

Etude du succès de reproduction des tortues marines sur le littoral de la Réserve Naturelle des îlets de Petite Terre en Guadeloupe



Photo : Armelle Masson

**Rapport de stage d'Armelle Masson
Mars à Août 2013**

Sous la direction d'Eric Delcroix (ONCFS) en partenariat avec l'association Ti-tè
Tutrice : Magali Gerino

Résumé

Le suivi des pontes de 2 espèces de tortues marines – la tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*) et la tortue verte (*Chelonia mydas*) - a été réalisé du 1er mars au 2 novembre à Petite Terre, réserve naturelle située dans l’océan Atlantique au Sud-Est de la Guadeloupe afin d’en estimer le succès de reproduction. Le site est composé de 2 îlets pour un linéaire de plage d’environ 4km. Le nombre de pontes durant cette période est de 178 pour 368 activités, le taux de réussite moyen d’émergence des nouveau-nés est de $92,26 \pm 4,45\%$ pour la tortue imbriquée et $80,39 \pm 23,56\%$ pour la tortue verte. Le sexe des nouveau-nés dépendant de la température d’incubation (production de mâles en dessous de $29,2^{\circ}\text{C}$ et de femelles au dessus), la température du sable à une profondeur de 50 cm a été enregistrée du 14 mai au 16 octobre dans 3 milieux de ponte (sable nu, lisière de végétation et forêt). L’estimation du sex-ratio pour les nids déposés avant le 3 octobre est de 71,4% de nids (n=35) produisant majoritairement des femelles pour la tortue imbriquée et 70,9% de nids (n=55) produisant majoritairement des femelles pour la tortue verte. Ces résultats ont été mis en relation avec les caractéristiques morphologiques et typologiques des plages. Il apparaît que l’érosion des plages entraîne un déplacement des activités au cours de la saison et la destruction des nids les plus près de la mer.

Mots clefs : tortues marines, reproduction, taux de réussite, incubation, émergence, sex-ratio.

Remerciements

Je tiens tout d’abord à remercier Eric Delcroix pour m’avoir permis de réaliser ce stage, pour avoir partagé ses connaissances et son expérience, et pour son aide. Merci aussi de m’avoir nourri des bonnes bananes de son jardin. Mes remerciements vont également à Marion Diard pour m’avoir permis de réaliser mes sessions de terrain dans les meilleures conditions et d’avoir été triste pour moi quand les tortues se faisaient rares.

Je remercie aussi les financeurs du programme REPROTOMAF (réduction des problématiques tortues marines aux Antilles françaises) ayant permis l’acquisition de matériel de terrain : Union Européenne (FEDER), la DEAL Guadeloupe, la région Guadeloupe et l’ONCFS.

Merci aux gardes de la réserve, Joël, Lydie, Alain, Julien et Jean-Claude pour m’avoir intégrée sur place, pour avoir cohabité avec moi pendant ces 6 mois et pour avoir partagé leurs connaissances sur Petite Terre et les anecdotes de terrain. Merci pour les bons moments passés ensemble, les franches rigolades quand on se prend pour un cabrit ou un poulpe (celle-là restera) et d’avoir affronté les yen-yens et les tempêtes en équipe.

Un grand merci à l’équipe de Kap Natirel : pour m’avoir donné la chance de m’intégrer à la famille tortues marines, pour m’avoir formée à leur manipulation, pour m’avoir présentée et appuyée auprès de l’ONCFS, pour m’avoir fait bénéficier d’un billet d’avion par le biais d’un partenariat avec Air France, pour m’avoir initiée à la manipulation des requins et tant d’autres choses. Merci aux copains pour tous ces super suivis.

Un merci tout particulier à dame le Moal qui a tout fait pour que cela arrive.

Merci à tous les scientifiques et bénévoles des différentes associations pour m'avoir appris tant de choses dans leurs domaines respectifs lors des discussions à l'heure du décollage et de m'avoir bien souvent offert des stops. Merci aux guadeloupéens de ne jamais m'avoir fait attendre plus de 10 minutes au bord de la route, grâce à eux je n'ai jamais raté le bateau.

Merci à Antoine parce que sinon il va râler en plus d'être toujours en retard et de laisser la moitié de la vaisselle. Merci pour les conseils et la répartition tout de même. Merci à Charpin pour l'impression, ou plutôt merci d'avance en espérant qu'il n'y aura pas de charpinade.

Et bien sûr merci aux tortues d'être toujours aussi fascinantes, parfois agaçantes mais plutôt drôles dans l'ensemble.

Présentation des structures d'accueil

L'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage

L'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS) est un établissement administratif public placé sous la tutelle du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie (MEDDE) et du ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt (MAAF). Il a pour mission de « définir, promouvoir et contrôler les règles de bonne gestion de la faune sauvage et de ses habitats et contribuer à l'évolution de la chasse selon les principes du développement durable » pour un budget annuel de 120 millions d'euros et 1700 employés.

Dans les régions d'Outre Mer, l'Office fait partie du Service Mixte de Police de l'Environnement (SMPE) avec l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA) depuis 2008. Les missions du SMPE sont définies par un plan de contrôle « Eau, biodiversité » pour un budget d'environ 60 000 euros par an hors salaires. 66% du temps d'activité est consacré aux missions de police, 18% à la formation des agents et 13% aux activités administratives.

L'ONCFS de Guadeloupe est doté d'une cellule technique composée de chargés de missions qui mettent en place des actions pour la faune : un chargé de mission « Avifaune » et deux chargés de mission « Tortues Marines ». Ce sont eux qui appliquent les actions du plan de restauration des tortues marines de Guadeloupe dont le maître d'ouvrage est la DEAL (Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement). Le budget de la cellule technique « Tortues Marines » pour la mise en place des actions du plan de restauration est de 100 000 à 450 000 euros par an selon les années depuis 2009.

Organigramme du SMPE Guadeloupe :

SMPE	→ Chef de service : David Rozet → Adjoint au chef de service : Eric Cailliau → Agents techniques de l'environnement : - Jean Boyer - Jean Simon Ramdine - Anasthase Ramsahai - Loïc Jason
Cellule technique de l'ONCFS	→ Eric Delcroix (Tortues Marines) → Anthony Levesque (Avifaune) → Antoine Chabrolle (Tortues Marines)

L'association Ti-tè et l'Office National des Forêts

L'association ti-tè est une association de loi 1901 créée en 2002 dont la mission est « la gestion de la réserve naturelle terrestre et marine des îlets de Petite Terre et tous les espaces naturels bénéficiant d'une protection au titre du code de l'environnement sur le territoire communal de la Désirade ». Elle est l'employeur de 5 gardes animateurs et d'une chargée de missions.

L'Office National des Forêts (ONF) est un organisme public à caractère industriel et commercial. Sa mission est d'assurer la gestion durable des forêts publiques françaises, soit près de 10 millions d'hectares de forêts et espaces boisés en France métropolitaine et dans les régions d'outre mer.

L'association ti-tè et L'ONF sont co-gestionnaires de la réserve. L'ONF est chargé de la mise en œuvre des actions du plan de gestion alors que l'association ti-tè assure la gestion administrative. Le budget annuel de la réserve est d'environ 330 000 euros.

Organigramme de la réserve :

ONF	→ Conservateur : René Dumont → Chargée d'études SIG : Fiona Roche
Association ti-tè	→ Président : Raoul Lebrave → Chargée de missions : Marion Diard → Gardes-animateurs de la réserve : - Lydie Largitte - Alain Saint-Auret - Joël Berchel - Julien Athanase - Jean-Claude Lalanne

Une convention de partenariat entre l'ONCFS d'une part et l'association ti-tè et l'ONF d'autre part a été signée pour permettre la mise en place du stage (Annexe 1). Cette convention fixe les engagements de chacune des 2 parties et les objectifs du stage.

Sommaire

RESUME	I
REMERCIEMENTS	I
PRESENTATION DES STRUCTURES D'ACCUEIL	II
L'OFFICE NATIONAL DE LA CHASSE ET DE LA FAUNE SAUVAGE	II
L'ASSOCIATION TI-TE ET L'OFFICE NATIONAL DES FORETS	III
SOMMAIRE	IV
INTRODUCTION	1
LES TORTUES MARINES	2
PRESENTATION DE LA GUADELOUPE ET DE PETITE TERRE	4
BILAN DES CONNAISSANCES SUR LE SUCCES DE REPRODUCTION DES TORTUES MARINES EN GUADELOUPE	8
PROBLEMATIQUE	10
PROTOCOLE	10
1. REPERES DE PLAGES	10
2. PARAMETRES MESURES	11
PROFILS DE PLAGES	11
CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES DES PLAGES	12
TEMPERATURE	13
3. SUIVI SCIENTIFIQUE DES TORTUES	13
COMPTAGES TRACES	13
SUIVIS DE NUIT	14
TAUX DE REUSSITE	15
4. TRAITEMENT DES DONNEES	16
RESULTATS	17
1. CARACTERISTIQUES DES PLAGES	17
2. SUIVI DES TORTUES MARINES	20
3. LIEN ENTRE LES PLAGES ET LES TORTUES	25
TAUX DE REUSSITE MOYENS PAR PLAGES	27
DISCUSSION	28
SUCCES DE PONTE	28
SUCCES D'INCUBATION	30
SEX RATIO	31
PERSPECTIVES	32
CONCLUSION	33
BIBLIOGRAPHIE	35

LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES	39
LISTE DES ANNEXES	39
ANNEXE 1 – CONVENTION DE PARTENARIAT ENTRE L’ONCFS ET L’ASSOCIATION TI-TE	40
ANNEXE 2 – CLE DE DETERMINATION DES 6 ESPECES DE TORTUES MARINES DE L’ATLANTIQUE	44
ANNEXE 3 – FICHE DE PROTOCOLE DE COMPTAGE TRACES	45
ANNEXE 4 – FICHE DE PROTOCOLE DE SUIVI DE NUIT	46
ANNEXE 5 – FICHE DE PROTOCOLE DE TAUX DE REUSSITE	48
ANNEXE 6 – BILAN DU STAGE	49

Introduction

Les tortues marines occupent tous les océans et les mers du globe, elles effectuent de longues migrations entre leurs sites d'alimentation et leurs sites de reproduction pour aller pondre des œufs sur les plages sableuses de tous les continents. Les Antilles françaises accueillent 5 espèces de tortues marines en alimentation dont 3 espèces en ponte : la tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*), la tortue verte (*Chelonia mydas*) et la tortue luth (*Dermochelys coriacea*) (Chevalier, 2005).

Dans le monde, les sites de pontes les plus importants pour la tortue imbriquée sont la côte Ouest de l'Australie, les Seychelles, le Brésil et la Barbade avec plus de 1000 pontes par an (SWOT 2007-2008). Pour la tortue verte, les sites de pontes les plus importants sont le Nord de l'Australie, l'Indonésie, la Polynésie française, la côte Ouest de l'Afrique, les Antilles et l'Amérique centrale avec notamment plus de 50000 pontes par an au Costa Rica (SWOT 2010-2011) ce qui fait de la Caraïbe une zone majeure pour la nidification de ces espèces. A l'échelle de la mer des Caraïbes, les sites accueillant le plus de pontes de tortues vertes et imbriquées sont la Barbade, Porto Rico et le Costa Rica (SWOT 2007-2008, SWOT 2010-2011). Autrefois présentes en très grand nombre dans les eaux guadeloupéennes comme en témoignent les écrits du père du Tertre (1967-1971), qui stipule que « la ressource est inépuisable », elles ont fait l'objet d'une surexploitation à la fois pour leur viande, leur carapace et leurs œufs jusque dans les années 90. Kermarrec parle dès 1976 d'un génocide.

Le déclin de ces animaux a alerté les scientifiques, la prise de conscience a été rapide et les premières mesures de protection ont été prises en 1960 en Guadeloupe avec l'interdiction de capture et de vente des femelles et des œufs du 5 mai au 15 septembre (Chevalier, 2005). Un arrêté ministériel visant la protection complète des tortues marines avec l'interdiction de tout prélèvement des individus et des œufs a vu le jour en 1991 en Guadeloupe et en 1993 en Martinique. En 2005, un nouvel arrêté ministériel étend la protection à l'ensemble du territoire français et précise la protection des habitats particuliers. Les tortues marines sont menacées à l'échelle mondiale et bénéficient de nombreux statuts de protection. Elles sont inscrites en Annexe I de la CITES sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction et en Annexes I et II de la convention de Bonn sur la conservation des espèces migratrices.

