

# Valorisation des outils de diagnostic et de suivi des sites de pontes pour la gestion des populations de tortues marines à Saint-Martin

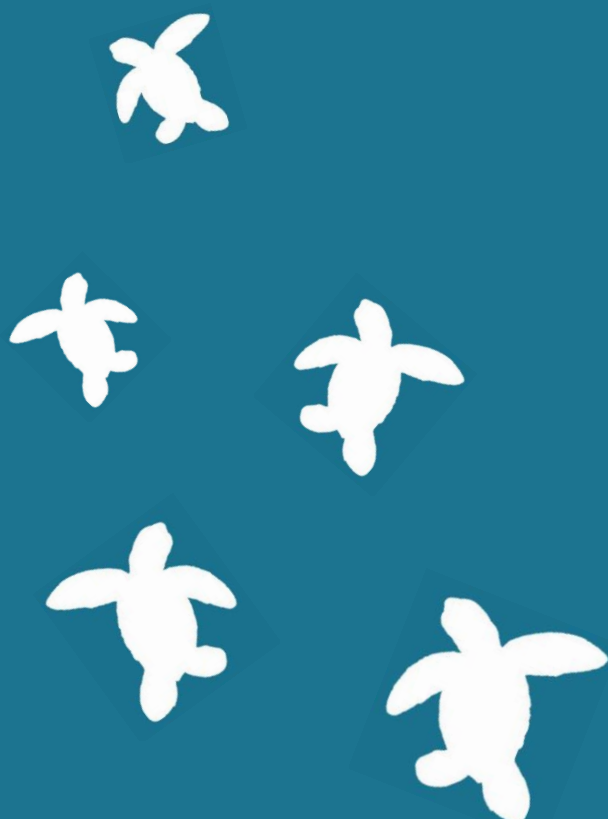
**Marine Nouhaud**

**Rapport de Stage, Master 2 Ecologie et Dynamique des Littoraux et des Estuaires**

**Structure d'accueil :** Réserve Naturelle Nationale de Saint-Martin

**Sous la direction de :** Julien Chalifour (Chargé de mission scientifique)

**Responsable de stage :** Christel Lefrançois, Maître de Conférence en biologie (Université de la Rochelle)



# Sommaire

|                                                                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Présentation de la structure d'accueil .....</b>                                                                                  | <b>3</b>  |
| <b>Introduction générale.....</b>                                                                                                    | <b>4</b>  |
| <b>Etat de l'art.....</b>                                                                                                            | <b>6</b>  |
| Systématique .....                                                                                                                   | 6         |
| Cycle de vie et stratégie de reproduction des tortues marines .....                                                                  | 7         |
| Sites de nidification.....                                                                                                           | 8         |
| Succès de ponte.....                                                                                                                 | 8         |
| Statut de protection .....                                                                                                           | 9         |
| Caractéristiques des deux espèces étudiées : <i>Chelonia mydas</i> et <i>Eretmochelys imbricata</i> .....                            | 11        |
| La Caraïbe, une zone majeure de nidification pour les tortues vertes ( <i>C.m.</i> ) et les tortues imbriquées ( <i>E.i.</i> ) ..... | 12        |
| Historique de la présence des tortues marines dans les Antilles .....                                                                | 13        |
| Données spécifiques sur <i>C.m.</i> et <i>E.i.</i> dans les Antilles françaises.....                                                 | 14        |
| Les sites de nidifications à Saint-Martin .....                                                                                      | 15        |
| <b>Partie I : Diagnostic des sites de ponte .....</b>                                                                                | <b>16</b> |
| Matériel & Méthode.....                                                                                                              | 17        |
| Les sites de pontes à Saint-Martin .....                                                                                             | 17        |
| Protocole .....                                                                                                                      | 18        |
| Analyse de données.....                                                                                                              | 20        |
| Résultats .....                                                                                                                      | 20        |
| Discussion .....                                                                                                                     | 23        |
| <b>Partie II : Suivi des pontes de 2010 à 2014.....</b>                                                                              | <b>27</b> |
| Matériel & Méthode.....                                                                                                              | 28        |
| Localisation des sites d'études .....                                                                                                | 28        |
| Protocole de suivi.....                                                                                                              | 29        |
| Analyse de données.....                                                                                                              | 30        |
| Résultats .....                                                                                                                      | 30        |
| Discussion .....                                                                                                                     | 32        |
| <b>Discussion générale .....</b>                                                                                                     | <b>35</b> |
| Atlas des sites de pontes.....                                                                                                       | 35        |
| Suivi des activités de pontes .....                                                                                                  | 36        |
| Une approche spatiale et une approche temporelle complémentaires.....                                                                | 37        |
| Conclusions et perspectives .....                                                                                                    | 38        |
| <b>Bibliographie .....</b>                                                                                                           | <b>39</b> |

## Liste des figures

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 : Etendue de la RNNSM (en rose) au Nord-Est de la partie française de l'île.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 3  |
| Figure 2 : Cycle de vie des tortues marines (Lanyon <i>et al.</i> , 1989).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 7  |
| Figure 3 : Zone de ponte préférentielle des tortues marines (ONF).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 8  |
| Figure 4: Caractéristiques morphologiques de <i>Chelonia mydas</i> (Illustration de Tom McFarland et Stephen Nash ) .....                                                                                                                                                                                                                                                                 | 11 |
| Figure 5: Caractéristiques morphologiques chez <i>Eretmochelys imbricata</i> .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 11 |
| Figure 6: Cartes des sites de nidification de C.m. et de E.i. dans le monde (Chaque étoile ou carré indique un site de nidification et la couleur indique le nombre de traces sur ce site). .....                                                                                                                                                                                         | 12 |
| Figure 7: Répartition des sites de nidification dans la WCR (à gauche: Cm; à droite: Ei) .....                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 13 |
| Figure 8: Carte des sites de nidification sur Saint-Martin.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 16 |
| Figure 9: Division de la plage de Petites Cayes (192 m ) en 10 parts égales (Google Earth).....                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 18 |
| Figure 10: Fiche de diagnostic élaborée par M.Brunel (2013). Exemple de la plage de Friar's Bay....                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 19 |
| Figure 11: Etat des sites de pontes de Saint-Martin en 2015.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 20 |
| Figure 12: Etat des plages de Saint-Martin suite au diagnostic de 2015.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 20 |
| Figure 13 : A) Projection des sites hors- réserve (en rouge) et en réserve (en vert) par ACP sur la base de la notation des sites selon plusieurs critères (n = 216). B) Projection des variables sur le plan factoriel. Axe horizontal : CP 1 (73,55%) ; Axe vertical : CP 2 (14,03%). .....                                                                                             | 21 |
| Figure 14: Classification hiérarchique des sites de nidification de Saint-Martin en quatre groupes.....                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 22 |
| Figure 15: Résultats de la notation des sites de pontes sur 10. A droite (2015) : hors réserve (n= 19, $\mu = 3,8 \pm 1,8$ ) et en réserve (n= 9 , $\mu = 7,6 \pm 1,1$ ). A gauche (2009) : hors réserve (n= 19, $\mu = 3,8 \pm 2$ ) et en réserve (n= 9 , $\mu = 8,7 \pm 1,3$ ). Les moyennes ayant des lettres (a ou b) différentes sont significativement différentes entre elles..... | 22 |
| Figure 16: Villa éclairée sur la plage de Baie Longue .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 24 |
| Figure 17: Carte des plages des Terres Basses et des menaces .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 25 |
| Figure 18: Plage d'Orient Bay.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 25 |
| Figure 19: Carte des sites de ponte prioritaires à Saint-Martin .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 29 |
| Figure 20: (à gauche) Trace symétrique de tortue verte. (à droite) Trace dissymétrique et plus petite de tortue imbriquée. ....                                                                                                                                                                                                                                                           | 29 |
| Figure 21: Nombre de traces par mois (moyenne par mois sur cinq ans) .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 31 |
| Figure 22: Nombre total de traces sur cinq ans sur les sites prioritaires (les astérisques correspondent aux sites en réserve et les lettres à l'état de la plage ; TB : Très Bon ; B : Bon et M : Mauvais) .....                                                                                                                                                                         | 31 |
| Figure 23: Nombre d'activités de ponte par espèce et par an pour un effort de suivi de 167 relevés par an .....                                                                                                                                                                                                                                                                           | 32 |
| Figure 24: Sites prioritaires de ponte et nombre de traces de Cm et Ei.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 33 |

## Liste des tableaux

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1 : Systématique des tortues marines (Bowen <i>et al.</i> , 1993 ; Bowen et Karl, 1996) ..... | 6  |
| Tableau 2: Statuts de conservation des tortues marines (IUCN, 2012).....                              | 10 |
| Tableau 3: Liste des sites prioritaires .....                                                         | 15 |
| Tableau 4 : Division du site en fonction de sa longueur. ....                                         | 18 |
| Tableau 5: Résultats des ANOVA.....                                                                   | 23 |
| Tableau 6: Liste des essences végétales autochtone à Saint-Martin .....                               | 24 |
| Tableau 7 : Echelle d'évaluation du succès de ponte .....                                             | 29 |
| Tableau 8: Conversion du nombre d'activités de ponte (traces, nids...) en nombre de ponte.....        | 30 |

## Présentation de la structure d'accueil

La Réserve Nationale Naturelle de Saint-Martin (RNNSM), gérée par l'Association Gestion de RNSM a été créée suite au décret du 3 septembre 1998. Localisée au Nord-Est de la partie française de l'île, la RNNSM couvre une zone de plus de 3 000 hectares regroupant des écosystèmes très diversifiés tels que des récifs coralliens, des herbiers, des mangroves, des étangs et des forêts sèches littorales. La réserve est constituée d'une partie terrestre de 154 ha, d'une partie lacustre regroupant les grands étangs de l'île, soit 198 ha et d'une partie marine d'une superficie de 2 900 ha correspondant au plateau s'étendant entre les îles de Saint-Martin, d'Anguilla et de Saint-Barthélemy.

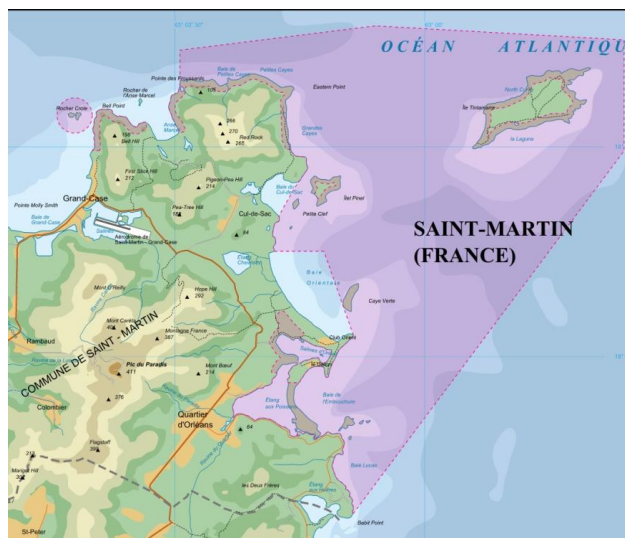


Figure 1 : Etendue de la RNNSM (en rose) au Nord-Est de la partie française de l'île

Afin de protéger une faune et une flore marine et terrestre très diversifiées, parmi lesquelles plusieurs espèces sont protégées, la RNNSM doit remplir trois objectifs majeurs :

- La gestion des sites classés : pour le maintien de la biodiversité et des fonctionnalités des écosystèmes présents (suivi de l'état de santé des sites, entretien et réhabilitation des milieux...),
- La protection : encadrement de la fréquentation par les usagers des sites protégés afin de respecter la réglementation de la RNN et ses enjeux environnementaux, impliquant le cas échéant des sanctions,
- La sensibilisation du public : faciliter la compréhension et améliorer la perception et donc l'acceptation de la réserve par le public et plus particulièrement la population locale.

Actuellement, l'AGRNSM emploie huit salariés à temps plein pour la mise en œuvre d'une gestion conforme aux objectifs fixés par son Plan de Gestion. Le Conservateur assure la direction générale et coordonne l'ensemble des projets. La gestion de la RNNSM s'organise autour de 3 pôles, dont le pôle Missions et Suivis scientifiques, dédié à l'organisation et à la réalisation des suivis des milieux et des populations permettant d'évaluer la gestion mise en œuvre par l'équipe.

Depuis maintenant 5 ans, conformément au Plan de la RNNSM et en cohérence avec le Plan National de Restauration des Tortues Marines, une évaluation de la qualité des sites de pontes de tortues marines est effectuée afin de déterminer leur état de conservation et de proposer des mesures de

réhabilitation des plages pour en favoriser la fréquentation par les tortues. C'est donc dans ce contexte que ce stage s'est déroulé, sous la tutelle de Julien Chalifour, responsable du Pôle scientifique. Au cours de ces cinq mois et demi de stage, mon travail a impliqué la réalisation d'une synthèse bibliographique, la mise en œuvre de nombreux suivis sur le terrain et le traitement et l'interprétation des données ainsi acquises.

## Introduction générale

L'estimation de la taille d'une population est essentielle dans beaucoup de domaines biologiques mais particulièrement dans celui de la conservation des espèces menacées (Flather *et al.*, 2011). En effet il est nécessaire de mettre en place un suivi fiable de ces populations en termes d'abondance et de distribution afin de pouvoir prédire les tendances que va suivre celle-ci. Si l'acquisition de connaissances est relativement facile à mettre en place sur les espèces terrestres, la mise en place de tels suivis sur les espèces marines devient bien plus compliquée lorsque ces organismes évoluent dans un milieu aux contraintes fortes impliquant des coûts logistiques importants (Evans *et al.*, 2013).

L'étude des tortues marines représente de fait un réel défi, ces animaux passant la majeure partie de leur vie en mer et y effectuant de grandes migrations. Cependant, ces dernières rejoignent la terre pour y déposer leurs œufs, tous les 2 à 4 ans à partir de leur maturité sexuelle (à environ 20 ans) (Hirth, 1997 ; Lanyon *et al.*, 1989). Ce laps de temps passé à terre offre périodiquement une opportunité d'étude des femelles en ponte, dont l'accès temporaire est rendu plus aisé (e.g. 14 plongées journalières à 30 mètres de profondeur en moyenne chez les tortues vertes de Hawaï ; Rice et Balazs, 2008). Par ailleurs, la fidélité démontrée de certaines espèces telles que la tortue verte, la tortue imbriquée ou encore la tortue caouanne à leur site de ponte est un avantage non-négligeable pour l'étude de ces organismes (Tucker, 2010 ; Hart *et al.*, 2013, Kamel et Mrosovsky, 2005).

Les populations de tortues marines sont donc souvent estimées à l'aide de suivis des traces laissées sur les plages de ponte (Witherington *et al.*, 2011), couplés à des opérations de marquages-recaptures (poses de bagues d'identification individuelles) et de suivis des échouages. Même si cette méthode comporte plusieurs biais – pontes irrégulières des femelles, sous-estimation du nombre de pontes ou encore difficulté d'estimer le ratio œufs viables/œufs non-viables (Meylan., 1983) – elle reste un moyen rapide et facile d'estimation du stock de femelles reproductives nidifiant au cours d'une année. Ce type de suivi, contribue donc à l'amélioration des connaissances sur la reproduction et les traits de vie des tortues marines, indispensables à la mise en place d'une politique de conservation effective.

Pour favoriser ces mesures de conservation, la réalisation d'un atlas des sites de ponte évaluant l'évolution de leur qualité constitue également un outil efficace de gestion, orientant les décisions de gestion pour la conservation et la réhabilitation de certains sites. En effet, la fréquentation d'un site de ponte est généralement fonction du profil de plage et de sa qualité. Le sable doit être décompacté pour faciliter le creusement du nid. L'éclairage artificiel doit être limité aux abords des sites de ponte afin

d'éviter toute désorientation individus. Enfin la végétation doit présenter un favorable aux pontes, notamment chez les tortues imbriquées qui déposent leurs œufs sur les hauts de plages dans des zones végétalisées (Mortimer, 1990 ;Kamel, 2013 ; Tuxbury et Salmon, 2005). C'est donc grâce à ces deux méthodes élaborées dans le cadre du Plan National d'Action – suivi des pontes et évaluation des sites de ponte – que la Reserve Naturelle de Saint-Martin a choisi d'orienter sa gestion de la population de tortues marines nidifiant régulièrement sur cette île.

La tortue verte (*Chelonia mydas*) figure sur la liste rouge de l'UICN depuis 1982, sous le statut de conservation « en danger » (Seminoff, 2004). D'après ce même auteur (2002) la population de tortue verte aurait diminué de 37 à 61% en seulement 141 ans, principalement du fait de son exploitation par l'Homme (consommation des œufs et de sa viande). La tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*) est quant à elle classée en tant qu'espèce « en danger critique » sur cette même liste rouge (IUCN, 2003) et considérée comme étant la deuxième espèce de tortue marine la plus menacée après la tortue de Kemp (*Lepidochelys kemp* ; Groombridge, 1982). L'ensemble des menaces qui pèsent sur ces deux espèces rend leur conservation d'autant plus importante, notamment dans la Caraïbe, l'une des zones majeures pour la nidification de ces reptiles. En effet, la Caraïbe comprend certains des sites les plus importants du monde en termes de ponte tels que la Barbade ou le Mexique pour les tortues imbriquées et Puerto-Rico et le Costa Rica pour les tortues vertes. (The State of the World's Sea Turtles (SWOT), 2008 et 2011).

Par ailleurs, les tortues jouent un rôle important dans l'écosystème qu'il est important de conserver. Dans la mer des Caraïbes, *Chelonia mydas* se nourrit à plus de 90% de l'herbe à tortue *Thalassia testudinum* (Mortimer, 1976). Cet animal possède une flore intestinale et des enzymes digestives complexes qui lui permettent de se nourrir des plus vieilles pousses de *T.t.* très riches en lignine. Des parcelles d'herbier sont régulièrement entretenues par les tortues qui viendront ensuite se nourrir des jeunes pousses moins riches en lignine et plus facile à digérer. L'entretien de ces parcelles permet ainsi aux petits herbivores dont le système digestif est moins spécialisé de se nourrir à leur tour (Thayer *et al.*, 1984). La tortue imbriquée se nourrit quant à elle principalement de l'éponge *Chondrilla nucula* présente en grande quantité dans la Caraïbe et l'un des premiers compétiteurs pour l'espace des coraux sclératiniaires : dans 80% des cas les éponges sont des compétiteurs supérieurs aux coraux, notamment par leur rapidité de développement (Leon et Bjorndal, 2002 ; Suchanek *et al.*, 1983). Ainsi, la tortue imbriquée et le poisson perroquet, qui sont les deux principaux consommateurs d'éponges permettent la régulation de ces organismes et limitent la disparition des coraux par compétition (Leon et Bjorndal, 2002).

L'objectif majeur de cette étude est donc de valoriser les données collectées au cours du suivi des pontes et de réaliser une mise à jour de l'évaluation de la qualité des sites de ponte, comme outils de gestion pour la conservation des tortues marines à Saint-Martin. Pour cela, il est donc nécessaire d'analyser les données acquises suite à la réalisation de l'Atlas des sites de ponte de 2015 et du suivi des pontes de 2010 à 2014, afin de répondre aux questions suivantes :

Quelles sont les actuelles caractéristiques physiques des sites de ponte à Saint-Martin et influencent-elles le succès de ponte?

Existe-t-il des différences dans la stratégie de reproduction et dans le choix des sites des deux espèces surveillées?

Que nous apprennent ces cinq premières années de suivi des pontes de tortues marines à Saint-Martin?

Ce rapport sera donc organisé de la façon suivante : il présentera un état de l'art synthétisant les connaissances disponibles sur les tortues marines, avant d'évoquer et de discuter les résultats issus de l'Atlas des sites de pontes 2015 et du suivi des activités de ponte de 2010 à 2014. Enfin ces résultats seront confrontés et discutés pour débattre de l'adéquation de ces deux outils pour accompagner le gestionnaire dans ses actions en faveur de la conservation des populations de tortues marines à Saint-Martin.

