; *Crédit photo* : Océane Beaufort

4. Estimation de l'effectif

a) Test de population fermée

D'après le test fait avec logiciel CloseTest développé par Stanley & Burnham (1999), il apparait que la population considérée dans cette étude est fermée pour l'échelle temporelle choisie.

```
Stanley & Burnham Closure Test (Low p-values suggest population not closed):  
Chi-square statistic= 51.63930  
df= 49.  
p-value= 0.37105
```

b) Modèle exponentiel pour population fermée

En regardant le graphique de l'évolution du nombre de tortues connues en fonction du numéro de session, il apparait que la courbe tend vers une limite asymptotique (**Figure 19**). Il a été décidé de déterminer l'estimation de cette limite (N_{max}) en utilisant un modèle exponentiel valable pour une population fermée (**Figure 20**). Le modèle appliqué ici est le suivant :

$$N(t) = N_{max} (1 - e^{-pt})$$

avec : p la probabilité de voir un individu quelconque ; N_{max} le nombre d'individus détectable et $N(t)$ le nombre d'individus détectés au temps t

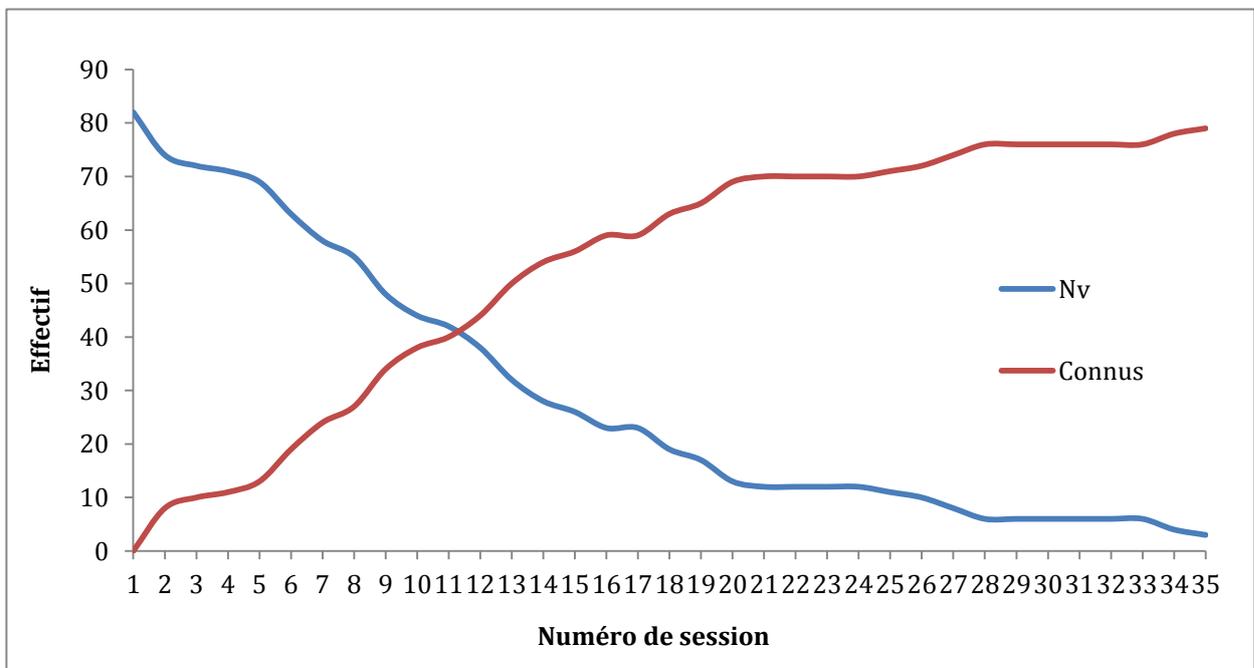
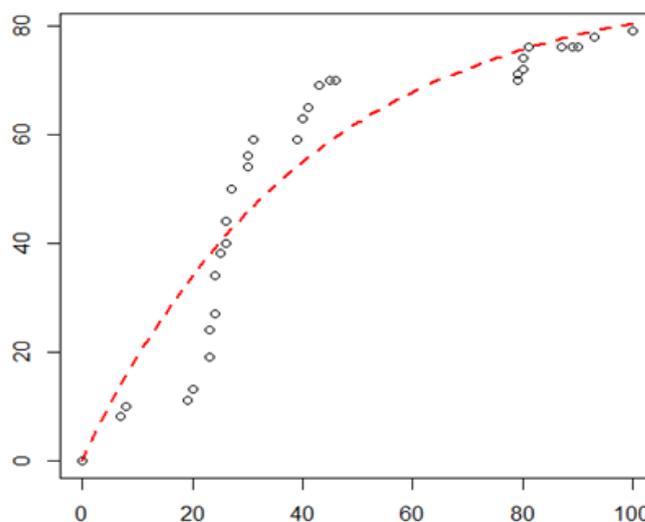


Figure 19 : Evolution du nombre d'individus connus et nouveaux par session de terrain dans la baie de Malendure

Dans ce modèle, la probabilité p est considérée constante entre les occasions de capture. Cette première approche ne permet donc pas d'introduire la notion d'hétérogénéité dans le temps et entre individus.



L'estimation de N_{\max} est de $88 \pm 6,2$ soit entre 81,8 et 94,2 individus.

Figure 20 : Illustration du modèle exponentiel utilisé dans l'estimation de N_{\max} sur le graphique de l'évolution du nombre d'individus connus en fonction du temps à Malendure

c) Analyse avec Rcapture pour population fermée

Douze modèles ont été testés avec le logiciel R et le package Rcapture : **M0** (modèle de détection homogène), **Mh** (modèles de détection hétérogène suivant des lois de distribution de Chao, Poisson, Gamma ou Darroch), **Mt** (modèle hétérogène en fonction du temps), **Mb** (modèle où la probabilité de capture varie après la première capture (« effet du piège ») et les modèles **Mth** (modèles de détection hétérogène suivant des lois de distribution de Chao, Poisson, Gamma ou Darroch en fonction du temps et entre individus) et **Mbh**. L'estimation retenue est celle du modèle M(th) Chao (LB) qui présente l'AIC le plus faible.

L'estimation de la taille de la population varie entre 81,6 et 87,2 individus ($84,8 \pm 2,8$).

d) Individus de la baie

En regardant le graphique du nombre de vues par individu en fonction du temps, deux tendances peuvent être observées : (1) il y a une certaine proportion d'individus qui ont été régulièrement vus tout au long de la période de terrain, (2) d'autre individus ont été vus quelque fois sur un laps de temps plus court (**Figure 21**). Afin de tester s'il existe vraiment deux catégories d'individus dans la population (temporaires et résidents ?), une analyse avec R a été conduite. Dans un premier temps, l'absence de

normalité de la distribution a été testée avec un test de Shapiro-Wilk ($W = 0.9267$, $p\text{-value} = 0.0001651$). Dans un second temps, la fonction *normalmixEM* de R a mis en évidence deux distributions normales centrées respectivement sur 8.53 et 28.05 après 18 itérations (**Figure 22**). L'hypothèse soulevée par l'analyse du graphique 21 est donc vérifiée.

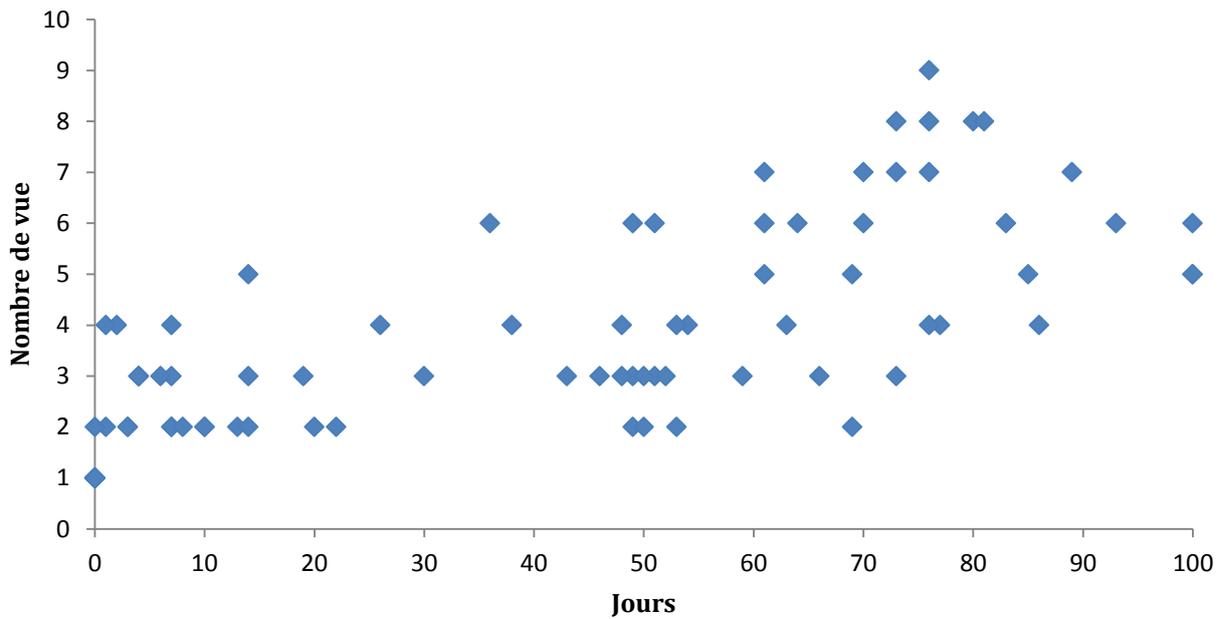


Figure 21 : Nombre de vues par individu en fonction du temps

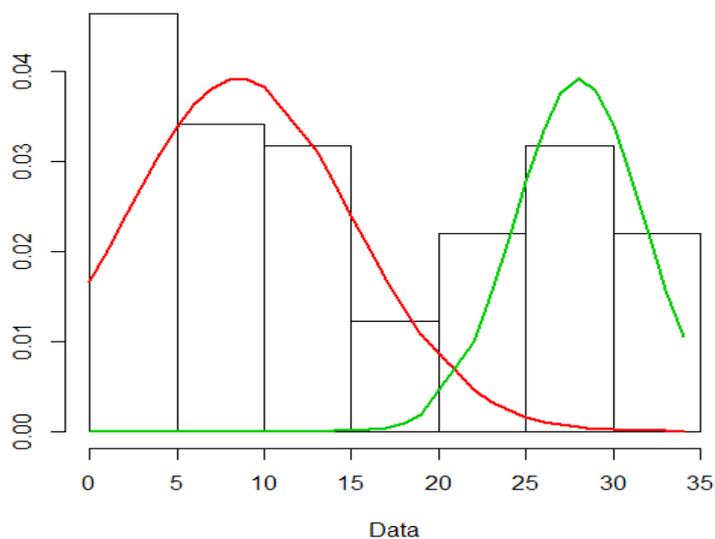


Figure 22 : Application de la fonction *normalmixEM*

IV. Discussion :

A. Faisabilité et application de la méthode : bilan et préconisations

La méthode de Kélonia est une méthode semi-assistée par ordinateur qui nécessite la validation de l'homme dans l'identification des individus contrairement aux systèmes automatiques de reconnaissance d'images qui sont encore à leurs balbutiements pour un grand nombre d'espèces (**Lloyd, Maldonado & Stafford 2012**). Le logiciel présente l'avantage d'établir une comparaison simultanée de plusieurs individus en fonction de leur similarité au niveau de leurs profils. Cet avantage ne se retrouve pas avec le catalogue où une comparaison des clichés un à un est nécessaire même s'ils sont classés par le nombre d'écailles post-orbitales et par profils. Il en résulte que le temps passé à la comparaison des clichés pour l'identification des individus est allégé avec le logiciel.

L'une des principales lacunes des méthodes de photo-ID est qu'il puisse y avoir des erreurs d'identification qui engendre des biais dans l'estimation des effectifs par CMR. Dans le cas du protocole utilisé ici, de la variabilité peut être introduite au moment du choix du nombre d'écailles post-orbitales, dans la délimitation du profil et dans l'encodage. La qualité des photos, qui est susceptible de varier en fonction des variables environnementales (météo, profondeur, turbidité...), est donc un critère déterminant dans l'application de ce type de méthode (**Chesser 2012**). (**Figure 23**).

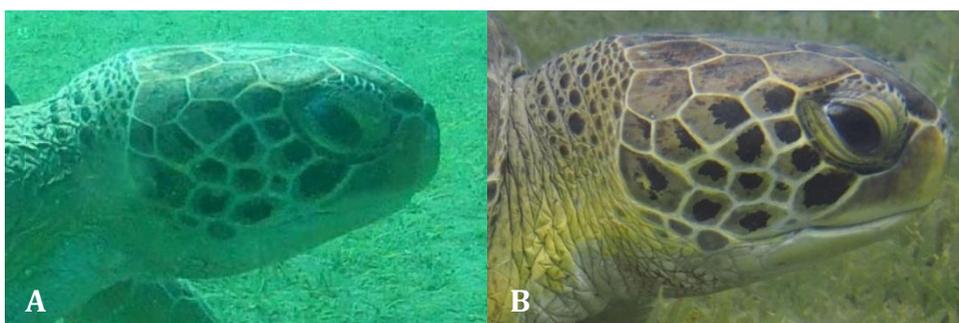


Figure 23 : Différence de qualité d'image entre les deux méthodes de prise de vue pour le même individu (A) : GoPro ; (B) : Caisson (Crédit photos : Higuero Emilie, Malendure, 2015)

Ainsi, certains profils n'ont pu être codés entièrement au risque d'engendrer un code trop éloigné de la « vérité » qui pourrait conduire à une mauvaise identification de la tortue²⁰. Ce sont les raisons pour lesquelles le catalogue manuel a été créé au cours de

²⁰ 8 écailles minimum sont nécessaires à l'élaboration du code

cette étude et utilisé comme contrôle avant la prise en charge des photos par le logiciel de Kélonia. Cela a permis de contrôler l'efficacité des codes et de minimiser le taux d'erreurs lorsque la photo n'était pas suffisamment claire pour le logiciel. Pour ce type de cliché, l'œil humain est préférable au logiciel en autant que les représentations de profils soient de qualité dans le catalogue. L'usage d'un appareil sophistiqué est donc recommandé pour l'application de ce type de méthode.