En 1999, le Réseau Tortues Marines de Guadeloupe (RTMG) a vu le jour. Soutenu par la DIREN (Direction Régionale de l'Environnement) aujourd'hui DEAL (Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement) et animé par l'ONCFS (Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage) depuis 2009, il regroupe de nombreuses associations, clubs de plongée et administrations de l'Etat dont les membres mènent différentes actions telles que le suivi des pontes, le suivi en alimentation ou encore la sensibilisation.

Afin de lutter activement contre la disparition des tortues marines dans les Antilles françaises, un plan de restauration des tortues marines des Antilles françaises a été mis en place en 2006. Il est décliné en 2 plans d'actions pour la Guadeloupe et pour la Martinique avec un certain nombre d'objectifs à atteindre pour la protection des tortues, il est coordonné par l'ONCFS pour chacun des 2 territoires. L'étude du succès de reproduction des tortues marines rentre dans les objectifs du plan d'actions pour la Guadeloupe.

Les tortues marines

Aujourd'hui, le groupe des tortues marines compte 7 espèces dans le monde : La tortue luth (*Dermochelys coriacea*), la tortue verte (*Chelonia mydas*), la tortue à dos plat (*Natador depressus*), la tortue caouane (*Caretta caretta*), la tortue olivâtre (*Lepidochelys olivacea*), la tortue de Kemp (*Lepidochelys kempii*) et la tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*). Elle sont regroupées dans l'ordre des Testudines qui se divise en 2 familles : la famille des Dermochelyidae et la famille des Cheloniidae (Figure 1). Une clé de détermination des tortues marines de l'Atlantique est présentée en Annexe 2.

Famille	Genre	Espèce	Nom vernaculaire
Dermochelyidae	<i>Dermochelys</i>	<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortue luth
Cheloniidae	<i>Chelonia</i>	<i>Chelonia mydas</i>	Tortue verte
	<i>Natador</i>	<i>Natador depressus</i>	Tortue à dos plat
	<i>Caretta</i>	<i>Caretta caretta</i>	Tortue caouane
	<i>Lepidochelys</i>	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tortue olivâtre
		<i>Lepidochelys kempii</i>	Tortue de Kemp
		<i>Eretmochelys</i>	<i>Eretmochelys imbricata</i>

Présente en Guadeloupe en alimentation
Présente en Guadeloupe en ponte et en alimentation

Figure 1 : systématique des tortues marines, source : Bowen *et al.*, 1993; Bowen & Karl, 1996

Les tortues marines ont un cycle de vie intégrant à la fois le milieu marin et le milieu terrestre. En effet, les femelles sortent de l'eau la nuit pour aller pondre sur des plages sableuses alors que les mâles ne quittent jamais la mer (Figure 2).

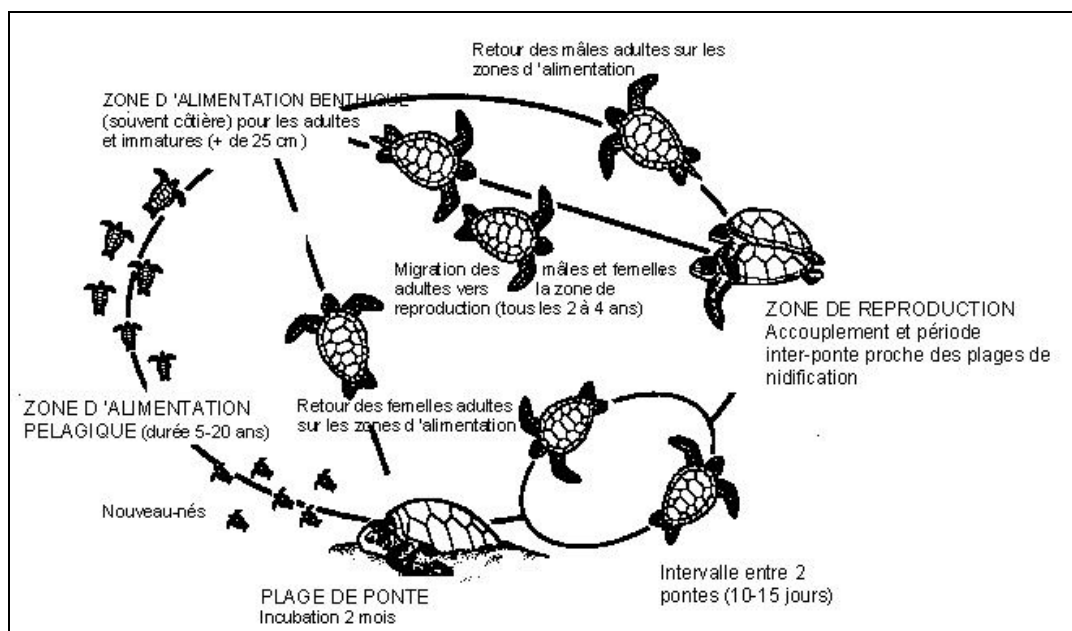


Figure 2 : Cycle de vie des tortues marines, source : Lanyon *et al.*, 1989

A leur émergence, les nouveau-nés gagnent la mer puis adoptent une vie pélagique. Cette période dure de quelques mois à plusieurs années durant lesquelles les tortues se laissent porter par les courants et ont un régime omnivore. Elles gagnent ensuite une zone d'alimentation benthique à laquelle elles sont plus ou moins fidèles selon les espèces. On estime que seulement un nouveau-né sur 1000 atteint l'âge adulte (Richardson *et al.*, 1999). Ceci est compensé par le nombre important d'œufs pondus chaque saison. Lorsqu'elles atteignent la maturité sexuelle dont l'âge dépend des espèces, les tortues (mâles comme femelles) gagnent leur zone de reproduction (Chevalier, 2005). Des études génétiques ont permis de montrer que le site de ponte des femelles est leur lieu de naissance (Bass, 1999). Les tortues sont très fidèles à leur site de ponte, surtout la tortue imbriquée, d'où l'importance de préserver ces sites et d'évaluer leur qualité à produire des émergentes afin de préserver en priorité les plages les plus productives.

Les tortues sont ovipares, c'est à dire que la croissance embryonnaire se termine hors de l'organisme de la mère. Elles effectuent plusieurs pontes au cours d'une saison, le nombre d'œufs pondus varie d'une espèce à l'autre et d'un individu à l'autre en fonction de l'âge de la tortue, sa taille ou encore le nombre de pontes (Dossa *et al.*, 2007).

La durée d'incubation des œufs est de 2 mois en moyenne, elle varie en fonction de l'espèce et de la température (Miller, 1985). En Guadeloupe elle est de 58 jours en sable nu, 61 jours en lisière et 65 jours en forêt pour la tortue imbriquée (Kamel et Mrosovsky, 2006). Le sexe des nouveau-nés dépend de la température d'incubation durant le 2^{ème} tiers du développement embryonnaire, appelée la période thermosensible (TSP) (Mrosovsky et Yntema, 1980; Janzen et Paukstis, 1991; Kaska *et al.*, 1998). Aux Antilles, la température pivot (déterminée à Antigua) est de 29,2°C, elle correspond à la température pour laquelle le nid donnera autant de mâles que de femelles soit un sex-ratio de 50-50 (Mrosovsky *et al.*, 1992) les températures plus élevées donnant des femelles et les plus basses donnant des mâles. En effet, la température joue un rôle dans la production d'oestradiol et d'oestrone, hormones féminisantes. A un niveau faible d'oestradiol, les testicules se différencient et le cortex ovarien ne se développe pas tandis qu'à un niveau plus élevé, le développement des testicules est inhibé et le cortex ovarien est stimulé. C'est l'aromatase qui convertit la testostérone en oestradiol et l'androstenedione en oestrone, or l'expression de cette enzyme dépend de la température : son niveau reste faible à des températures basses, ce qui produit donc des mâles et élevé à des températures plus hautes, ce qui produit donc des femelles (Guirlet, 2005). La température létale pour les œufs est inférieure à 24°C ou supérieure à 34°C (Merchant Larios, 1999).

Les œufs de tortues marines sont de taille variable selon l'espèce. Ils sont blancs et ronds, assez souples lors de la ponte. Ils sont composés d'une coquille en aragonite à l'intérieur de laquelle on trouve une membrane d'albumine puis une membrane de vitelline entourant le jaune. L'embryon se trouve dans la membrane de vitelline. L'énergie nécessaire au développement de l'embryon provient des aliments qu'a ingérés la femelle sur son site d'alimentation (Miller, 1985; Packard et DeMarco, 1991). Au cours du développement embryonnaire, l'œuf échange de la chaleur, de l'H₂O, de l'O₂ et du CO₂ avec les autres œufs et la colonne de sable. L'embryon consomme de l'O₂ et produit du CO₂ et de la chaleur (Ackerman, 1997).

Présentation de la Guadeloupe et de Petite Terre

La Guadeloupe est un archipel regroupant 7 îles (Basse Terre, Grande Terre, Marie Galante, Terre de Haut et Terre de Bas des Saintes, La Désirade et Petite Terre) situé dans l'arc des petites Antilles à 16° de latitude Nord et 61° de longitude Ouest. Elle est bordée par l'Océan atlantique à l'Est et la mer des Caraïbes à l'Ouest (Figure 3). Cette région monodépartementale fait une superficie de 1631 km². Elle est soumise à un climat tropical humide avec 2 saisons distinctes, la saison sèche (appelée carême) allant de janvier à mai et la saison humide allant de juin à décembre, sujette aux cyclones entre les mois de juillet et d'octobre.

La réserve naturelle des îlets de Petite Terre est composée de 2 îlets (Terre de Bas et Terre de Haut) situés dans l'océan atlantique, à 9 kilomètres au Sud-Est de la Guadeloupe (Figure 3). Le terrain a été acquis par le conservatoire du littoral le 22 novembre 1994 par voie d'expropriation afin de préserver la population importante d'iguanes des petites Antilles (*Iguana delicatissima*) et la réserve a été créée en 1998 par le décret ministériel n°98-801. Elle est située sur la commune de la Désirade. Elle fait une superficie totale de 990 hectares. La partie terrestre fait une superficie de 148 hectares (117 hectares pour Terre de Bas et 31 hectares pour Terre de Haut) et la partie marine fait une superficie de 842 hectares (ONF/Association ti-tè, 2012).



Figure 3 : Localisation de la Guadeloupe dans les Antilles et des îlets de Petite Terre dans les petites Antilles, source : DIREN; ONF/Association ti-tè, 2012

La réserve accueille une biodiversité terrestre et marine remarquable. Son objectif principal est le maintien de la biodiversité et la préservation des écosystèmes marins et terrestres. Pour remplir cet objectif, un plan de gestion a été mis en place pour la période de 2004 à 2008, il a été évalué en 2009-2010 puis suivi d'un nouveau plan de gestion pour la période 2012-2016. Le suivi de la ponte et l'étude du succès de reproduction des tortues marines à Petite Terre répondent aux objectifs du plan de gestion.

Caractéristiques du site

Les 2 îlets sont orientés Ouest-Est, ils sont séparés par un chenal étroit (150m) et peu profond fermé à l'Est par un récif corallien créant un lagon. Petite Terre est l'endroit le plus sec de Guadeloupe avec une pluviosité annuelle de 1000mm environ et une température moyenne entre 24,9°C et 29,5°C. Les alizés soufflent en quasi permanence (ONF/Association ti-tè, 2012).

Le linéaire total de plages de Petite Terre est d'environ 4 kilomètres. La végétation est basse (inférieure à 5 mètres) car façonnée par le vent, il n'y a pas de végétation herbacée. La côte Sud est composée d'un substrat rocheux qui n'évolue pas au cours du temps alors que la côte Nord est composée d'un substrat sableux soumis aux phénomènes hydrologiques, elle varie au cours de l'année et entre les années. Des récifs coralliens longent le littoral (Figure 4). Le sable est blanc sur toutes les plages.