## Etat de l'art

### Systématique

Le groupe des tortues marines, actuellement très réduit, fut autrefois bien plus diversifié. Selon plusieurs études étayées par la découverte de nombreux fossiles, plus d'une vingtaine d'espèces auraient existé (Hirayama, 1994). Il n'existerait aujourd'hui plus que 7 espèces de tortues marines (Tableau 1) dans le monde, réparties en 2 Familles dont celle des Cheloniidae. Cette famille rassemble 6 espèces : la tortue verte (*Chelonia mydas*), la tortue à dos plat (*Natator depressus*), la tortue caouanne (*Caretta caretta*), la tortue olivâtre (*Lepidochelys olivacea*), la tortue de Kemp (*Lepidochelys kempii*), et la tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*). La deuxième Famille, celle des Dermochelyiidae ne se compose que d'un unique représentant : la tortue luth (*Dermochelys coriacea*), reconnaissable à sa carapace carénée formée d'un épiderme cuirassé et d'os dermiques, dépourvue d'écailles kératinisées.

Tableau 1 : Systématique des tortues marines (Bowen *et al.*, 1993 ; Bowen et Karl, 1996)

|                                    | Genre        | Espèce                        | Nom vernaculaire  |
|------------------------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|
| <b>Famille des Cheloniidae</b>     | Chelonia     | <i>Chelonia mydas</i>         | Tortue verte      |
|                                    | Natator      | <i>Natator depressus</i>      | Tortue à dos plat |
|                                    | Caretta      | <i>Caretta caretta</i>        | Tortue caouane    |
|                                    | Lepidochelys | <i>Lepidochelys olivacea</i>  | Tortue olivâtre   |
|                                    |              | <i>Lepidochelys kempii</i>    | Tortue de Kemp    |
|                                    | Eretmochelys | <i>Eretmochelys imbricata</i> | Tortue imbriquée  |
| <b>Famille des Dermochelyiidae</b> | Dermochelys  | <i>Dermochelys coriacea</i>   | Tortue luth       |



## Cycle de vie et stratégie de reproduction des tortues marines

Les tortues marines ont la particularité d'évoluer à la fois en milieu marin et en milieu terrestre.

En effet, bien que passant la majeure partie de leur vie dans l'océan (stade nouveau-nés, juvéniles pélagiques, juvéniles benthiques, sub-adultes et adultes), les femelles matures rejoindront saisonnièrement la terre pour y pondre leurs œufs (Hirth, 1997 ; Lutz *et al.*, 2002 ; Figure 2). Toutes les espèces de tortues marines sont itéropares et certaines d'entre elles, principalement la tortue verte et l'imbriquée,

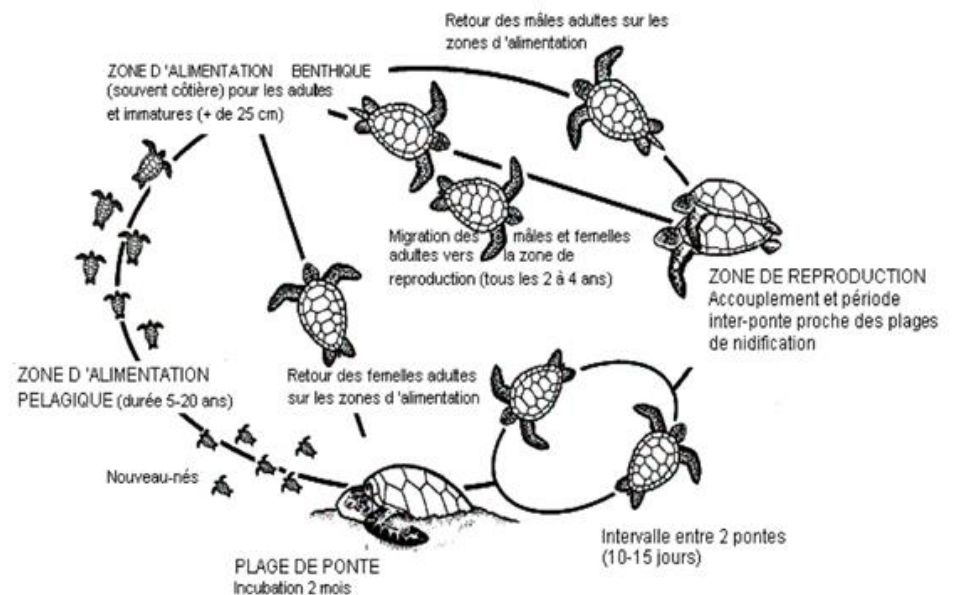


Figure 2 : Cycle de vie des tortues marines (Lanyon *et al.*, 1989)

présentent une forte fidélité à leur zone de ponte (Bass, 1999 ; Hirth, 1997). Les tortues marines pondent plusieurs fois par saison de ponte (de 2 fois pour la tortue verte à 6 fois pour la tortue luth), une phase de repos sexuel s'intercalant entre chaque saison de ponte (2 à 4 ans ; Miller, 1997 ; Corliss *et al.*, 1989).

Cette « pause » se justifie principalement par la forte dépense énergétique représentée par toute nouvelle saison de ponte. En effet, si les soins post-nataux sont inexistants chez les tortues marines, la migration saisonnière, l'accouplement, la production du vitellus de l'œuf, la préparation du nid ou encore la période d'incubation sont quant à eux très coûteux en énergie (Plot, 2012). Les réserves accumulées par les femelles servent à produire une centaine d'œufs. Cette caractéristique fait partie intégrante de la reproduction des tortues marines, pour lesquelles seul un œuf sur mille donnerait un adulte viable en mesure de se reproduire à son tour (âgé de 20 à 25 ans ; Miller, 1997).

En ce qui concerne l'activité même de ponte, les tortues marines viennent creuser des nids sur les plages, afin d'y enfouir leurs œufs et de garantir les meilleures conditions d'incubation possibles (température, humidité, protection des prédateurs). Cette activité est le plus souvent nocturne, lorsque les températures sont les plus fraîches et les prédateurs moins susceptibles de les repérer. La femelle abandonne alors ses œufs, d'où émergera sa progéniture 1 à 2 mois après la ponte (Lanyon *et al.*, 1989).

Chez les tortues marines et comme chez de nombreux reptiles le sexe de l'individu à naître est dépendant de la température d'incubation du nid. En effet, cette détermination s'effectue pendant le deuxième tiers du développement embryonnaire appelé la période thermosensible. (Mrosovsky et Yntema, 1980; Kaska *et al.*, 1998). Au cours de cette période, la température va influencer la production



d'une enzyme - l'aromatase - responsable de la transformation de l'androstenedione en œstrone et de la testostérone en œstradiol. Lorsque la température est élevée, cette enzyme est produite en plus grande quantité ce qui augmente alors les niveaux d'œstradiol et d'œstrone, hormones féminisantes inhibant le développement des testicules et stimulant le cortex ovarien. Au contraire, des températures plus basses (inférieures à 29,2°C aux Antilles, Mrosovsky et Yntema, 1992) aboutiront au développement des testicules et à la formation de mâles.

### Sites de nidification

« Sera considéré comme site de nidification pour les tortues marines, toute surface où au moins une femelle d'une espèce quelconque de tortues marines a pondu dans des temps historiques » (Girondot et Fretey, 1996). Dans cette étude, l'ensemble des sites de ponte connus de Saint-Martin sera donc pris en compte, en accord avec cette définition. Par ailleurs, sur une même plage, plusieurs zones de nidification peuvent être différenciées selon l'espèce. En effet, la tortue imbriquée pond régulièrement sur les hauts de plages présentant préférentiellement une couverture végétale (Kamel et Mrosovsky, 2005). En revanche la tortue verte et la tortue luth affectionnent plus particulièrement

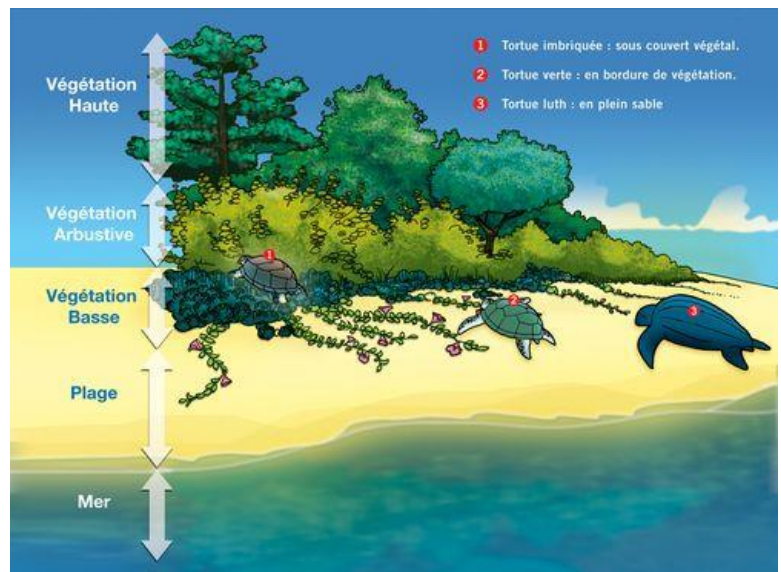


Figure 3 : Zone de ponte préférentielle des tortues marines (ONF)

les grandes étendues de sable nu (Whitmore et Dutton, 1985). Le profil de plage, qui varie selon les caractéristiques environnementales (exposition au vent, nature du substrat...), va donc avoir une importance significative dans le choix du site de ponte par les tortues (Figure 3).

### Succès de ponte

Afin d'optimiser les chances de réussite d'une ponte, plusieurs critères caractérisant le profil de la plage entrent en compte :

- (1) **la nature du substrat et son tassement** : un substrat meuble pour faciliter le creusement d'un nid assez aéré pour permettre la circulation des gaz entre l'intérieur et l'extérieur du nid (Ackerman, 1977 ; Mortimer, 1982)
- (2) **La présence ou non de lumière artificielle** : les plages impactées par des nuisances lumineuses (lampadaires, phares des voitures), favorisent généralement une limitation du succès de ponte. En effet, selon Tuxbury et Salmon (2005), les sources lumineuses artificielles entrent en compétition

avec les signaux naturels, entraînant la désorientation des tortues marines. Les nouveau-nés peuvent eux aussi être impactés lors de l'émergence et ne pas réussir à gagner la mer.

- (3) **la présence de végétation** permettant une limitation de la portée de l'éclairage artificiel sur les plages, la rétention du sable, le ralentissement de l'érosion littorale ou encore la régulation de la température influençant la détermination du sexe durant l'incubation (Janzen, 1994 ; Kamel, 2013). De plus, la présence de zones ombragées pourrait s'avérer de plus en plus indispensable dans un contexte de réchauffement climatique pouvant déséquilibrer le sex-ratio (Refsnider *et al.*, 2013).
- (4) **La présence d'obstacles (murs, transats, clôtures...)** : actuellement, aucune étude n'a pu mettre en évidence une différence significative du succès de ponte sur les plages présentant des obstacles et celles qui n'en ont pas. Néanmoins, Witherington *et al.*, (2011) ont observé que si les obstacles n'empêchaient pas forcément les pontes, ces dernières se concentraient alors plus bas sur la plage, exposant davantage les nids aux risques de submersion.
- (5) **la largeur de la plage** : si la plage n'est pas assez grande, le recouvrement de celle-ci par la houle peut être un frein à la ponte, principalement pour certaines espèces qui préfèrent pondre sur de larges plateformes sableuses (Kraemer et Bell, 1980 ; Johannes et Rimmer, 1984).

La plupart de ces menaces contribuent de manière synergique à dégrader la qualité des sites de pontes et sont, le plus souvent, d'origine anthropique. Néanmoins, l'altération des sites peut également être d'origines naturelles (cyclones ou événements climatiques exceptionnels) diminuant l'aire de ponte des tortues ou détruisant le couvert végétal ou les nids.

## Statut de protection

Suite à une diminution très importante des effectifs de tortues marines dans les Antilles françaises au cours de ces derniers siècles, notamment à cause de leur surexploitation ; de nombreuses mesures réglementaires ont été instaurées afin de protéger ces reptiles. Certaines conventions internationales ont permis de renforcer cette protection. C'est le cas par exemple de la convention CITES (Washington, 1973), de la convention pour la protection et la mise en valeur du milieu marin dans la région Caraïbe (Carthagène, 1983), de la convention sur les espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (Bonn, 1979), et de la convention sur la diversité biologique (Rio, 1992). Protégées au niveau international et national, l'Arrêté Préfectoral de 1991 constitue quant à lui une véritable protection des tortues au niveau régional (archipel Guadeloupéen et des Iles du Nord). Désormais, les sites de pontes sont également protégés par Arrêté Ministériel du 14 octobre 2005. Enfin, et à une échelle plus locale, un plan de restauration des tortues marines des Antilles françaises est mis en œuvre depuis 2006, par le Conseil National de Protection de la Nature, coordonné par l'ONCFS avec l'appui des acteurs locaux du Réseau Tortues Marines de Guadeloupe.

Néanmoins, malgré toutes ces mesures légales de protection, six des sept espèces de tortues marines existant dans le monde apparaissent encore sur la liste rouge de l'IUCN (<http://www.iucnredlist.org/> ; Tableau 2).

Tableau 2: Statuts de conservation des tortues marines (IUCN, 2012)

|                               |                    |
|-------------------------------|--------------------|
| <i>Eretmochelys imbricata</i> | En danger critique |
| <i>Lepidochelys kempii</i>    |                    |
| <i>Chelonia mydas</i>         | En danger          |
| <i>Caretta caretta</i>        |                    |
| <i>Dermochelys coriacea</i>   | Vulnérable         |
| <i>Lepidochelys olivacea</i>  |                    |

Ce classement IUCN doit tout de même être utilisé avec précaution, certains scientifiques ayant mis en évidence le caractère un peu trop alarmant et peu adapté de celui-ci. En effet, un vrai débat s'organise depuis quelques années autour de cette classification. Godfrey et Godley (2008) conteste notamment l'assignation d'un statut de conservation global pour des espèces telles que les tortues, qui présentent une très large répartition géographique et une structure très complexe de la population. Cette complexité s'explique notamment par plusieurs processus. Par exemple, le comportement philopatrique – tendance de certains organismes à revenir à l'endroit où ils sont nés - de nombreuses espèces de tortues marines tend à isoler les populations (Naro-Maciel et Formia, 2006).

Cette forte structuration a été démontrée grâce à un marqueur génétique l'ADNm (mitochondrial) hérité de la mère (Bowen et Karl, 2007). Cependant, un autre marqueur, l'ADNn (nucléaire) a permis de mettre en évidence un brassage génétique induit par le père et notamment provoqué par le phénomène de paternité multiple courant chez les tortues marines (Bowen et Karl, 2007). Cette structuration très complexe aboutit à l'existence de populations régionales génétiquement différentes et soumises à des niveaux de stress naturels et anthropogénique variés (Godfrey et Godley, 2008). De cette complexité résulte l'importance des études menées à des échelles régionales afin de pouvoir allouer des ressources souvent limitées (fonds, personnels, services...) là où elles seront les plus nécessaires. Il est donc indispensable de développer des outils faciles d'utilisation et adaptés à chaque région, afin d'évaluer précisément les risques et de mettre en place des mesures effectives de protection.

## Caractéristiques des deux espèces étudiées : *Chelonia mydas* et *Eretmochelys imbricata*

### *Chelonia mydas*

La tortue verte *Chelonia mydas* est l'une des plus grandes espèces de tortues marines après la tortue luth. Pouvant atteindre plus d'1m50 et 150 kg, elle se distingue des autres par sa morphologie caractéristique : une carapace formée de 5 plaques centrales, 4 paires de plaques costales et 1 paire d'écailles préfrontales (Figure 4). Dans la Caraïbe, sa saison de ponte s'étend de Juillet à Septembre

(Widecast,

<http://www.widecast.org/Biology/Green.html>). Au cours

d'une saison, l'animal creusera plusieurs nids à environ deux semaines d'intervalles dans lequel il déposera une centaine d'œufs. Les tortues vertes sont connues pour leur

forte fidélité à leur site de ponte sur lesquels elles reviendront tous les deux à cinq ans (Bjorndal, 1997). En ce qui concerne la longévité de ces animaux, très peu d'informations sont disponibles. En effet, si l'on sait que certains individus peuvent atteindre la centaine d'années, aucunes indications morphologiques précises ne peuvent permettre la détermination de l'âge (Bjorndal et Jackson, 2003). Seule la taille de la carapace peut permettre une estimation de l'âge d'un individu : par exemple, une longueur de carapace (CCL : Curved Carapace Length) supérieure à 90 cm correspondra à un adulte de plus de 32 ans (Bjorndal et Jackson, 2003).

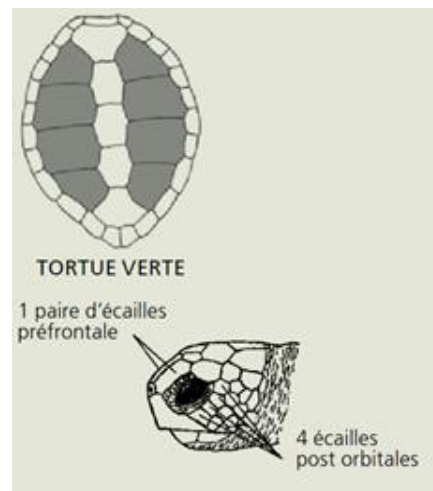


Figure 4: Caractéristiques morphologiques de *Chelonia mydas* (Illustration de Tom McFarland et Stephen Nash )

### *Eretmochelys imbricata*

Contrairement à la tortue verte, la tortue imbriquée est l'une des plus petites tortues marines avec une taille maximale d'environ 1 m et un poids de 60-70 kg. *Eretmochelys imbricata* se distingue également de *Chelonia mydas* par ces deux paires d'écailles préfrontales au lieu d'une mais surtout par ses écailles imbriquées qui lui ont valu son nom (Figure 5). Si la longévité de cette espèce est inconnue, la maturité sexuelle est quant à elle atteinte à partir de 25 ans dans la Caraïbe (Widecast, <http://www.widecast.org/Biology/Hawksbill.html>). Une fois cette maturité atteinte, les femelles viendront pondre plusieurs fois sur un même site au cours d'une saison de ponte : comme chez *Chelonia mydas*, une forte fidélité au site de ponte est observée (Bjorndal, 1997).

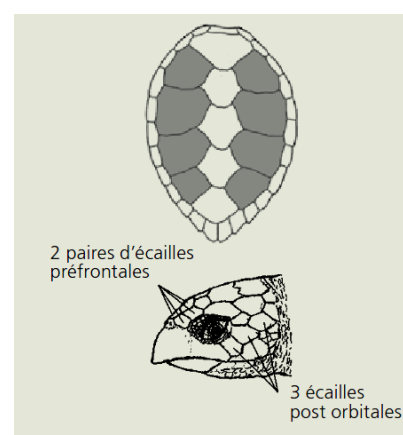


Figure 5: Caractéristiques morphologiques chez *Eretmochelys imbricata*

## La Caraïbe, une zone majeure de nidification pour les tortues vertes (*C.m.*) et les tortues imbriquées (*E.i.*)

Les tortues vertes et imbriquées ont une zone de répartition très large et il est possible de les rencontrer dans les eaux tropicales de tous les océans. Cependant, certaines zones géographiques rassemblent la plupart des sites de nidification de ces deux espèces. C'est par exemple le cas des côtes de l'Asie du Sud-Est, du Golfe Persique, de l'Australie, de Madagascar et des régions de la Caraïbe (Wider Caribbean Region (WCR) comprenant 28 îles et territoires continentaux avec un linéaire côtier situé dans le Golfe du Mexique ou dans la Caraïbe). (Figure 6, The State of the World's Sea Turtles (SWOT) Mapping Application; <http://seamap.env.duke.edu/swot>).