L'utilisation de l'appareil photo numérique avec caisson semble être un bon compromis entre le temps passé dans l'eau et le nombre de photos de qualité exploitable. En seulement 7 sessions, les profils gauche et droit de 39 individus ont pu être associés avec une seule apnée par tortue contre 11 individus pour 28 sessions avec la perche et des apnées successives. Par ailleurs, il apparaît que son utilisation engendre moins de comportement de fuite pour les individus de la classe de taille (0-50cm) notamment parce qu'il n'est pas nécessaire de les approcher outre mesure grâce au zoom contrairement à la perche. Autre avantage, sa durée de batterie est largement supérieure à celle de la caméra utilisée en mode vidéo qui a limité les sessions de terrain dans le temps. Si l'utilisation des caméras est envisagée dans les prochaines sessions de terrain, il est recommandé d'avoir plusieurs à disposition.

Concernant l'approche, il est préconisé de ne pas arriver par l'arrière de l'animal ni de sonder directement devant lui pour éviter l'effet de surprise susceptible de les faire fuir.

Parce que la pression de capture est susceptible de varier d'une session à l'autre, il semble judicieux de rajouter la case météo dans la prise de note en plus de celui de la visibilité et du nom de l'observateur. Un coefficient de la fréquentation touristique sur cette plage devrait également être pris en compte en relevant le nombre de plaisanciers et de baigneurs qui pourraient être des facteurs explicatifs de la distribution des tortues dans certaines zones de la baie.

Enfin, l'application de la méthode a montré ses limites dans les zones annexes éloignées de la baie (Anse à sable par exemple) où les tortues, sûrement moins coutumières de l'homme, n'ont pu être approchées suffisamment pour avoir un cliché exploitable.

B. Utilisation de la photo-identification pour le suivi des tortues vertes en alimentation : avantages et inconvénients (Figure 24)

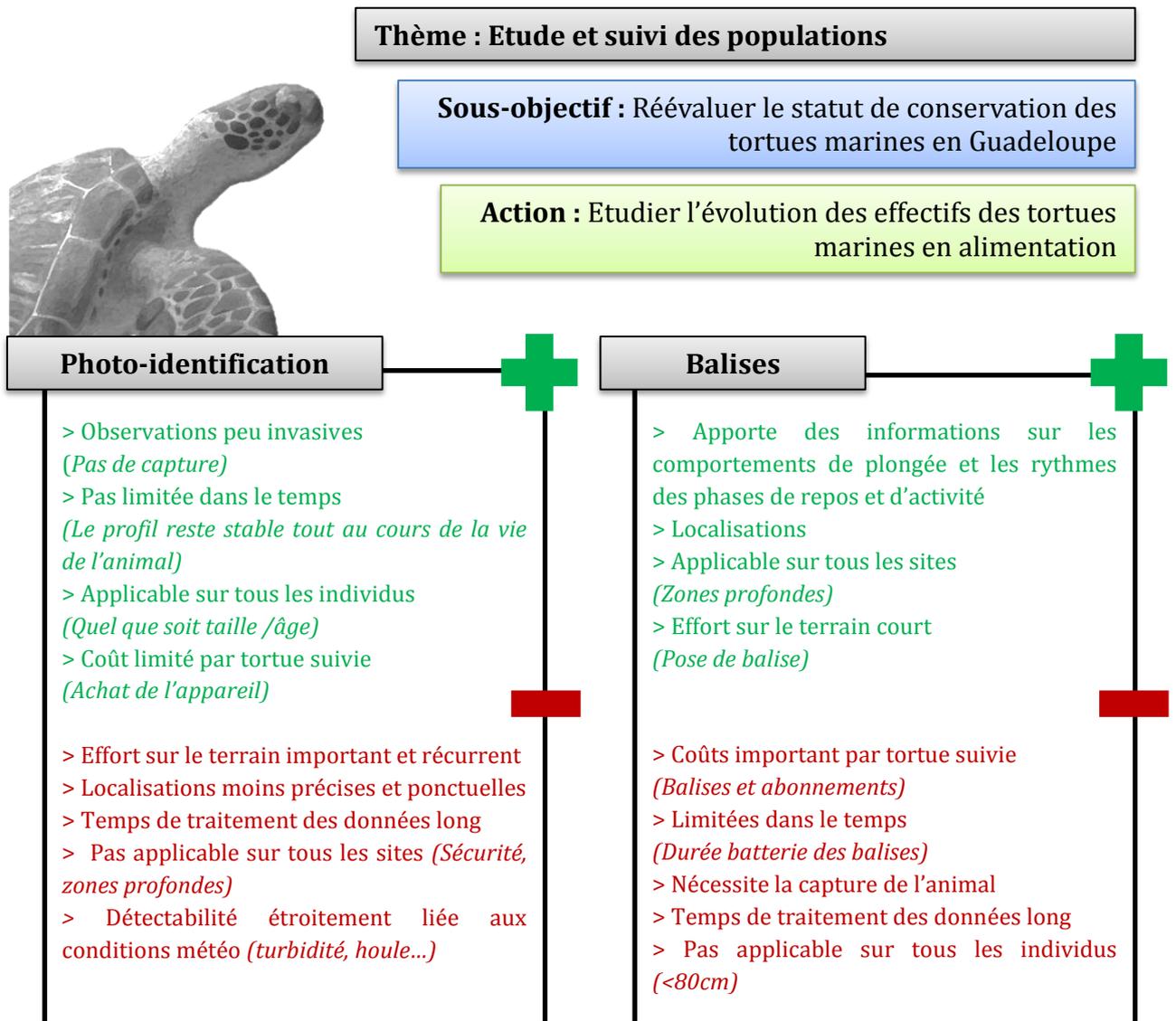


Figure 24 : Avantages et inconvénients des méthodes de photo-identification et du suivi par balise

C. Application de la photo-identification comme programme de science participative

Au début du test de l'application de la méthode, il a été suggéré de développer la photo-identification auprès du grand public comme programme de science participative à la fois comme outil éducatif de sensibilisation et de stratégie de surveillance. L'avantage avec ce type de programme est de pouvoir récolter des données sur de vastes échelles spatiales et temporelles à moindre coût (Williams et al. 2015). L'expérience sur le terrain a montré que l'approche des tortues par des personnes non expérimentées

peut engendrer des comportements de fuite. Choix a été fait de ne réaliser aucune approche sur des tortues déjà en interaction avec des personnes. De ce fait, la question d'encourager le plus grand nombre à participer aux captures images ne semble pas être en adéquation avec les objectifs de conservation visés par le PNA et l'éthique générale de l'association, portant sur la réduction de l'impact des suivis.

Bien que le dérangement n'engendre pas de mortalité directe, la hausse de comportements perturbateurs pourrait présenter un impact négatif fort sur les tortues marines qui pourrait se traduire, par exemple, par la désertion des zones d'alimentation et du stress. C'est la raison pour laquelle il est recommandé de développer la photo-identification sous la forme d'un réseau avec un nombre restreint de personnes du RTMG pour lesquelles une autorisation nominative sera délivrée après une formation auprès de l'ONCFS.

D. Bilan des observations à l'échelle de la population de la baie de Malendure

1. Structure de la population et utilisation de la baie

Le classement de taille choisi dans ce présent rapport pour la détermination du stade de développement des tortues est arbitraire puisque la taille ne constitue pas un indicateur de qualité pour déterminer leur statut reproducteur **(Chevalier, Lartiges 2001)**. Toutefois, ce type d'approche permet de pouvoir distinguer les juvéniles et les sub-adultes parmi les individus immatures et se retrouve dans d'autres études **(Bresette et al. 2010 ; Delcroix 2013)**. En effet, c'est à la puberté que les caractères sexuels secondaires se développent et qu'il devient possible de déterminer le sexe des individus visuellement²¹. Il n'a pas été constaté d'observation de tortue adulte (avec une CCL estimées supérieure à 100cm) dans la zone d'étude ni de tortue baguee non reconnue. C'est la raison pour laquelle il n'a pas été possible de distinguer les femelles des mâles pour cette étude bien que certaines suppositions ont pu être faites parmi les plus grands individus (noté F? ou M?). L'analyse de l'influence du sexe sur les déplacements ne pourra donc pas être réalisée. Il serait sans doute intéressant de

²¹ A l'âge adulte, les mâles se distinguent des femelles par la présence d'une queue plus longue que les pattes arrières et dont le diamètre de base est supérieur à celui des femelles **(Chevalier, Lartiges 2001)** : c'est un cas de **dimorphisme sexuel**

refaire ce type de suivi en plein pic de saison des pontes des tortues vertes²² en élargissant la zone prospectées pour voir si cette baie est également utilisée par des individus adultes.

Dans l'ensemble, les données semblent montrer l'existence d'une zone de concentration des tortues vertes (face à l'enrochement, sous les bateaux de plaisanciers). Seules 7 jeunes tortues (0-50cm) ont été vues dans le tronçon A où sargasses coulées et mauvaise visibilité ont pu concourir à amoindrir les occasions d'observation (baisse de la détectabilité). Les zones 6A et 6B (**Figure 10**) ont un fond sableux sans herbier qui peut expliquer le fait qu'il n'y a pas eu d'observation de tortue verte dans ces eaux peu profondes. Pour autant, il est nécessaire de prendre l'ensemble de ces constatations avec précaution dans le sens où une analyse plus poussée avec un effort égal, que ce soit en termes de nombre de passages ou de temps par zone devrait être réalisée pour le confirmer.

2. Fidélité au site

Grâce aux photos d'archives, il est déjà possible de savoir qu'au moins 11 individus fréquentent cette baie depuis au moins un an. L'intervalle de temps le plus important mis en évidence, par l'emploi de ces photos, entre deux observations d'un même individu au niveau de la baie est d'environ 4 ans (cas des individus gpcm29 et gpcm62 revus cette année). Ces résultats suggèrent donc le fait que certaines tortues vertes qui côtoient la baie présentent un attachement spatial au site. Néanmoins, ces matchs ne concernent qu'un petit nombre de tortues par rapport aux 82 recensées cette année dans la baie. Cela peut s'expliquer parce qu'une grande partie des photos d'archives récoltée concernant les tortues vertes sont des clichés opportunistes qui restent inexploitable avec ce logiciel puisqu'ils ne sont pas dans l'axe du profil et, ou qu'ils ne respectent pas les critères de qualité nécessaires pour distinguer clairement les côtés d'écailles. Enfin, il semble important de relater le fait que 4 tortues vertes dont le profil droit a été photographié dans la baie dans les années précédentes n'ont pas été revues cette année. Plusieurs hypothèses peuvent être avancées : (1) l'individu a quitté cette zone d'alimentation au profit d'une autre, (2) l'individu est mort (capture accidentelle, prédation...), (3) l'individu est présent mais n'a pas été rencontré au cours des sessions de terrain, (4) l'individu était en phase exploratoire au moment de la

²² Mi-août à fin septembre (**Delcroix et al. 2013**)

capture image et (5) la zone d'alimentation de cet individu est plus large que l'échelle de la baie. Pour les individus d'archives qui n'ont que le profil gauche, il est possible qu'ils soient encore présents dans la baie mais que seul leur profil droit soit connu de la base de données à l'heure actuelle.

3. Estimation de la taille de la population

Pour ce qui est de la baie, la population de tortues vertes semble ne pas être totalement fermée puisque des individus transients sont suspectés parmi les 82 photo-référencés. S'ils sont avérés, la présence de ces échanges risque d'avoir pour conséquence de biaiser l'estimation de la taille de la population. Trois arguments peuvent cependant être considérés pour expliquer le raisonnement utilisé dans cette étude : (1) la présence de plusieurs tortues depuis quelques années sur la zone tend à montrer une forte fidélité au site, (2) la période de terrain est courte si l'on considère l'ensemble de leur cycle de vie de l'émergence à leur mort naturelle, (3) la surface du domaine vital n'est pas forcément égale pour tous les individus (la probabilité de rencontrer des tortues ayant une zone d'exploitation plus vaste est donc réduite par rapport aux autres).

Si cette étude est reconduite chaque année, l'estimation des effectifs devra être considérée pour une population ouverte puisque le pas de temps sera trop grand pour qu'il n'y ait pas d'ajout ou de disparition d'individus (naissances, décès, émigration et, ou immigration). Dans cette optique, l'impact de la fibropapillomatose sur la survie des tortues vertes inféodées à la baie devrait également être étudié pour voir si cette maladie a un impact sur la probabilité de survie des individus comme cela a déjà été réalisé pour l'étude de **(Patricio et al. 2011)**.

4. Biais des échantillonnages

En ce qui concerne les moyens humains et logistiques, il serait sans doute judicieux d'élaborer, à l'avenir, un suivi régulier de ce site avec un ou deux binômes dédiés à la tâche sur un transect bien défini à travers la zone d'étude. En effet, bien que l'aide des bénévoles ait été très précieuse dans le cadre de cette étude, il apparaît évident que les contraintes « *aptitudes physiques* » et « *disponibilité des accompagnateurs* » ont été un frein à une répartition homogène des sessions de terrain pour toutes les plages horaires (6h-10h, 10h-14h, 14h-16h). Ainsi, très peu de sessions ont pu être faites entre 6h et 8h mais également après 15h.

A l'avenir, il serait nécessaire de pouvoir respecter la contrainte de la prospection **complète et aléatoire** de la zone d'étude **par session**. En utilisant un ou deux binômes pour cette mission, il serait alors possible d'éviter des non-détections d'individus dans des zones non prospectées en les remplaçant par des non détections d'individus dans des zones prospectées dans les histoires de capture. Par ailleurs, si l'effort de prospection n'est pas homogène dans toute l'aire d'étude, comme c'est le cas ici, il est possible que le taux de recapture soit considéré comme fort et, ou faible alors qu'il n'en n'est rien. Il serait souhaitable de mettre en place une série de transects prédéfinis recouvrant l'ensemble de la zone d'étude pour les années à venir. Cet aspect est important à prendre en compte pour éviter de biaiser les estimations et de sous (sur)-estimer la taille de la population.