Figure 4 : Carte des plages de Petite Terre

Les tortues de Petite Terre

La réserve de Petite Terre accueille 2 espèces de tortues marines en alimentation et en ponte : la tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*) et la tortue verte (*Chelonia mydas*) (Tableau 1). Il arrive très occasionnellement qu'une ponte de tortue luth (*Dermochelys coriacea*) soit observée.

Tableau 1 : Présentation des 2 espèces de tortues pondant à Petite Terre, source : Chevalier, 2005; *UICN; **Delcroix et al., 2011; ***Delcroix et al., 2008

	<i>Eretmochelys imbricata</i>	<i>Chelonia mydas</i>
Nom guadeloupéen	Karet	Toti vèt, toti blan
Taille adulte	80-100cm	100-150 cm
Poids adulte	60-70 kg	100-200 kg
Caractéristiques	Plaques de la carapace imbriquées 2 paires d'écailles préfrontales Bec pointu	Plaques de la carapace juxtaposées 1 paire d'écailles préfrontales Bec arrondi
Reconnaissance des traces	Traces des pattes alternées Largeur de 70 à 85 cm	Traces des pattes parallèles Largeur de 100 à 130 cm
Statut UICN*	Danger critique d'extinction	Danger d'extinction
Aire de répartition	Zone intertropicale	Entre 40°N et 40°S
Nombre de pontes annuelles en Guadeloupe	1000 à 1500	300 à 800
Fidélité	Très fidèle au site de ponte et d'alimentation	Fidèle au site de ponte et d'alimentation
Régime alimentaire	Eponges	Herbes marines et algues
Habitat	Zones coralliennes	Herbiers de phanérogames marines
Saison de ponte**	Avril - Octobre	Mars - Novembre
Pic de ponte**	Juin - Août	Août - Septembre
Maturité sexuelle	20 ans	25/30 ans
Intervalle entre 2 pontes	14 jours	12 jours
Intervalle entre 2 saisons de ponte	2 à 4 ans	2 à 4 ans
Nombre de pontes par saison	4 à 5	2 à 5
Taille moyenne des œufs***	32 à 36 mm	40 à 46 mm
Nombre d'œufs***	110 à 180	110 à 130



Photo 1 : Traces, adultes et nouveau-nés de tortue verte (en haut) et de tortue imbriquée (en bas), photos : AM

Une réglementation stricte s'applique à la réserve, les règles favorisant les tortues sont détaillées dans le tableau suivant (Tableau 2) :

Tableau 2 : Influence de la réglementation au sein de la réserve sur les tortues marines

Règle	Bénéfice pour les tortues
Bivouac interdit	Pas de dérangement ni d'éclairages nocturnes
Introduction d'animaux ou de végétaux interdite	Pas de prédation par les animaux introduits par l'homme (chiens, mangoustes)
Chasse, pêche et prélèvements interdits	Pas de captures accidentelles ou de braconnage une fois à l'intérieur de la réserve
Scoter des mers et ski nautique interdits	Pas de chocs accidentels
Feu interdit en dehors des endroits prévus à cet effet	Pas de dérangement ni de pollution lumineuse
Interdiction de jeter l'ancre	Pas de dégradation de la ressource alimentaire

De ce fait, les menaces anthropiques pouvant déranger les femelles dans leur processus de ponte ou les nouveau-nés lors de leur retour à la mer sont totalement absentes sur le site, ce qui en fait un endroit idéal pour l'étude du succès de reproduction. Une équipe de 5 gardes assure une présence permanente sur le site, ils effectuent des missions de 3 ou 4 jours en continu et se relayent pour veiller au bon respect des règles. Les seules menaces qui pèsent sur les tortues sont alors naturelles, par exemple la prédation par les crabes, bernard-l'ermite, oiseaux sur les œufs et les nouveau-nés ou encore le passage de tempêtes tropicales inondant les nids. Sur le long terme, on peut s'interroger sur les effets d'un changement climatique car l'augmentation de la température peut induire une féminisation des populations et la montée des eaux peut induire des pertes de plages.

Les gardes de la réserve effectuent des comptages de traces de tortues depuis 2001 et des suivis de nuit de façon régulière depuis 2008. Le tableau 3 présente l'évolution des effectifs d'activités de tortues à Petite Terre de 2001 à 2011. Cependant les années ne sont pas comparables parce que l'effort de suivi n'est pas équivalent et les résultats au sein d'une même année sont difficilement exploitables de par le manque de rigueur dans la prise et le transfert des données, ce qui induit un biais dans leur exploitation.

Tableau 3 : Nombre d'activités de tortues imbriquées (Ei) et de tortues vertes (Cm) à Petite Terre de 2001 à 2011, sources : RTMG, comm.pers.; ONF/Association ti-tè, 2012

Année	2001	2002	2003	2004	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ei	92	72	106	64	53	15	37	31	76	130	164
Cm	52	49	54	78	102	25	135	39	297	69	328

Bilan des connaissances sur le succès de reproduction des tortues marines en Guadeloupe

Suivi des pontes

En Guadeloupe, la période de ponte est suivie depuis 2001 par une méthode qui a été standardisée en 2008 (Delcroix, comm. pers.). A l'heure actuelle grâce au plan de restauration et aux efforts des membres du RTMG, les effectifs de femelles adultes venant pondre sur les plages de Guadeloupe sont bien connus. Kamel & Delcroix (2009) ont montré que le nombre de pontes a augmenté en 10 ans de suivis sur l'île de Marie Galante (site de ponte le plus important de la Guadeloupe). De plus, tous les acteurs et usagers de la mer (plongeurs, pêcheurs, ...) s'accordent à dire qu'ils voient plus de tortues en alimentation que quelques années auparavant (Delcroix, comm. pers.; Houmeau, 2007). En 2010, le professeur Girondot a créé un modèle qui permet d'estimer le nombre de total de pontes de femelles d'une saison à partir d'un échantillon. Ainsi le nombre de pontes de tortues imbriquées sur l'ensemble de l'archipel est estimé à 2985 pour l'année 2008. La même année le nombre de pontes de tortues vertes est estimé à 1553 et celui de pontes de tortues luth à 180 (Delcroix *et al.*, 2011).

La méthode utilisée pour estimer l'activité de ponte est celle du suivi de nuit (observation directe de la ponte) et du comptage des traces (observation des activités de tortues sans observation directe). Si le suivi de nuit permet d'obtenir des informations certaines sur l'activité de ponte d'une tortue, il n'en est pas de même pour le comptage des traces, l'interprétation étant variable d'un observateur à l'autre. En effet, il n'est pas aisé de déterminer si une tortue a pondu ou non en observant seulement son aire d'activité. De ce fait, il existe une grosse incertitude sur les données obtenues par les comptages des traces. Il est néanmoins indispensable car il permet de déterminer le nombre d'activités durant la saison et il est réalisé sur toutes les plages pouvant potentiellement accueillir des pontes alors que les suivis de nuit ne sont pas réalisés sur toutes les plages.

Succès des pontes

L'investissement des membres du RTMG est très important et permet de mieux connaître les populations adultes mais il y a aujourd'hui un déficit des connaissances sur le nombre de jeunes quittant le nid. Pourtant, Mrosovsky (1994) estime que la mortalité des œufs et des juvéniles est très élevée, ce qui en fait un enjeu de conservation. Dans l'urgence, la préservation des adultes était prioritaire car les femelles sont les garantes des générations futures et sauver une femelle adulte revient à sauver des centaines d'œufs. Mais aujourd'hui, il apparaît indispensable de s'intéresser au succès de ces pontes, c'est à dire la réussite d'incubation et le nombre de jeunes quittant le nid afin de mieux appréhender l'état et le renouvellement des populations et la qualité des plages pour produire des émergentes.

Alors que Richardson estime en 1999 que le calcul des taux de réussite de l'incubation des œufs sur les sites de pontes majeurs est une priorité, il existe peu de données publiées sur ce sujet. Néanmoins, quelques chiffres ont été donnés de manière ponctuelle. A titre d'exemple pour les données les plus récentes, les taux de réussite pour la tortue imbriquée sont supérieurs à 70% dans les Antilles (McIntosh *et al.*, 2003). Pour la tortue verte, ils sont compris entre 45 et 62% en Floride en 2005 (Antwortha *et al.*, 2006). Le succès des pontes a plus été étudié chez la tortue luth car il a

été constaté que le succès d'éclosion est assez bas (inférieur à 60%) en Guyane, au Gabon (Verhage et Moundjim, 2005) ou encore au Costa Rica (Bella *et al.*, 2003). En Guadeloupe, le taux de réussite moyen calculé par Kamel en 2005 sur la plage de Trois-ilets à Marie Galante pour la tortue imbriquée est de $86.5 \pm 12.4\%$ (n=86). Par ailleurs, les taux de réussite calculés par les membres du réseau de façon éparses sont considérés comme bons (souvent supérieurs à 80%, membres RTMG, comm. pers.) mais concernent majoritairement la tortue imbriquée.

Il est donc nécessaire de procéder à une évaluation des taux de réussite d'incubation dans les années à venir et la présente étude en est les prémices.

De plus, il a été constaté que le sex-ratio (rapport du nombre de mâles et de femelles dans une population) est très biaisé en faveur des femelles autour du globe. En Guadeloupe, Kamel et Mrosovsky (2006) estiment qu'il y a une production de femelles plus importante que de mâles sur le site de ponte de Trois-ilets à Marie Galante. En revanche, aucune estimation du sex-ratio des tortues vertes n'a été faite à ce jour en Guadeloupe. C'est pourtant une information majeure à prendre en compte dans la conservation de ces espèces car au vu de l'augmentation de la température moyenne atmosphérique, la dynamique des populations pourrait être modifiée.

Données environnementales

Chaque espèce de tortue présente des préférences dans son choix d'une aire de ponte. Par exemple la tortue imbriquée pond le plus souvent sous le couvert végétal en forêt ou en sous-bois sur des plages étroites abritées par un récif corallien et sous le vent alors que la tortue verte pond plutôt en lisière de végétation ou sable nu sur des plages faciles d'accès (Figure 5)¹ (Pritchard & Mortimer, 1999).

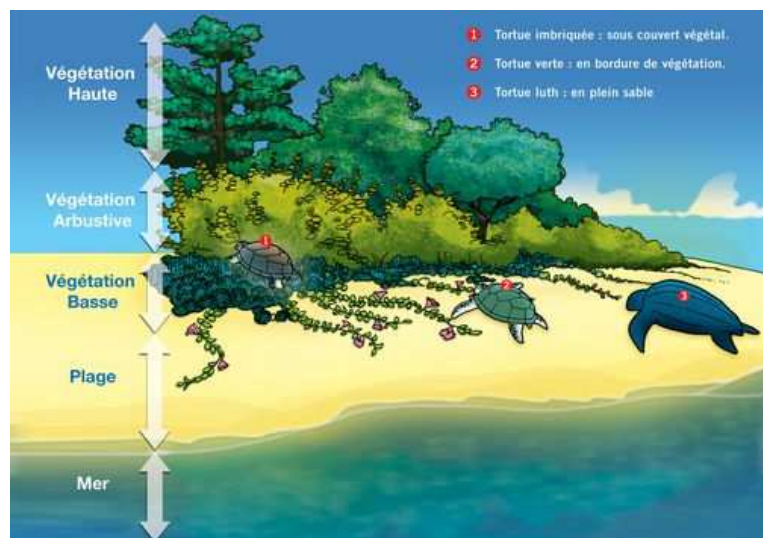


Figure 5 : schéma d'un site de ponte, source : ONF

Il apparaît donc que certaines caractéristiques des plages peuvent avoir une influence sur le succès des pontes des femelles, par exemple, l'accessibilité à la plage, la profondeur de sable meuble ou encore l'érosion. Or, si l'on peut disposer de ces informations par observation directe à un instant « t », leur évolution n'a jamais été prise en compte en Guadeloupe. Il est donc intéressant de mesurer ces caractéristiques au cours de la saison et entre les saisons de pontes afin de mesurer la dynamique du littoral et son influence sur les tortues.