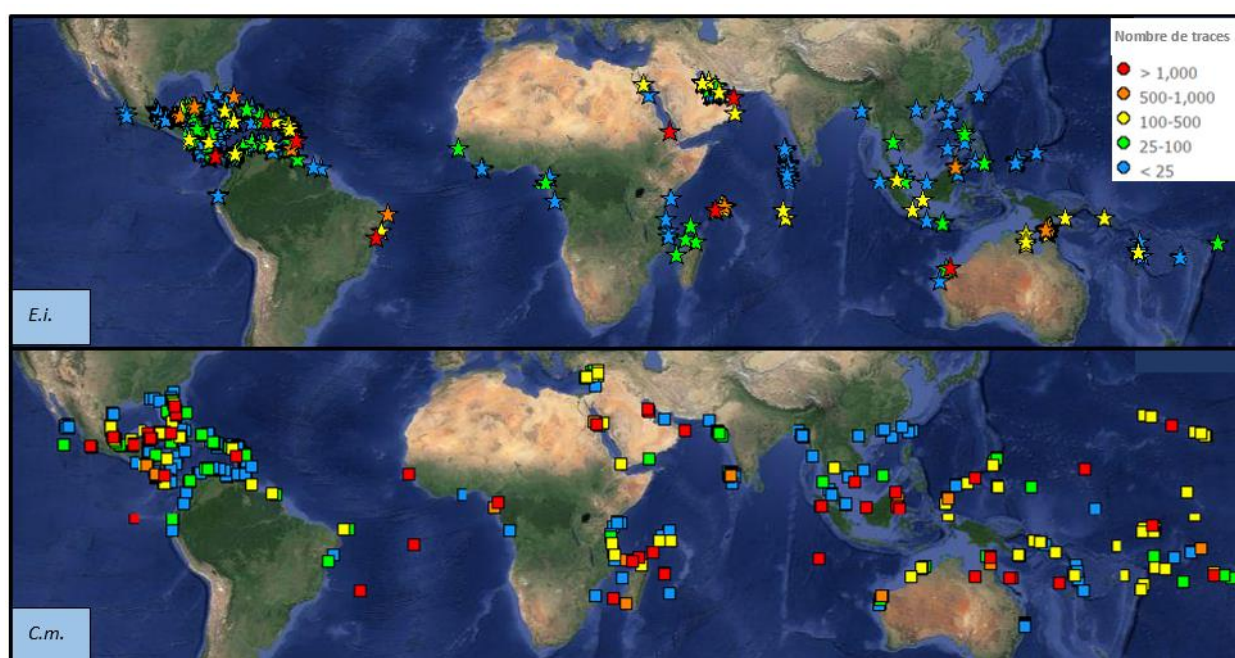


Figure 6: Cartes des sites de nidification de *C.m.* et de *E.i.* dans le monde (Chaque étoile ou carré indique un site de nidification et la couleur indique le nombre de traces sur ce site).

La WCR est donc un hot-spot pour la nidification des tortues marines et comprend certains des sites les plus fréquentés au monde par ces animaux. En effet, si plus de 52% des plages de la WCR présentent moins de 25 traces par an, que ce soit pour *Cm* ou *Ei*, d'autres en accueillent des milliers chaque année (Piniak et Eckert, 2011) (Figure 7). Plus de 10 000 traces sont même identifiées chaque année sur l'un des sites de nidification majeur pour les tortues vertes, Tortuguero Beach au Costa Rica.



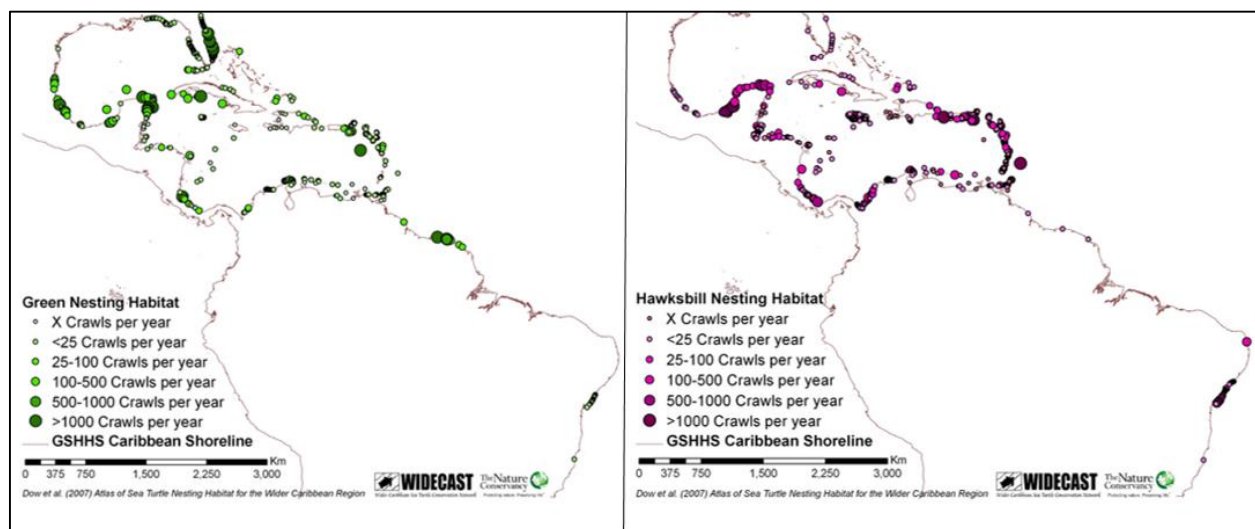


Figure 7: Répartition des sites de nidification dans la WCR (à gauche: Cm; à droite: Ei)

## Historique de la présence des tortues marines dans les Antilles

Avant les années 1980 et les premières études scientifiques réalisées par Fretey (1980) et Fretey et Lescure (1981), très peu de données concernant l'état de la population de tortues marines dans les Antilles françaises sont disponibles. Néanmoins les écrits de certains explorateurs et naturalistes ont permis de donner une indication sur cet état dès le XVII<sup>ème</sup> siècle. A cette époque, le Père Du Tertre (1667 – 1671), décrivant la situation en Guadeloupe, parle d'une mer aux ressources inépuisables, dans laquelle foisonnent lamantins, tortues et poissons :

*« je suis très certain que pendant les dix premières années que l'isle a été habitée, on a tiré chaque année plus de trois à quatre mille tortues, un très grand nombre de lamantins, et que l'on en tire encore tous les jours quantité, et il s'en tirera jusqu'à la fin du monde sans les épuiser. »*

A l'exception de certains ouvrages concernant leur exploitation, que ce soit dans un but culinaire ou artisanal, et suite à ces premières remarques, aucune autre observation n'a été recueillie sur ce sujet avant le XX<sup>ème</sup> siècle. Pinchon (1954 – 1967) est alors le premier à décrire la systématique et la biologie des tortues marines. Au cours des années 1980 les premières vraies études sont réalisées, mais ne concernent que la Guadeloupe et la Martinique. Ainsi, de nombreux sites majeurs en termes de fréquentation des tortues ne furent pas pris en compte. Il s'agit des études de Meylan (1983), Carr et al. (1982) et de Claro et Lazier (1983) principalement basées sur des enquêtes réalisées auprès des pêcheurs ou des plongeurs.

Les premières données quantitatives sur l'exploitation des tortues et leurs pontes furent produites par Dropsy (1986), mais ce sont principalement les travaux de Fretey (1984, 1988, 1990 et 1997) et de Lescure (1987 et 1992) qui évaluent pour la première fois l'état de santé des populations et

identifient les principaux sites de ponte à l'échelle des Antilles françaises. Ces recherches ont permis d'ouvrir la voie à d'autres chercheurs, mais aussi d'initier certains programmes de conservation et réseaux tels que le Réseau Tortues Marines de Guadeloupe. Néanmoins, l'absence de données chiffrées plus précises ne permet pas de réelle évaluation de l'évolution des effectifs dans les Antilles françaises au cours de ces quelques siècles. Aucun doute ne subsiste cependant quant à la réalité du déclin de ces populations. En effet, si les chiffres sont impossibles à confirmer, il y aurait pu avoir entre 33 000 000 et 660 000 000 de tortues vertes dans la Caraïbe avant l'arrivée de l'Homme (au moins 2000 ans avant J.C. ; Pregill *et al.*, 1994 ; Jackson *et al.*, 2001 ; Bjorndal *et al.*, 2000). Dans les années 2000, la population de femelle nidifiant s'élevait à moins de 30 000 en Atlantique Ouest (Galibi, Suriname; îles Aves, Venezuela; Tortuguero, Costa Rica; péninsule du Yucatan, Mexico; Floride, Etats Unis ; IUCN, 2003).

Les données disponibles spécifiques de telle ou telle espèce sont très rares avant le XX<sup>ème</sup> siècle et même si tous les écrits s'accordent à dire que deux espèces nidifient régulièrement dans les Antilles française (*Chelonia mydas* et *Eretmochelys imbricata*), il n'existe là aussi que peu d'informations fiables, les données correspondant aux deux espèces ayant souvent été agrégées.

## Données spécifiques sur *C.m.* et *E.i.* dans les Antilles françaises

### *Chelonia mydas*

Les rares données existantes sur le nombre de pontes des tortues vertes dans les Antilles françaises traitent principalement de la Guadeloupe et la Martinique. D'après ces données, les pontes de tortues vertes se seraient raréfiées en Martinique au point que cette espèce ne nidifierait plus sur cette île (Carr *et al.*, 1982). Claro et Lazier (1986) et Fretey (1997) déclarent cependant que les pontes de *C. mydas* sur les plages de Martinique, bien que peu communes, continuent. Dropsy (1986) donne même une estimation du nombre de pontes annuelles s'élevant à une soixantaine au cours des années 85 et 86. Depuis 2003, plus aucune observation de traces de tortue verte en ponte n'a été confirmée en Martinique, malgré la mise en place d'un suivi régulier des sites de ponte, laissant craindre la disparition de cette espèce au niveau local. En Guadeloupe, si certaines plages restent tout de même fréquentées par la tortue verte, le constat est assez similaire à celui de la Martinique avec une réduction très importante des effectifs (Delcroix *et al.*, 2011). Sur l'île de Saint-Martin, le suivi des sites de ponte de l'île depuis 2010 révèle des conclusions différentes avec un effectif en ponte plus important de tortues vertes que de tortues imbriquées (cf Partie II).

### *Eretmochelys imbricata*

C'est également à Dropsy (1986) que l'on doit les premières données chiffrées concernant le nombre de pontes de cette espèce en Martinique. Selon lui, il serait bien plus important que celui des tortues vertes et serait de 245 et 375 pour les années 1985 et 1986. D'après Lescure (1987), ces chiffres sont tout de même à prendre avec précaution, Dropsy n'ayant pu obtenir des données aussi précises, car



seulement basées sur des témoignages. Les suivis réalisés 10 ans plus tard par Alizés Martinique entre 1994 et 1997 ont quant à eux permis d'estimer un nombre de 600 pontes annuelles. Ce chiffre bien que sous-estimé, est bien plus important que celui avancé pour *C. mydas*, malgré la non-prise en compte de certaines plages. Quant à la Guadeloupe, certaines plages apparaissent comme étant des sites majeurs pour la nidification d'*E. imbricata*, telles que les plages de l'îlet Fajou, la plage de Trois îlets ou encore l'île de Petite Terre, sur lesquelles de nombreuses femelles en ponte sont régulièrement baguées (AEVA, Association pour l'Etude et la protection des Vertébrés et végétaux des Antilles, 2000 ; Chevalier *et al.*, 2002 ; Delcroix *et al.*, 2011).

### Les sites de nidifications à Saint-Martin

La partie française de l'île de Saint-Martin compte près de 30 plages pour un linéaire sableux total de plus de 17 km et une superficie de 53,2 km<sup>2</sup> (Figure 8). Selon la définition de Girondot et Fretey (1996) vue plus haut, chacune de ces plages est considéré comme un site de nidification. Cependant si toutes ces plages sont susceptibles d'accueillir des pontes de tortues marines, le suivi des pontes mis en place depuis 2009 a permis d'établir des sites prioritaires sur lesquels des pontes sont le plus régulièrement observées (cf Partie II ; Tableau 3). C'est par exemple le cas des trois plages des Terres Basses (Baie Longue, Baie aux Prunes et Baie Rouge) qui accueillent de nombreuses pontes de tortues, principalement de *C.m.* (RNNSM, 2013, 2014 et 2015). En ce qui concerne les tortues imbriquées, celles-ci auront quant à elle plutôt tendance à pondre sur les plages de l'îlet Tintamarre – Baie Blanche et la plage du Lagon – ou encore sur la plage de Petites Cayes, également en réserve.

**Tableau 3: Liste des sites prioritaires**

| Sites prioritaires | Gestionnaire |
|--------------------|--------------|
| Galion             | Réserve      |
| Petites Cayes      | Réserve      |
| Baie Blanche       | Réserve      |
| Lagon              | Réserve      |
| Grandes Cayes      | Réserve      |
| Baie Longue        | Collectivité |
| Baie aux Prunes    | Collectivité |
| Baie Rouge         | Collectivité |

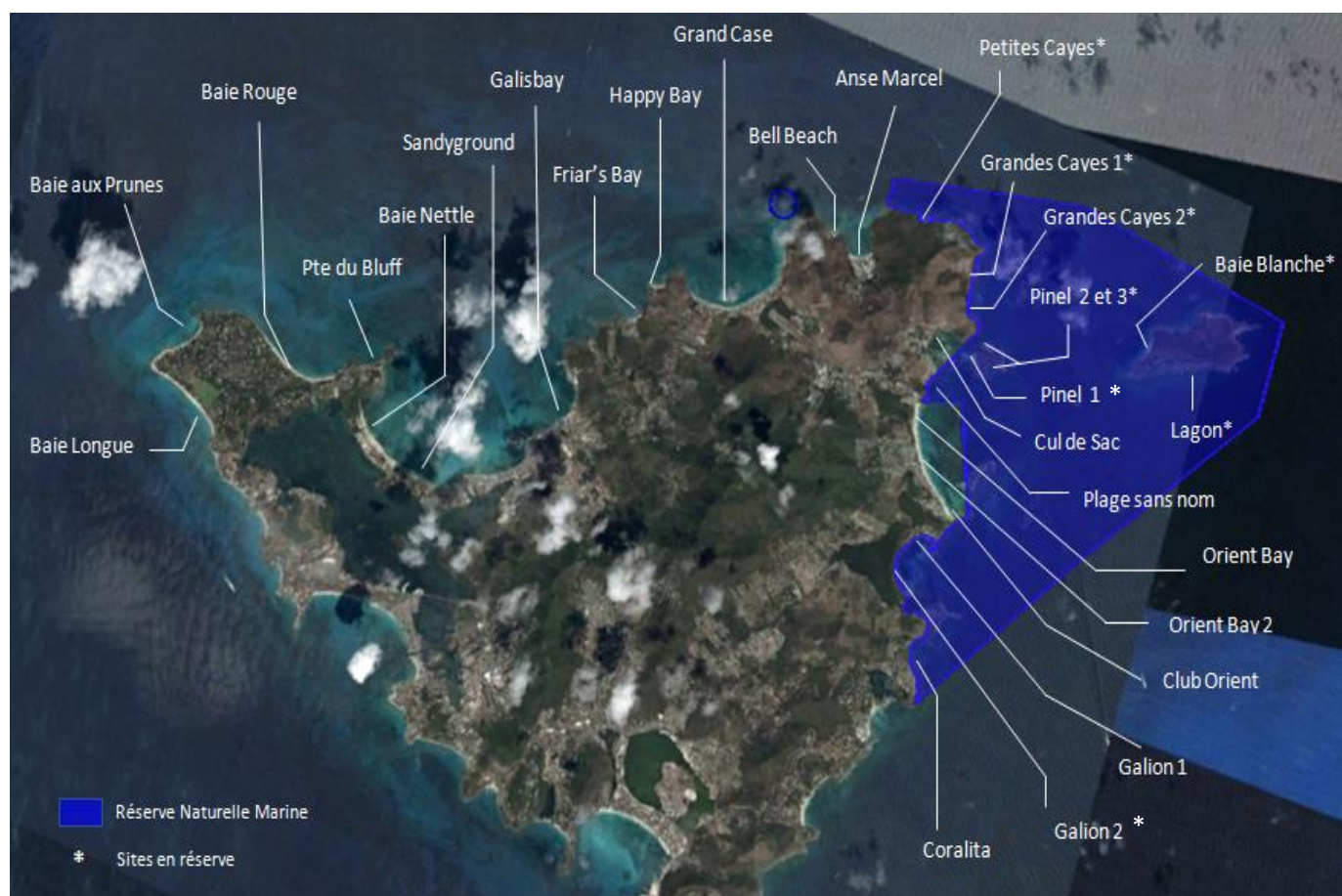


Figure 8: Carte des sites de nidification sur Saint-Martin

## Partie I : Diagnostic des sites de ponte

En 2015, les 28 sites de nidification identifiés à Saint-Martin ont été suivis pour caractériser leur évolution depuis le diagnostic initial en 2009 et prioriser les interventions nécessaires pour en améliorer la qualité. Lors de ce premier diagnostic, la méthode utilisée était celle élaborée par Julie Mailloux en 2005 lors d'un stage au sein de l'ONCFS de Guadeloupe (Annexe 1). Elle-même s'était alors inspirée de «La fiche descriptive des plages de nidification des tortues marines dans l'archipel de Guadeloupe» élaborée par Jacques Fretey (1999) et de la méthodologie de description et d'expertise d'un site de ponte d'Eric Delcroix (2002). Récemment, cette méthode a été retravaillée et simplifiée par Marion Brunel, chargée d'études pour l'ONCFS en 2013 (Brunel, 2013).

Cette nouvelle approche conserve les principaux critères évalués pour déterminer la qualité d'un site : présence de végétation, tassement du substrat et pourcentage de linéaire éclairé. Elle prend également en considération d'autres facteurs pouvant constituer des menaces, tels que la proximité des routes ou des constructions. Suite à cette simplification, la mise en œuvre du diagnostic s'en trouve

accélérée et contribue à la production de résultats harmonisés permettant des comparaisons inter-sites et inter-iles (Guadeloupe/Saint-Martin).

Pour cette mise à jour de l'atlas, c'est donc la méthode de Marion Brunel qui est utilisée, consolidée par l'ajout d'un nouveau facteur. En effet, depuis 2011 les plages de nombreuses îles de la Caraïbe et du Golfe du Mexique doivent faire face à des échouages massifs et récurrents de Sargasses. S'il est difficile d'en expliquer clairement la cause, plusieurs hypothèses pointent du doigt la forte eutrophisation des eaux du Golfe du Mexique ainsi que les changements climatiques (Smetacek et Zingone, 2013 ; Doyle et Franks, 2015). En 2015, le phénomène a pris tellement d'ampleur que certaines îles telle que la Martinique ont demandé la déclaration de catastrophe naturelle. En effet, le sulfure d'hydrogène émanant des algues en décomposition est devenu un réel problème pour l'économie touristique de ces îles. Par ailleurs, ce gaz peut aussi représenter un danger pour la santé humaine et provoquer nausées, maux de tête ou encore perte du sommeil suite à des expositions chroniques (Doyle et Franks, 2015). En ce qui concerne les tortues marines, les radeaux de sargasses peuvent être à l'origine de l'enchevêtrement de nouveau-nés et les échouages peuvent gêner l'accès aux sites de pontes. De plus, les diverses techniques de collecte de ces algues mises en œuvre sur les plages les plus fréquentées et faisant appel à des engins non adaptés, contribuent à une notable dégradation de ces sites de pontes. De nombreux nids peuvent alors être détruits.

L'évaluation de chaque site aboutit à l'attribution d'une note sur 10 caractérisant sa qualité : plus la note est haute, plus le site est jugé en bon état. Une note proche de 0 traduit en revanche une importante altération du site (dégradation de la végétation, éclairages, routes, échouages de sargasses...). La note moyenne de chaque site permet l'identification des sites les plus dégradés nécessitant la mise en œuvre de mesures de réhabilitation (revégétalisation, fermeture d'accès aux véhicules, diminution de l'éclairage...). Ces mesures pourront être mise en œuvre par la réserve sur les plages dont elle assure la gestion. En ce qui concerne les autres sites, des efforts de sensibilisation pourront être mis en œuvre à l'attention de leur gestionnaire et propriétaires.

Le contenu de cette partie est donc le résumé d'un atlas plus complet réalisé au cours de ce stage. Il comporte des préconisations précises formulées à partir de l'évaluation individuelle des sites, afin de restaurer le milieu.

## Matériel & Méthode

### Les sites de pontes à Saint-Martin

A Saint-Martin, la plupart du linéaire côtier est rocheux : 26% de falaises et 30% d'affleurements rocheux et autres accumulations détritiques. Les zones urbanisées représentent 12% de ce linéaire et les 32% restants sont composés de plages. Parmi celles-ci il existe des plages publiques, privées (en l'absence d'application de la loi littorale) ou en réserve et ce statut induit des stratégies et des actions de

gestion variable (Figure 6). Tous ces sites seront évalués afin de réaliser un diagnostic de leur état en 2015.