E. Utilisation de la photo-identification pour le suivi des tortues vertes en alimentation : pistes et réflexions

1. Stratégies alimentaires des tortues vertes et fidélité au site

Il peut être intéressant de suivre par photo-identification les populations de tortues vertes et leur site d'alimentation sur le long terme pour tester l'hypothèse selon laquelle la fidélité des individus néritiques à un site particulier pourrait être directement liée à la disponibilité et à la qualité des apports alimentaires qui sont nécessaires à leur bon développement (**Bjorndal 1980 ; Read, Limpus 2002 ; Ballorain 2010**). De ce fait, l'invasion par *Halophila stipulacea* des herbiers habituellement consommés par les tortues vertes le long des côtes de l'archipel pose des interrogations sur les impacts de la déplétion des herbiers qu'elles paissent préférentiellement²³ sur leur effectif. En effet, depuis sa première observation à Grenade en 2002, cette espèce envahissante est aujourd'hui incontestablement bien établie dans la Caraïbe (**Willette et al. 2014**) et est connue pour croître rapidement sur une large échelle d'habitat du fait d'une grande flexibilité écologique (**Willette, Ambrose 2012**). Pour répondre à ces interrogations, il serait donc intéressant d'établir un protocole de suivi du régime alimentaire des tortues vertes couplé à de la photo-identification pour voir si cette espèce invasive est régulièrement consommée par l'ensemble des individus ou si cela ne concerne que certains cas particuliers. Ces relevés, basés sur une approche non invasive d'observations, couplés à l'analyse des fèces ou encore à celle des contenus stomacaux et des signatures isotopiques lors de nécropsies pourraient permettre de corroborer les

²³ *Thalassia testudinum* et, ou *Syringodium filiforme* aux Antilles (**Bjorndal 1980**)

observations faites dans le cadre de cette étude où les tortues vertes semblent avoir un comportement alimentaire sélectif pour *S. filiforme* dans les herbiers mixtes bien que des observations de tortues s'alimentant d'*H. Stipulacea* ont été également relevées dans les herbiers monospécifiques. Ainsi, il serait intéressant de comparer la valeur nutritionnelle de cette nouvelle ressource par rapport aux autres pour voir quelles espèces sont les plus nutritives et digestes et donc susceptibles d'être sélectionnées par ces herbivores bien que l'existence de stratégies individuelles d'alimentation peut être supposée.

Les observations de déplacements dans la zone récifale en journée faites pendant cette étude viennent compléter celles mises en évidence lors du suivi télémétrique de deux tortues vertes de la classe 50-100 équipées de balises²⁴ (**Beaufort, Sebe 2014**). Partant du principe que la masse de la balise ne doit jamais excéder 3% de la masse de l'animal, le suivi par photo-identification pourrait mettre en exergue pour la première fois les éventuels déplacements des plus jeunes individus et voir s'il existe, au niveau local, des stratégies différentes d'alimentation et d'utilisation de l'habitat qui seraient dépendantes ou non de l'âge des tortues.

2. Attachement spatio-temporel des tortues vertes à leur site d'alimentation

Outre les déplacements liés à la dispersion post-émergence des tortillons et les déplacements migratoires pour la reproduction chez les adultes, les résultats obtenus grâce aux balises suggèrent que les tortues vertes adoptent une stratégie de résidence à un site particulier d'alimentation au niveau des habitats côtiers pendant leur phase de développement (**Delcroix 2013**). Dès lors, elles occupent un domaine vital de surface variable entre individu (**Delcroix 2013**) où elles sont susceptibles d'avoir une ou plusieurs zones d'utilisation préférentielle d'alimentation (**Jean et al. 2014**). Par exemple, au cours de ce suivi terrain, il a été possible d'observer plusieurs fois une jeune tortue (0-50(cm)) en alimentation dans la baie mais également face à Pigeon (environ 800m). Bien que les résultats des suivis par balise tendent à montrer une fidélité à l'échelle de la baie (cas de Oof, Robinson et Loanne), des déplacements exploratoires entre sites ne sont pas à exclure pour certaines tortues (**Chassagneux et al. 2013** ;

²⁴ Il s'agissait de Loanne (CCL = 71,5 cm) et Robinson (CCL = 72 cm) équipées le 24/10/2013 pour 227 jours de suivi dans la baie de Malendure

Delcroix et al. 2013). Il serait donc pertinent d'aborder cette notion de fidélité en considérant les échelles, temporelle et spatiale, au niveau individuel. Ainsi, en suivant cette population par photo-identification sur le long terme, il serait possible de déterminer les mouvements des individus entre les sites d'alimentation et de connaître la proportion des individus résidents de celle des individus de passage. De ce fait, il deviendrait alors possible d'affiner la surface estimée de leur zone d'exploitation à moindre coût. De la même façon, il serait réalisable de déterminer si les tortues vertes immatures présentes aujourd'hui au niveau des côtes guadeloupéennes exploiteront toujours la même zone spatiale une fois atteint l'âge adulte et s'il existe un flux de nouveaux immatures migrants²⁵. Sur le long terme, cette méthode pourrait ainsi mettre en évidence le temps de résidence minimum des individus présents dans la baie.

3. Données connexes : la fibropapillomatose

Cette maladie, dont les symptômes varient en fonction de l'aire géographique touchée (**dos Santos et al. 2010**), ne semblent pas avoir d'effets délétères sur la stratégie d'utilisation de l'habitat chez la tortue verte en alimentation comme l'affirme l'étude de **Brill et al. (1995)**. Les individus malades sont observés préférentiellement en zones côtières, souvent associées à des pollutions d'origine anthropique (**Foley et al. 2005**), bien que le rôle des cofacteurs environnementaux n'ait pas encore été clairement démontré dans l'apparition de la maladie (**Baboulin 2008 ; dos Santos et al. 2010**). Sachant cela et en partant du principe que les tortues marines jouent un rôle d'indicateur écologique des différentes atteintes à leur environnement (**Aguirre, Lutz 2004 ; Ballorain 2010**), leur suivi par photo-identification pourrait permettre de connaître l'évolution de la maladie à l'échelle individuelle des tortues atteintes (guérison ou aggravation) mais également de surveiller sa propagation parmi des individus jugés « sains » à ce jour. Ce nouvel outil peut donc être d'une aide précieuse pour affiner les mesures de conservation de ces populations notamment au niveau de cette zone où fréquentation et rejets divers sont des sources potentielles de dérangements et de pollutions, dont l'impact pourrait constituer des menaces à la conservation des tortues vertes et de leur habitat (**Chevalier, Lartiges 2001**).

²⁵ En fait une controverse au sujet de leur utilisation des habitats néritiques pendant la croissance fait encore débat. **Hayashi & Nishizawa (2015)** proposent le fait que les jeunes tortues vertes n'utilisent pas leur habitat néritique de façon continue jusqu'à l'âge adulte contrairement à la proposition faite par l'étude de **Pfaller et al. (2014)**

V. Conclusion et perspective

Appliquée aux tortues marines, la photo-identification est un nouvel outil fonctionnel et peu invasif **(Su, Huang & Cheng 2015)** qui pourrait permettre d'avoir des estimations d'abondance, de suivre l'évolution des populations côtières, d'évaluer l'impact des pressions anthropiques mais aussi d'évaluer leur régime alimentaire. Cette méthode tend à compléter ou à remplacer progressivement les marqueurs traditionnels (balises, bagues ou PITs) et devient une véritable alternative aux différents problèmes liés à leurs usages (capture, stress, mauvaise fixation, perte de la marque, compression des tissus avec risque de nécrose, appareils de lecture coûteux,...) **(Balazs 1982 ; Limpus 1992 ; Bellini, Godfrey & Sanches 2001 ; Speed, Meekan & Bradshaw 2007 ; Reisser et al. 2008 ; Schofield et al. 2008 ; Lloyd, Maldonado & Stafford 2012)**.

Dans l'optique d'utiliser cette nouvelle méthode en Guadeloupe comme outil de suivi des populations des tortues marines en alimentation, un test de faisabilité était donc nécessaire. Il a notamment permis de fournir des premiers résultats qui paraissent être en accord avec les objectifs de conservation et de connaissances visé par l'ONCFS dans le cadre de l'application du plan national de restauration des tortues marines. Les résultats obtenus semblent aller dans le sens de l'hypothèse selon laquelle certains individus fréquentent régulièrement le site prospecté depuis plusieurs années contrairement à d'autres qui semblent être moins fidèles que ce soit sur le plan spatial et, ou temporel. L'étude de la fidélité des tortues vertes à leur site d'alimentation couplée à la photo-identification devrait donc être entreprise sur le long terme dans le but d'appréhender de façon plus précise le comportement de ces tortues au niveau individuel en lien avec la qualité des ressources disponibles.

Dans la même optique, le grand nombre de photos d'archive de tortues imbriquées récupérées lors de ce stage pourraient faire l'objet d'une analyse spécifique à cette espèce pour tester la fidélité de ces tortues aux différents sites de plongée depuis 2009, date des plus vieux clichés.

VI. Références bibliographiques

- Aguirre, A.A. & Lutz, P.L. 2004**, "Marine turtles as sentinels of ecosystem health: is fibropapillomatosis an indicator?", *EcoHealth*, vol. 1, no. 3, pp. 275-283.
- Aragones, L.V., Lawler, I.R., Foley, W.J. & Marsh, H. 2006**, "Dugong grazing and turtle cropping: grazing optimization in tropical seagrass systems?", *Oecologia*, vol. 149, no. 4, pp. 635-647.
- Avens, L., Braun-McNeill, J., Epperly, S. & Lohmann, K.J. 2003**, "Site fidelity and homing behavior in juvenile loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*)", *Marine Biology*, vol. 143, no. 2, pp. 211-220.
- Baboulin, S. 2008**, *La fibropapillomatose chez les tortues marines: État actuel des connaissances*, École Nationale Vétérinaire, Toulouse. 75p
- Baillargeon S. & Rivest, L.P. 2007**, Rcapture: Loglinear models for capture-recapture in R. *Journal of Statistical Software*, vol.19, 5, 31p
- Balazs, G.H. 1982**, "Factors affecting the retention of metal tags on sea turtles", *Marine Turtle Newsletter*, vol. 20, pp. 11-14.
- Ballorain, K. 2010**, *Écologie trophique de la tortue verte Chelonia mydas dans les herbiers marins et algueraies du sud-ouest de l'océan Indien*, Université de la Réunion. 286p.
- Ballorain, K., Ciccione, S., Bourjea, J., Grizel, H., Enstipp, M. & Georges, J. 2010**, "Habitat use of a multispecific seagrass meadow by green turtles *Chelonia mydas* at Mayotte Island", *Marine Biology*, vol. 157, no. 12, pp. 2581-2590.
- Beaufort, O. & Sebe, M. 2014**, *Suivi satellite de tortues vertes en alimentation dans la baie de Malendure, Bouillante, Guadeloupe : Projet SEATAG, Kap Natirel*. 25p.
- Bellini, C., Godfrey, M. & Sanches, T. 2001**, "Metal tag loss in wild juvenile hawksbill sea turtles (*Eretmochelys imbricata*)", *Herpetological Review*, vol. 32, pp. 172-174.
- Bjorndal, K. 1980**, "Nutrition and grazing behaviour of the green turtle *Chelonia mydas*", *Marine Biology*, vol. 56, no. 2, pp. 147-154.
- Bjorndal, K.A. 1985**, "Nutritional ecology of sea turtles", *Copeia*, pp. 736-751.
- Bjorndal, K. 1997**, "Foraging ecology and nutrition of sea turtles" in *The biology of sea turtles I*, eds. P. Lutz & J. Musick, Boca Raton edn, CRC Press, FL, pp. 199-231.
- Bolten, A. & Bjorndal, K. 1992**, "Blood profiles for a wild population of green turtles (*Chelonia mydas*) in the southern Bahamas: size specific and sex-specific relationships", *Journal of Wildlife Diseases*, vol. 28, pp. 407-413.
- Bolten, A.B. 2003**, "Variation in sea turtle life history patterns: neritic vs. oceanic developmental stages" in *The biology of sea turtles II*, eds. P. Lutz, J. Musick & J. Wyneken, Boca Raton edn, CRC Press, FL, pp. 243-257.

- Bresette, M.J., Witherington, B.E., Herren, R.M., Bagley, D.A., Gorham, J.C., Traxler, S.L., Crady, C.K. & Hardy, R. 2010**, "Size-class partitioning and herding in a foraging group of green turtles *Chelonia mydas*", *Endangered Species Research*, vol. 9, no. 2, pp. 105-116.
- Brill, R.W., Balazs, G.H., Holland, K.N., Chang, R.K.C., Sullivan, S. & George, J.C. 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*, vol. 185, no. 2, pp. 203-218.
- Broderick, A.C., Coyne, M.S., Fuller, W.J., Glen, F. & Godley, B.J. 2007**, "Fidelity and over-wintering of sea turtles", *Proceedings Biological sciences / The Royal Society*, vol. 274, no. 1617, pp. 1533-1538.
- Buonantony, D. 2008**, *An analysis of utilizing the leatherback's pineal spot for photo-identification*, Duke University. 50p.
- Burkholder, D., Heithaus, M., Thomson, J. & Fourqurean, J. 2011**, "Diversity in trophic interactions of green sea turtles *Chelonia mydas* on a relatively pristine coastal foraging ground", *Marine Ecology Progress Series*, vol. 439, pp. 277-293.
- Cardona, L., Aguilar, A. & Pazos, L. 2009**, "Delayed ontogenic dietary shift and high levels of omnivory in green turtles (*Chelonia mydas*) from the NW coast of Africa.", *Marine Biology*, vol. 156, pp. 1487-1495.
- Carr, A. & Ogren, L. 1960**, "The ecology and migrations of sea turtles 4. The green turtle in the Caribbean sea", *Bulletin of the American Museum of Natural History*, vol. 121, pp. 1-48.
- Carter, S.J.B., Bell, I.P., Miller, J.J. & Gash, P.P. 2014**, "Automated marine turtle photograph identification using artificial neural networks, with application to green turtles", *Journal of experimental marine biology and ecology*, vol. 452, pp. 105-110.
- Caussat, M. 2014**, *Caractérisation des habitats de la tortue verte (Chelonia mydas) dans la Réserve Naturelle des îlets de Petite-Terre*, Université Antilles-Guyane. 63p.
- Chassagneux, A., Jean, C., Bourjea, J. & Ciccione, S. 2013**, "Unraveling Behavioral Patterns of Foraging Hawksbill and Green Turtles Using Photo-Identification", *Marine Turtle Newsletter*, no. 137, pp. 1-4.
- Chesser, M. 2012**, *An Investigation of Human-Error Rates in Wildlife Photographic Identification; Implications for the Use of Citizen Scientists*, University of Massachusetts - Amherst. 88p.
- Chevalier, J. & Lartiges, A. 2001**, *Les tortues marines des Antilles*, ONCFS. 59p.
- Delcroix, E. 2013**, *Suivi télémétrique de tortues vertes Chelonia mydas en alimentation dans les eaux de la Guadeloupe - Etude préliminaire*, Université Antilles-Guyane. 45p.