¹ Notons qu'il n'y a pas de végétation haute à Petite Terre et que les tortues luth ne viennent pas y pondre.

Le choix du lieu de ponte peut aussi influencer le sex-ratio car un nid en sable nu toujours exposé au soleil risque de produire plus de femelles qu'un nid en forêt toujours ombragé. De plus, lors des pontes successives d'une tortue au cours d'une saison, les nids sont soumis à différentes conditions d'incubations (Miller *et al.*, 2003) qui peuvent influencer leur taux de réussite.

Problématique

L'objectif principal de cette étude est de mettre en place un protocole permettant d'évaluer le succès de reproduction et le sex-ratio des tortues marines et de le tester à Petite Terre dans le but de l'adapter et de l'étendre à l'ensemble des sites de reproduction de l'archipel guadeloupéen où le contexte est différent car ils n'ont pas le même statut de protection.

Un objectif de l'étude est aussi de mesurer les caractéristiques morphologiques des plages et de voir s'ils peuvent influencer le succès de reproduction.

Plusieurs questions se posent alors :

- quel est le succès de ponte des femelles adultes : est-ce qu'une montée amène à une ponte?
- quelles sont les caractéristiques des plages de pontes? Ont-elles une influence sur le succès des activités de pontes?
- quels sont les succès d'éclosion et d'émergence des nids?
- peut-on estimer le sex-ratio des nids?
- peut-on identifier des différences entre les 2 espèces?

Protocole

Le nombre de jours de présence sur le site a été de 81 entre le 21 mars et le 18 août 2013 par des sessions de 3 ou 4 jours consécutifs avec l'équipe des gardes en place. Les données récoltées avant et après proviennent des agents de la réserve et des agents de la cellule technique de l'ONCFS.

1. Repères de plages



Photo 2 : Balise sur une branche d'arbre, photo : AM

Afin de permettre une localisation précise de chaque nid sur le littoral de Petite Terre, l'ensemble des plages sableuses susceptibles d'accueillir des pontes a été balisé. Pour cela, une étiquette a été placée sur une branche d'arbre ou un rocher tous les 40 mètres avec les initiales AM suivies d'un numéro unique. Les coordonnées géographiques de chaque point sont relevées grâce à un GPS Garmin® (système géographique WGS 84). 7 plages ont ainsi été identifiées à Terre de Bas et 8 plages à Terre de haut (Figure 4).

2. Paramètres mesurés

Profils de plages

Sur chacune des 15 plages identifiées, au moins un profil de plage (mesure de la largeur de la plage et de la pente) est réalisé le long d'un transect perpendiculaire à la ligne d'eau, lorsque le profil n'est pas estimé homogène sur toute la plage ou lorsque la plage est grande (longueur > 200m), les mesures sont faites à plusieurs endroits de la plage.

La pente de la plage est calculée par la méthode Emery (1961) (Figure 6). Cette méthode consiste à tenir un bâton en position verticale au fond de la plage au point de repère. Un deuxième bâton de même taille que le premier est positionné à la verticale à une distance choisie ou à chaque rupture de pente. L'observateur aligne ses yeux avec le haut du bâton 2 et l'horizon (A), il mesure la distance horizontale entre les 2 bâtons à l'aide d'un niveau et d'un décamètre (distance x), la distance entre ses yeux et le haut du bâton 1 (distance y) et la distance entre les 2 bâtons au sol (distance z). Le bâton 1 est ensuite mis à la place du bâton 2 pour mesurer la section suivante. La pente est obtenue par la formule suivante :

$$\text{Pente} = y/x$$

La mesure z permet d'exercer un contrôle sur les mesures x et y. Lorsqu'il y a une élévation, l'observateur aligne ses yeux avec le haut du bâton 1, vise le bâton 2 à l'horizontale et mesure la distance entre la ligne horizontale et le haut du bâton 2, c'est la distance y.

Cette opération a été renouvelée une fois par mois de mars à juillet au même point localisé grâce aux repères de plages préalablement déployés. Etant seule lors de la plupart des mesures de profils, les 2 bâtons ont été plantés dans le sable à une profondeur égale.

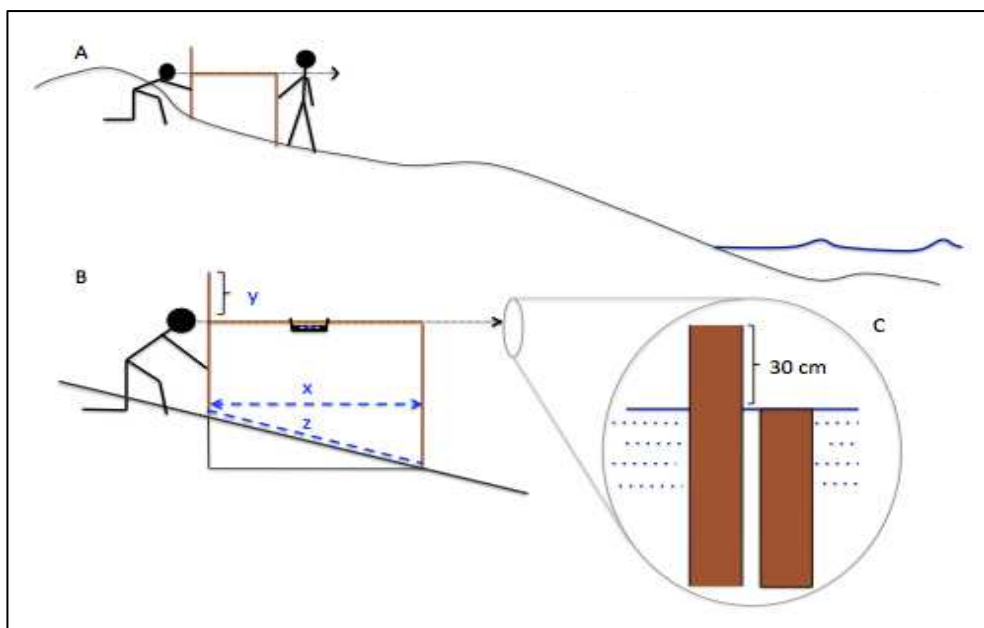


Figure 6 : Schéma de mesure d'une pente par la méthode Emery, adapté de Emery (1961)

Caractéristiques morphologiques des plages

Pour chacune des 15 plages identifiées, plusieurs paramètres ont été estimés le long de chaque transect ayant permis de mesurer les profils de plages :

- L'accessibilité directe à la plage
- La profondeur du substrat meuble
- La granulométrie

Pour déterminer l'accessibilité directe à la plage, le pourcentage de dalles et blocs rocheux pouvant rendre l'accès à la plage difficile a été estimé puis des classes de 1 (plage facile d'accès) à 5 (plage difficile d'accès) ont été faites en fonction de ce pourcentage :

- 1 : 0 à 20%
- 2 : 20 à 40%
- 3 : 40 à 60%
- 4 : 60 à 80%
- 5 : 80 à 100%



Photo 3 : Plage de Trou Canard (classe 5),
photo : AM

La profondeur du substrat meuble a été sondée à différents endroits le long du transect. A chaque fois, 3 mesures ont été prises et une moyenne faite. Puis en fonction de la moyenne obtenue pour chaque transect, une classe de profondeur a été définie :

- 1 : 0 à 30 cm
- 2 : 30 à 50cm
- 3 : 50 à 100 cm
- 4 : > 100cm

Pour la granulométrie, 3 quadrats de 50cm*50cm ont été lancés aléatoirement dans un milieu choisi : un près de la lisière, un en milieu de plage et un près de la ligne de marée haute. Le pourcentage de recouvrement de chaque catégorie de grain a été estimé à l'œil nu à la surface :

- sable fin : <1mm
- sable moyen : entre 1 et 2mm
- sable grossier : >2mm
- débris coralliens fins : < 1cm
- débris coralliens gros : > 1cm
- débris végétaux

Puis chaque transect est classé en fonction de la catégorie de grain dominante :

- 1 : sable fin
- 2 : sable moyen
- 3 : sable grossier
- 4 : débris coralliens fins
- 5 : débris coralliens gros
- 6 : débris végétaux

Température

Afin d'avoir une estimation du sex-ratio produit à Petite Terre, 3 thermomètres étanches enregistreurs de marque Hobo® ont été placés dans le sable à une profondeur de 50 cm (intermédiaire entre la profondeur moyenne des nids de tortues vertes et imbriquées) : un en forêt, un en lisière et un en sable nu pour une période allant du 29 avril au 16 octobre. Miller (1999) estime que cette profondeur peut être utilisée. Ils ont été positionnés à la Pointe de Sable (Figure 4), endroit jugé représentatif de tout le site. 6 mesures par jour ont été prises.



Photo 4 : Enregistreur de température, photo : AM

Les thermomètres ont une précision de $\pm 0,53^{\circ}\text{C}$. Afin de les tester, ils ont été déployés auparavant à l'air libre et les températures données ont été comparées.

Les thermomètres ont été relevés 2 fois pour une vérification de leur fonctionnement et une fois pour le transfert des données collectées. A chaque fois, ils ne sont pas restés plus de quelques minutes à l'air libre sauf le 4 août où ils sont restés plusieurs heures à l'extérieur du sable avant d'être remis.

3. Suivi scientifique des tortues

Comptages traces

Lors de chaque mission de terrain (missions de 3 ou 4 jours consécutifs), un tour de Terre de Bas par jour a été effectué et un tour de Terre de Haut dans la mesure du possible (lorsque le temps le permettait les jours de retours de missions). Lors de ces tours des îles, toutes les activités de tortues ont été relevées, on parle de « Comptage Traces ». Le protocole de comptage traces utilisé est adapté de celui du plan de restauration (Annexe 3). Pour chaque trace rencontrée, l'activité de ponte est évaluée :

- « ponte » si l'on est sûr qu'il y a eu ponte (observation directe des œufs)
- « ponte ? » si l'on pense qu'il y a eu ponte
- « ? » si l'on ne sait pas
- « pas ponte ? » si l'on pense qu'il n'y a pas eu ponte
- « pas ponte » si l'on est sûr qu'il n'y a pas eu ponte (observation directe de la tortue ou trace en U de montée/descente sans activité)

Dans tous les cas, lorsque l'on n'a pas vu la tortue ou les œufs, l'activité est supposée et non sûre. Cependant, les données provenant d'une seule observatrice et afin de faciliter les analyses, les « ponte » et « ponte ? » ainsi que les « pas ponte » et « pas ponte ? » ont été regroupées dans les catégories « pontes » et « échec de pontes ». Les « ? » sont restées des activités « non déterminées ».

Pour chaque activité repérée, l'espèce et le milieu de ponte (sable nu, végétation basse, lisière de végétation, forêt) sont déterminés, la distance à la mer et à la lisière (+ quand c'est en forêt et – quand c'est en sable nu) ainsi que la localisation sur la plage par la distance à la balise la plus proche sont mesurées et les coordonnées GPS sont relevées. Lorsque que l'activité est une ponte ou une « ponte ? », le nombre d'essais avant la ponte est noté et une triangulation est faite afin de retrouver facilement la position des œufs lors du retour pour réaliser le taux de réussite. La triangulation consiste à trouver 3 repères et mesurer leur distance à la position des œufs. Lors du retour sur le nid, les repères sont localisés et 3 arcs de cercle dessinés (le centre correspond au repère et le rayon à la distance mesurée), leur intersection indique la position des œufs (Figure 7).