### Protocole

Les relevés de terrain ont été effectués entre le 2 février 2014 et le 19 février 2015 sur 28 sites (Figure 8) par un seul opérateur, afin de renseigner les différents paramètres permettant d'attribuer une note selon le système défini ci-dessous. Pour maximiser la robustesse de cette approche, les plages à profils hétérogènes ont été divisées en sous-unités homogènes. C'est par exemple le cas de la plage de la Baie Orientale présentant une portion très anthropisée et une autre plus sauvage et végétalisée. Chaque site est ensuite subdivisé en 10 à 25 parts égales selon sa longueur (Tableau 4). Cette division permet alors la prise en compte de la forte hétérogénéité en termes de qualité de la végétation, du tassement ou de l'éclairage qu'il peut exister sur un site

**Tableau 4 : Division du site en fonction de sa longueur.**

| Nombre de parts | Longueur du site     |
|-----------------|----------------------|
| 10              | < 500 m              |
| 15              | Entre 500 et 1000 m  |
| 20              | Entre 1000 et 1500 m |
| 25              | ➤ 1500 m             |

Cette subdivision des sites se fait via le logiciel Google Earth : le linéaire est mesuré, puis divisé selon sa longueur (Figure 9). Chaque « part » est ensuite délimitée par des repères définis par des coordonnées GPS. Celles-ci sont alors enregistrées au format kmz puis converties en format gpx grâce au site internet GPS Visualizer ([http://www.gpsvisualizer.com/convert\\_input?convert\\_format=gpx](http://www.gpsvisualizer.com/convert_input?convert_format=gpx)).



**Figure 9: Division de la plage de Petites Cayes (192 m) en 10 parts égales (Google Earth)**

Les données obtenues sont importées dans le logiciel Garmin Basecamp™ transférant automatiquement les points dans le GPS à main Garmin (GPSMAP®64s). Une fois sur le terrain, il suffit de suivre les indications du GPS pour aller de point en point (précision du GPS : 4 à 6 m), afin de renseigner la fiche d'évaluation correspondant à la portion arpentée (Figure 10). Cette méthode simple s'avère moins fine que la méthode de mise au point par Julie Mailloux (Annexe 1) utilisée en 2009 (Annexe 1), mais assure une mise en œuvre plus rapide sur le terrain. Par ailleurs, de par son caractère directif, elle permet également une diminution notable du biais lié à l'observateur.

**Date :** 3 février 2015  
**Nom(s) de la plage :** Friar's Bay  
**Commune :** Saint-Martin  
**Linéaire :** 271 m  
**Intervalle d'observation :** 10 portions de 27,1 m

**ENVIRONNEMENT PHYSIQUE :**

- Etat de la végétation :**

|                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |
|------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-------|
| Position sur le linéaire     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Total |
| Végétation haute altérée     | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |       |
| Végétation haute non altérée |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 0     |

- Tassement :**

|                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-------|
| Position sur le linéaire | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Total |
| Substrat tassé           |   | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |       |
| Substrat aéré            | X |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 1     |

- Sargasses :**

|          |   |
|----------|---|
| Présence | 0 |
| Absence  | 1 |

➔ Ajouté en 2015

**EMPREINTE ANTHROPIQUE :**

- Eclairage :**

|                          |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       |       |
|--------------------------|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-------|-------|
| Position sur le linéaire | 1                      | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |       | Total |
| Présence d'éclairage     | Conséquent ou régulier |   |   |   | X | X |   |   | X | X  | x 0   | 0     |
|                          | Faible ou localisé     |   |   |   |   |   |   | X |   |    | x 0,5 | 0,5   |
| Absence d'éclairage      | X                      | X |   |   |   | X | X |   |   | X  | x 1   | 5     |
|                          |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |       | 5,5   |

- Route :**

|                                                    |   |
|----------------------------------------------------|---|
| Présence immédiate d'une route sur l'arrière plage | 0 |
| Absence                                            | 1 |

**TOTAL (sur 32) :** 7,5 ➔ 2,3/10

Malus constructions - 1

Si occupation > 10% surface du site ➔ OUI NON

1,3/10

Figure 10: Fiche de diagnostic élaborée par M.Brunel (2013). Exemple de la plage de Friar's Bay.

Par exemple, pour une plage inférieure à 500 mètres telle qu'Happy Bay, dix portions ont été déterminées via Google Earth (Figure 9). L'opérateur se rend ensuite sur le site muni du GPS sur lequel chaque portion est délimitée. La fiche de notation est alors remplie tout au long de ce transect. L'état de la végétation, l'éclairage et le tassement du sable peut ainsi être quantifié à travers cette méthode de notation (Tableau 4) : une portion sur laquelle la végétation est altérée, le tassement du substrat est fort et l'éclairage important n'obtiendra pas de points et vice versa. Par ailleurs les paramètres qualitatifs tels que la présence ou non d'une route et des sargasses va ensuite permettre de renforcer cette évaluation en mettant en évidence les pressions anthropiques qu'il peut exister sur certains sites. De plus, bien qu'ils ne soient pas pris en compte dans la notation, d'autres paramètres peuvent être relevés comme la



propreté d'un site. Si l'opérateur juge un site trop pollué, il devra prendre en compte ce facteur au sein des préconisations formulées.

### Analyse de données

L'ensemble des observations effectuées sont saisies dans une base de données pour les futurs traitements de données. Le logiciel de type tableur (Excel) est utilisé pour la création de graphiques. Par ailleurs, une Analyse en Composante Principale (ACP) sera réalisée sous le logiciel d'analyse statistique R. Par la suite, l'existence d'éventuels regroupements de sites aux caractéristiques physiques similaires sera recherchée au moyen d'un dendrogramme faisant appel aux packages FactoMineR et Ade4. Enfin, une ANOVA à un facteur nous permettra de déterminer s'il existe des différences entre les sites en réserve et les sites hors-réserve mais également d'observer si les notes de 2009 sont significativement différentes de celles de 2015.

### Résultats

Cette évaluation des sites de ponton de l'île de Saint-Martin révèle une très grande hétérogénéité de leur qualité respective. Sur les 28 plages évaluées, le nombre de sites en bon état domine très légèrement. Cependant, un nombre égal de sites se retrouvent classés en très bon/bon et en très mauvais/mauvais état (Figure 11 et 12).

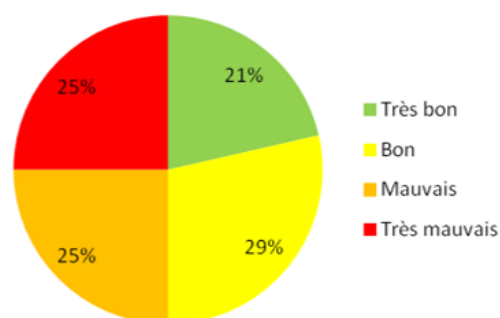


Figure 11: État des sites de pontons de Saint-Martin en 2015



Figure 12: État des plages de Saint-Martin suite au diagnostic de 2015



Néanmoins, les plages situées en réserve apparaissent de meilleure qualité par rapport à celles hors réserve. Cette différence entre les sites en réserve et hors réserve est confirmée sur l'Analyse en Composante Principale réalisée sur R (Figure 12). Cette ACP utilise les notes moyennes des sites (note globale NG), et leurs niveaux de pressions (notes du tassement (T), de la végétation (V) et de l'éclairage (E)). L'ACP explique plus de 87 % de la variance des données. L'axe principal est l'axe horizontal (73,5% de l'information) principalement défini par NG. L'axe vertical est quant à lui principalement défini par T. En effet, les sites protégés (en vert), forment un assemblage à droite de la figure A regroupant les sites ayant obtenus les meilleures notes. Les plages de Pinel 1 (PO) et de Grandes Cayes (GCd) bien qu'affichant des notes globales (NG) légèrement inférieures aux autres, présentent un état très correct. L'assemblage de sites non-protégés (en rouge) caractérisée par une végétation relativement peu développée regroupe quant à lui principalement les notes les plus basses.

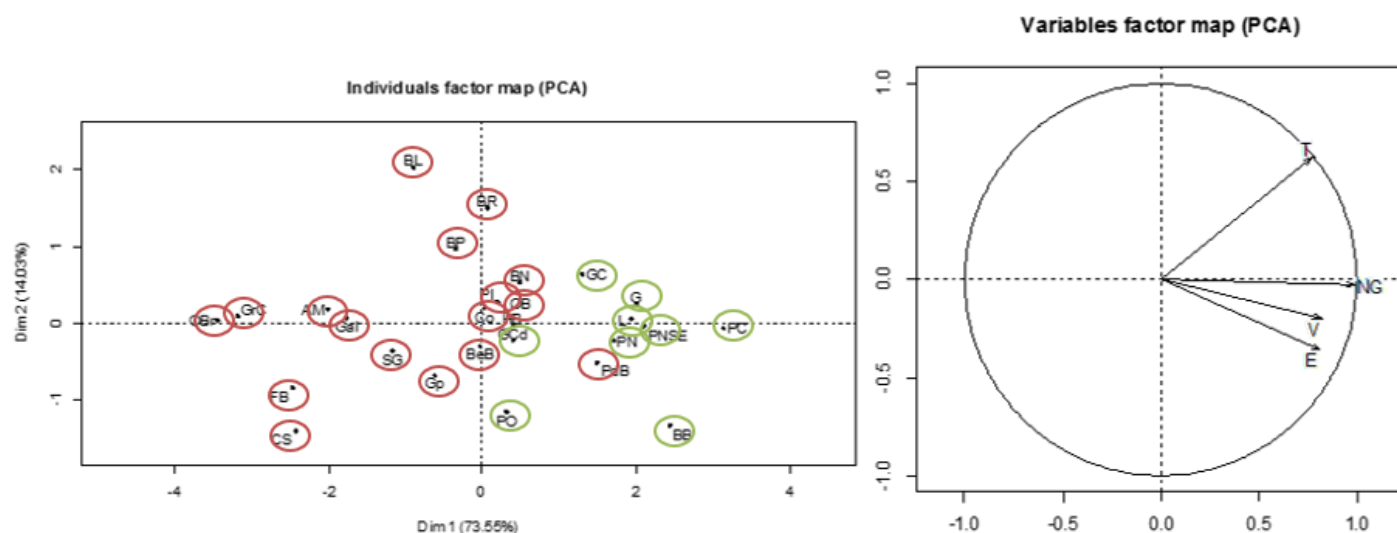


Figure 13 : A) Projection des sites hors- réserve (en rouge) et en réserve (en vert) par ACP sur la base de la notation des sites selon plusieurs critères (n = 216). B) Projection des variables sur le plan factoriel. Axe horizontal : CP 1 (73,55%) ; Axe vertical : CP 2 (14,03%).

Un dendrogramme a également été réalisé sur les coordonnées de l'ACP et selon la méthode de Ward pour mieux distinguer les liens entre chaque site. Le dendrogramme permet d'effectuer une classification hiérarchique sur la même base de critères que l'ACP : NG , T, V et E. En imposant une répartition dans quatre groupes (k=4), la représentation graphique du dendrogramme est la suivante (Figure 12).

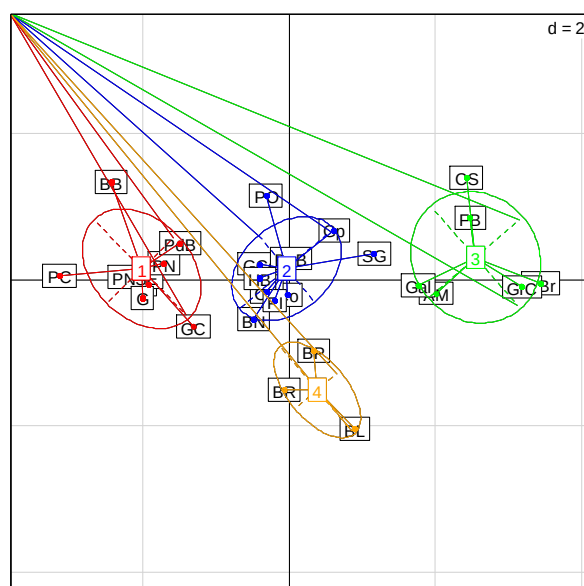


Figure 14: Classification hiérarchique des sites de nidification de Saint-Martin en quatre groupes.

On observe alors un premier groupe (en rouge) uniquement composé de sites situés en réserve et un second (en vert) à l'opposé de celui-ci sur l'axe principal, rassemblant les sites ayant eu les plus mauvaises notes. Les sites ayant eu des notes moyennes sont regroupés en bleu. Cette classification permet également de faire ressortir un quatrième groupe en orange seulement composé des trois plages non-protégées, fortement aménagées et présentant un important linéaire de sable meuble aux Terres Basses : Baie aux Prunes, Baie Rouge et Baie Longue.

Afin de confirmer ces différences entre les sites en réserve et les sites hors réserve en 2015, une ANOVA à un facteur a été réalisée. De la même manière, les résultats de 2009 ont également été comparés à ceux de 2015 (Figure 15).

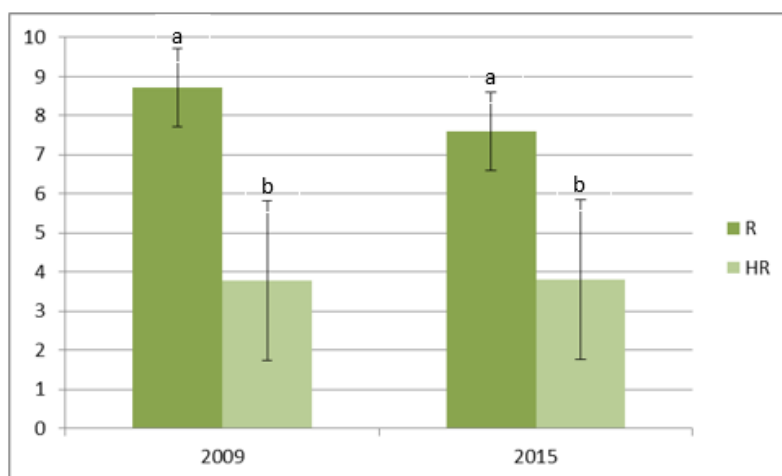


Figure 15: Résultats de la notation des sites de pontes sur 10. A droite (2015) : hors réserve ( $n=19$ ,  $\mu=3,8 \pm 1,8$ ) et en réserve ( $n=9$ ,  $\mu=7,6 \pm 1,1$ ). A gauche (2009) : hors réserve ( $n=19$ ,  $\mu=3,8 \pm 2$ ) et en réserve ( $n=9$ ,  $\mu=8,7 \pm 1,3$ ). Les moyennes ayant des lettres (a ou b) différentes sont significativement différentes entre elles.

En effet, la notation moyenne est deux fois plus élevée pour les sites en réserve ( $\mu = 7,6 \pm 1,1$  ; figure 15). Cette différence est de plus statistiquement significative, selon l'ANOVA réalisée sous R ( $p\text{-value} = 4,68 \times 10^{-5}$  ; Tableau 5). Cependant, les résultats de 2009 ne sont pas significativement différents de ceux de 2015 (Figure 15, Tableau 5)

**Tableau 5: résultats des ANOVA. Les astérisques représentent des différences significatives.**

| Résultats des ANOVA  |                       |
|----------------------|-----------------------|
| Traitements          | P-value               |
| HR/R (2009)*         | $5,93 \times 10^{-7}$ |
| HR/R (2015)*         | $4,68 \times 10^{-5}$ |
| HR(2009) / HR (2015) | 0,087                 |
| R(2009) / R (2015)   | 0,96                  |

## Discussion

Ce second diagnostic des sites de ponte de Saint-Martin vient mettre à jour celui réalisé en 2009 par Pauline Malterre et Eric Delcroix. Il caractérise l'état actuel des plages de Saint-Martin en termes de qualité d'accueil pour les pontes de tortues marines. Si les résultats de cette année montrent de fortes similitudes avec ceux de 2009, toute comparaison et analyse d'éventuelles tendances et évolutions serait limitée par le remaniement de la méthode de diagnostic utilisées en 2015. Cependant, bien que différente, cette dernière conserve les principaux paramètres utilisés en 2009 : le tassement du substrat, la dégradation de la végétation ou encore l'intensité de l'éclairage. De plus, l'absence de différence significative entre les résultats de 2009 et ceux de 2015 montrent que malgré une forte simplification de la méthode, la perte d'information reste limitée. En s'intéressant à l'évaluation individuelle de chaque plage, aucune réelle différence n'apparaît non plus entre 2009 et 2015. Il convient désormais de conserver ce protocole d'évaluation, afin d'harmoniser les futurs suivis et de permettre d'éventuelles comparaisons à l'échelle régionale. Par ailleurs, sa simplicité et sa directivité permettent une évaluation simple et rapide des sites par tout utilisateur novice ou expérimenté tout en limitant les biais d'observateur.

Cet « état des lieux » met en évidence plusieurs constats. Tout d'abord, à l'instar de 2009, les sites en réserve se distinguent grandement de ceux hors-réserve de par leur qualité. L'ensemble des sites protégés bénéficie de meilleurs résultats de notation. Les sites les plus dégradés s'avèrent donc être les plus fréquentés et aménagés, tels que Grand Case, la Baie Orientale, l'Anse Marcel, Galisbay. Ces sites ont en commun une forte anthropisation avec un littoral très construit et souvent très éclairés. Néanmoins, bien que ces sites soient en très mauvais état, toute intervention apparaît compliquée de par leur caractère public et touristique. Par ailleurs, les plages situées en réserve sont en très bon état et s'il faut veiller au maintien de cette qualité, aucune intervention urgente n'est nécessaire. En revanche, une

amélioration de certains sites de qualité moyenne devrait être envisagée, notamment par la réhabilitation de leur couvert végétal : Happy Bay, Baie Nettle, Bell Beach, Pointe du Bluff, Coralita...

Happy Bay est par exemple une plage intéressante. En effet, difficile d'accès, la plage n'accueille aucune construction et n'est pas éclairée. Ce site présente une belle plage avec un sable bien aéré, propice à la ponte des tortues marines. Cependant, la végétation naturelle (raisinier, patate bord de mer...) y est fortement dégradée laissant place à des espèces végétales d'ornementation comme le cocotier. Pour ce site, la principale préconisation est donc la plantation de nouvelles essences végétales communes au littoral saint-martinois. Le choix des espèces doit être réfléchi : il est important de favoriser le développement d'une forêt littorale naturelle à partir d'espèces autochtones (Tableau 6). De telles préconisations ont été formulées pour chaque site dans l'Atlas des sites de ponte 2015 (Nouhaud, en cours ; Annexe 2).

**Tableau 6: Liste des essences végétales autochtone à Saint-Martin**

| Nom Commun               | Nom Scientifique              |
|--------------------------|-------------------------------|
| le Raisinier bord de mer | <i>Coccoloba uvifera</i>      |
| l'Olivier bord de mer    | <i>Byrsonima lucida</i>       |
| le Catalpa               | <i>Thespesia populnea</i>     |
| le Romarin noir          | <i>Suriana maritima</i>       |
| le Romarin blanc         | <i>Mallotonia gnaphalodes</i> |
| l'Acacia bord de mer     | <i>Acacia tortuosa</i>        |
| le Ti-baume              | <i>Croton flavens</i>         |

### Focus sur les sites à enjeux

#### Les plages des Terres Basses : Baie Longue, Baie aux Prunes et Baie Rouge

De par leur caractère privilégié pour l'accueil des pontes de tortues vertes, les plages de Terres Basses apparaissent comme prioritaires en termes de mise en œuvre d'action de prévention et de réhabilitation. En effet, ces plages concentrent le plus grand nombre d'activités de ponte recensées depuis 2012 (RNNSM, 2013, 2014 et 2015). Malgré un littoral fortement anthropisé (constructions, dégradation végétales et éclairages, Figure 16), ces larges plages de sable bien aéré restent attractives pour les tortues marines, principalement pour les tortues vertes pondant préférentiellement sur de larges étendues sableuses (Whitmore et Dutton, 1985). Il conviendrait donc de limiter le nombre de luminaires ou au moins d'en diminuer l'intensité sur ces plages où presque chaque villa possède ses



**Figure 16: Villa éclairée sur la plage de Baie Longue**

propres spots (Figure 16 et 17). Des filtres rouges pourraient être installés sur les lumières déjà en place afin de rendre ces éclairages moins néfaste pour les tortues désorientées par les lumières artificielles (Tuxbury et Salmon, 2005). Ces sites présentent également une végétation très dégradée. La plantation de nouvelles espèces végétales, au moins sur les parties non construites, augmenterait l'attractivité de ces plages pour les tortues. Ces plages ayant un statut public, la réserve ne pourra donc pas directement intervenir. Cependant, des actions de sensibilisation devront être menées auprès du comité de copropriété des Terres Basses pour informer les propriétaires de ces problèmes.