- Delcroix, E., Bédel, S., Santelli, G. & Girondot, M. 2013**, "Monitoring design for quantification of marine turtle nesting with limited effort: a test case in the Guadeloupe archipelago", *Fauna & Flora International*, vol. 48, no. 1, pp. 95-105.
- dos Santos, R.G., Martins, A.S., Torezani, E., Baptistotte, C., Farias, J.d.N., Horta, P.A., Work, T.M. & Balazs, G.H. 2010**, "Relationship between fibropapillomatosis and environmental quality: a case study with *Chelonia mydas* off Brazil.", *Diseases of aquatic organisms*, vol. 89, no. 3, pp. 87.
- Dunbar, S., Ito, H., Bahjri, K., Dehom, S. & Salinas, L. 2014**, "Recognition of juvenile hawksbills *Eretmochelys imbricata* through face scale digitization and automated searching", *Endangered Species Research*, vol. 26, pp. 137-146.
- Foley, A., Schroeder, B., Redlow, A., Fick-Child, K. & Teas, W. 2005**, "Fibropapillomatosis in stranded green turtle (*Chelonia mydas*) from the eastern United States (1980-1998): trends and associations with environmental cofactors", *Journal of Wildlife Diseases*, vol. 41, no. 1, pp. 29-41.
- Godley, B., Richardson, S., Broderick, A., Coyne, M., Glen, F. & Hays, G. 2002**, "Long-term satellite telemetry of the movements and habitat utilisation by green turtles in the Mediterranean", *Ecography*, vol. 25, no. 3, pp. 352-362.
- Hays, G., Glen, F., Broderick, A., Godley, B. & Metcalfe, J. 2002**, "Behavioural plasticity in a large marine herbivore: contrasting patterns of depth utilisation between two green turtle (*Chelonia mydas*) populations", *Marine Biology*, vol. 141, no. 5, pp. 985-990.
- Hayashi, R. & Nishizawa, H. 2015**, "Body size distribution demonstrates flexible habitat shift of green turtle (*Chelonia mydas*)", *Global Ecology and Conservation*, vol. 3, pp. 115-120.
- Heck Jr., K.L. & Valentine, J.F. 2006**, "Plant-herbivore interactions in seagrass meadows", *Journal of experimental marine biology and ecology*, vol. 330, no. 1, pp. 420-436.
- Hirth, H.F. 1997**. Synopsis of the biological data on the green turtle, *Chelonia mydas* (Linnaeus 1758). United States Fish and Wildlife Service Biological Report 97-1. 120 pp
- Husson, F., Josse, J. & Lê, S. (2008)**. FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software*, vol. 25, 1, pp. 1-18.
- 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 turtle Newsletter*, vol. 11, pp. 8-13.
- Jean, C., Ciccione, S., Bourjea, J. & Dalleau, M. 2014**, *Recensement aérien des tortues marines sur la côte Ouest de la Réunion.*, Rapport final - Composante tortues marines (ULM) - programme CHARC edn, Centre d'étude et de découverte des tortues marines. 19p.

- Limpus, C. 1992**, "Estimation of tag loss in marine turtle research", *Wildlife Research*, vol. 19, no. 4, pp. 457-469.
- Lloyd, J.R., Maldonado, M.Á & Stafford, R. 2012**, "Methods of Developing User-Friendly Keys to Identify Green Sea Turtles (*Chelonia mydas* L.) from Photographs", *International Journal of Zoology*, vol. 2012.
- McDonald, D., Dutton, P., Bradner, R. & Basford, S. 1996**, "Use of pineal spot ("pink spot") photographs to identify leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*)", *Herpetological Review*, vol. 27, pp. 11-12.
- McMahon, C., Bradshaw, C.A. & Hays, G. 2007**, "Applying the heat to research techniques for species conservation", *Conservation Biology*, vol. 21, no. 1, pp. 271-273.
- Miller, J. 1997**, "Reproduction in sea turtles" in *The Biology of Sea Turtles*, eds. P. Lutz & J. Musick, CRC Press edn, Boca, pp. 51-81.
- Moran, K.L. & Bjorndal, K.A. 2005**, "Simulated green turtle grazing affects structure and productivity of seagrass pastures", *Marine Ecology Progress Series*, vol. 305, pp. 235-247.
- Musick, J. & Limpus, C. 1997**, "Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles" in *The biology of sea turtles*, eds. P. Lutz & J. Musick, Boca Raton edn, CRC Press, FL, pp. 137-163.
- Patricio, A.R., Velez-Zuazo, X., Diez, C.E., Van Dam, R. & Sabat, A.M. 2011**, "Survival probability of immature green turtles in two foraging grounds at Culebra, Puerto Rico", *Marine Ecology Progress Series*, vol. 440, pp. 217-227.
- Pfaller, J., Alfaro-Shigueto, J., Balazs, G., Ishihara, T., Kopitsky, K., Mangel, J., Peckham, S., Bolten, A. & Bjorndal, K. 2014**, "Hitchhikers reveal cryptic host behavior: new insights from the association between *Planes major* and sea turtles in the Pacific Ocean", *Marine Biology*, vol. 161, pp. 2167-2178.
- Plotkin, P. 2003**, "Adult migrations and habitat use" in *The biology of sea turtles 2*, eds. P. Lutz, J. Musick & J. Wyneken, CRC Press, FL, pp. 225-241.
- Read, M. & Limpus, C. 2002**, "The green turtle, *Chelonia mydas*, in Queensland: feeding ecology of immature turtles, in Moreton Bay, Southeastern Queensland", *Memoirs of the Queensland Museum*, vol. 48, pp. 207-214.
- Reisser, J.W., Proietti, M., Kinas, P.G. & Sazima, I. 2008**, "Photographic identification of sea turtles: method description and validation, with an estimation of tag loss", *Endangered Species Research*, vol. 5, pp. 73-82.
- Santelli, G. 2011**, *Suivi des tortues marines en alimentation dans le cadre du Programme de Restauration des Tortues Marines aux Antilles Françaises : Le protocole INAScuba. Analyse des données 2010: Rapport de mission 2011*, Kap Natirel. 38p.

- 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*, vol. 360, no. 2, pp. 103-108.
- Seminoff, J.A., Jones, T.T., Resendiz, A., Nichols, W.J. & Chaloupka, M.Y. 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 UK*, vol. 83, no. 06, pp. 1355-1362.
- Seminoff, J.A. (Southwest Fisheries Science Center, U.S.) 2004**. *Chelonia mydas*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 10 June 2015
- Seminoff, J. & Jones, T. 2006**, "Daily movements of green turtles (*Chelonia mydas*) at a temperate foraging area in the Gulf of California, México", *Herpetological Conservation and Biology*, vol. 1, pp. 81-86.
- Speed, C.W., Meekan, M.G. & Bradshaw, C.J. 2007**, "Spot the match-wildlife photo-identification using information theory", *Frontiers in zoology*, vol. 4, no. 2, pp. 1-11.
- Stanley, T. & Burnham, K. 1999**, "A closure test for time-specific capture-recapture data.", *Environmental and Ecological Statistics*, vol. 6, no. 2, pp. 197-209.
- Su, C., Huang, C. & Cheng, I. 2015**, "Applying a fast, effective and reliable photographic identification system for green turtles in the waters near Luichiu Island, Taiwan", *Journal of experimental marine biology and ecology*, vol. 467, pp. 115-120.
- Thayer, G.W., Bjorndal, K.A., Ogden, J.C., Williams, S.L. & Zieman, J.C. 1984**, "Role of larger herbivores in seagrass communities", *Estuaries*, vol. 7, no. 4, pp. 351-376.
- Willette, D.A. & Ambrose, R.F. 2012**, "Effects of the invasive seagrass *Halophila stipulacea* on the native seagrass, *Syringodium filiforme*, and associated fish and epibiota communities in the Eastern Caribbean", *Aquatic Botany*, vol. 103, pp. 74-82.
- Willette, D.A., Chalifour, J., Debrot, A.O.D., Engel, M.S., Miller, J., Oxenford, H.A., Short, F.T., Steiner, S.C.C. & Védie, F. 2014**, "Continued expansion of the trans-Atlantic invasive marine angiosperm *Halophila stipulacea* in the Eastern Caribbean", *Aquatic Botany*, vol. 112, pp. 98-102.
- Williams, J., Pierce, S., Fuentes, M. & Hamann, M. 2015**, "Effectiveness of recreational divers for monitoring sea turtle populations", *Endangered Species Research*, vol. 26, pp. 209-219.
- Witham, R. 1980**, "The 'lost years' question in young sea turtles", *American Zoologist*, vol. 20, pp. 525-530.
- Zieman, J., Iverson, R. & Ogden, J. 1984**, "Herbivory effects on *Thalassia testudinum* leaf growth and nitrogen content", *Marine ecology Progress series*, vol. 15, no. 1-2, pp. 151-158.

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Les tortues vertes : *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758)

Annexe 2 : Cycle de vie des tortues vertes selon Miller J.D. (1997)

Annexe 3 : Systématique des tortues marines présentes aux Antilles françaises issue de Chevalier & Lartiges (2001)

Annexe 4 : Suivi en alimentation des tortues marines : les balises

Annexe 5 : Photo-identification des tortues marines : Extrait de la présentation réalisée par Higuero E. pour le WIDECAST (Porto-Rico, 2015)

Annexe 6 : Cas particuliers du protocole de photo-ID : extrait

Annexe 7 : Extrait des données brutes récoltées sur le terrain

Annexe 8 : Exemple de l'estimation visuelle de la taille de carapace (en *cm*) sur l'individu gpcm29

Annexe 9 : Fibropapillomatose

Annexe 10 : Illustration des herbiers de phanérogames marines rencontrés sur le site d'étude principal

Annexe 11 : Histoires de capture des 82 individus pour les 35 sessions à Malendure

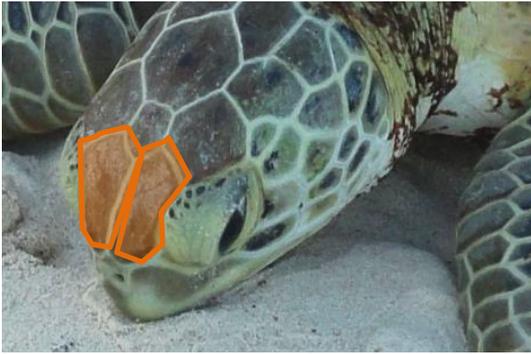
Annexe 12 : Les bénévoles

Annexe 13 : Exemple de fiche d'identité

Annexe 14 : Localisation GPS des tortues (vertes et imbriquées) vues dans la baie et au niveau des zones annexes entre le 13/04/15 et le 04/05/15

Annexe 15 : Informations sur les photos d'archives (Malendure et Petite-Terre)

Annexe 1 : Les tortues vertes : *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758)



1 paire d'écaille préfrontale

Crédit photo : Sophie Bédel, Kap Natirel, Petite-Terre, 2013



Bec court et arrondi

Crédit photo : Emilie Higuero, Kap Natirel, Malendure, 2015



Herbivore

Crédit photo : Emilie Higuero, Kap Natirel, Malendure, 2015



4 paires de plaques costales, écailles juxtaposées

Crédit photo : Sophie Bédel, Kap Natirel, Petite-Terre, 2013



4 paires de plaques marginales

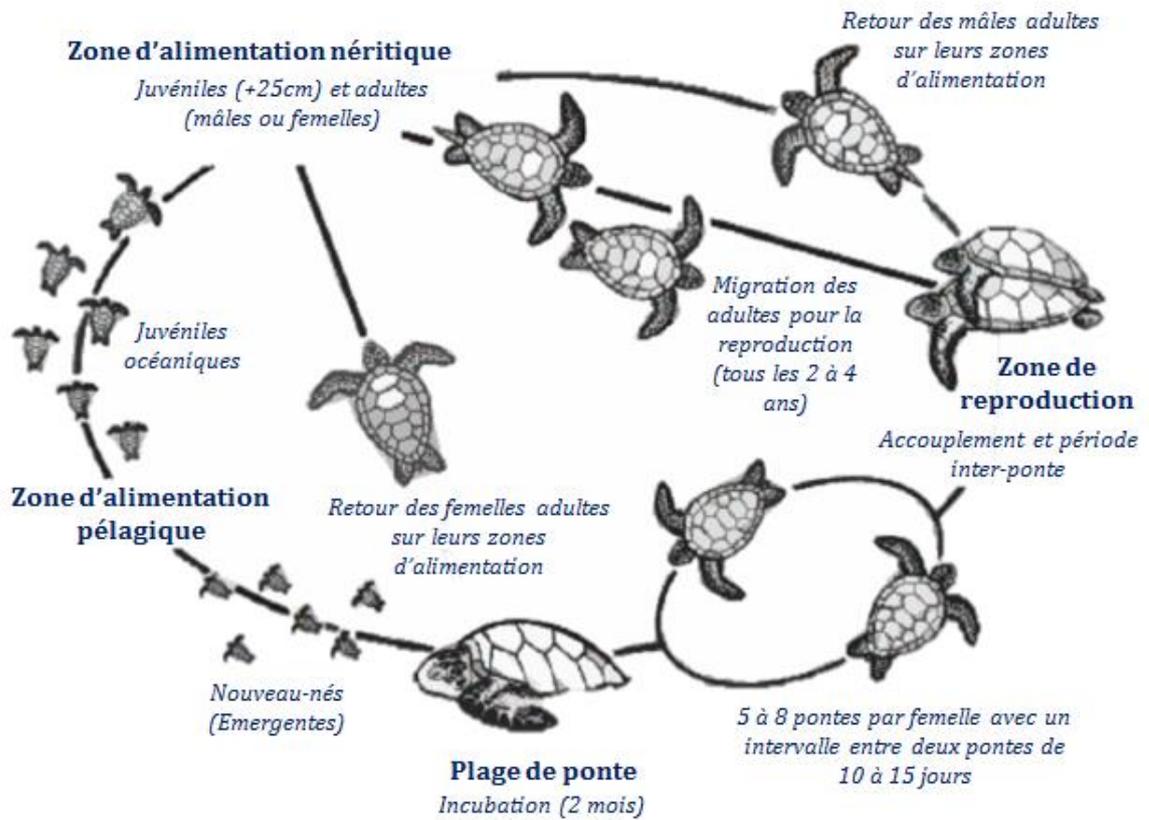
Crédit photo : Antoine Chabrolle, ONCFS, Petite-Terre, 2014

> **Longueur de carapace** : adulte, entre 1 m et 1,5 m

> **Masse corporelle** : adulte, 100 à 200 kg

> **Noms guadeloupéens** : toti vèt, toti blan

A n n e x e 2 : Cycle de vie des tortues vertes d'après Miller J.D. (1997)



Miller, J. 1997, "Reproduction in sea turtles" in *The Biology of Sea Turtles*, eds. P. Lutz & J. Musick, CRC Press edn, Boca, pp. 51-81.