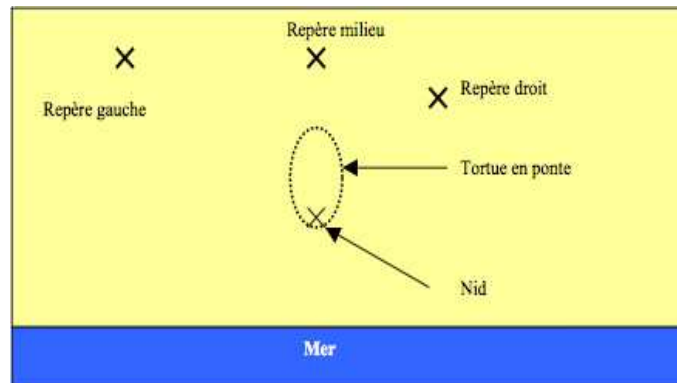


Figure 7 : Schéma explicatif d'une triangulation, source Delcroix/Kap Naturel

Suivis de nuit

Pour chaque nuit de présence sur le site du 5 mai au 18 août, une recherche de tortues en ponte a été réalisée. On parle de « Suivi de Nuit ». Avant le 5 mai, un suivi par mission a été effectué au minimum et après le 18 août, seulement quelques suivis ont été effectués par les agents de la réserve. Le protocole de suivi de nuit utilisé est adapté de celui du plan de restauration (Annexe 4). Le secteur suivi est le linéaire de Trou Canard à la Pointe de Sable car c'est l'endroit où le plus d'activités ont été observées les années précédentes. Un suivi de nuit doit commencer à 20 heures au plus tard et se terminer à 00h30 au plus tôt afin d'optimiser les chances de rencontrer des tortues. La plage choisie est parcourue de part en part toutes les 45 minutes (temps moyen pour une tortue entre le moment où elle sort de l'eau et le moment où elle pond), le sable est éclairé à l'aide d'une lumière rouge. Lorsqu'une trace de tortue ou une tortue est repérée, la lumière doit être éteinte et l'activité de la tortue déterminée à l'écoute (balaye, creuse, pond). C'est lorsque la tortue pond qu'il est possible d'intervenir sans risquer de la déranger. A ce moment là, la lumière rouge peut être rallumée et il est possible de baguer ou lire les bagues, mesurer la longueur courbe de la carapace, effectuer un prélèvement de peau pour des analyses génétiques et localiser le nid par triangulation. Les paramètres relevés sont les mêmes qu'en comptage traces pour chaque activité. Comme le temps est limité pour effectuer les manipulations (une tortue ne met pas plus de 10-15 minutes à pondre), les autres mesures (localisation sur la plage, coordonnées GPS, distance à la mer et à la lisière) sont faites le lendemain matin pour ne pas perdre trop de temps dans le protocole.



Photo 5 : Tortue imbriquée déposant ses œufs, photo : Tom Biscere

Taux de réussite

Le taux de réussite à l'éclosion et à l'émergence de chaque nid localisé en suivi de nuit (ponte sûre) et en comptage trace (ponte supposée) est calculé. Le protocole utilisé est adapté de celui du Plan de restauration (Annexe 5). Pour ce faire, le nid est creusé 65 jours après la ponte pour la tortue verte et 70 jours pour la tortue imbriquée ou alors 3 jours après avoir vu des traces d'émergence pour être sûr que celle-ci soit bien terminée. La profondeur du premier œuf et la profondeur du nid sont mesurées. Les œufs sont sortis du nid et rangés en différentes catégories avant d'être comptés :

- Eclos (**S**)
- Non éclos - Non développé (**UD**)
 - Développé → Stade de développement de l'embryon précoce (**UH**)
 - Stade de développement de l'embryon moyen (**UHM**)
 - Stade de développement de l'embryon avancé (**UHT**)
- Anormal (**UF**)
- Prédaté avant éclosion (**P**)
- Nouveau-né vivant dans le nid (**L**)
- Nouveau-né mort dans le nid (**D**)



Photo 6 : Œufs éclos, œuf prédaté au début du stade embryonnaire et œufs non développés de taille normale et anormale (*Chelonia mydas*), photos : AM

Les taux d'éclosion et d'émergence sont ensuite calculés comme suit :

$$\text{Taux de réussite à l'éclosion} = S / (S + UD + UH + UHM + UHT + UF + P) * 100$$

$$\text{Taux d'émergence} = [(S - L - D) / (S + UD + UH + UHM + UHT + UF + P)] * 100$$

Le taux d'éclosion correspond à la proportion de nouveau-nés sortis de leur coquille alors que le taux d'émergence correspond à la proportion de nouveau-nés ayant quitté le nid. Souvent, le taux d'émergence est inférieur au taux de réussite à l'éclosion car des nouveau-nés peuvent éclore mais rester prisonniers dans la colonne de sable.

4. Traitement des données

Les tableaux de données brutes de suivis de nuit, comptages traces, taux de réussites et profils de plages ont été transformés afin de permettre des analyses graphiques et statistiques grâce aux logiciels Excel® et R®. Les cartes ont été réalisées grâce au logiciel QGis® après avoir géoréférencé une orthophoto de Petite Terre.

La normalité des données est testée grâce au test de Shapiro sur des variables quantitatives avec pour hypothèse nulle : les données suivent la loi normale rejetée au seuil $\alpha=0,05$.

Caractéristiques morphologiques des plages

Afin de comparer les plages du point de vue de leur morphologie, une Analyse des Correspondances Multiples (ACM) a été réalisée sur les variables catégorielles « profondeur », « granulométrie » et « accessibilité ». Celle-ci permet ensuite de regrouper certaines plages présentant les mêmes caractéristiques. Dans le but de voir l'évolution des profils de plages, les courbes des pentes ont été tracées tous les mois.

Suivi des tortues marines

Afin de comparer le nombre d'activités et de pontes en fonction de l'espèce, le test non paramétrique de Wilcoxon a été utilisé sur des variables quantitatives provenant de 2 échantillons appariés de petite taille (N=15) avec pour hypothèse nulle : il n'y a pas une espèce qui pond plus que l'autre rejetée au seuil $\alpha=0,05$.

Afin de déterminer si le choix du site est différent selon l'espèce, un test du Khi 2 d'indépendance a été utilisé sur des variables quantitatives avec pour hypothèse nulle : il n'y a pas de différence interspécifique dans le choix du site de ponte rejetée seuil $\alpha=0,05$. Pour que les conditions d'application soient vérifiées (plus de 80% des effectifs sont supérieurs à 5), certaines plages ont été regroupées (Anse 1 et 2, plages Est et plages Nord de Terre de Haut).

Afin de déterminer si le succès d'incubation diffère selon l'espèce, le test non paramétrique de Mann-Whitney est appliqué sur des variables quantitatives ne suivant pas la loi normale avec pour hypothèse nulle : il n'y a pas de différence entre les 2 espèces rejetée au seuil $\alpha=0,05$.

Pour estimer le sex-ratio des nouveau-nés, les moyennes des températures journalières par milieu (sable nu, lisière et forêt) ont été calculées ainsi que la température moyenne de chaque milieu au cours de l'étude.

La méthode utilisée pour estimer le sex-ratio est celle de Kamel et Mrosovsky (2006). Elle consiste à calculer pour chaque nid la température moyenne durant la période thermosensible (Tableau 4).

Tableau 4 : Période Thermosensible (TSP) pour la tortue imbriquée (Ei) et la tortue verte (Cm) en Guadeloupe pour 3 milieux, source : Kamel et Mrosovsky ,2006

TSP (nombre de jours après la ponte)	Sable nu	Lisière	Forêt
Ei	20-39	21-40	22-44
Cm	21-40	21-40	21-40

Lorsque la moyenne obtenue est autour de 0,05°C de la température pivot (29,2°C), le nid est considéré donner autant de mâles que de femelles (sex-ratio de 50-50). Lorsque la moyenne est au dessus, le nid est considéré donner plus de femelles et en dessous, plus de mâles.

Influence des caractéristiques des plages sur le succès de reproduction des tortues marines

Afin de voir si le nombre d'activités des tortues évolue en fonction de la pente des plages, les pentes moyennes ont été calculées par façades et par mois. Le test de corrélation de Pearson a ensuite été appliqué sur ces variables quantitatives, pour cela les activités des 2 espèces ont été regroupées. L'hypothèse nulle est : il n'y a pas de relation linéaire négative entre la pente des plages et les activités de ponte rejetée au seuil $\alpha=0,05$.

Afin de déterminer si la plage de ponte à une influence sur le taux d'émergence, les moyennes des taux de réussites par plage ont été calculées. Le nombre de taux de réussite calculés par plage étant souvent faible, les 2 espèces et certaines plages ont été regroupées pour avoir un échantillon de taille suffisante. Un test non paramétrique de comparaison des moyennes de Kruskal-Wallis est ensuite appliqué sur ces variables quantitatives. L'hypothèse nulle est que le lieu n'a pas d'influence sur le taux d'émergence, elle est rejetée au seuil $\alpha=0,05$.

Résultats

1. Caractéristiques des plages

Caractéristiques morphologiques

Dans le but de regrouper certaines plages présentant des caractéristiques morphologiques proches, une Analyse des Correspondances Multiples (ACM) a été réalisée. La représentation graphique de l'ACM par variable est représentée dans la figure 8, les points correspondent aux plages (15 plages) avec entre 3 et 5 modalités par variable.

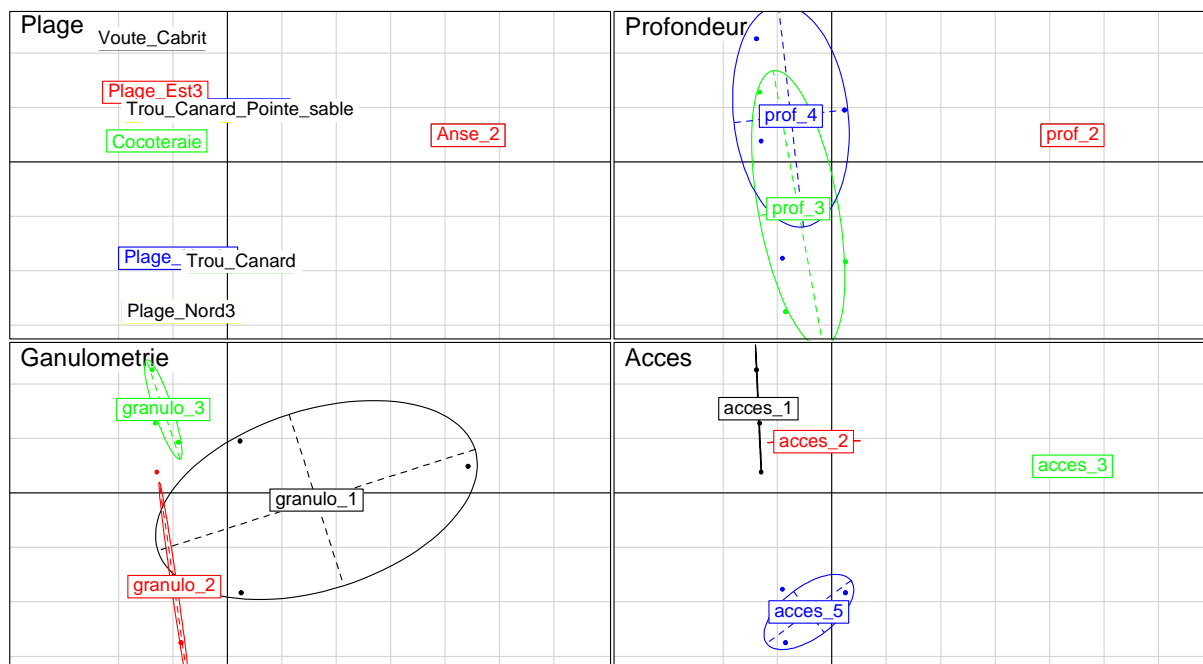


Figure 8 : Représentation graphique de l'ACM sur les caractéristiques des plages

On voit des ressemblances entre les plages, on peut faire des regroupements en fonction de leurs caractéristiques morphologiques. Ainsi, les plages de Trou Canard, plage Est 4 et Plage Nord 3 sont les plus difficiles d'accès. Les plages de Voute à Cabrit, Trou Canard-Pointe de Sable, Côte Nord, Cocoteraie et Plage Est3 peuvent aussi être regroupées, ce sont des plages de sable fin à gros, faciles d'accès et de profondeur supérieure à 50cm.

Profils de plages

L'évolution du profil des plages au cours du temps est présentée dans les figures suivantes (Figures 9 et 10). Seul le profil le plus intéressant par façade (Sud : Voute à Cabrit, Sud-Ouest : Trou Canard-Pointe de Sable, Nord : Côte Nord et Est : Plage Est 1) est représenté. Pour la côte Nord dont le linéaire est très grand, le profil choisi est celui autour duquel le plus d'activités ont été observées.