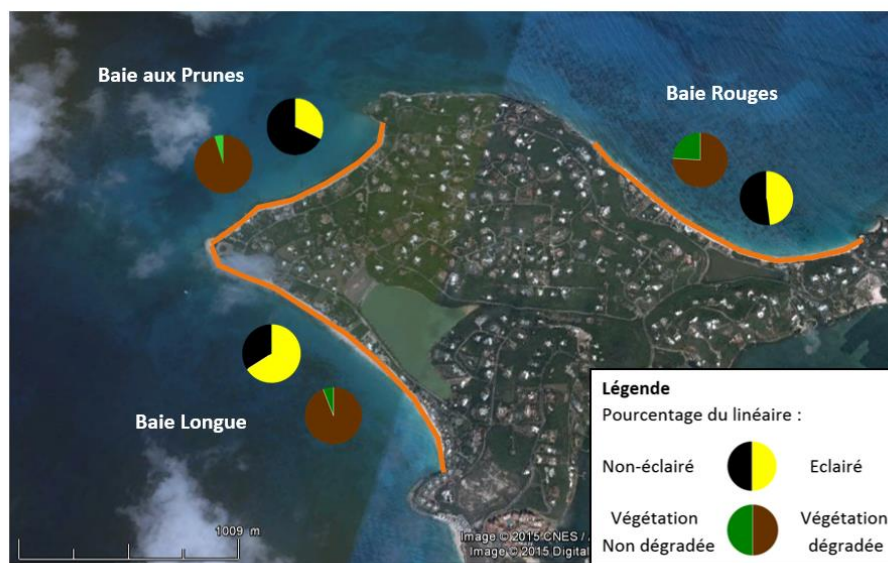


Figure 17: Carte des plages des Terres Basses et des menaces

### *Orient Bay*

Avec un linéaire de plus de deux kilomètres, la plage d'Orient Bay est la plus grande plage de Saint-Martin. Sa longueur et sa largeur (plus de 30 mètres) lui donne un profil physique similaire à celui des plages des Terres Basses. Cependant, et contrairement à ces dernières, il n'existe que très peu de données quant au nombre de pontes de tortues marines. Bordée de très nombreux restaurants, watersports et hôtel, la plage est ratissée tous les jours dès l'aube ce qui rend l'identification de traces par les éco-volontaires impossible. Néanmoins, une portion de cette

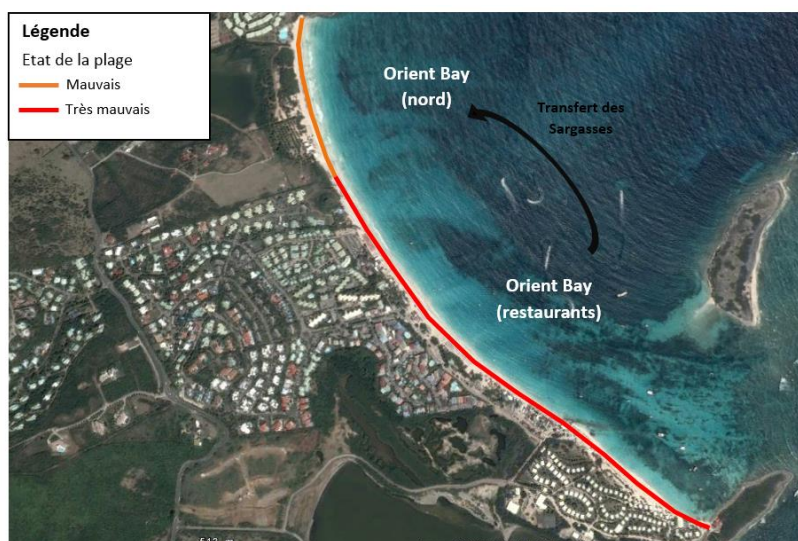


Figure 18: Plage d'Orient Bay



plage, au Nord, restait jusqu'à maintenant non ratissée et plus naturelle. Sur cette portion, les préconisations concernaient donc principalement sa revégétalisation mais également le suivi des traces sur la saison 2016 pour avoir une idée de la fréquentation d'Orient Bay par les tortues marines. Cependant les échouages massifs de sargasses de ces derniers mois ont impliqué des opérations de collecte sur la partie la plus fréquentée (au sud) sans autorisations de la collectivité. Les algues en décomposition ainsi ramassées par des engins lourds et non adaptés risquant ainsi la destruction des éventuels nids, un important tassement du sable et une accentuation de l'érosion. De plus, après avoir été ramassées, ces algues ont été enterrées sur la plage, au niveau de la portion la plus naturelle contribuant à une importante dégradation de celle-ci. Actuellement, la méthode a été interdite et de nombreux débats sont en cours pour tenter de trouver une solution durable à ce problème. Cependant, la dégradation de la plage d'Orient Bay reste bien visible.

L'objectif de cet atlas est donc de servir d'outil de diagnostic et de planification pour la préservation des tortues marines. Il formule des propositions de gestion à destination de l'ensemble des gestionnaires de sites, à même de réaliser des aménagements littoraux adéquats pour favoriser la conservation et la restauration de leur fonction d'accueil des pontes.

Ce suivi de l'évolution des plages doit donc être maintenu et réalisé de manière régulière à des pas de temps adéquats (3 – 5 ans) et standard, afin d'accompagner la mise en place d'actions rapides et effectives pour faire face aux menaces anthropiques et naturelles. Il met également en évidence la prédominance des facteurs anthropiques dans la dégradation des plages : les sites les plus touristiques et les plus fréquentés sont les plus dégradés. L'impact de l'Homme risque par ailleurs de s'intensifier au cours des dix d'années à venir, conformément aux prévisions de fortes croissances démographique liée à l'activité touristique et à la croissance de la population de l'île. En vingt ans seulement, elle a déjà plus que triplé, passant d'environ 8 000 habitants en 1982 à plus de 30 000 au début des années 2000 (Redon, 2006). Ce développement exponentiel de la fréquentation et des usages entraîne un aménagement croissant des littoraux (hôtels, restaurants...), ainsi que l'intensification des pressions subies par les sites de ponte.

Par ailleurs, la nécessité de réaliser de tels diagnostics risque de s'avérer de plus en plus importante, notamment dans un contexte de changements climatiques globaux et locaux. Selon le dernier rapport du GIEC (IPCC, 2014), le niveau de la mer devrait s'élever de 0,26 à 0,98 m d'ici 2100. Ces conclusions sont alarmantes puisqu'elles signifieraient qu'une grande partie des sites actuels de ponte des tortues marines seront immergés dans moins d'un siècle. En Caraïbe, plus de 30% de la surface totale des plages sera inondée si le niveau de la mer augmente de 50 cm (Fish *et al.*, 2005). De plus, une diminution de la surface de ces sites de ponte entraînerait également une augmentation de la compétition intra et inter-spécifique pour l'utilisation de l'espace, nuisant directement au succès de ponte (Mazaris *et al.*, 2009).

Dans ce même contexte de changements climatiques, l'augmentation de la température pourrait également entraîner un déséquilibre du sex-ratio des tortues marines. Pour les tortues marines comme pour de nombreux reptiles, la détermination du sexe est directement liée à la température d'incubation des œufs. Les nids les plus au frais (28°C), donnant plus de 90% de mâles, tandis que les nids les plus chauds (> 29,5°C) entraîneront le développement de plus de 95% de femelles (Morreale *et al.*, 1989). D'autant que selon l'IPCC (2014), la température atmosphérique pourrait augmenter de 0,3 à 4,8°C d'ici 2100. Or, d'après les conclusions de Moreale *et al.*, (1989) et Janzen (1994), un changement de température de moins de 2°C perturberait fortement le sex-ratio des tortues marine ; alors qu'une augmentation de l'ordre de 4°C empêcherait tout développement de mâles. Dans ce contexte, il est primordial de restaurer le couvert végétal dégradé, dont l'ombre contribuerait à limiter l'impact de ce réchauffement climatique (Kamel, 2013).

## Partie II : Suivi des pontes de 2010 à 2014

Mis en place en 2009, le Plan de Gestion de la RNNSM définit les grands axes d'action devant être mis en œuvre par l'association de gestion. Celui-ci se décline en sept différents axes, dont le premier vise à améliorer les connaissances sur les espaces et les espèces protégées principalement par le biais de la programmation d'inventaires et de suivis. Cette approche est indispensable à l'amélioration des connaissances des espèces marines présentes sur le territoire saint-martinois. Par ailleurs, un plan de restauration des tortues marines à l'échelle des Antilles françaises a été instauré en 2006 par le Conseil National de Protection de la Nature avec la coordination de l'ONCFS et du Réseau Tortues Marines Guadeloupe. Ce plan de restauration a pour principal but de développer les connaissances sur les tortues marines des Antilles afin d'optimiser les moyens de conservation de ces animaux. Cela passe par l'identification des sous-populations de tortues marines nidifiant sur le territoire concerné, ainsi que par l'évaluation de leur état de santé par l'acquisition de données sur le nombre de pontes de tortues sur les plages antillaises.

Dans le but d'essayer de répondre à ces besoins, la section Suivis, Etudes et Inventaires du Plan de Gestion de la RNNSM a pour objectif de « Suivre les sites de pontes de tortues marines » (Axe 1 du PG, SE 14) en réalisant un suivi annuel des sites de pontes, coordonné par la RN aidée de bénévoles. Il s'agit donc plus spécifiquement de dresser un état des lieux annuel du nombre d'activités de ponte de tortues imbriquées (*Eretmochelys imbricata*) et de tortues vertes (*Chelonia mydas*) mais également de noter les éventuelles observations d'autres espèces plus rares à Saint-Martin telles que la tortue luth (*Dermochelys coriacea*), la tortue caouanne (*Caretta caretta*) et la tortue olivâtre (*Lepidochelys olivacea*).

Cette deuxième partie « Suivi des pontes de 2010 à 2014 » rassemble les données acquises au cours des cinq dernières saisons de ponte, entre Mars et Novembre, de 2010 à 2014. Au cours de cette période,

8 sites (dont 5 en réserve) ont été suivis tous les ans par les membres de la RN et de nombreux bénévoles formés au protocole de suivi. La décision de n'effectuer ce suivi que sur des plages considérées comme majeures en termes de pontes est validée par Eckert (1999) et par le SWOT (2011). Ce protocole découle d'échanges avec les experts locaux de Guadeloupe et de Martinique et tient compte des moyens humains et matériels disponibles en interne à la RNNSM. Il consiste à parcourir les sites qualifiés de majeurs en termes de ponte afin d'y observer toute activité de ponte, traces ou nids, laissés par les tortues. Actuellement, une convention établie par l'ONCFS de Guadeloupe demande à la RNNSM d'opérer ce suivi deux fois par semaine pendant la saison de ponte. Cette méthode est peu coûteuse et simple à mettre en place. Par ailleurs, les experts du SWOT ont estimé que le comptage des traces suffisait souvent à estimer l'abondance et l'évolution populations de tortues marines à condition que le protocole mis en place soit cohérent et adéquate (SWOT, 2011). En Guadeloupe, dix années de suivis ont déjà permis de mettre en évidence une augmentation significative du nombre de ponte sur Marie-Galante. (Delcroix *et al.*, 2011) Sur Saint-Martin, les cinq années de données disponibles ne suffiront pas à déterminer une éventuelle évolution, notamment chez la tortue verte chez laquelle les grandes variations annuelles du nombre d'activité de ponte rendent cette détermination difficile (SWOT, 2011). De plus, si ces deux dernières années, le nombre d'éco-volontaires est plus ou moins constant tout au long de la saison, ce n'était pas le cas les années précédentes. Cependant cette étude permettra de mettre en avant les points forts et les points faibles de ce protocole et de proposer d'éventuels réajustements.

## Matériel & Méthode

### Localisation des sites d'études

Ce suivi est réalisé prioritairement sur les sites de ponte majeurs (8 plages), accueillant un plus grand nombre d'activités de ponte par saison. L'ensemble des sites évalués dans le cadre du diagnostic constitutif de l'atlas des sites de ponte 2015, n'est donc pas ici repris. Ceci s'explique principalement par l'absence ou la rareté des pontes sur certaines plages de l'île mais également par un manque de moyens humains permettant de suivre l'ensemble des sites. Ainsi, au cours de ces cinq dernières saisons de ponte, 5 sites en réserve (Le Galion, Grandes Cayes, Baie Blanche, le Lagon, Petites Cayes) et 3 sites hors réserve (Baie Longue, Baie aux Prunes, Baie Rouge ; Figure 19) ont été suivis pendant 9 mois, de Mars à Novembre. Dans cette étude seuls les données des mois de Juin à Octobre, correspondant au pic de la saison de ponte ont été conservées.

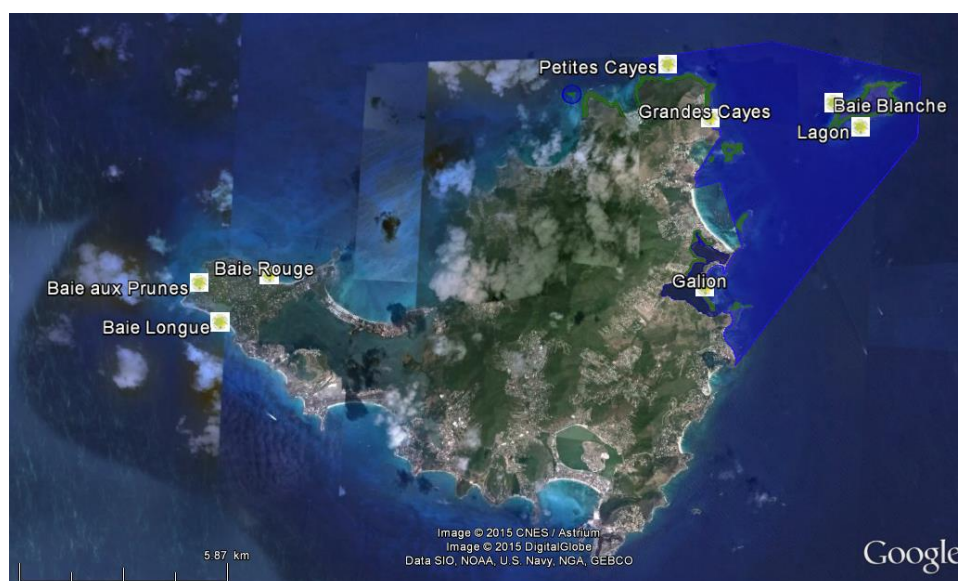


Figure 19: Carte des sites de ponte prioritaires à Saint-Martin

### Protocole de suivi

Afin d'avoir une estimation du nombre de pontes de tortues marines sur Saint-Martin, les observations sont de préférence réalisées le plus tôt possible afin que les traces soient encore bien nettes et visibles. Les plages prioritaires sont donc entièrement parcourues au moins 2 fois par semaine, à la recherche de traces de tortues. Lorsqu'une trace ou un nid est finalement repéré, il s'agit alors de déterminer sa fraîcheur, l'espèce qui en est à l'origine et si possible le succès ou non de l'activité de ponte (Figure 20). Ce dernier critère est le plus difficile à évaluer car à moins d'avoir vu la tortue déposer ces œufs dans son nid, il est impossible d'assurer avec certitude que celle-ci a bien pondue. De plus, en l'absence d'une certification officielle, les volontaires n'ont pas l'autorisation de creuser les nids. Certains indices permettent cependant d'affiner le diagnostic (Tableau 7).



Figure 20: (à gauche) Trace symétrique de tortue verte. (à droite) Trace dissymétrique et plus petite de tortue imbriquée.

Tableau 7 : Echelle d'évaluation du succès de ponte

|                                                        |             |
|--------------------------------------------------------|-------------|
| L'observateur voit la tortue pondre                    | Ponte       |
| Observation d'une trace de tortue et d'un nid fermé    | Ponte ?     |
| Trace illisible                                        | ?           |
| Observation d'une trace avec un nid mal finalisé       | Pas Ponte ? |
| Observation d'une trace sans nid ou nid ouvert et vide | Pas ponte   |

Les données ainsi recueillies et reportées sur une fiche de terrain, sont ensuite importées dans une base de données Excel à partir de laquelle seront effectuées les futures analyses. Ce travail est rendu possible par la participation de nombreux éco-volontaires (une soixantaine par an) formés aux méthodes de suivi par le personnel de la réserve.

### Analyse de données

Les données issues de la base de données saison de ponte 2014 furent soumises à plusieurs tests et analyses afin d'être interprétées. Des graphiques sont réalisés à l'aide des logiciels Excel et R. Ce dernier logiciel permet également la comparaison interspécifique des activités de ponte par le biais d'un test de Wilcoxon. Enfin, un test de Khi2 est utilisé pour rechercher une éventuelle différence interspécifique dans le choix du site de ponte.

### Résultats

Au cours de ces cinq dernières années de suivi, près de mille traces ont été observées toutes espèces confondues. Afin d'obtenir un nombre de ponte, une conversion a été effectuée à partir du nombre de traces et du pourcentage de pontes jugées effectives. Ce pourcentage correspond au nombre d'activités qualifiées de Ponte ou Ponte ? (Tableau 7) sur le nombre total d'activités de ponte recensées sur cinq ans. Cette conversion bien que recommandée dans le rapport du SWOT sur la méthodologie des suivis de ponte (SWOT, 2011) comporte un biais important induit du fait qu'il soit impossible d'être certain d'une ponte à moins d'avoir vu la tortue pondre. Ainsi, un pourcentage de ponte effective a été déterminé par espèce et par an et la moyenne de ces pourcentages a permis de faire la conversion (Tableau 8).

**Tableau 8: Conversion du nombre d'activités de ponte (traces, nids...) en nombre de pontes**

|                                                   | <i>Cm</i> | <i>Ei</i> |
|---------------------------------------------------|-----------|-----------|
| <i>Nb d'activités de ponte</i>                    | 662       | 281       |
| <i>% de pontes effectives<br/>(moy sur 5 ans)</i> | 65,3      | 61,7      |
| <i>Nb de pontes estimé</i>                        | 432       | 173       |

La phénologie des tortues vertes et imbriquées est déterminée sur cinq ans (Figure 21). *Chelonia mydas* commence sa saison de ponte en Juin et la termine en Octobre, avec un pic d'activité en août et septembre et une moyenne de 132 traces par an soit 86 pontes par an. Chez *Eretmochelys imbricata*, la saison est légèrement plus longue et s'étend de Mai à Novembre avec une moyenne de 55 traces par an.



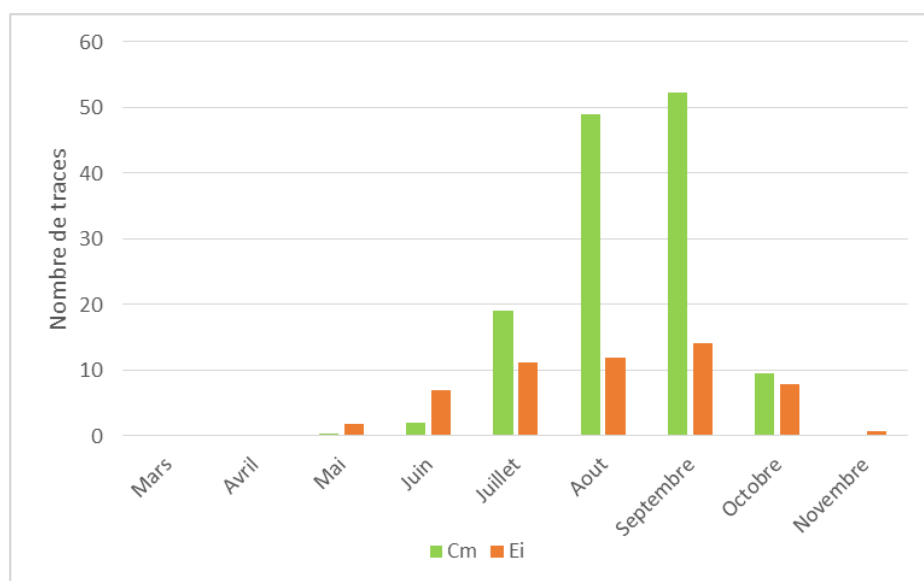


Figure 21: Nombre de traces par mois (moyenne par mois sur cinq ans)

En ce qui concerne les sites de pontes, les plages de Baie aux Prunes (BP) et de Baie Longue (BL) sont les plus fréquentées par les tortues marines avec plus de 600 traces recensées, soit près de 64% de l'ensemble des traces observées au cours des cinq dernières années sur les huit plages suivies. Parmi celles-ci, la plupart sont dues à des tortues vertes. Les plages en réserve accueillent quant à elle plus de 300 activités de ponte, dont plus de 70% dues à des tortues imbriquées (Figure 22).