Annexe 3 : Systématique des tortues marines présentes aux Antilles françaises issue de Chevalier & Lartiges (2001)

Ordre des *Testudines*

Famille des *Cheloniidae*

(6 espèces / 5 genres)

Les espèces de cette famille ont la colonne vertébrale et les côtes soudées à la carapace. Cette dernière est constituée de larges plaques costales ossifiées recouvertes d'écailles cornées.

Herbivores :
phanérogames
marines



© M. Caussat

Chelonia mydas (Linnaeus, 1758)



© F. Mazéas

Eretmochelys imbricata (Linnaeus, 1766)

Omnivore :
algues,
éponges,
coraux mous

Carnivores :
poissons,
crustacés,
invertébrés



© M. Godfrey

Caretta caretta (Linnaeus, 1758)



© S. Lacas

Lepidochelys olivacea (Eschscholtz, 1829)

Carnivores :
poissons,
crustacés,
invertébrés

Famille des *Dermochelyidae*

(1 espèce)

Les espèces de cette famille ont la colonne vertébrale et les côtes séparées de la carapace par une épaisse couche de tissus adipeux. La carapace est recouverte d'un fin tissu dermique.



© S. Bédel

Dermochelys coriacea (Vandelli, 1761)

Planctonophages :
plancton
gélatineux

Tortues s'alimentant aux Antilles Françaises

Tortues s'alimentant et nidifiant aux Antilles Françaises

Annexe 4 : Suivi en alimentation des tortues marines : les balises



« Lydie » lors de la pose d'une balise Argos le 22/11/13 dans le lagon de la Réserve Naturelle de Petite-Terre

Crédit photo : Sophie Bédel, Kap Natirel, Petite-Terre, 2013

Objectif :

➤ Améliorer les connaissances sur le comportement des tortues marines dans leurs zones d'alimentation via :

- L'analyse de leurs localisations
- L'analyse de leur comportement de plongée
- L'analyse du rythme des activités et de repos

= **Programme SEATAG**



*Suivi de l'Ecologie en Alimentation
des Tortues marines de l'Archipel
Guadeloupéen*

Depuis 2010, 7 tortues vertes ont été suivis sur deux sites d'alimentation de Guadeloupe

Date	Lieu	Nom	Bague Gauche	Bague Droite	CCL (cm)
15/11/10	Franjack	Food	FWI5424	FWI5440	76,5
15/11/10	Franjack	Oof	FWI5437	FWI5435	74,5
03/05/13	Petite-Terre	Gourdeliane	FWI6051	FWI6052	61
24/10/13	Malendure	Loanne	FWI6071	FWI6070	71,5
24/10/13	Malendure	Robinson	FWI6072	FWI6073	72
22/11/13	Petite-Terre	Lydie	FWI7768	FWI7766	54
22/11/13	Petite-Terre	Cerise	FWI7769	FWI7770	54,8

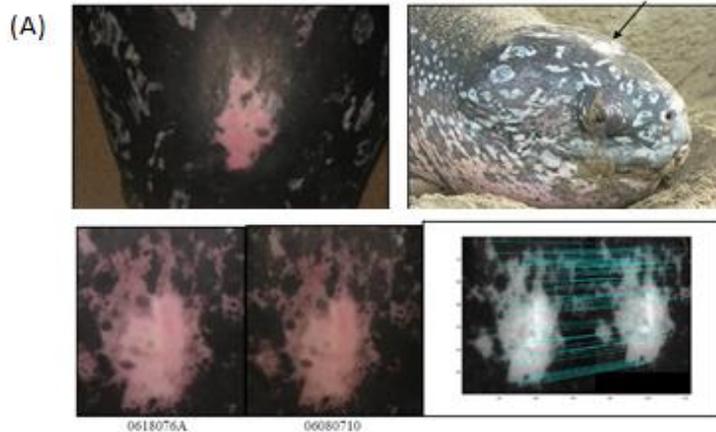
Annexe 5 : Photo-identification des tortues marines : Extrait de la présentation réalisée par Higuero E. pour le WIDECAST (Porto-Rico, 2015)

Leatherback turtles

(Dermochelys coriacea)

McDonald et al., 1996

Buonantony, 2008 (A)



« Pineal Spot Identification »

Green turtles

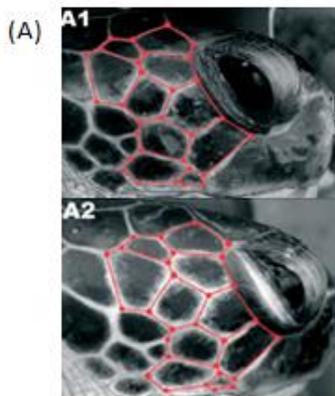
(Chelonia mydas)

Reisser et al., 2008 (A)

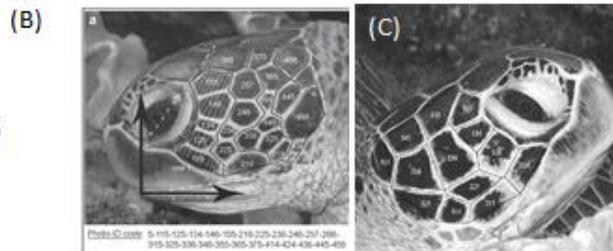
Jean et al., 2010 (B)

Chassagneux et al., 2013 (C)

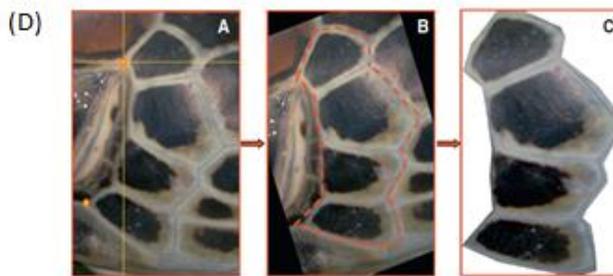
Carter et al., 2014 (D)



Use of the facial profile of marine turtles



Use of the facial profile photographs of marine turtles



Use of the post-ocular scutes

Buonantony, D. 2008, *An analysis of utilizing the leatherback's pineal spot for photo-identification*, Duke University.

Carter, S.J.B., Bell, I.P., Miller, J.J. & Gash, P.P. 2014, "Automated marine turtle photograph identification using artificial neural networks, with application to green turtles", *Journal of experimental marine biology and ecology*, vol. 452, no. 0, pp. 105-110.

Chassagneux, A., Jean, C., Bourjea, J. & Ciccione, S. 2013, "Unraveling Behavioral Patterns of Foraging Hawksbill and Green Turtles Using Photo-Identification", *Marine Turtle Newsletter*, , no. 137, pp. 1.

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 turtle NewsLeTTER*, vol. 11, pp. 8-13.

McDonald, D., Dutton, P., Bradner, R. & Basford, S. 1996, "Use of pineal spot ("pink spot") photographs to identify leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*).", *Herpetological Review*, vol. 27, pp. 11-12.

Reisser, J.W., Proietti, M., Kinas, P.G. & Sazima, I. 2008, "Photographic identification of sea turtles: method description and validation, with an estimation of tag loss", *Endangered Species Research*, vol. 5, pp. 73-82.

Annexe 5 (suite) : Photo-identification des tortues marines : Extrait de la présentation faite par Higuero E. pour le WIDECAST (Porto-Rico, 2015)

Loggerhead turtles

(Caretta caretta)

Schofield et al., 2008

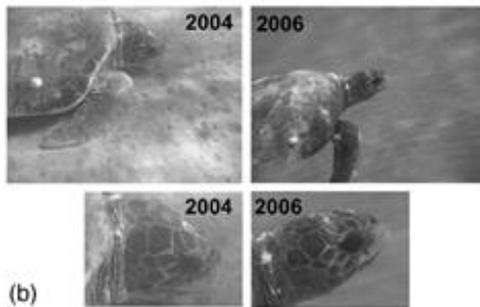
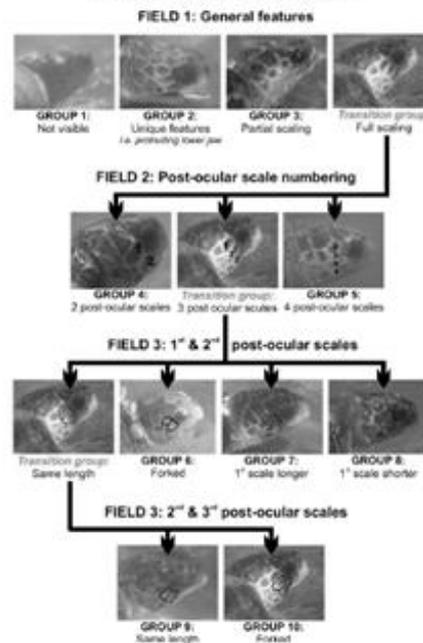


Fig. 2. (a) Lateral head scales of loggerhead turtle used for matching images in this study. (b) Sample lateral facial scale data sets from the photo-identification database. Raw images (top row) from newly submitted (right) and catalogued (left) encounters are processed by comparison of different sets of scale groups (bottom row).

Method based on facial (post-ocular) scale patterns

IDENTIFICATION TREE: GROUP ASSIGNMENT of the right lateral facial scales



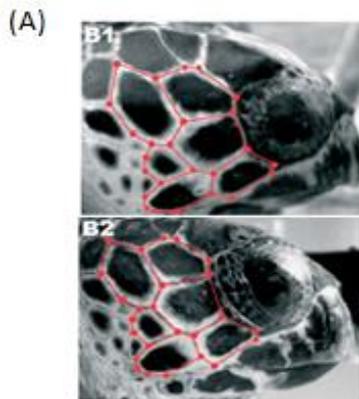
Hawksbill turtles

(Eretmochelys imbricata)

Reisser et al., 2008 (A)

Jean et al., 2010 (B)

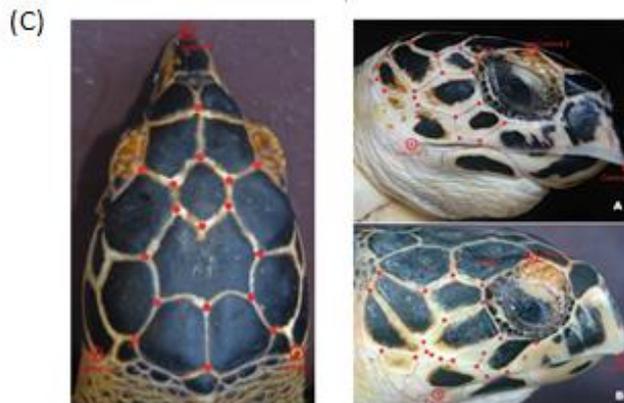
Dunbar et al., 2014 (C)



Use of the facial profile of marine turtles



Use of the facial profile of marine turtles



Investigate automated recognition of turtles in a database by using the spot recognition program, I3S

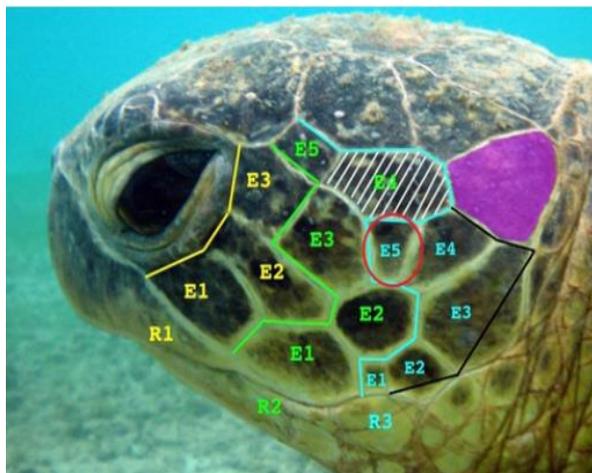
Dunbar, S., Ito, H., Bahjri, K., Dehom, S. & Salinas, L. 2014, "Recognition of juvenile hawksbills *Eretmochelys imbricata* through face scale digitization and automated searching", *Endangered Species Research*, vol. 26, pp. 137-146.

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 turtle NewsLeTTER*, vol. 11, pp. 8-13.

Reisser, J.W., Proietti, M., Kinan, P.G. & Sazima, I. 2008, "Photographic identification of sea turtles: method description and validation, with an estimation of tag loss", *Endangered Species Research*, vol. 5, pp. 73-82.