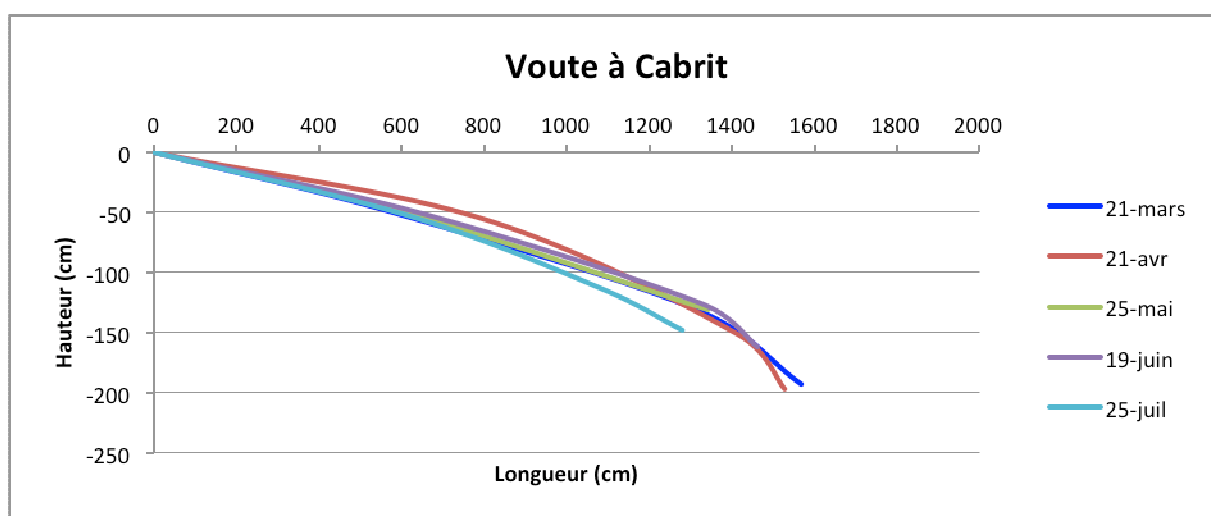


Figure 9 : Evolution du profil de Voute à Cabrit de mars à juillet 2013

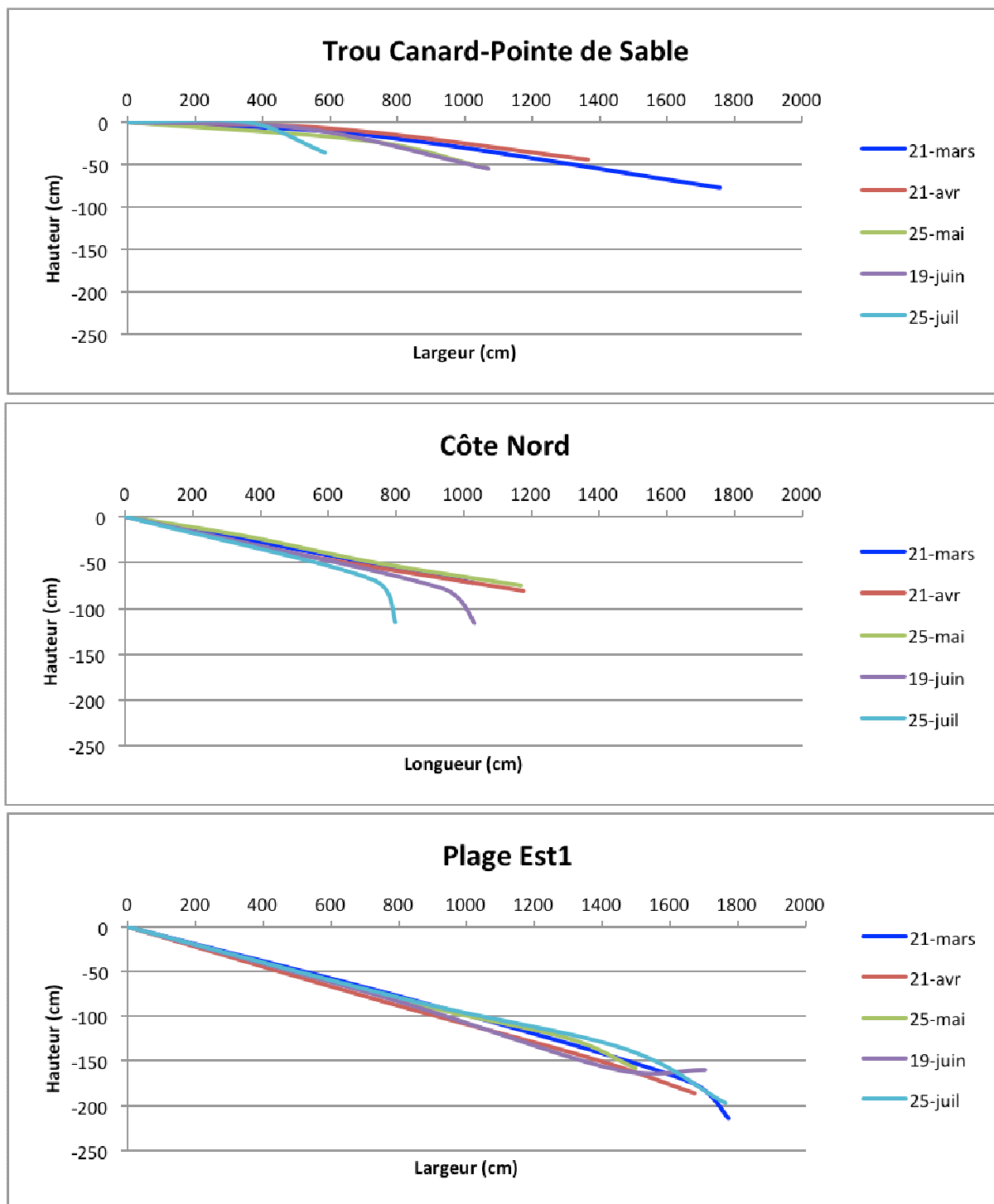


Figure 10 : Evolution des profils de de Trou Canard-Pointe de Sable, de la côte Nord et de la plage Est 1 de mars à juillet 2013

On peut voir que les pentes des plages exposées Sud n'évoluent pas au cours du temps, la plage raccourcit un peu cependant. La plage de Trou Canard-Pointe de sable, exposée Sud-Ouest connaît une variation au cours du temps avec un recul de la plage et l'apparition d'une petite marche d'érosion à certains endroits. La côte Nord a beaucoup diminué, une marche est apparue. Les plages exposées Est (Terre de Haut) n'ont pas connu beaucoup de variations au cours des 6 mois, pourtant très exposées au vent. Elles sont protégées par la barrière de corail et une dalle rocheuse.

2. Suivi des tortues marines

Effort de suivi

Durant la période allant du 1er mars au 2 novembre 2013, 178 comptages traces et 46 suivis de nuits ont été réalisés. 178 nids ont ainsi été localisés pour 369 montées. Durant cette période, 42 taux de réussite ont été calculés (certains œufs n'ont pas été retrouvés). 16 tortues ont été rencontrées en ponte permettant une localisation sûre des œufs. Aucune femelle adulte n'a été rencontrée plus d'une fois.

Succès de ponte

La figure 11 représente le pourcentage des pontes et des échecs de pontes sur l'ensemble des 2 ilets pour les 2 espèces confondues durant la période suivie ainsi que le nombre d'essais lorsqu'il y a ponte.

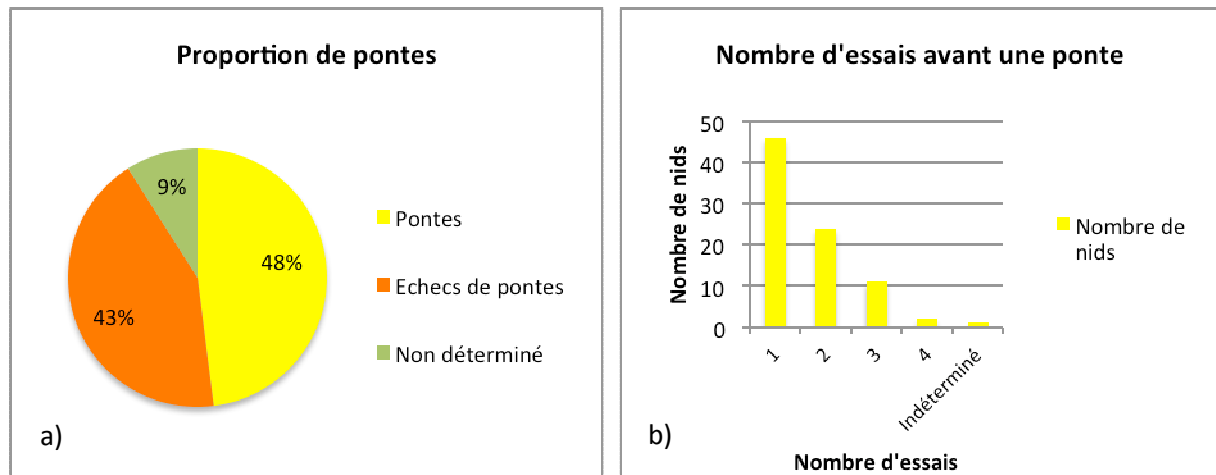


Figure 11 : a) Proportion de pontes et d'échecs de pontes par rapport au nombre total d'activités (ou montées); b) histogramme du nombre d'essais avant une ponte

48% des montées (42% et 52% pour *Ei* et *Cm* respectivement) de tortues ont donc abouti à une ponte. Dans plus de la moitié des cas (46 sur 85 soit 54%), le nombre d'essais avant une ponte est d'un seul. Il n'a jamais dépassé 4. Pour 9% des montées, le succès ou non de l'activité n'a pas pu être déterminé, pour la suite des analyses le « ? » compte comme une tentative de ponte et non comme une ponte.

Les pontes de tortues se trouvent à 7,58 mètres de la ligne de marée haute en moyenne ($\pm 5,94\text{m}$, $n=85$). La distance moyenne des nids à la lisière est de $-0,08\text{m} \pm 3,07\text{m}$ (le signe négatif indique qu'ils sont plutôt avant la lisière). Ceci est dû au nombre important de pontes en lisière de végétation (61 sur 149 soit 41%).

Comparaison des activités (quantité et distribution) des 2 espèces

Afin de comparer les activités de ponte 2 espèces rencontrées et d'en avoir une représentation visuelle, un tableau décrivant le nombre d'activités et de pontes par espèce et par plage (Tableau 5) ainsi que 2 cartes représentant les activités de ponte² (Figures 12 et 13) ont été réalisés.

Tableau 5 : Nombre d'activités et de pontes de tortues imbriquées (Ei) et de tortues vertes (Cm) par plage

Ilet	Plage	Montée Ei	Ponte Ei	Montée Cm	Ponte Cm
Terre de Bas	Voute à Cabrit	14	8	32	18
	Anse 1	4	0	5	0
	Anse 2	2	0	1	1
	Trou Canard	40	19	0	0
	Trou Canard-Pointe de sable	41	19	127	65
	Côte Nord	17	5	27	19
	Cocoteraie	3	1	0	0
Terre de Haut	Plages Est	5	2	22	8
	Plage Nord 1	7	4	8	4
	Plage Nord 2	4	1	6	4
	Plage Nord 3	2	0	1	0
TOTAL		139	59	229	119

Le nombre d'activités de tortues vertes est plus important que le nombre d'activités de tortues imbriquées pour la saison 2013 à Petite Terre avec 229 activités dont 119 pontes contre 139 activités dont 59 pontes pour la tortue imbriquée. La différence n'est pas significative d'après le test de Wilcoxon ($V=8,5$; $P=0,1094$). On ne peut pas dire qu'une espèce pond plus que l'autre.



Figure 12 : Carte des activités de tortues imbriquées (Ei)

² La position de certains nids dans l'eau est due au manque de précision du GPS (précision de 3-4 mètres)



Figure 13 : Cartes des activités de tortues vertes

On peut voir sur les cartes qu'il n'y a pas d'activités de tortues imbriquées sur toute une partie de la côte Nord à partir de la Pointe de Sable et qu'il n'y a pas d'activités de tortues vertes sur la plage de Trou Canard.