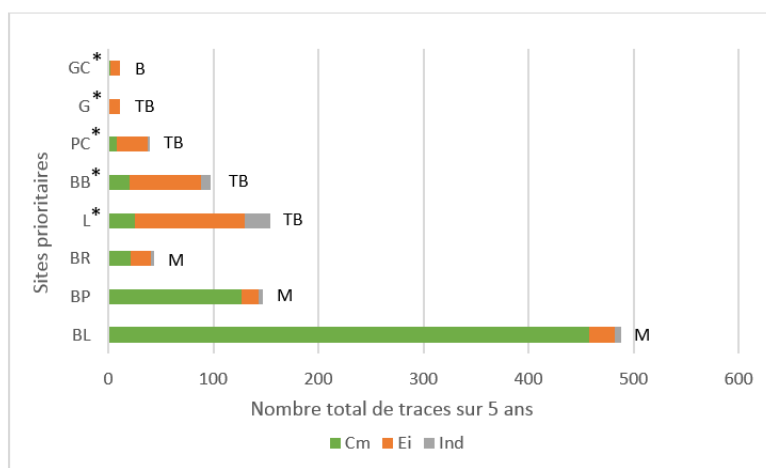


Figure 22: Nombre total de traces sur cinq ans sur les sites prioritaires (les astérisques correspondent aux sites en réserve et les lettres à l'état de la plage ; TB : Très Bon ; B : Bon et M : Mauvais)

Une différence est tout de même mise en évidence par un test de Khi2 entre les choix de site de ponte opérés par *C. mydas* et *E. imbricata* ( $p\text{-value} = 2,2 \times 10^{-6}$ ). Afin de réaliser ce test, les plages du Galion (G), de Grandes Cayes (GC) et de Petites Cayes (PC) ont dû être rassemblées pour que les effectifs soient suffisamment conséquents.

Enfin, l'évolution de l'activité de ponte de *Chelonia mydas* et d'*Eretmochelys imbricata* sur ces cinq années de suivi a été observée au moyen des données recueillies pendant les mois de Juin à Octobre offrant un effort d'échantillonnage relativement constant d'année en année (Figure 23). Pour *Eretmochelys imbricata*, le nombre d'activités reste assez stable de 2010 à 2014. Chez *Chelonia mydas* très peu d'activités sont recensées pour l'année 2011 mais ceci peut s'expliquer par un nombre de suivi très faible sur Baie Longue et Baie aux Prunes entre août et septembre.

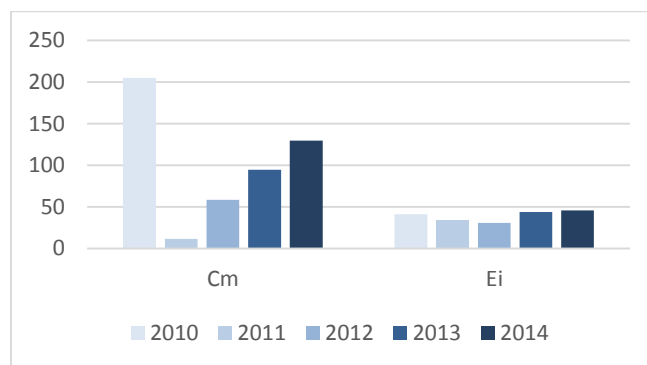


Figure 23: Nombre d'activités de ponte par espèce et par an pour un effort de suivi de 167 relevés par an

## Discussion

L'objectif de ce suivi des activités de pontes mis en place à Saint Martin depuis 2009 est d'acquérir des données l'évolution de nombre de tortues marines nidifiant à Saint-Martin et sur la réussite de ces activités de ponte, afin d'avoir une estimation de l'état de santé de leurs populations et de mettre en place les mesures adéquates en faveur de leur conservation. Ce suivi permet également de sensibiliser le public et de l'impliquer dans les actions de conservation de ces espèces.

Tout d'abord, la connaissance de la phylogénie des espèces que l'on souhaite conserver est la base pour mettre en place un protocole de suivi adapté (SWOT, 2011), en se focalisant sur la saison précise de nidification des tortues marines à Saint-Martin. Chez *Chelonia mydas*, la saison de ponte s'étend de juin à octobre avec un pic en août et septembre. Par ailleurs, la plupart des pontes de tortues vertes à Saint Martin ont lieu sur les plages des Terres Basses et plus particulièrement sur la plage de Baie Longue (Figure 24). Ces sites ont une caractéristique commune : bien qu'ils soient tous les trois très éclairées et fortement aménagés, ils sont formées d'une large bande de sable peu végétalisée, idéale pour la ponte des individus de cette espèce (Whitmore et Dutton, 1985). De plus, le sable y est très peu compacté, ce qui permet aux femelles de creuser facilement leur nid et de favoriser les échanges gazeux avec la surface pour le bon développement des œufs (Mortimer, 1982).

En ce qui concerne les tortues imbriquées, leur saison de ponte débute en Mai, soit un mois avant les tortues vertes et se termine de manière simultanée, en octobre. Il semblerait donc que la période de ponte soit légèrement plus précoce pour cette espèce, comme cela a déjà été démontré au Costa Rica

par Bjorndal et al (1985) et Carr *et al.*(1966). Contrairement à *Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata* pond principalement sur les sites en réserve avec une préférence pour les plages du Lagon et de Baie Blanche (îlet Tintamarre ; Figure 24). Comme pour *les tortues vertes*, ce choix est directement lié au profil de ces plages composées d'une bande sableuse étroite bénéficiant d'un haut de plage bien végétalisé, sur lequel les femelles nidifient préférentiellement (Kamel et Mrosovsky, 2005).

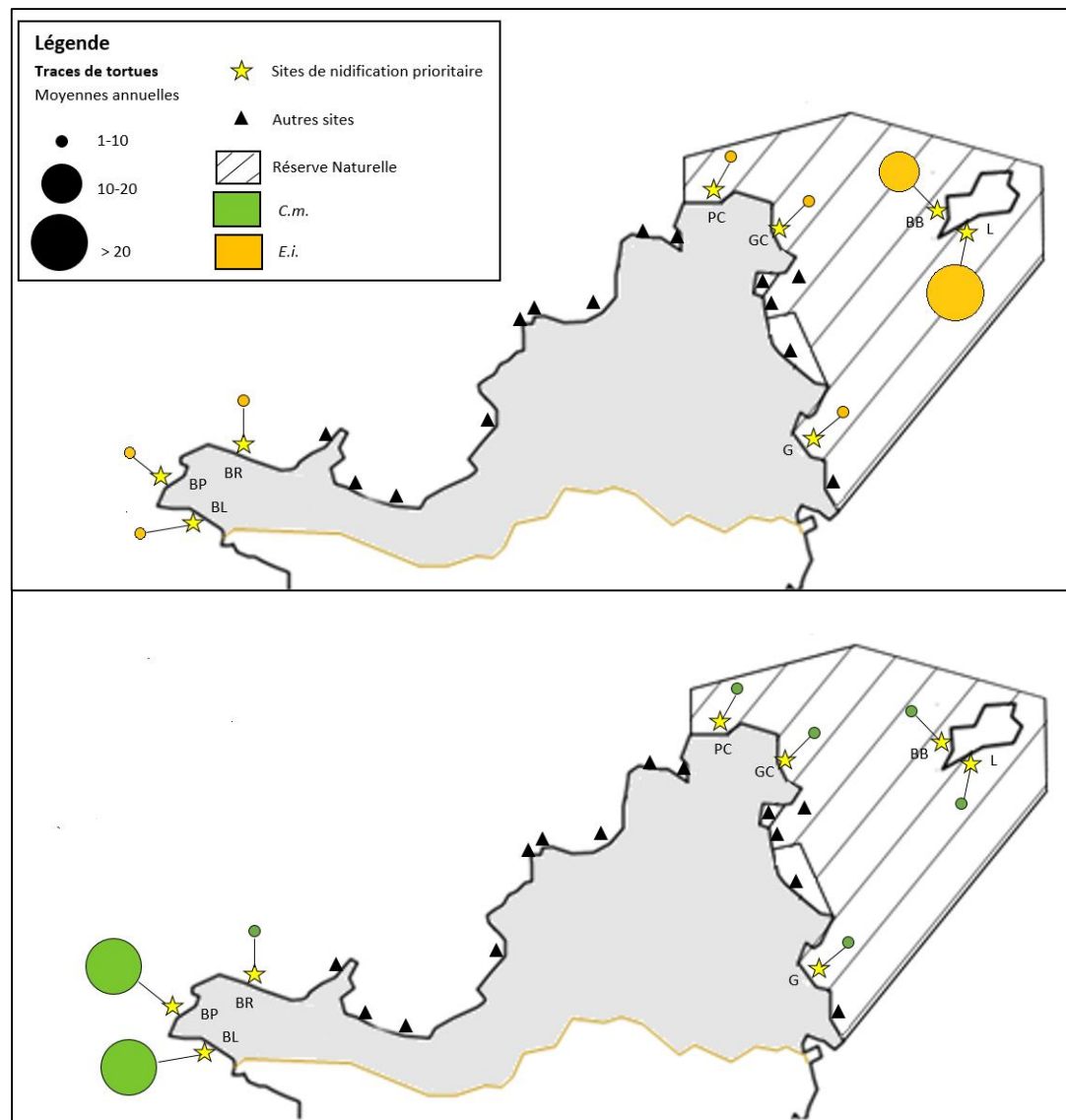


Figure 24: Sites prioritaires de ponte et nombre de traces de *Cm* et *Ei*

Le choix du site de ponte diffère donc significativement d'une espèce à l'autre, ce qui conforte l'idée selon laquelle le « choix » du site de ponte n'est pas anodin. De ce fait, un site assurant un meilleur taux de survie pourra être préféré par les femelles. En l'absence de soins parentaux, ce choix est d'autant plus important chez ces espèces : un mauvais choix du site de ponte ne pourra pas être compensé par l'action des parents (Bjorndal, 1985). Par ailleurs, une certaine fidélité des femelles à leur lieu de

naissance a déjà été documenté et peut par conséquent influencer ce choix du site (Tucker, 2010 ; Hart et al., 2013 ; Kamel et Mrosovsky, 2005).

Le pourcentage de ponte effective a également été calculé pour chaque espèce afin de déterminer le taux de réussite d'une ponte. Il s'agit de déterminer la probabilité qu'une montée de tortue sur la plage aboutisse au dépôt de ses œufs dans un nid. Ce pourcentage s'élève en moyenne aux alentours de 60% chez *C. mydas* et *E. imbricata*. Ces données sont un peu plus élevées que celles que l'on peut trouver dans la littérature. Balazs, dans son étude sur les tortues vertes en ponte à Hawaï, (1980) estime par exemple que moins de 50% des montées de tortues sur la plage n'aboutissent à une ponte. En Guadeloupe, ce pourcentage est également plus bas et s'élève à 41% (Masson, 2013). Cependant il est important de souligner les biais attribués à ce pourcentage que se base sur les estimations du succès de ponte des observateurs. En effet une trace aller-retour sur la plage avec un seul nid de creusé laisse supposer une ponte mais cela est impossible à vérifier à moins d'avoir vu la tortue pondre.

Suite aux traitements des données acquises sur cinq ans plusieurs recommandations peuvent être faites quant à ce protocole. Le but est alors d'optimiser les ressources disponibles en gardant un niveau de précision maximal dans l'acquisition des données. Actuellement, le suivi est réalisé deux fois par semaine de mars à novembre. En effet, si la saison de ponte est plutôt comprise entre mai à octobre, certaines pontes peuvent avoir lieu un peu avance ou en retard. Cependant ces quelques pontes représentent moins de 5% du nombre total de ponte. Il serait donc conseillé de raccourcir la durée du suivi à mai-octobre. Par ailleurs, parmi ces huit sites prioritaires, les sites du Galion et de Grandes Cayes totalisent moins de 3% des activités de ponte recensées sur cinq ans. Il est donc recommandé de se concentrer sur les six sites principaux : Lagon, Baie Blanche, Petites Cayes, Baie Rouge, Baie Longue et Baie aux Prunes et d'arrêter le suivi sur les plages du Galion et de Grandes Cayes. En revanche, il faudrait augmenter la fréquence des suivis. Selon le SWOT, un suivi tous les trois jours associé à une modélisation statistique fournit des estimations de l'abondance avec un niveau d'erreur acceptable (SWOT, 2011). Par ailleurs il est conseillé de réaliser un suivi périodique de tous les sites de nidifications potentiels, sur une période de temps plus large, tous les cinq ans afin de surveiller tout déplacement spatial ou temporel des activités de ponte. Ce fut par exemple le cas en Guadeloupe où un déplacement spatial de tortues luths a été observé (Delcroix et al, 2011. De plus, Weishampel et al. (2010) ont mis en évidence l'impact du réchauffement climatique sur la durée de la saison de ponte. Aux Iles Vierges par exemple, des températures plus chaudes ont entraîné une expansion de la saison de ponte.

Ce suivi des principaux sites de ponte à Saint-Martin permet de documenter l'évolution de leur fréquentation par les tortues vertes et imbriquées. Il est mené en parallèle de l'atlas (cf Partie I) pour accompagner la réalisation d'aménagements favorisant cette fréquentation (ex. : réhabilitation des bandes végétales en haut de plage pour attirer les tortues imbriquées). La poursuite de ces suivis une est

donc primordiale afin d'acquérir des données sur le long terme et de pouvoir mettre en place les mesures de protection et/ou de réhabilitation qui s'imposent. Les propositions faites ici permettraient d'optimiser l'effort d'échantillonnage, tout en renforçant la robustesse et la précision des données collectées sur le long terme. En effet, les tortues marines sont des espèces à maturité sexuelle tardive chez lesquelles des études s'étendant sur au moins 20 ans sont nécessaires pour déterminer une évolution de +/- 5%. Cette période s'allonge encore de 10 ans pour les tortues vertes qui présentent de fortes variations de pontes d'une saison à l'autre (SWOT, 2011). De plus ces espèces jouent un rôle moteur en terme de sensibilisation du public à la préservation des écosystèmes naturels et de leurs services écosystémiques.

## Discussion générale

Ce travail tend à confronter les résultats des deux approches mise en œuvre par le gestionnaire en matière de conservation des populations de tortues marines nidifiant à Saint-Martin (Atlas des sites de ponte 2015 et Suivi des activités de ponte des 5 dernières années), pour les exploiter de manière conjointe et complémentaire. Cette étape tend également à évaluer leur adéquation au regard des besoins du gestionnaire.

### Atlas des sites de pontes

Cette seconde évaluation des sites de pontes cinq ans après, a permis de mettre en évidence la très grande hétérogénéité de la qualité d'accueil de ces sites en 2015. Ces écarts sont d'autant plus flagrants en comparant les zones situées en réserve et celles situées hors réserve. En effet, les sites sous statut de protection se caractérisent dans la plupart des cas par une qualité deux fois supérieure à celle de plages non-protégées, notamment par la présence d'une couverture végétale plus importante et des abords moins anthropisés.

En effet, la mise en œuvre du plan de gestion correspondant à la première édition de l'atlas (2009), implique la réalisation de plusieurs actions au sein de la réserve, afin de réhabiliter certains sites, avec par exemple la plantation de raisiniers (Grandes Cayes et de l'îlet Pinel 1), la gestion de la circulation des engins motorisés par l'aménagement des accès aux plages. En 2015, la conduite de ce second diagnostic a contribué à l'élaboration de préconisations complémentaires, pour maintenir ou améliorer l'état de ces sites (Annexe 2).

Les principaux enjeux ainsi identifiés renvoient aux plages des Terres Basses et d'Orient Bay. Les plages de Baie Longue et de Baie aux Prunes sont en effet les deux principaux sites de ponte pour les tortues vertes. Il est cependant apparu que les abords de ces sites sont très anthropisés, notamment du fait de la présence de nombreuses sources d'éclairage artificiel, pouvant être à l'origine de désorientation des tortues en pontes ou des tortillons à l'émergence. Il apparaît donc nécessaire de tendre à la réduire ou les adapter (lumière rouge) en sensibilisant les propriétaires de ces installations.



Les mesures adéquates permettant de protéger ces sites majeurs peuvent ainsi prendre différentes formes : pose de filtres rouges sur les luminaires, extinction des lumières pendant la période du pic de ponte ou encore revégétalisation des hauts de plage.

Il est également apparu prépondérant de surveiller et d'encadrer le ramassage et l'évacuation des sargasses sur les plages et plus particulièrement celle d'Orient. Actuellement, de nombreuses réunions entre les services de l'Etat, de la Collectivité et de la Réserve ont lieu à ce sujet, afin de trouver une solution garantissant la sécurité sanitaire et économique, tout en limitant ses impacts sur le milieu. En effet, bien que cette plage ne soit actuellement pas suivie pour des raisons logistiques, elle pourrait comme Baie Longue et Baie aux Prunes devenir un site majeur de ponte pour les tortues marines. Elle est de plus à l'origine des quelques rares observations annuelles de pontes de tortues luth, à Saint-Martin.

Il apparaît ainsi indiscutable que toute stratégie de conservation de ces reptiles passe par la mise en œuvre d'actions de sensibilisation des gestionnaires des littoraux de fait hors du domaine de compétence de la réserve (Annexe 3). En effet, la gestion du littoral en France et notamment en Outre-Mer fait intervenir de nombreux acteurs (gestionnaires, aménageurs, propriétaires, usagers...), compliquant largement la prise de décisions quant à la protection des sites représentant un enjeu majeur de la conservation de la biodiversité. Cette réalité doit donc être prise en considération lors de la formulation des préconisations de gestion, afin que ces dernières soient réalistes (Chabrolles, en cours). Il est également prépondérant d'évaluer l'efficacité des propositions de réhabilitation mise en œuvre, au regard de l'évolution du nombre et de la réussite des activités des pontes des tortues marines sur ces sites.

### Suivi des activités de pontes

Le suivi annuel des activités de ponte de tortues marines à Saint-Martin permet d'évaluer l'évolution de la fréquentation de ces sites. Contrairement à l'atlas des sites de ponte, cette approche ne considère que les sites de ponte les plus fréquentés. Au cours des cinq dernières années de suivi, 992 traces de tortues ont pu être recensées sur les 8 sites surveillés, dont 662 laissées par des tortues vertes, 281 par des tortues imbriquées et 49 traces d'espèces non-identifiées. L'analyse de ces données conduit à la proposition de certaines modifications du protocole, en accord avec les ressources humaines et logistiques disponibles.

Tout d'abord, le suivi pourrait être se focaliser sur la période de Juin à Octobre sur les six plages les plus fréquentées, au lieu des huit actuellement surveillées. En effet, le très faible pourcentage de pontes enregistrées sur les plages du Galion et de Grandes Cayes, ainsi qu'en dehors de cette période, révèle l'inadéquation entre l'actuelle affectation de l'effort de suivi et le nombre de pontes observées. Cependant, une augmentation du nombre de suivi sur cette période de de Juin à Octobre (un suivi tous les trois jours) diminuerait fortement la marge d'erreur dans l'estimation de l'abondance des populations de tortues marines de Saint-Martin (SWOT, 2011). En prenant en compte ces recommandations et à l'aide d'outils de modélisation tels que le logiciel mis au point par Marc Girondot (Marine Turtles Time-

Series), il serait alors possible de caractériser finement toute éventuelle évolution des populations de tortues marines à Saint-Martin au terme de 20 ans pour les tortues imbriquées et de 30 ans pour les tortues vertes.

S'il n'est actuellement pas possible de caractériser une éventuelle évolution, le nombre d'activité de ponte de *C. mydas* observées à Saint-Martin semble particulièrement important face aux chiffres donnés en Martinique et en Guadeloupe (Fretey, 1997 ; Delcroix *et al.*, 2011). Cependant, la situation semble s'être améliorée en Guadeloupe avec une augmentation de ces chiffres observée ces quatre dernières années (Masson *et al.*, 2015). Néanmoins, une analyse plus fine selon la méthode décrite par le SWOT (2011) ne permet pas de dégager de tendance en termes d'évolution de ces activités. Il convient donc de pérenniser ce suivi sur le long terme, afin de déterminer si ces tendances se confirment et d'évaluer l'état de la population de tortues marines à Saint-Martin et dans les Antilles françaises.