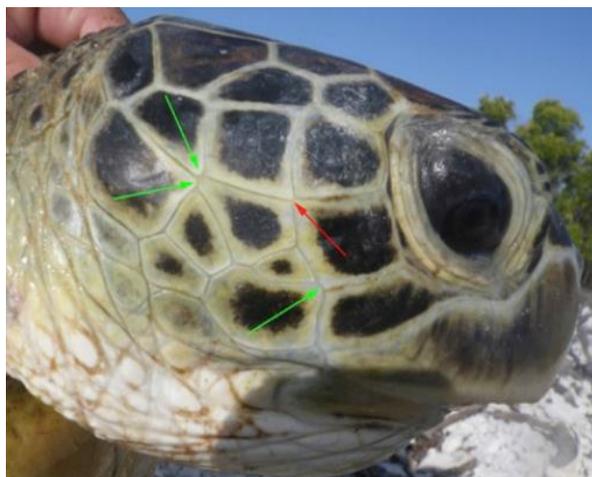
Schofield, G., Katselidis, K.A., Dimopoulos, P. & Pantis, J.D. 2008, "Investigating the viability of photo-identification as an objective tool to study endangered sea turtle populations", *Journal of experimental marine biology and ecology*, vol. 360, no. 2, pp. 103-108.

Annexe 6 : Cas particuliers du protocole de Photo-ID : extrait
(2014 © TORSOOI/KELONIA/IFREMER)



Cas d'une écaille en contact avec la rangée précédente par un sommet (E4) : Pour qu'elle soit incluse dans la rangée en cours (R2), elle doit avoir 2 côtés en commun avec 2 écailles de cette rangée.

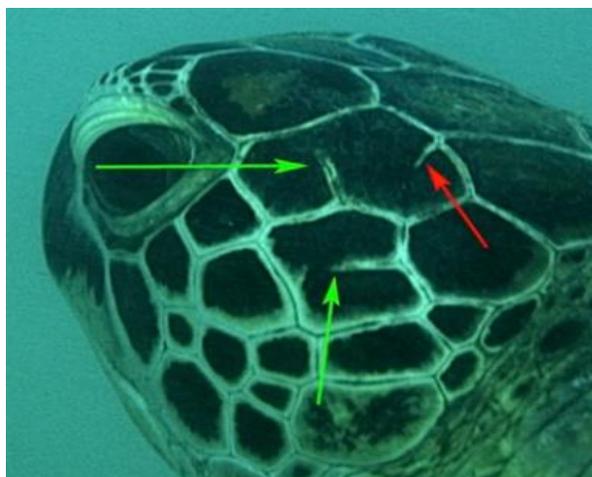
L'écaille colorée n'est pas prise en compte dans la rangée 3 car elle n'est pas en contact avec E5. Elle ne peut constituer une nouvelle rangée car elle n'est pas en contact avec la première ou la deuxième écaille de la rangée précédente.



Distinguer « petit côté » et sommet :

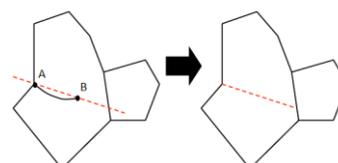
Les flèches rouges indiquent les « petits côtés » non comptés dans l'encodage du profil (arrondis et très petits, considérés comme des sommets).

Les flèches vertes indiquent les côtés comptés dans le profil car ils sont droits et bien visibles.

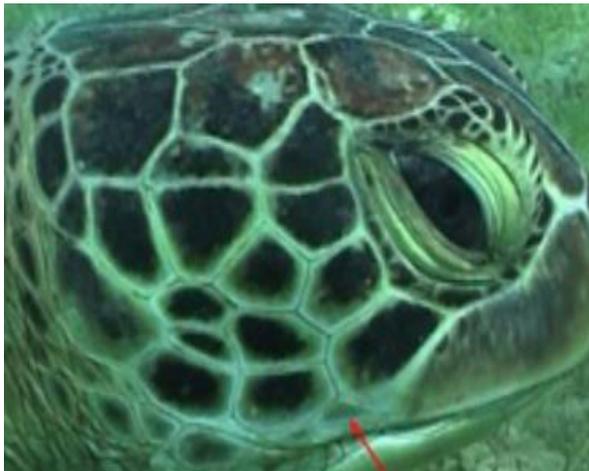


Cas des côtés incomplets : Si la séparation compte pour plus de 50% de la largeur ou de la longueur de l'écaille, on considèrera qu'elle forme un côté (cas des flèches vertes. Dans le cas contraire, on ne comptera qu'une seule écaille.

Attention, les cicatrices ne constituent pas des côtés incomplets.



Annexe 6 (suite) : Cas particuliers du protocole de Photo-ID : extrait
(2014 © TORSOOI/KELONIA/IFREMER)



Cas particulier pour R1 et R2 :

Une petite écaille de forme triangulaire (flèche rouge) peut parfois s'intercaler entre les premières écailles des rangées R1 et R2. Elle sera toujours exclue du profil car cette dernière n'est pas toujours visible selon la qualité et l'angle de la prise de vue.

La première écaille de R2 doit donc toujours avoir plus de 3 côtés en plus de celui situé en limite de profil.



Cas particulier des côtés arrondis :

Les côtés non rectilignes doivent être comptés comme un seul côté malgré la présence éventuelle d'angle ou de courbe (flèche verte).

Annexe 7 : Extrait des données brutes récoltées sur le terrain

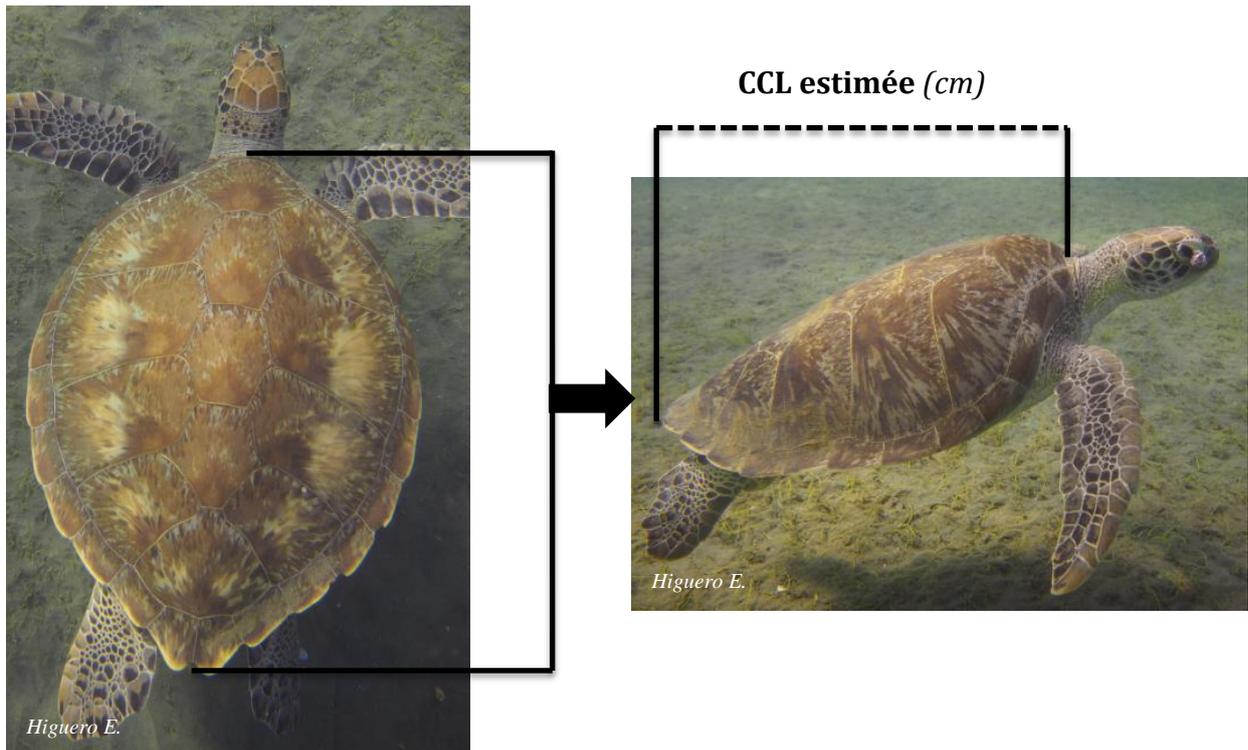
Date	Tranche horaire	Code lieu	Commune	Plage	y	x	Zone	Visibilité	Nom observateur	Ind	N° Obs	PG BdD	PD BdD	Espèce	Sexe	CCL
14/04/15	6h-10h	GP2	Pigeon	Malendure	16.087750	-61.756310	5B	moy	Emilie Higuero	gpcm91	1		CMGP2J150414-D91	Cm	J	0-50
14/04/15	6h-10h	GP2	Pigeon	Malendure	16.171480	-61.776870	5C	moy	Emilie Higuero	gpcm81	2		CMGP2J150414-D81	Cm	J	0-50
14/04/15	6h-10h	GP2	Pigeon	Malendure	16.171060	-61.778040	5C	moy	Emilie Higuero		3	NON REF	NON REF	Cm	N	50-100
14/04/15	6h-10h	GP2	Pigeon	Malendure	16.173400	-61.778480	2A	bonne	Emilie Higuero	gpcm97	4		CMGP2J150414-D97	Cm	J	0-50
14/04/15	6h-10h	GP2	Pigeon	Malendure	16.173930	-61.780140	1C	moy	Emilie Higuero	gpcm13	5		CMGP2J150414-D13	Cm	J	0-50
14/04/15	6h-10h	GP2	Pigeon	Malendure	16.173270	-61.779730	1C	bonne	Emilie Higuero	gpcm60	6	CMGP2N150414-G60	CMGP2N150414-D60	Cm	N	50-100
14/04/15	6h-10h	GP2	Pigeon	Malendure	16.173250	-61.779870	2C	bonne	Emilie Higuero		7	NON REF	NON REF	Cm	J	0-50
14/04/15	6h-10h	GP2	Pigeon	Malendure	16.173040	-61.779740	2C	bonne	Emilie Higuero	gpcm95	8		CMGP2J150414-D95	Cm	J	0-50
14/04/15	6h-10h	GP2	Pigeon	Malendure	16.173040	-61.779740	2C	bonne	Emilie Higuero		9	NON REF	NON REF	Cm	J	0-50
14/04/15	6h-10h	GP2	Pigeon	Malendure	16.178550	-61.778550	3C	bonne	Emilie Higuero	gpcm48	10	NON REF	NON REF	Cm	J	0-50
14/04/15	10h-14h	GP2	Pigeon	Malendure	16.171860	-61.778350	4C	bonne	Emilie Higuero	gpcm4	11	NON REF	NON REF	Cm	N	50-100
14/04/15	10h-14h	GP2	Pigeon	Malendure	16.171750	-61.778140	4C	bonne	Emilie Higuero	gpcm26	12		CMGP2N150414-D26	Cm	N	50-100
14/04/15	10h-14h	GP2	Pigeon	Malendure	16.171440	-61.777890	4C	bonne	Emilie Higuero	gpcm12	13		CMGP2J150414-D12	Cm	J	0-50
14/04/15	10h-14h	GP2	Pigeon	Malendure	16.171050	-61.777780	4C	bonne	Emilie Higuero	gpcm92	14		CMGP2N150414-D92	Cm	N	50-100
14/04/15	10h-14h	GP2	Pigeon	Malendure	16.171710	-61.778350	4C	bonne	Emilie Higuero	gpcm26	15		CMGP2N150414-D26	Cm	N	50-100
14/04/15	10h-14h	GP2	Pigeon	Malendure	16.171870	-61.778310	3C	bonne	Emilie Higuero	gpcm4	16		CMGP2N150414-D4	Cm	N	50-100
14/04/15	10h-14h	GP2	Pigeon	Malendure	16.171870	-61.778310	3C	bonne	Emilie Higuero	gpcm47	17		CMGP2N150414-D47	Cm	N	50-100
14/04/15	10h-14h	GP2	Pigeon	Malendure	16.171910	-61.778310	2C	bonne	Emilie Higuero	gpcm86	18	CMGP2J150414-G86	CMGP2J150414-D86	Cm	J	0-50
14/04/15	10h-14h	GP2	Pigeon	Malendure	16.173590	-61.780730	1D	bonne	Emilie Higuero	gpcm50	19	NON REF	NON REF	Cm	J	0-50
14/04/15	10h-14h	GP2	Pigeon	Malendure	16.173360	-61.780580	2D	bonne	Emilie Higuero	gpcm98	20		CMGP2J150414-D98	Cm	J	0-50
14/04/15	10h-14h	GP2	Pigeon	Malendure	16.172930	-61.780300	2D	bonne	Emilie Higuero	gpcm15	21		CMGP2J150414-D15	Cm	J	0-50
14/04/15	10h-14h	GP2	Pigeon	Malendure	16.172510	-61.779880	2D	bonne	Emilie Higuero	gpcm99	22		CMGP2N150414-D99	Cm	N	50-100
14/04/15	10h-14h	GP2	Pigeon	Malendure	16.172430	-61.779930	2D	bonne	Emilie Higuero	gpcm36	23		CMGP2J150414-D36	Cm	J	0-50
14/04/15	10h-14h	GP2	Pigeon	Malendure	16.172350	-61.779790	3D	bonne	Emilie Higuero	gpcm100	24		CMGP2N150414-D100	Cm	N	50-100
14/04/15	10h-14h	GP2	Pigeon	Malendure	16.172100	-61.779460	4D	bonne	Emilie Higuero	gpcm23	25		CMGP2J150414-D23	Cm	J	0-50
14/04/15	10h-14h	GP2	Pigeon	Malendure	16.171530	-61.779060	4D	bonne	Emilie Higuero	gpcm42	26		CMGP2J150414-D42	Cm	J	0-50

Bague	Rémoras	CV	Approche	Substrat	Herbier	Fibro	Rq
non	0	A	F	Herbier	Hs, Algues	oui	Fibro œil droit et gauche
non	0	A	I	Herbier	Hs, Sf	oui	
non	0	A	F	Herbier	Hs, Sf	non	mauvaise qualité photo
non	0	A	F	Herbier	Hs, Algues	non	
non	0	D	I	Herbier	Hs, Sf	oui?	fibro patte ARG ?
non	0	A	I	Herbier	Sf	oui	Fibro œil gauche + cou
non	0	A	F	Herbier	Sf	non	mauvaise qualité photo
non	0	A	I	Herbier	Sf	non	
non	0	A	F	Herbier	Sf	non	
non	0	R	F	Sable		oui	Petite Cm, Pleines de lésions
oui	0	A	I	Herbier	Hs, Sf	non	Loanne
non	0	A	I	Herbier	Hs, Sf	non	3PO D
non	0	A	F	Herbier	Hs	oui	Fibro œil gauche
non	0	A	F	Herbier	Hs, Sf, Algues	oui	Fibro œil gauche
non	1	A	I	Herbier	Hs, Sf, Algues	non	3PO D
oui	0	A	I	Herbier	Hs, Sf, Algues	non	Loanne
oui	0	A	I	Herbier	Hs, Sf, Algues	non	Ecailles carapaces 4/6/4
non	0	A	I	Herbier	Sf	non	
non	0	A	F	Herbier	Sf	non	mauvaise qualité photo
non	0	A	F	Herbier	Sf	oui	Fibro cou
non	0	A	F	Herbier	Sf	non	
non	0	A	F	Herbier	Sf	non	
non	0	A	I	Herbier	Sf	oui	Fibro œil droit, trait sur PO 225
non	0	A	F	Herbier	Sf	non	
non	1	A	F	Herbier	Hs	non	
non	0	A	F	Herbier	Sf	oui	