La distribution des activités des 2 espèces en fonction des plages est indépendante ($\text{Khi}^2=90,5943$, $\text{ddl}=7$, $P<2,2 \cdot 10^{-16}$). Il y a donc une différence interspécifique dans le choix du site de ponte.

Succès d'incubation

Pour les taux de réussite réalisés, la profondeur moyenne du 1^{er} œuf est de 31,67cm ($\pm 14,47\text{cm}$) pour la tortue imbriquée ($n=3$) et 40,84cm ($\pm 10,5\text{cm}$) pour la tortue verte ($n=19$). La profondeur moyenne du nid est de 58cm ($\pm 16,05\text{cm}$) pour la tortue imbriquée et 61,06 ($\pm 7,97\text{cm}$) pour la tortue verte.

Les tableaux 6 et 7 présentent le détail des nids, c'est à dire les taux de réussite et le nombre d'œufs de chaque catégorie pour chacune des 2 espèces de tortues.

Tableau 6 : Description statistique des 15 nids de tortue imbriquée

<i>Ei</i>	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Eclos	21	162	127,93	34,99
Non éclos	1	25	9,8	7,41
Nouveau-né vivant dans le nid	0	4	1,33	1,40
Nouveau-né mort après avoir quitté sa coquille	0	2	0,07	0,26
Nombre d'œufs	22	168	137,73	37,91
Taux de réussite à l'éclosion (%)	85,12	98,71	93,19	4,45
Taux de réussite à l'émergence (%)	83,93	98,15	92,26	5,15

Tableau 7 : Description statistique des 28 nids de tortue verte

Cm	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Éclos	8	134	91,86	34,82
Non éclos	0	98	19,57	24,22
Nouveau-né vivant dans le nid	0	8	1	2,05
Nouveau-né mort après avoir quitté sa coquille	0	2	0,21	0,50
Nombre d'œufs	51	148	111,43	25,43
Taux de réussite à l'éclosion (%)	7,55	100	81,46	23,66
Taux de réussite à l'émergence (%)	7,55	100	80,39	23,56

Le pourcentage des nids donnant au moins un nouveau-né est de 100% et le pourcentage des nids contenant au moins une tortue juvénile morte est de 14,3%. Le taux d'émergence moyen est très proche du taux d'éclosion moyen, ce qui indique que très peu de nouveau-nés n'arrivent pas à sortir du nid après avoir éclos. Pour la suite de l'analyse on prend en compte le taux de réussite à l'émergence. Les figures 14 et 15 représentent les boîtes à moustaches du nombre d'œufs et du taux d'émergence par espèce.

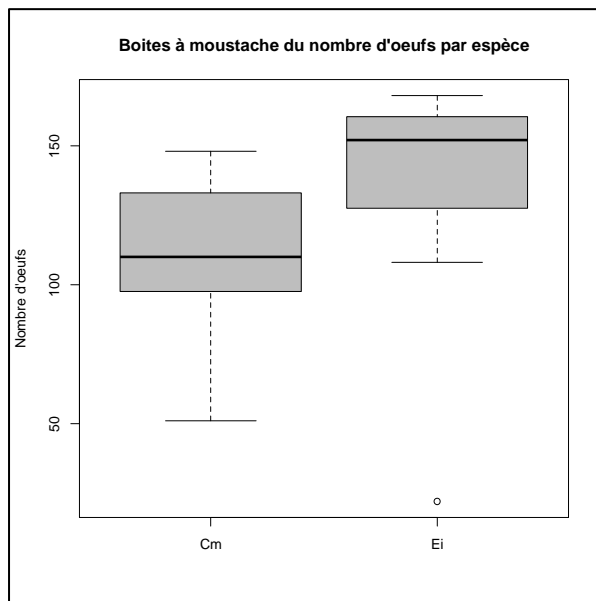


Figure 15 : Boîte à moustache du nombre d'œufs par espèce

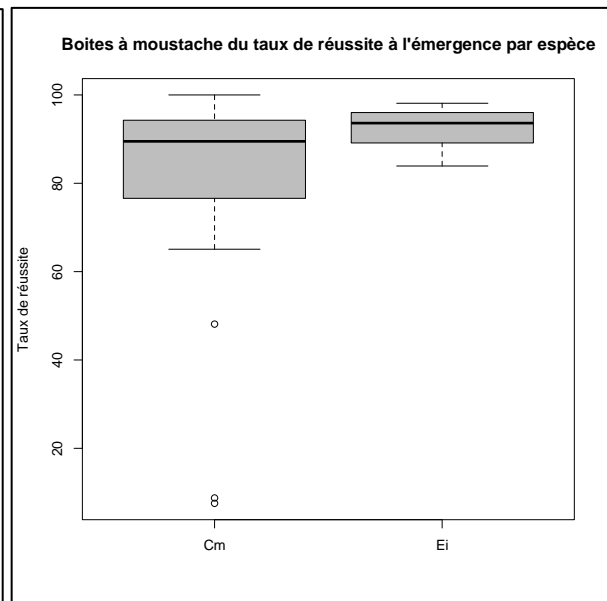


Figure 14 : boîte à moustache du taux d'émergence par espèce

On constate une différence assez importante avec un nombre d'œufs de 137,73 en moyenne ($\pm 37,91$; $n=15$) pour *Ei* et de 111,43 pour *Cm* ($\pm 25,43$; $n=28$). Les taux d'émergences sont aussi plus élevés pour *Ei* que pour *Cm* ($92,26 \pm 5,15\%$ contre $80,39 \pm 23,56$). Le test de comparaison non paramétrique de Mann-Whitney indique que la différence entre les 2 espèces n'est pas significative pour le taux de réussite ($W=263$, $P=0,07582$). Le même test indique que la différence est significative pour le nombre d'œufs ($W=244$, $P=0,001661$).

Sex-ratio

Les températures moyennes journalières par milieu sont représentées par la figure 16.

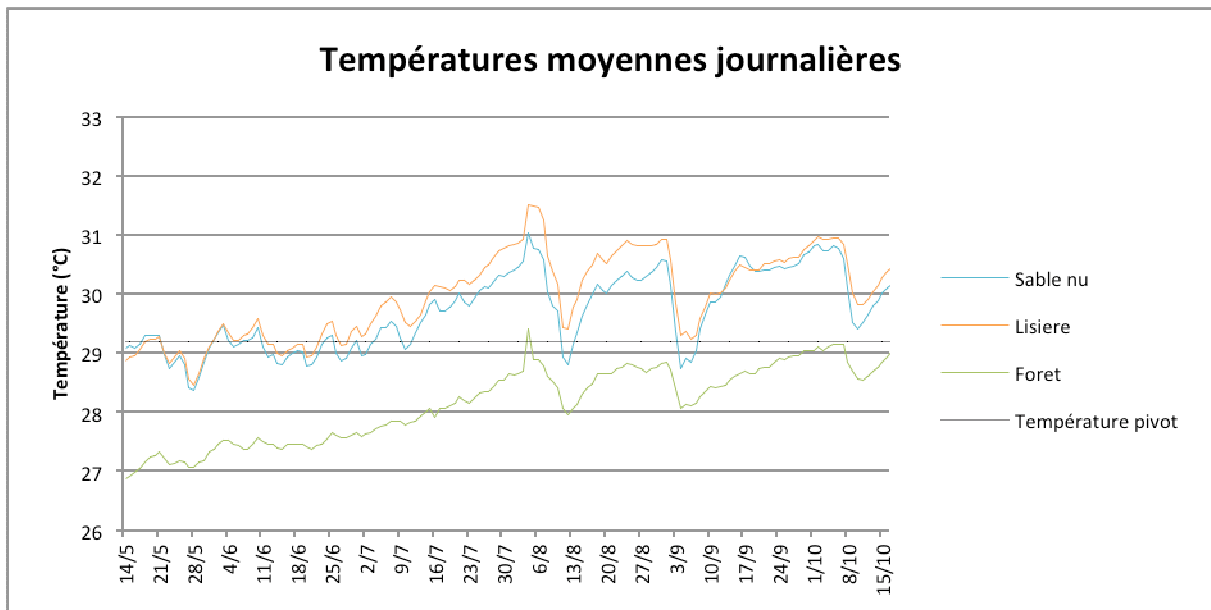


Figure 16 : Courbe des températures moyennes journalières par milieu du 14 mai au 16 octobre 2013
NB : le pic du 4 août correspond au retrait des thermomètres du sable pendant quelques heures

On constate que la température est plus élevée en lisière qu'en sable nu mais l'écart autour de la moyenne est aussi plus important. On observe une augmentation des températures au cours de la saison, plutôt lente jusqu'au 10 juillet puis accélérée jusqu'au 4 août. Puis la température chute brutalement du 4 au 11 août avant une ré-augmentation à partir du 12 août. La valeur correspondant au retrait des thermomètres du sable a été supprimée dans les calculs.

Les tableaux suivants (Tableaux 8 et 9) présentent l'estimation du sex-ratio pour les 90 nids dont la période thermosensible se situe entre le 14 mai et le 16 octobre 2013 dont 35 nids d'*Ei*. et 55 nids de *Cm*

Tableau 8 : Estimation du sex-ratio pour 35 nids d'*Ei* (en nombre de nids)

<i>Ei</i>	Mâles>Femelles	Femelles>Mâles	Equilibré
Sable nu	0	4	0
Lisière	0	21	2
Forêt	8	0	0

Tableau 9 : Estimation du sex-ratio pour 55 nids de *Cm* (en nombre de nids)

<i>Cm</i>	Mâles>Femelles	Femelles>Mâles	Equilibré
Sable nu	2	19	0
Lisière	8	20	1
Forêt	5	0	0

Si l'on résonne les 2 espèces confondues, on a 23 nids ayant produit plus de mâles, 54 ayant produit plus femelles et 3 ayant produit autant de mâles que de femelles. Tous les nids dont la ponte a eu lieu avant le 13 mai et après le 22 septembre produisent majoritairement des mâles alors que

tous les nids dont la ponte a eu lieu entre le 13 mai et le 22 septembre produisent majoritairement des femelles excepté en forêt où il y a exclusivement une production de mâles et pour 3 nids en lisière qui ont produit autant de chaque sexe.

Si l'on distingue les espèces, 71,4% des nids d'imbriquées et 70,9% des nids de vertes produisent majoritairement des femelles. Le sex-ratio à Petite Terre est donc en faveur des femelles. La production des mâles vient de la préférence des tortues imbriquées pour la forêt et de la saison de ponte des tortues vertes qui commence en mars quand les températures sont encore basses.

3. Lien entre les plages et les tortues

Comparaison des activités en fonction des plages

Le tableau 5 indique que certaines plages accueillent plus d'activités de tortues que d'autres. On peut voir sur les cartes (Figure 12 et 13) une concentration des pontes sur le secteur de Trou Canard-Pointe de Sable, c'est en effet le secteur le plus favorable avec 84 pontes sur 78 pour l'ensemble des 2 îlets. Dans l'ensemble, Terre de Haut n'accueille pas beaucoup d'activités de tortues. Cependant il existe une grande variabilité de la longueur de linéaire de chacune des plages. Pour éliminer le biais dû à la taille de la plage, les densités de nids par km de linéaire sont présentées dans le tableau suivant (Tableau 10).