### Une approche spatiale et une approche temporelle complémentaires

Ces outils de gestion que sont l'atlas des sites de pontes et le suivi des activités de pontes contribuent à alimenter des bases de données complémentaires. Le premier s'appuie sur des paramètres sensés influencer l'utilisation de l'habitat par les tortues marines. La qualité des plages est en effet évaluée sur la base de plusieurs critères, eux-mêmes identifiés suite à de nombreuses études menées sur les préférences des tortues marines pour certains profils de plage : abondance de végétation en haut de plage, tassement du substrat, présence et intensité de l'éclairage littoral (Mortimer, 1990 ; Kamel et Mrosovsky, 2005 ; Whitmore et Dutton, 1985).

Cet outil permet donc d'identifier les sites à fort potentiel pour l'accueil des pontes de tortues marines et de réhabiliter les autres pour en faire des sites plus accueillants pour potentiellement favoriser les activités de ponte à Saint-Martin. Il apporte ainsi des informations spatiales indispensables à la bonne gestion d'une réserve naturelle, dont l'un des objectifs est la conservation des vertébrés marins. Ces données permettent ainsi une meilleure hiérarchisation des zones d'intervention (Hart *et al.*, 2013). Cependant cet atlas est réalisé sur des intervalles de temps assez longs (environ 5 ans) et ne nous donne aucune information quant à la fréquentation réelle des tortues sur ces sites.

Le suivi des activités de ponte traduit quant à lui l'impact réel de la gestion opérée. Cette action menée sur du long terme (20 à 30 ans) permettra d'évaluer l'efficacité des actions menées en faveur de la conservation et de la réhabilitation des sites de ponte de Saint-Martin. Cette quantification spécifique de l'activité de ponte à Saint-Martin permet également de caractériser la fréquentation des sites de ponte propre à Saint-Martin, afin d'élaborer une réponse spécifique au contexte de l'île.

En effet, la mise en place d'une protection régionale efficace des espèces migratrices nécessite de disposer de données précises à l'échelle locale. Actuellement, les différentes études menées sur les tortues marines dans le monde ont mené à la détermination de treize RMU (Regional Management

Units) pour les tortues imbriquées et de 17 pour les tortues vertes. Ces RMU ont été définies selon trois critères : les sites de nidification fréquentés, le stock d'ADNn et celui d'ADNm afin de prendre en compte la grande complexité structurelle de ces populations (Wallace et al., 2010). Ainsi l'accumulation de toutes les données acquises sur les tortues marines permettra d'affiner la découpe spatiale de ces unités de conservation et donc d'améliorer l'efficacité des mesures de protection proposées.

## Conclusions et perspectives

L'acquisition de ces données, tant sur la reproduction des tortues que sur leurs sites de ponte doit être pérennisée, particulièrement dans le contexte actuel de recrudescence de nouvelles menaces pour ces organismes : changements climatiques, anthropisation et érosion des littoraux...

Il serait donc intéressant de réaliser une mise à jour plus régulière de l'atlas des sites de ponte. En effet, l'île de Saint-Martin, comme la plupart des îles de la Caraïbe est régulièrement soumise au passage d'ouragans de forte intensité capable de dégrader des écosystèmes entiers à plus ou moins long terme (Scatena et Larsen, 1991). De plus, la saison des ouragans (Juin à Novembre) se superpose à celle des pontes pouvant ainsi entraîner la destruction des nids ou le recul des plages sableuses et affecter le succès de reproduction. Un diagnostic d'urgence est donc préconisé suite à des événements météorologiques majeurs ou inhabituels afin de constater une diminution de l'aire de ponte, des destructions de nids, une dégradation de la végétation... et de favoriser une meilleure rapidité d'action dans la mise en place de mesures de restauration quand cela est possible.

La pérennisation du suivi annuel des pontes de tortues marines sur l'île apparaît indispensable afin d'appréhender l'évolution de la population de ces organismes sur le long terme. Il serait intéressant de compléter ce suivi par la réalisation de prélèvements génétiques afin de définir l'origine et les caractéristiques des populations de tortues marines nidifiant à Saint-Martin. Par ailleurs, la pose de balises ARGOS sur deux tortues vertes en alimentation sur les côtes au mois de juin 2015 permettront de compléter les connaissances quant à leur utilisation spatiale des eaux saint-martinoises.

Ainsi, bien que nécessaire, le suivi des pontes ne suffit pas à évaluer l'ensemble de la population mature car elle ne prend en compte que les femelles nidifiant sur une zone ; l'acquisition de données sur les mâles qui restent en mer reste cependant bien plus délicate. De plus la protection des tortues marines ne doit pas seulement passer par la conservation des sites de ponte. En effet, les sites d'alimentation, généralement très distants de ces derniers jouent également un rôle prépondérant dans le choix des stratégies de conservation à mettre en place. Ainsi, si les données régionales sont primordiales pour une bonne estimation de l'évolution des populations de tortues marines, la mise en place de stratégies de gestion inter-régionales et transfrontalières sont indispensables pour une protection optimale de ces animaux emblématiques.

## Bibliographie

- Ackerman** RA, (1977). The respiratory gas exchange of sea turtle nests (*Chelonia*, *Caretta*). *Resp Physiol* 31,19-38.
- AEVA**, (2000). Stratégie de conservation des tortues marines de l'Archipel guadeloupéen : rapport d'activités pour l'année 2000. Rapport AEVA n°25, 18p.
- Balazs** GH, (1980). Synopsis of biological data on the green turtle in the Hawaiian Islands. NOAA Tech Mem. NMFS, NOAA-TM-NMFS- SWFC, 7, 1-141
- Bass** AL, (1999). Genetic analysis to elucidate the natural history and behavior of hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) in the wider Caribbean: a review and re-analysis. *Chelonian Conserv Biol* 3(2),195-199.
- Bjorndal** KA, Carr A, Meylan AB, Mortimer JA, (1985). Reproductive biology of the hawksbill *Eretmochelys imbricata* at Tortuguero , Costa Rica , with notes on the Ecology of the species in the Caribbean. *Biol Conserv* 34, 353–368.
- Bjorndal** KA, (1997). Foraging ecology and nutrition of sea turtles. In: Lutz PL, Musick JA (Eds.), *The Biology of Sea Turtles*, 15. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 397–409.
- Bjorndal** KA, Bolten AB, Chaloupka MY, (2000). Green turtles somatic growth model : evidence for density dependence. *Ecol Appl* 10, 269-282.
- Bjorndal** KA, Jackson JBC (2003). Roles of sea turtles in marine ecosystems: reconstructing the past. In: Lutz PL, Musick J, Wyneken J (Eds.), *Biology of Sea Turtles*, volume II. CRC Press, Boca Raton, FL Pages 259-273
- Bowen** BW, Karl SA, (1996). Population genetics, phylogeography and molecular evolution. In: Lutz PL, Musick JA (Eds.), *The Biology of Sea Turtles*, 15. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 29–50.
- Bowen** BW, Nelson WS, Avise JC, (1993). A molecular phylogeny for marine turtles : trait mapping, rate assessment, and conservation relevance. *Evol* 90, 5574-5577.
- Bowen** BW, Karl SA, (2007). Population genetics and phylogeography of sea turtles. *Mol Ecol* 16, 4886-4907.
- Brikke** Sarah, (2010). La perception des populations locales sur les tortues marines, sur les îles de Bora Bora et de Maupiti, Polynésie Française. Ressources marines et traditions, Bulletin d'information de la CPS n°26.
- Broderick** AC, Glen F, Godley BJ, Hays GC, (2003). Variation in reproductive output of marine turtles. *J Exp Mar Biol Ecol* 288(1), 95–109. doi:10.1016/S0022-0981(03)00003-0
- Brunel** M, (2013). La protection réglementaire des sites de ponte de tortues marines sur l'archipel guadeloupéen. ONCFS de Guadeloupe.
- Carr** A, Hirth H, Ogren L, (1966). The ecology and migrations of sea turtles, 6. The hawksbill turtle in the Caribbean Sea. *Am Mus Novit* 2248, 1-29.
- Carr** A, Meylan AB, (1980). Evidence of passive migration of green turtle hatchlings in Sargassum. *Copeia* 2,366-368.
- Carr** A, Meylan A, Mortimer J, Bjorndal K, Carr T, (1982). Surveys of sea turtle populations and habitats in the Western Atlantic. NOAA Technical Memorandum NMFSSEFC– 91.
- Chabrolles** A, (en cours). Hiérarchisation des sites de pontes des tortues marines sur l'archipel de la Guadeloupe. 45 pages + annexes.
- Chevalier** J, Guyader D, Boitard E, Creantor F, Delcroix E, Deries M, Deville T, Guilloux S, Nelson L, Pavis C, Roulet M, Seman J, Thuai B, (2002). Discovery of an important hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) nesting site in the Lesser Antilles: Trois Ilets beach in Marie Galante (Guadeloupe Archipelago - French West Indies). *Proceedings of the 22nd Annual Sea Turtle Symposium*. US Dept of Commerce. In Press.
- Claro** F, Lazier C, (1983). Les tortues marines aux Antilles françaises. Rapport Guilde Europ. Du Raid., 38p.
- Claro** F, Lazier C, (1986). Les tortues marines aux Antilles françaises : I. Répartition géographique. *B Soc Herp Fr* 38, 13-19.
- Corliss** LA, Richardson JJ, Ryder C, and Bell R, (1989). The hawksbills of Jumby Bay, Antigua, West Indies. Dans: *Proceedings of the 9th Annual Workshop on Sea Turtle Conservation and Biology*,

- (1989), Jekyll Island, Ga. Compiled by Eckert SA, Eckert KL, Richardson TH. NOAA Tech. Mem. NMFS-SEFC-232. pp. 33 -35.
- Delcroix E**, (2002). Identification des menaces sur les sites de ponte des tortues marines aux Antilles françaises. Rapport de stage ONCFS.
- Delcroix E**, Guiougou F, Bédél S, Santelli G, Goyeau A, Malglaive L, Guthmüller T, Boyer J, Guilloux-Glorieux S, Créantor F, Malterre P, Le Quellec F, Dumont R, Saint-Auret A, Coudret J, Flereau J, Valentin M, Berry G, De Proft P, Mege S, Rinaldi R, Mazéas F, Marcel B, Fabregoul A, Girondot M, (2011). Le programme « Tortues marines Guadeloupe » : bilan de 10 années de travail partenarial. B Soc Herp Fr 139-140 : 21-35.
- Diaz N**, Cuzange PA, (2009). Plan de gestion de la réserve naturelle nationale de l'île de Saint-Martin et des sites du conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres ; Réserve Naturelle de Saint-Martin.
- Doyle E**, Franks J (2015). Sargassum Fact Sheet. Gulf and Caribbean Fisheries Institute.
- Dropsy B**, (1986). Tortues marines : étude préliminaire à la Martinique. ADAM, Fort de France, 18p.
- Dugan J**, Hubbard DM, Rodil IF, Revelland DL, Schroeter S, (2008). Ecological effects of coastal armoring on sandy beaches. Mar Ecol 3,160-170.
- Eckert KL**, Bjorndal KA, Abreu-Grobois FA, Donnelly M, (1999). Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4. Washington, DC: 235 pp.
- Encalada SE**, Lahanas PN, Bjorndal KA, Bolten AB, Miyamoto MM, Bowen BW, (1996). Pyhlogeography and population structure of the Atlantic and Mediterranean green turtle (*Chelonia mydas*): amitochondrial DNA control region sequence assessment. Mol Ecol, 5, 473–484.
- Evans K**, Lea M, Patterson T, (2013). Recent advances in bio-logging science: Technologies and methods for understanding animal behaviour and physiology and their environments. Deep Sea Res Pt II, 88-89, 1–6. doi:10.1016/j.dsr.2012.10.005
- Fish MR**, Coté IM, Gill JA, Jones AP, Renshoff S, Watkinson AR, (2005). Predicting the Impact of Sea-Level Rise on Caribbean Sea Turtle Nesting Habitat. *Conserv Biol*, 19(2), 482–491.
- Flather CH**, Hayward GD, Beissinger SR, Stephens PA, (2011) Minimum viable populations: is there a 'magic number' for conservation practitioners? *Trends Ecol Evol* 26, 307–316.
- Fretey J**, (1980). La protection des tortues marines dans les DOM TOM. Bulletin de liaison des clubs du district 63 / Antilles et Guyane française (publication du Lions international-Info 63), 6-17.
- Fretey J**, Lescure J (1981). Présence et protection des tortues marines en France métropolitaine et d'autre mer. B Soc Herp Fr 19, 7-14.
- Fretey J**, (1984). The national report for the country of Martinique. Proceedings du WATS I, San José, Costa Rica, 3(7) , 296-310.
- Fretey J**, (1988). Protection des tortues marines de Guadeloupe. Constat de la situation des espèces dans cette région et propositions faites. Rapport Commiss Comm Europ 36pp.
- Fretey J**, (1990). Les tortues marines. Dans: La Grande Encyclopédie de la Caraïbe, Le Monde Marin, Eds de la Caraïbe, Pointe-à-Pitre, 182-187.
- Fretey J**, (1997). Proposition de sites de nidification des tortues marines prioritaires dans les départements français d'Amérique. Rapport préliminaire. Contrat 95/108 Ministère Env. WWF France, 23p.
- Fretey J**, (1999). Eléments méthodologiques de suivi des sites de ponte – Fiche descriptive des plages de nidification des tortues marines dans l'archipel de Guadeloupe. Rapport Ministère de l'Environnement, direction de la nature et des paysages.
- Fussy A**, Pommier P, Lumbroso C, de Haro L, (2007). Chelonitoxism: new case reports in French Polynesia and review of the literature. *Toxicon* 49(6), 827–32. doi:10.1016/j.toxicon.2006.12.002
- Gatti C**, Oelher E, Legrand M, (2008). Severe seafood poisoning in French Polynesia: a retrospective analysis of 129 medical files. *Toxicon* 51(5), 746–53. doi:10.1016/j.toxicon.2007.11.025
- Girondot M**, Fretey J (1996). Leatherback Turtles, *Dermochelys coriacea*, nesting in French Guiana, 1978-1995. *Chelonian Conserv Biol* 2(2), 204-208.
- Girondot**, (2013). Marine turtles nesting season, a software and a method developed by Marc Girondot. Logiciel disponible en téléchargement légal sur <http://seaturtlestatus.org/data/standards>.
- Godfrey M**, Godley B (2008). Seeing past the red: flawed IUCN global listings for sea turtles. *Endanger Species Res* 6, 155–159. doi:10.3354/esr00071



- Godley** BJ, Broderick AC, Mrosovsky N, (2001). Estimating hatchling sex ratios of loggerhead Turtles in Cyprus from incubation durations. *Mar Ecol Prog Ser* 210, 195–201.
- Groombridge** B, (1982). The IUCN Amphibia-Reptilia red data book, part 1: Testudines, Crocodylia, Rhynchocephalia. IUCN, Gland
- Hart** KM, Zawada DG, Fujisaki I, Lidz BH, (2013). Habitat use of breeding green turtles *Chelonia mydas* tagged in Dry Tortugas National Park: Making use of local and regional MPAs. *Biol Cons* 161, 142–154. doi:10.1016/j.biocon.2013.03.019
- Hirayama** R, (1994). Phylogenetic systematics of chelonoid sea turtles. *The Island Arc*, 3, 270-284.
- Hirth** HF, (1997). Synopsis of the Biological Data on the Green Turtle. *Fish and Wildlife Service*, 97(1).
- IPCC**, (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri RK and Meyer LA (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group**, (2003). Hawksbill Turtles in the Caribbean Region: Basic Biological Characteristics and Population Status. [www.cites.org/common/prog/hbt/consolidated\\_paper.pdf](http://www.cites.org/common/prog/hbt/consolidated_paper.pdf). *Biol.* 4, 107–114.
- IUCN**, (2015). IUCN Red List of Threatened Species <http://www.iucnredlist.org>
- Janzen** FJ, (1994). Climate change and temperature-dependent sex determination in reptiles. *Pop Biol* 91, 7487–7490.
- Jackson** JB, Kirby MX, Berger WH, Bjorndal KA, Botsford LW, Bouque, BJ, Bradbury RH, Cooke R, Erlandson J, Estes J, Hughes TP, Kidwell TP, Lange CB, Lenihan HS, Pando JM, Peterson CH, Steneck RS, Tegner M, Warner RR, (2001). Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science* 293, 629–638.
- Johannes** RE, Rimmer DW, (1984). Some distinguishing characteristics of nesting beaches of the green turtle *Chelonia mydas* on North West Cape Peninsula, Western Australia. *Mar Biol* 83, 149-154.
- Kamel** SJ, Mrosovsky N, (2005). Repeatability of nesting preferences in the hawksbill sea turtle, *Eretmochelys imbricata*, and their fitness consequences. *Anim Behav*, 70(4), 819–828. doi:10.1016/j.anbehav.2005.01.006
- Kamel** S, (2013). Vegetation cover predicts temperature in nests of the hawksbill sea turtle: implications for beach management and offspring sex ratios. *Endangered Species Research*, 20(1), 41–48. doi:10.3354/esr00489
- Kaska** Y, Downie R, Tippet R, Furness RW, (1998). Natural Temperature regimes for loggerhead and green turtle nests in the eastern Mediterranean. *Can J Zoo* 76, 723–729.
- Kraemer** JE, Bell R, (1980). Rain-induced mortality of eggs and hatchlings of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) on the Georgia coast. *Herpetologica* 36, 72–77.
- Labat**, Rév. Père JB, (1722). Nouveau voyage aux Isles d'Amérique. Delespine, Paris, 6 vol..
- Lanyon** J, Limpus CJ, Marsh H, (1989). *Dans : Biology of Seagrasses*, Larkum, AWD, Mc Comb AJ, Sheperd SA, Eds Elsevier, New York, 610 pp.
- Leon** YM, Bjorndal KA, (2002). Selective feeding in the hawksbill turtle, an important predator in coral reef ecosystems. *Mar Ecol Prog Ser* 245, 249-258.
- Lescure** J, (1987). Statut des tortues marines. WATS II, Mayaguez, Porto Rico, 11-16, 27p.
- Lescure** J, (1992). Conservation des tortues marines dans les départements français d'Outre-mer et en Méditerranée. Rapport final. AGEOTMG/DC XI CE., 84p.
- Lutz** PL, Musick JA, Wyneken J (2002) The biology of sea turtles, Vol II. CRC Press, Boca Raton, FL, p 135–161
- Mailloux** J, (2005). Fiches de diagnostic des sites de ponte des tortues marines et guide méthodologique. Dans : L'habitat terrestre des tortues marines. Prise en compte dans l'aménagement du littoral et restauration écologique aux Antilles françaises : étude technique. Office National des Forêt et Réseau Tortues Marines Guadeloupe, (2006). Basse-Terre, Guadeloupe 66 p. + annexes.
- Mancini** A, Koch V (2009). Sea turtle consumption and black market trade in Baja California Sur, Mexico. *Endangered Species Research* 7, 1–10. doi:10.3354/esr00165
- Masson** A, (2013). Etude du succès de reproduction des tortues marines sur le littoral de la Réserve Naturelle de Petite Terre en Guadeloupe. Rapport de stage – Université Toulouse III