Exemple d'identification manuelle
(Catalogue) = photos de profils de
mauvaise qualité (NON REF) pour le
logiciel

PG BdD = Profil Gauche Base de Données
PD BdD = Profil Droit Base de Données

Annexe 8: Exemple de l'estimation visuelle de la taille de carapace (en *cm*) sur l'individu gpcm29



Carapace 4/5/4

4 écailles latérales gauche / 5 écailles vertébrales (centrales) / 4 écailles latérales droite

Annexe 9 : Fibropapillomatose

Cette maladie, identifiée pour la première fois en Floride en 1938, est connue pour affecter préférentiellement les tortues vertes (**Jacobson et al. 1989 ; Aguirre et al. 1998 ; Leroux et al. 2010 ; Page-Karjian et al. 2014**) bien qu'elle a été documentée pour d'autres espèces de tortue marine (**Herbst 1994 ; George 1997 ; Aguirre et al. 1999 ; Huerta et al. 2000**). Elle engendre le développement de tumeurs cutanées (au niveau des tissus mous : cou ; nageoires ; régions axillaire, inguinale et, ou cloacale), viscérales et, ou oculaires (**Flint et al. 2010**) qui entraîne une diminution progressive de l'état de santé des tortues qui peut conduire, dans certains cas, à la mort de l'animal (**Jacobson et al. 1989 ; George 1997 ; Aguirre, Lutz 2004 ; Foley et al. 2005**).



Illustration d'une lésion oculaire (gpcm29)



Illustration de lésions cutanées (gpcm48)

Attention : des individus peuvent être atteints qu'en interne. Dans ce cas, aucun signe de la maladie n'est visible extérieurement.

- Aguirre, A., Spraker, T., Balazs, G. & Zimmerman, B.** 1998, "Spirorchidiasis and fibropapillomatosis in green turtles from the Hawaiian Islands", *Journal of wildlife diseases*, vol. 34, no. 1, pp. 91-98.
- Aguirre, A.A., Spraker, T.R., Chaves, A., Toit, L., Eure, W. & Balazs, G.H.** 1999, "Pathology of fibropapillomatosis in olive ridley turtles *Lepidochelys olivacea* nesting in Costa Rica", *Journal of Aquatic Animal Health*, vol. 11, no. 3, pp. 283-289.
- Aguirre, A.A. & Lutz, P.L.** 2004, "Marine turtles as sentinels of ecosystem health: is fibropapillomatosis an indicator?", *EcoHealth*, vol. 1, no. 3, pp. 275-283.
- Flint, M., Limpus, C.J., Patterson-Kane, J.C., Murray, P.J. & Mills, P.C.** 2010, "Corneal Fibropapillomatosis in Green Sea Turtles (*Chelonia mydas*) in Australia", *Journal of comparative pathology*, vol. 142, no. 4, pp. 341-346.
- Foley, A., Schroeder, B., Redlow, A., Fick-Child, K. & Teas, W.** 2005, "Fibropapillomatosis in stranded green turtle (*Chelonia mydas*) from the eastern United States (1980-1998): trends and associations with environmental cofactors", *Journal of Wildlife Diseases*, vol. 41, no. 1, pp. 29-41.
- George, R.H.** 1997, "Health problems and diseases of sea turtles." in *The Biology of Sea Turtles I*, eds. P. Lutz & J. Musick, CRC Press, Cleveland, pp. 363-382.
- Herbst, L.H.** 1994, "Fibropapillomatosis of marine turtles", *Annual Review of Fish Diseases*, vol. 4, no. 0, pp. 389-425.
- Huerta, P., Pineda, H., Aguirre, A., Spraker, T., Sarti, L. & Barragan, A.** 2000, "First confirmed case of fibropapilloma in a leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*)" in *Proceedings of the 20th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*, eds. A. Mosier, A. Foley & B. Brost, U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-477, pp. 193.
- Jacobson, E., Mansell, J., Sundberg, J., Hajjar, L., Reichmann, M., Ehrhart, L., Walsh, M. & Murru, F.** 1989, "Cutaneous fibropapillomas of green turtles (*Chelonia mydas*)", *Journal of comparative pathology*, vol. 101, no. 1, pp. 39-52.
- Leroux, G., Rakotonirina, B., Ciccione, S., Hawawini, S. & Campillo, A.** 2010, "First report of *Chelonia mydas* affected by cutaneous fibropapillomatis on the West coast of Madagascar", *Indian ocean turtle NewsLETTER*, vol. 11, pp. 13-17.
- Page-Karjian, A., Norton, T.M., Krimer, P., Groner, M., Nelson Jr, S.E. & Gottdenker, N.L.** 2014, "Factors influencing survivorship of rehabilitating green sea turtles (*Chelonia mydas*) with fibropapillomatosis", *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, vol. 45, no. 3, pp. 507-519.

Annexe 10 : Illustration des herbiers de phanérogames marines rencontrés sur le site d'étude principal (Beaufort, Sebe 2014)

Légende

Bathymétrie

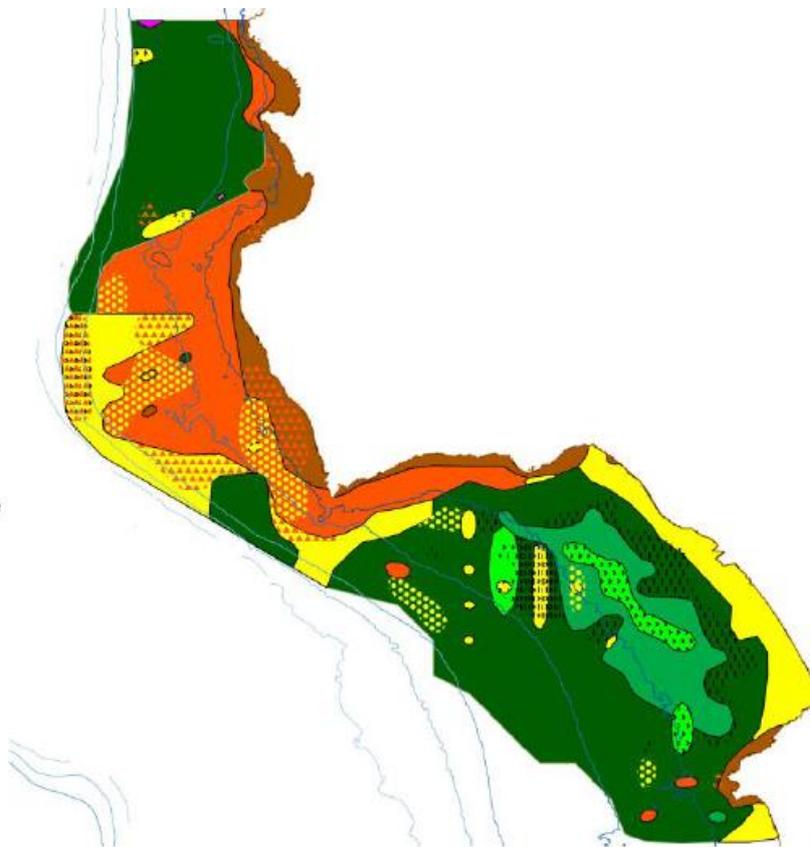
- Surface
- 5 m
- 10 m
- 15 m
- 20 m
- 25 m
- 30 m
- 35 m
- 40 m

Substrat dominant

- *Thalassia testudinum*
- *Halophila stipulacea*
- *Halophila stipulacea* et *Syringodium filiforme*
- *Syringodium filiforme*
- Sable
- Roche
- Corail
- Algue brune

Substrat présent [34]

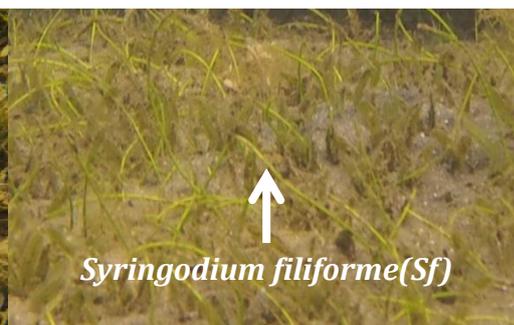
- ▨ *Halophila stipulacea*
- ▨ *Syringodium filiforme*
- ▨ Sable
- ▨ Corail



Herbier mixte Hs, Tt



Herbier mixte Hs, Sf



Halophila stipulacea (Hs)

Annexe 11 : Histoires de capture des 82 individus pour les 35 sessions à Malendure

10000000100100000000100000001011000 0 1;	00000101000010100100110000000001001 0 1;
11000010000000000000100000000000001 0 1;	010000000000000000000000000000000010000110 0 1;
00000000000000000000101100010100001000 0 1;	000000000000001000000010000010000000 0 1;
000000000000000000001000010000000001000 0 1;	000000000000000110000100000000000000 0 1;
10000000000000000000000000100110000110 0 1;	0000000000000001000010000000000000001000 0 1;
1110001000000000000011100001000000000 0 1;	00000000000000010000000010000000000 0 1;
001000001001000000000000000010000010 0 1;	0000000000000000100000100000000000 0 1;
00000000000000000000000000000000101010000 0 1;	000000000000000001010000000000000001 0 1;
1000000000100000000100000000000000 0 1;	00000000000000001000010010010001001 0 1;
100000010100000000000100000000000001 0 1;	000000000000000000110000101000000 0 1;
0001001110100001000000000000000000011 0 1;	000000000000000000010010000000001000 0 1;
00001010000010010000000000000000100110 0 1;	000000000000000000011000000000000010 0 1;
00001000000000010000000010100010100 0 1;	0000000000000000000100100000000010000 0 1;
100011000010000000000000000000000000 0 1;	0001000000000000000100000000000000 0 1;
000010001010000100010000100010000000 0 1;	00000000000000000001000000010000000 0 1;
00001100110000000101000000100000010 0 1;	00000000000000000001010000000000001000 0 1;
000001010000000000100000000000000001 0 1;	00000000000110010000000000000000 0 1;
0000011000001000000000000000000000 0 1;	000000000000000000000000000000000010 0 1;
000001000000000000000001000010101110 0 1;	00000000000000000000000000000000100000100 0 1;
0000011001000010000000000000000000 0 1;	01000000000000000000000000010101001100 0 1;
000000100000000011000000000000001001 0 1;	0000000000000000000000000000000000101 0 1;
0000001000000000001101000000000000 0 1;	0000000000000000000000000000000000100 0 1;
000000100000001000000000000000001000 0 1;	00000000000000000000000000000000000 0 1;
00000001001011000000000100001010001 0 1;	00000000000000000000000000000000000 0 1;
00000001001001001000000000000000000001 0 1;	000000000000000000000000000000000001000000001 0 1;
00000001001000000100010000100000101 0 1;	00000000000000000000000000000000000100000000 0 1;
000000000000000000001100010000000000 0 1;	00000000000000000000000000000000000100000000 0 1;
0000000101000000000000000000000000 0 1;	00000000000000000000000000000000000100000000 0 1;
000000010000000000000000000000000010 0 1;	0000000000000000000000000000000000001 0 1;
00000001001000001100000000000000010 0 1;	0000000000000000000000000000000000001 0 1;
00000000000000000000000000000000100010000 0 1;	00000000000000000000000000000000000001 0 1;
000000001000000000101000000000001000 0 1;	0000100001000000000000000000000000001 0 1;
000000001000000000000000000000001110000 0 1;	
00000000100000101100010000000000100 0 1;	
0000000010001000000000000000000000 0 1;	
000000000100001000000001000100101000 0 1;	
0000000000110001000000000100000000 0 1;	
00001000001010001010000000001000000 0 1;	
00000000001000000000000000101000000 0 1;	
0000000000100000010000000000000000 0 1;	
0000000000100000010000000000000000 0 1;	
0000000000100000010000000000000000 0 1;	
0000000000101100010100000000000000 0 1;	
00000000000010000000000000001000001 0 1;	
0000000000001000100100000100000000 0 1;	
00000000000010100000000000000000 0 1;	

*0 = l'individu n'a pas été capturé
photographiquement pendant la session*

*1 = l'individu a été capturé
photographiquement pendant la session*

Annexe 12 : Les bénévoles



Gabriel Chabert



Hélène Philipps



Sylvie Rotger



Sonia Marolany



Nathalie Carisey - Yannick Bidon



Andrée Giroux



Anne-Claire Dolivet



Sandra Pedurthe

Annexe 12 (suite) : Les bénévoles



Romain Lengagne



Evelyne Duhappart



Alexis Poupart



Alex Zéni



Océane Beaufort



Julien Athanase



Éric Delcroix



Léa Daures



Sophie Le Loch'

Annexe 13 : Exemple de fiche d'identité

Individu : gpcm45



Higuero Emilie

Profil Gauche : 115 126 134 146 214 227 235 246 256 266 315
324 336 345 356 365 416 424



Higuero Emilie

Profil Droit : 115 126 134 146 215 224 236 247 255 266 315 325
336 345 415 424



Higuero Emilie



Higuero Emilie

POD: 4

POG: 4

Carapace : 4/5/4

Espèce : Cm

CCL (cm) : 50-100

Sexe : N (Sub-adulte)