- Masson A**, Delcroix E, Bedel S, (2015). Poster - Bilan de 19 années de suivi. Réserve Naturelle de Petite Terre.
- Mazaris AD**, Matsinos G, Pantis JD, (2009). Evaluating the impacts of coastal squeeze on sea turtle nesting. *Ocean & Coastal Manage* 52(2), 139–145. doi:10.1016/j.ocecoaman.2008.10.005
- Meylan A**, (1983). Marine turtles of the Leeward Islands, Lesser Antilles. *Atoll Res B* 278, 1-43.
- Miller JD**, (1997). Reproduction in sea turtles. In: Lutz, P.L., Musick, J.A. (Eds.), *The Biology of Sea Turtles*, Vol 1. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 51–81.
- Morreale SJ**, Ruiz GJ, Spotila JR, Standora EA, (1989). Temperature-dependent sex determination: current practices threaten conservation of sea turtles. *Science* 216, 1245-1247.
- Mortimer JA**, (1982). Factors affecting beach selection by nesting sea turtles. Dans: Bjorndal KA, *Biology and Conservation of Sea Turtles*, pp. 45- 51. Smithsonian Institution Press, Washington DC.
- Mortimer JA**, (1990). The Influence of Beach Sand Characteristics on the Nesting Behavior and Clutch Survival of Green Turtles (*Chelonia mydas* ), *Copeia* 1990(3), 802–817.
- Mrosovsky N**, Yntema CL, (1980). Temperature dependence of sexual differentiation in sea turtles: implications for conservation practices. *Biol Cons*, 18: 271-280.
- Mrosovsky N**, Provancha J, (1992). Sex ratio of hatchling loggerhead sea turtles: data and estimates from a 5-year study. *Can J Zool* 70, 530–538.
- Naro-Maciel E**, Formia A (2006). Sea Turtle Subpopulations and the IUCN Red List: A complementary role for conservation genetics. *MTN* 114, 6-8.
- Nouhaud M**, (2015). Atlas des sites de ponte de Saint-Martin. Réserve Naturelle Nationale de Saint-Martin.
- Pinchon RP**, (1954). Tortues antillaises. *Naturalia* 32-36.
- Pinchon RP**, (1967). Quelques aspects de la nature aux Antilles. *Ed : Ozanes.*, Fort de France, Caen, 254p.
- Piniak WE**, Eckert KL (2011). Sea turtle nesting habitat in the wider Caribbean region. *Endanger Species Res* 15: 129–141. doi: 10.3354/esr00375
- Plot V**, (2012). Caractéristiques maternelles, performances et stratégies de reproduction des tortues marines de Guyane. Thèse, Université de Strasbourg.
- Pregill GK**, Steadman DW, Watters DR, (1994). Late quaternary vertebrate Faunas of the Lesser Antilles : Historical Components of Caribbean Biogeography. *Bulletin of Carnegie Museum of Natural History* 30, 1-51.
- Réserve Naturelle Nationale de Saint-Martin**, (2013). Suivi des pontes de tortues marines à Saint-Martin, Bilan de la campagne 2012. 16 pages + annexes.
- Réserve Naturelle Nationale de Saint-Martin**, (2014). Suivi des pontes de tortues marines à Saint-Martin, Bilan de la campagne 2013. 17 pages + annexes.
- Réserve Naturelle Nationale de Saint-Martin**, (2015). Suivi des pontes de tortues marines à Saint-Martin, Bilan de la campagne 2014. 17 pages.
- Redon M**, (2006) Saint-Martin/Sint-Maarten, une petite île divisée pour de grands enjeux. *Les Cahiers d’Outre-Mer* 234, 233-266.
- Refsnider JM**, Warner D, Janzen FJ, (2013). Does shade cover availability limit nest-site choice in two populations of a turtle with temperature-dependent sex determination? *J Therm Biol* 38(3), 152–158. doi:10.1016/j.jtherbio.2013.01.003
- Rice MR**, GH Balazs, (2008). Diving behavior of the Hawaiian green turtle (*Chelonia mydas*) during oceanic migration. *J Exp Mar Biol Ecol* 356, 1218127
- Scatena FN**, Larsen MC, (1991). Physical aspects of hurricane Hugo in Puerto Rico. *Biotropica* 23(4), 317-323
- Seminoff J**, (2002). 2002 IUCN Red list global status assessment, green turtle *Chelonia mydas*. IUCN Marine Turtle Specialist Group Review, 93 pp.
- Seminoff JA**, (2004). *Chelonia mydas*. Dans: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <http://www.iucnredlist.org>.
- Smetacek V** et Zingone A, (2013). Green and golden seaweed tides on the rise. *Nature*. 504, 84–88. doi:10.1038/nature12860.

- SWOT report**, (2008). Where the Hawksbills are. Vol. 3.
- SWOT report**, (2011). The most valuable reptile in the world, the green turtle. Vol. 6.
- SWOT**, (2011). Normes minimales en matière de données de suivi des plages de ponte. Version 1.0.
- Suchanek** TH, Carpenter RC, Vitman JD, Harvell CD, (1983). Sponges as important space competitors in deep Caribbean coral reef communities. In: Reaka ML (ed) The ecology of deep and shallow coral reefs. Symposia series for undersea research 1. NO 4 4/NURP Rockville MD, p 55-60.
- Tertre** RP, (1667-1671). Histoire générale des Antilles habitées par les français. Paris, Eds. Horizons, 2 vols.
- Thayer** GW, Bjorndal KA, Ogden JC, Williams SL, Zieman JC, (1984). Role of larger herbivores in seagrass communities. Estuaries 7, 351–376.
- Tucker** AD, (2010). Nest site fidelity and clutch frequency of loggerhead turtles are better elucidated by satellite telemetry than by nocturnal tagging efforts: Implications for stock estimation. J Exp Mar Biol Ecol 383(1), 48–55. doi:10.1016/j.jembe.2009.11.009
- Tuxbury** SM, Salmon M, (2005). Competitive interactions between artificial lighting and natural cues during seafinding by hatchling marine turtles. Biol Cons 121(2), 311–316. doi:10.1016/j.biocon.2004.04.022
- Wallace** BP, DiMatteo AD, Hurley BJ, Finkbeiner EM, Bolten AB, Chaloupka MY, (2010) Regional Management Units for Marine Turtles: A Novel Framework for Prioritizing Conservation and Research across Multiple Scales. PLoS ONE 5(12): e15465. doi:10.1371/journal.pone.0015465
- Weishampel** JF, Bagley DA, Ehrhart LM, Weishampel AC, (2010). Nesting phenologies of two sympatric sea turtle species related to sea surface temperatures. Endanger Species Res 12, 41-47.
- Witherington** B, Hiram S, Mosier A, (2011). Sea turtle responses to barriers on their nesting beach. J Exp Mar Biol Ecol , 401(1-2), 1–6. doi:10.1016/j.jembe.2011.03.012
- Whitmore** CP, Dutton PH, (1985). Infertility , Embryonic Mortality and Nest-Site Selection In Leatherback and Green Sea Turtles in Suriname. Biol Cons, 34, 251–272.
- Zieman** JC, Fourqurean JW, Frankovich TA, (1999). Seagrass die-off in Florida Bay: long-term trends in abundance and growth of Turtle Grass, *Thalassia testudinum*. Estuaries 22, 460–470.

## Annexe 1 : Fiches de diagnostic par Julie Mailloux (2005)

## &gt; Fiche n°1

## Description générale de la plage

Nom de la plage IGN : .....

Nom usuel de la plage : .....

Date de la récolte des données : .....

Ile : .....

Commune : .....

Orientation : .....

Linéaire total de la plage : ..... m

Délimitation physique de la plage :

.....

.....

.....

.....

Division de la plage en sous unités homogènes :

Oui Non

Si oui :

| Sous unité 1 | Sous unité 2 | Sous unité 3 |
|--------------|--------------|--------------|
| Dénomination | Dénomination | Dénomination |
| .....        | .....        | .....        |
| De à m       | De à m       | De à m       |

Commentaires sur la plage :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## &gt; Fiche n°2

## Description physique

Nom de la plage : .....

N° de la sous unité : ..... Date : .....

Linéaire : .... m

## Description du substrat

Classe majoritaire :

☐ Sable fin ☐ Sable grossier ☐ Corail ☐ Terre ☐ Galets ☐ Caye

Classe(s) secondaire(s) :

☐ Sable fin ☐ Sable grossier ☐ Corail ☐ Terre ☐ Galets ☐ CayeCouleur : ☐ Blanc ☐ Gris ☐ Noir

## Description de la végétation

| Végétation basse | Localisation   | Largeur du couvert |
|------------------|----------------|--------------------|
|                  | De ... à ... m | .... m             |
|                  | De ... à ... m | .... m             |
|                  | De ... à ... m | .... m             |

| Végétation haute<br>non altérée | Localisation   | Largeur du couvert | Visibilité au travers |
|---------------------------------|----------------|--------------------|-----------------------|
|                                 | De ... à ... m | .... m             |                       |
|                                 | De ... à ... m | .... m             |                       |
|                                 | De ... à ... m | .... m             |                       |

| Végétation | Localisation   | Surface concernée  | Végétation | Localisation   | Surface concernée  |
|------------|----------------|--------------------|------------|----------------|--------------------|
| haute      | De ... à ... m | ... m <sup>2</sup> | haute      | De ... à ... m | ... m <sup>2</sup> |
| altérée    | De ... à ... m | ... m <sup>2</sup> | altérée    | De ... à ... m | ... m <sup>2</sup> |
|            | De ... à ... m | ... m <sup>2</sup> |            | De ... à ... m | ... m <sup>2</sup> |
|            | De ... à ... m | ... m <sup>2</sup> |            | De ... à ... m | ... m <sup>2</sup> |
|            | De ... à ... m | ... m <sup>2</sup> |            | De ... à ... m | ... m <sup>2</sup> |

| Arecaceae | Localisation   | Surface concernée   |
|-----------|----------------|---------------------|
|           | De ... à ... m | .... m <sup>2</sup> |
|           | De ... à ... m | .... m <sup>2</sup> |
|           | De ... à ... m | .... m <sup>2</sup> |

Si Régénération observée, noter \* sur la ligne correspondante

## &gt; Fiche n°3

**Aménagement et activités humaines**

Nom de la plage : .....

N° de la sous-unité : ..... Date : .....

Constructions :      Oui      Non

| Type | Nombre | Distance au rivage | Eclairage | Référence éclairage |
|------|--------|--------------------|-----------|---------------------|
|      |        |                    |           |                     |
|      |        |                    |           |                     |
|      |        |                    |           |                     |
|      |        |                    |           |                     |
|      |        |                    |           |                     |
|      |        |                    |           |                     |

Eclairage :      Oui      Non

| Référence éclairage<br>ou type d'éclairage | Type de lumière ou<br>couleur | Nmbre de lampes | Visibilité sur la plage |
|--------------------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------|
|                                            |                               |                 |                         |
|                                            |                               |                 |                         |
|                                            |                               |                 |                         |
|                                            |                               |                 |                         |
|                                            |                               |                 |                         |

Linéaire éclairée :    m

Enrochement :      Oui      Non

Localisation : de ..... à ..... m

Fréquentation

Nombre d'accès à la plage par des véhicules :

Véhicules roulant sur la plage :      Oui      Non

Fréquentation humaine :      Forte      Moyenne      Faible

**> Fiche n°4****Régime foncier et réglementaire**

Nom de la plage : .....  
 N° de la sous-unité : ..... Date : .....

Propriétaire :      Domaine privé de l'Etat      CERLR      Commune      Privé

Gestionnaire :      ONF      Commune      Parc National      Association      Privé

**Zonage des 50 pas géométriques**

Espace urbanisé      Espace à urbanisation diffuse      Espace naturel

Documents d'urbanisme communaux:      POS      PLU      aucun

Vocation :      Sur la plage : .....  
                                  Sur l'arrière plage : .....

Outils juridiques de protection :      Oui      Non

RN      PN      APPB      PNR      Site inscrit      Site classé      L146.6

Plan de gestion :      Oui      Non



## > Fiche n°5

### Tortues marines, présence et menaces directes

#### Présence de tortues marines

| Espèce                                  | Tortue imbriquée | Tortue verte | Tortue luth |
|-----------------------------------------|------------------|--------------|-------------|
| Estimation du nombre de femelles par an |                  |              |             |
| Estimation du nombre de pones par an    |                  |              |             |
| Suivi des femelles                      |                  |              |             |
| Protocole de suivi                      |                  |              |             |

#### Menaces sur les individus

|                            | Oui ; Non ; Inconnu ? | Quantification |
|----------------------------|-----------------------|----------------|
| Braconnage sur femelles    |                       |                |
| Braconnage dans les nids   |                       |                |
| Présence de chiens errants |                       |                |
| Présence de mangoustes     |                       |                |
| Présence de rats           |                       |                |

## Annexe 2 : Préconisations d'actions sur les plages de Saint-Martin (Atlas des sites de ponte 2015 ; Nouhaud, en cours)

|       | Revégétalisation | Diminution de l'intensité de l'éclairage | Eviter le tassement | Nettoyage des plages | Aménagements |
|-------|------------------|------------------------------------------|---------------------|----------------------|--------------|
| L*    |                  |                                          |                     | X                    | X            |
| BB*   |                  |                                          |                     |                      |              |
| Co    | X                |                                          |                     |                      |              |
| G*    |                  |                                          |                     | X                    | X            |
| Gp    | X                |                                          | X                   |                      |              |
| Obn   | X                | X                                        | X                   |                      |              |
| Obr   | X                | X                                        | X                   |                      |              |
| OB    | X                |                                          |                     |                      |              |
| PNSE* |                  |                                          |                     |                      |              |
| PN*   |                  |                                          |                     |                      |              |
| PO*   | X                |                                          | X                   |                      |              |
| PC*   |                  |                                          |                     |                      |              |
| GC*   | X                |                                          |                     |                      |              |
| GCd*  | X                |                                          |                     | X                    |              |
| AM    | X                | X                                        | X                   |                      |              |
| BeB   | X                |                                          |                     |                      |              |
| GrC   | X                | X                                        | X                   |                      |              |
| HB    | X                |                                          |                     |                      | X            |
| FB    | X                |                                          | X                   |                      |              |
| Gal   | X                | X                                        | X                   |                      |              |
| SG    | X                |                                          | X                   | X                    | X            |
| BN    |                  |                                          |                     | X                    |              |
| PdB   |                  |                                          |                     |                      | X            |
| BR    | X                |                                          |                     |                      |              |
| BP    | X                |                                          |                     |                      |              |
| BL    | X                | X                                        |                     |                      |              |
| CS    | X                |                                          | X                   |                      |              |
| PI    | X                |                                          |                     | X                    |              |

## Annexe 3 : Gestionnaires et statuts des plages à Saint-Martin

| <b>Plage</b>           | <b>Propriétaire</b> | <b>Gestionnaire</b> | <b>Documents d'urbanisme</b> | <b>Outils juridiques de protection</b> | <b>Plan de Gestion</b> |
|------------------------|---------------------|---------------------|------------------------------|----------------------------------------|------------------------|
| <i>Anse Marcel</i>     | Privé               | Privé               | PLU                          | L146-6                                 | NON                    |
| <i>Baie Longue</i>     | Collectivité        | Collectivité        | POS                          | L146-6                                 | NON                    |
| <i>Baie Nettle</i>     | Collectivité        | Collectivité        | POS                          | L146-6                                 | NON                    |
| <i>Baie aux Prunes</i> | Collectivité        | Collectivité        | POS                          | L146-6                                 | NON                    |
| <i>Baie Rouge</i>      | Collectivité        | Collectivité        | POS                          | L146-6                                 | NON                    |
| <i>Coralita</i>        | Privé               | Privé               | POS                          | L146-6                                 | NON                    |
| <i>Cul de Sac</i>      | Collectivité        | Collectivité        | POS                          | L146-6                                 | NON                    |
| <i>Bell Beach</i>      | CELRL               | RNN                 | POS                          | L146-6                                 | NON                    |
| <i>Friar's Bay</i>     | Collectivité        | Collectivité        | POS                          | L146-6                                 | NON                    |
| <i>Galion 1</i>        | CELRL               | RNN                 | POS                          | L146-6 + RN                            | OUI                    |
| <i>Galion 2</i>        | Collectivité        | Collectivité        | POS                          | L146-6                                 | NON                    |
| <i>Galisbay</i>        | Collectivité        | Collectivité        | POS                          | L146-7                                 | NON                    |
| <i>Grand Case</i>      | Collectivité        | Collectivité        | POS                          | L146-8                                 | NON                    |
| <i>Grandes Cayes</i>   | Etat                | RNN                 | POS                          | L146-6 + RN                            | OUI                    |
| <i>Happy Bay</i>       | Collectivité        | Collectivité        | POS                          | L146-10                                | NON                    |
| <i>Orient Bay</i>      | Etat                | Collectivité        | POS                          | L146-12                                | NON                    |
| <i>Petites Cayes</i>   | CELRL               | RNN                 | POS                          | L146-6 + RN + ZNIEFF1                  | OUI                    |
| <i>Pinel Sud-Ouest</i> | CELRL               | RNN                 | POS                          | L146-6                                 | OUI                    |
| <i>Pinel Nord</i>      | CELRL               | RNN                 | POS                          | L146-7                                 | OUI                    |
| <i>Pinel Ouest</i>     | CELRL               | RNN                 | POS                          | L146-8                                 | OUI                    |
| <i>Plage Sans Nom</i>  | Collectivité        | Collectivité        | POS                          | L146-11                                | NON                    |
| <i>Pointe du Bluff</i> | Collectivité        | Collectivité        | POS                          | L146-14                                | NON                    |
| <i>Sandy Ground</i>    | Collectivité        | Collectivité        | POS                          | L146-15                                | NON                    |
| <i>Baie Blanche</i>    | CELRL               | RNN                 | POS                          | L146-6 + RN + ZNIEFF1                  | OUI                    |
| <i>Lagon</i>           | CELRL               | RNN                 | POS                          | L146-6 + RN + ZNIEFF2                  | OUI                    |

## Résumé

Longtemps surexploitées pour leur chair et leurs écailles, les tortues marines ont connu un déclin depuis leurs premières observations dans la Caraïbe au XVII<sup>ème</sup> siècle. Six des sept espèces de tortues marines sont actuellement sur la liste de rouge de l'IUCN, bien qu'un grand débat s'organise autour de cette classification. Afin de préserver les populations des deux espèces de tortues nidifiant sur l'île de Saint-Martin (*Chelonia mydas* et *Eretmochelys imbricata*) la réserve naturelle se sert de deux outils : l'atlas des sites de pontes et le suivi annuel des pontes. L'objectif majeur de cette étude est donc de valoriser les données collectées grâce à ces deux outils. Cela permettra alors de débattre de leur adéquation pour accompagner le gestionnaire dans ses actions en faveur de la conservation des populations de tortues marines à Saint-Martin. L'évaluation des sites de ponte (l'atlas) a mis en évidence une différence significative entre l'état des sites en réserve (note moyenne sur 10 :  $\mu = 7,6 \pm 1,1$ ) et celui des sites hors-réserve ( $\mu = 3,8 \pm 1,8$ ). Suite à ce diagnostic, des préconisations ont été faites afin d'améliorer ces plages. Le suivi des pontes réalisé sur ces cinq dernières années (2010 à 2014) sur huit plages prioritaires a quant à lui permis l'observation de 662 traces de tortues vertes (*C. mydas*) et 281 d'imbriquées (*E. imbricata*). Une différence significative entre ces deux espèces a également été mise en évidence dans le choix du site de ponte. De plus, l'observation de ces données a permis la mise en avant de la nécessité d'une modification du protocole pour une meilleure estimation de l'abondance des tortues marines à SXM. Ces deux outils permettent donc d'acquérir des connaissances indispensables à leur bonne conservation, autant sur leurs caractéristiques que sur leurs lieux de ponte. Ils apportent des informations spatiales et temporelles à une échelle régionale qui permettront d'en savoir un peu plus sur la structuration complexe qui caractérise les tortues marines.

## Abstract

Over-exploited for a long time for their flesh and their scales, sea turtles have declined since their first observations in the Caribbean in the XVII<sup>th</sup> century. Six of the seven species of marine turtles being currently on the IUCN red list although a major debate is organized around this classification. In order to preserve the populations of the two species of turtles nesting on the island (*Chelonia mydas* and *Eretmochelys imbricata*) the Marine Park of Saint-Martin uses two tools: the atlas of nesting beaches and. The major objective of this study is therefore to enhance the data collected through these two tools. This will then allow to discuss their suitability to assist the Manager in its actions for the conservation of the populations of sea turtles in St-Martin. The evaluation of the nesting beaches (the atlas) has highlighted a significant difference between the status of the sites in the Marine Park (average rating out of 10:  $\mu = 7.6 \pm 1.1$ ) and those out of the Marine Park ( $\mu = 3.8 \pm 1.8$ ). Following this diagnosis, recommendations were made to improve these beaches. The annual monitoring of the oviposition site over the past few years allowed the observation of 662 tracks of green turtles (*C. mydas*) and 281 of hawksbill (*E. imbricata*). A significant difference between these two species has also been highlighted in the choice of the oviposition site. In addition, the observation of these data showed us that a change in the protocol would be needed for a better estimate of the abundance of marine turtles in SXM. These two tools allow to acquire essential knowledge for their preservation, as much on their feature than on their place of laying. They provide spatial and temporal information at the regional level which will help to learn more about the particularly complex sea turtles structure.