Bague D: /

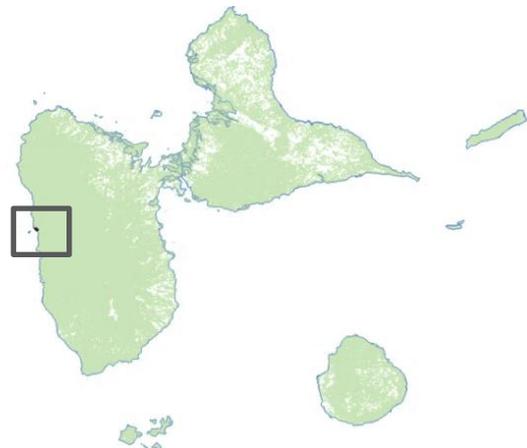
Bague G: /

Fibro : FP-

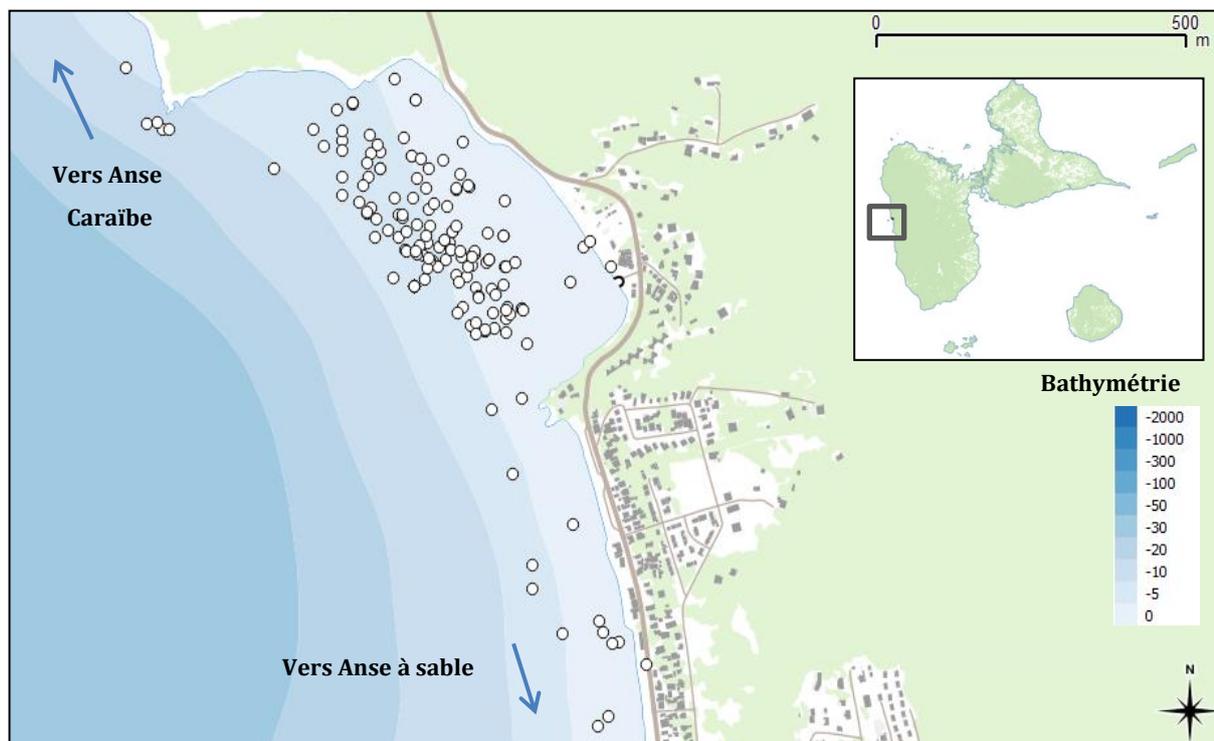
Site d'alimentation : Malendure

Photo Identification

Date	Profil Gauche	Profil Droit
24/04/2015	X	X
10/03/2015		X
05/03/2015		X
04/03/2015	X	X
23/02/2015	X	X
17/02/2015	X	X
01/06/2014	X	X
24/05/2014	X	
14/04/2013		X



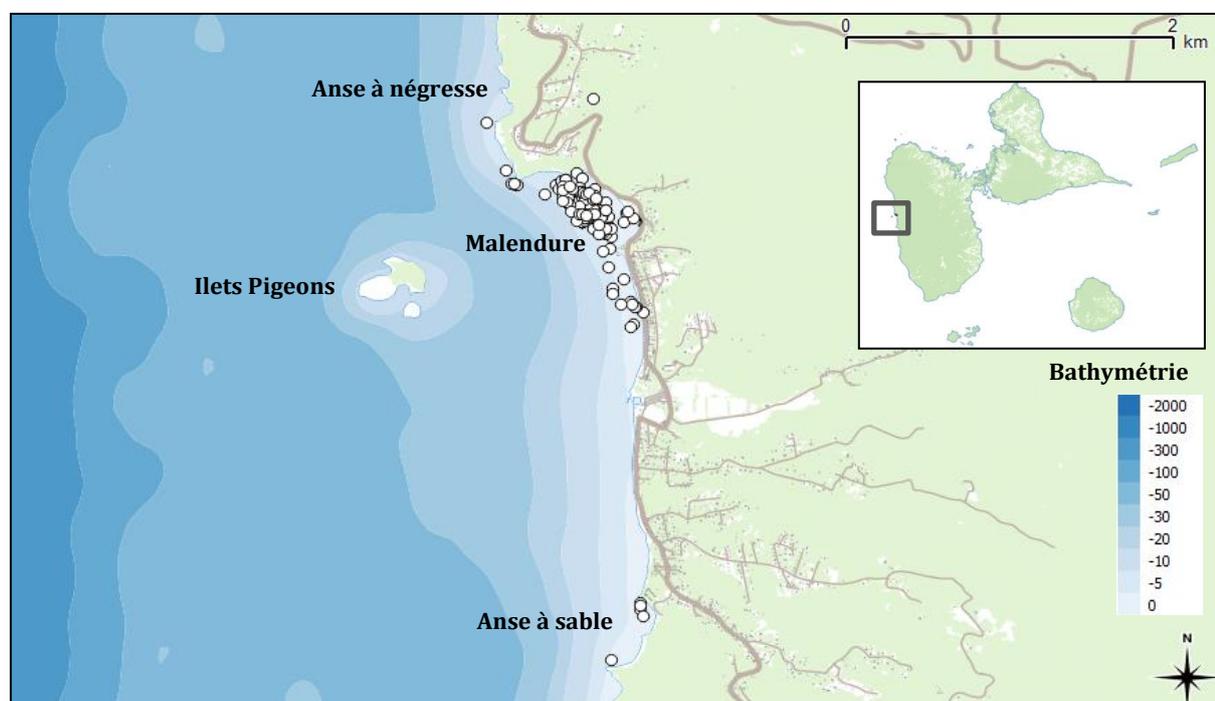
Annexe 14 : Localisation GPS des tortues (vertes et imbriquées) vues dans la baie et au niveau des zones annexes entre le 13/04/15 et le 04/05/15



Réalisation: Alexis Poupart et Emilie Higuero



Sources: BD topo IGN 2014; Bathymétrie SHOM 2004



Réalisation: Alexis Poupart et Emilie Higuero



Sources: BD topo IGN 2014; Bathymétrie SHOM 2004

Annexe 15 : Informations sur les photos d'archives (Malendure et Petite-Terre)

<u>Nom du photographe</u>	<u>Nom de la photo</u>	<u>Nom de la tortue</u>	<u>Date d'observation</u>	<u>Profil</u>	<u>Nombre de post-orbitales</u>	<u>Espèce</u>	<u>Sexe</u>
Antoine Chabrolle	CMGP6J141016-D18	gpcm18	16/10/2014	Droit	4	Cm	Inconnu
Claire Jeuffroy	CMGP2J1406-G97	gpcm97	16/06/2014	Gauche	4	Cm	Juvénile
Claire Jeuffroy	CMGP2N1406-G55	gpcm55	16/06/2014	Gauche	5	Cm	Inconnu
Claire Jeuffroy	CMGP2N1406-D94	gpcm94	01/06/2014	Droit	3	Cm	Inconnu
Claire Jeuffroy	CMGP2N1406-G54	gpcm54	01/06/2014	Gauche	4	Cm	Inconnu
Claire Jeuffroy	CMGP2N1406-D54	gpcm54	01/06/2014	Droit	4	Cm	Inconnu
Claire Jeuffroy	CMGP2N1406-G45	gpcm45	01/06/2014	Gauche	4	Cm	Inconnu
Claire Jeuffroy	CMGP2N1406-D45	gpcm45	01/06/2014	Droit	4	Cm	Inconnu
Claire Jeuffroy	CMGP2J1406-G22	gpcm22	01/06/2014	Gauche	4	Cm	Juvénile
Pierre Cahanier	CMGP2N140524-D45	gpcm45	24/05/2014	Gauche	4	Cm	Inconnu
Pierre Cahanier	CMGP2J140524-D40	@gpcm40	24/05/2014	Droit	5	Cm	Juvénile
Pierre Cahanier	CMGP2J140412-G29	gpcm29	12/04/2014	Gauche	4	Cm	Juvénile
Pierre Cahanier	CMGP2J140412-D29	gpcm29	12/04/2014	Droit	4	Cm	Juvénile
Sophie Bedel	CMGP6N131122-G8	gpcm8	22/11/2013	Gauche	4	Cm	Inconnu
Sophie Bedel	CMGP6N131122-G6(2)	gpcm6	22/11/2013	Gauche	4	Cm	Inconnu
Sophie Bedel	CMGP6N131122-G6	gpcm6	22/11/2013	Gauche	4	Cm	Inconnu
Sophie Bedel	CMGP6N131122-D6	gpcm6	22/11/2013	Droit	4	Cm	Inconnu
Sophie Bedel	CMGP6N131122-D8	gpcm8	22/11/2013	Droit	4	Cm	Inconnu
ONCFS	CMGP2N131024-G5	gpcm5	24/10/2013	Gauche	4	Cm	Inconnu
ONCFS	CMGP2N131024-D5	gpcm5	24/10/2013	Droit	4	Cm	Inconnu
ONCFS	CMGP2N131024-D4	gpcm4	24/10/2013	Droit	4	Cm	Inconnu
ONCFS	CMGP2N131024-G4	gpcm4	24/10/2013	Gauche	4	Cm	Inconnu
ONCFS	CMGP2N131024-D3	gpcm3	24/10/2013	Droit	4	Cm	Inconnu
ONCFS	CMGP2N131024-G3	gpcm3	24/10/2013	Gauche	4	Cm	Inconnu
ONCFS	CMGP2N131024-G2	gpcm2	24/10/2013	Gauche	4	Cm	Inconnu
ONCFS	CMGP2J131024-D2	gpcm2	24/10/2013	Droit	4	Cm	Juvénile
Alex Zéni	CMGP2N130917-D105	@gpcm105	17/09/2013	Droit	4	Cm	Inconnu
Sophie Bedel	CMGP6N130503-G1	@gpcm1	03/05/2013	Gauche	4	Cm	Inconnu
Alex Zéni	CMGP2N130416-G55	gpcm55	16/04/2013	Gauche	5	Cm	Inconnu
Alex Zéni	CMGP6N130416-D55	gpcm55	16/04/2013	Droit	4	Cm	Inconnu
Alex Zéni	CMGP2N130415-G109	@gpcm109	15/04/2013	Gauche	4	Cm	Inconnu
Alex Zéni	CMGP2N130415-D108	@gpcm108	15/04/2013	Droit	4	Cm	Inconnu
Alex Zéni	CMGP2N130415-G94	gpcm94	15/04/2013	Gauche	4	Cm	Inconnu
Alex Zéni	CMGP2N130414-D45	gpcm45	14/04/2013	Droit	4	Cm	Inconnu
Antoine Maestracci	CMGP2N130417-D100	@gpcm100	14/04/2013	Droit	4	Cm	Inconnu
Antoine Maestracci	CMGP2N130123-G111	@gpcm111	23/01/2013	Gauche	4	Cm	Inconnu
Antoine Maestracci	CMGP2N130123-G54	gpcm54	23/01/2013	Gauche	4	Cm	Inconnu
Mélodie Caussat	CMGP6N130119-G7	gpcm7	19/01/2013	Gauche	4	Cm	Inconnu
Mélodie Caussat	CMGP6N130119-D7	gpcm7	19/01/2013	Droit	4	Cm	Inconnu
Mélodie Caussat	CMGP6N130119-G1	@gpcm1	19/01/2013	Gauche	4	Cm	Inconnu
Océane Beaufort	CMGP2J120405-G29	gpcm29	05/04/2012	Gauche	4	Cm	Juvénile
Alex Zéni	CMGP2J120326-G29	gpcm29	26/03/2012	Gauche	4	Cm	Juvénile
Alex Zéni	CMGP2N120326-G107	@gpcm107	26/03/2012	Gauche	4	Cm	Inconnu
Antoine Maestracci	CMGP2N120325-D112	gpcm83	25/03/2012	Droit	4	Cm	Inconnu
Antoine Maestracci	CMGP2N120306-G112	@gpcm112	06/03/2012	Gauche	4	Cm	Inconnu
Antoine Maestracci	CMGP2N120223-D110	gpcm110	23/02/2012	Droit	4	Cm	Inconnu
Antoine Maestracci	CMGP2N120223-G110	gpcm110	23/02/2012	Gauche	4	Cm	Inconnu
Alex Zéni	CMGP2N111121-G41	@gpcm41	21/11/2011	Gauche	4	Cm	Inconnu
Alex Zéni	CMGP2J111121-G62	gpcm62	21/11/2011	Gauche	4	Cm	Juvénile
Alex Zéni	CMGP2J111121-G29	gpcm29	21/11/2011	Gauche	4	Cm	Juvénile
Alexandra LeMoal	CMGP2N101116-D11	@gpcm11	16/11/2010	Droit	4	Cm	Inconnu
Alexandra LeMoal	CMGP2N101116-D10	@gpcm10	16/11/2010	Droit	4	Cm	Inconnu
Alex Zéni	CMGP2N091003-G106	gpcm106	03/10/2009	Gauche	4	Cm	Inconnu
Alex Zéni	CMGP2N091003-D106	gpcm106	03/10/2009	Droit	4	Cm	Inconnu

*Le @ présent devant le nom de la tortue correspond au fait qu'elle ne possède qu'un profil sur les deux.
Seule les tortues présentant les deux profils n'ont pas « @ » et peuvent être parrainées*