Tableau 10 : Densité des montées et des pontes de tortues par kilomètre de linéaire

Ilet	Plage	Linéaire de côte (m)	Nombre de montées	Densité des montées par km	Nombre de pontes	Densité des pontes par km
Terre de Bas	1-Voute à Cabrit	25,10	46	1833	26	1036
	2-Anse 1	58,60	9	154	0	0
	3-Anse 2	26,20	3	11	1	38
	4-Trou Canard	82,50	40	485	19	230
	5-Trou Canard- Pointe de sable	588,00	168	286	84	143
	6-Côte Nord	2291,50	44	19	24	10
	7-Cocoteraie	330,80	3	9	1	3
Terre de Haut	8-Plages Est	247,60	27	109	10	40
	9-Plage Nord 1	68,60	15	219	8	117
	10-Plage Nord 2	143,50	10	70	5	35
	11-Plage Nord 3	84,70	3	35	0	0
TOTAL		3947,10	368		178	

Si le secteur Trou Canard-Pointe de sable est celui qui accueille le plus d'activités de tortues (près de la moitié des pontes), c'est à Voute à Cabrit que la densité des nids est plus importante avec 1833 activités/km (dont 1036 pontes/km). Les autres sites favorables sont Trou Canard avec 10,7% des pontes et une densité de 485 montées par km (230 pontes/km). La côte Nord accueille un

nombre d'activités assez important (12% des montées) mais qui n'est rien comparé à la taille du linéaire (2291,5 m) pour une densité de 19 activités/km de linéaire. Les plages les plus fréquentées à Terre de Haut sont la plage Nord 1 et les plages Est avec une densité de 219 et 109 montées/km respectivement. L'Anse 1 et la plage Nord 3 n'ont accueilli aucune ponte mais aussi peu de tentatives.

Evolution des pontes au cours des mois par plages

Afin de voir si l'évolution des profils de plages a une influence sur le succès de ponte des femelles, on s'intéresse à leur évolution au cours du temps.

Les figures 17 et 18 présentent le nombre d'activités de tortues par mois et par plage de mars à novembre 2013. On peut raisonner en termes d'activités plutôt que de pontes car même si une montée ne se solde pas par une ponte, la plage a quand même accueilli une tortue.

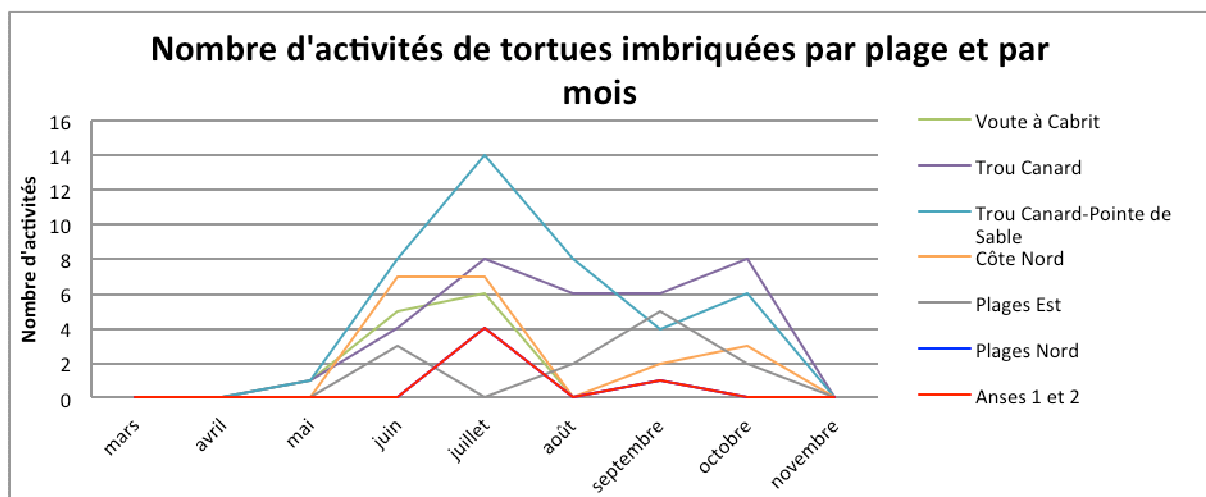


Figure 17 : Nombre d'activités de tortues imbriquées par plage et par mois, NB : 0 activités en mars et en avril

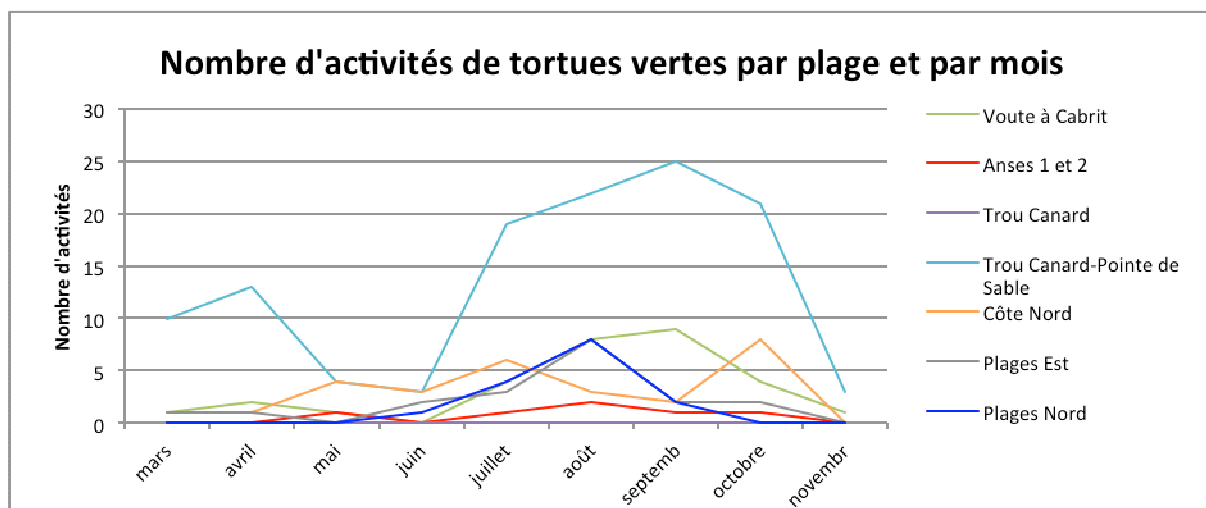


Figure 18 : Nombre d'activités de tortues vertes par plage et par mois

Pour la tortue imbriquée, la saison a commencé au mois de mai, les activités ont augmenté pour atteindre un pic en juillet et ont progressivement diminué jusqu'en octobre. Pour la tortue verte, la saison a commencé dès le mois de mars, le nombre d'activités reste faible jusqu'au mois de

juillet, le pic est atteint aux mois d'août et septembre et les activités diminuent jusqu'au mois de novembre.

Influence de la pente

On cherche à tester si l'évolution des pentes de plages a une influence sur le nombre d'activités de tortues au cours du temps. La figure 19 représente le nombre d'activités de tortues en fonction de la pente de plage.

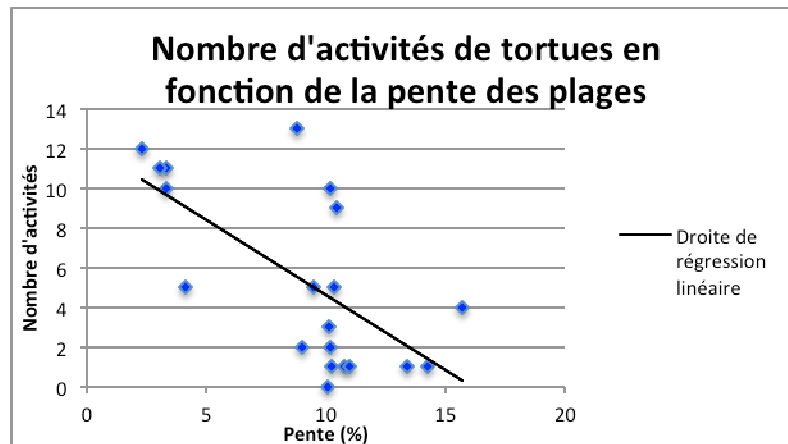


Figure 19 : Graphique du nombre d'activités de tortues en fonction de la pente des plages

On peut voir qu'il existe une relation négative entre la pente de la plage et le nombre d'activités. Le test de corrélation de Pearson indique que la relation est significative ($t=-3,6666$; $df=18$; $P=0,0009$).

Taux de réussite moyens par plages

Les taux de réussites d'émergence moyens par plage sont présentés dans le tableau suivant (Tableau 11).

Tableau 11 : Taux d'émergences moyens par plage

Plage	Taux d'émergence
1-Voute à Cabrit	86,66
3-Anse 2	87,27
4-Trou Canard	93,04
5-Trou Canard-Pointe	83,60
6-Côte Nord	77,44
7-Cocoteraie	83,93
8-Plages Est	90,20
9-Plage Nord 1	84,03
10-Plage Nord 2	96,30

Afin de tester si les taux sont différents en fonction des plages, le test non paramétrique de comparaison des moyennes de Kruskal-Wallis a été réalisé. Le test indique que l'influence de la plage sur les taux de réussites n'est pas significative ($K=8$, $df=8$, $P=0,4335$).

On peut donc supposer que les différences morphologiques n'exercent pas d'influence. Cependant, toutes les plages ne sont pas représentées et les plages 1, 5, 6 et 7 sont proches d'après l'ACM réalisée (Figure 11). De plus, pour l'Anse 2 et la Cocoteraie et les plages Nord de Terre de haut, on a une seule valeur de taux d'émergence.

Discussion

Succès de ponte

Les femelles adultes pondant à Petite Terre ne déposent pas leurs œufs lors de leur première tentative de ponte. Dans 43% des cas, elles retournent à l'eau sans avoir pondu. Dans 48% des cas une montée se traduit par une ponte et parmi ces montées, le nombre d'essais est le plus souvent de 1. Balazs (1980) estime qu'en règle générale, moins de 50% des montées se traduisent par une ponte. Un pourcentage de 59% de tentatives sans pontes a été observé en Polynésie française sur l'atoll de Tetiaroa durant la saison de ponte 2008-2009 (Petit, 2009). Cela laisse supposer que quel que soit l'endroit, il est commun que les tortues effectuent plusieurs montées avant de pondre et que cela n'est pas forcément lié aux perturbations anthropiques lors d'une tentative de ponte, celles-ci étant absentes à Petite Terre. La majorité des pontes est recensée en lisière à une distance moyenne de 7,58 mètres de la mer.

Durant la période étudiée, la réserve a accueilli plus de tortues vertes que de tortues imbriquées mais la différence n'est pas significative. Cela correspond aux résultats des années précédentes, excepté l'année 2011 où l'on a compté plus de tortues imbriquées. Les plages présentent des caractéristiques d'accessibilité, de granulométrie et de profondeur différentes qui n'influencent pas les 2 espèces de la même manière. En effet, il existe une différence interspécifique

significative dans le choix de la plage de ponte. Prenons l'exemple de la plage de Trou Canard qui est très favorable à la ponte des tortues imbriquées mais n'a accueilli aucune activité de tortue verte. Or, la classe d'accessibilité est de 5 (classe maximale). On peut supposer que les tortues vertes choisissent des plages plus faciles d'accès. De plus, c'est difficile à mesurer et quantifier mais il a été constaté que la majorité des montées se font à marée haute sur des secteurs difficiles d'accès.

La profondeur de substrat meuble exerce une influence sur les activités de ponte. Par exemple, l'Anse 1 présente la classe de profondeur « 1 » (<30cm) où aucune tentative (n=9) n'a abouti à une ponte, le creusement du puits ayant été à chaque fois interrompu par la présence de roches. La profondeur moyenne des nids étant de 58cm ± 16,05cm pour la tortue imbriquée et de 61,06 ± 7,97cm pour la tortue verte, on peut dire que des lieux où la profondeur de sable meuble est inférieure à 80 cm ne sont pas favorables à la ponte. La granulométrie ne semble pas avoir d'influence sur le succès de ponte, mais à ce stade la méthode manque de précision, il faudrait analyser la morphologie des plages avec des outils plus adaptés. En effet, il existe une certaine subjectivité dans l'estimation à l'œil nu.

L'îlet de Terre de Haut accueille peu de pontes, même en considérant la densité. Les profils évoluent pourtant peu. Les plages Nord sont protégées par des blocs rocheux très épais et les plages Est par la barrière de corail.

On constate que l'évolution des plages est très rapide entraînant des changements dans le comportement de ponte des adultes. Sur le secteur de Petite Terre, tous les profils de plages sont représentés (au vent, sous le vent, accès plus ou moins difficile, différentes pentes). Globalement, on peut dire que les plages ont raccourci au cours des 6 mois. En effet, certains endroits de la côte Nord ont diminué de moitié et des marches d'érosion difficilement franchissables par des tortues sont apparues. On observe d'ailleurs une diminution du succès de ponte. En effet, le nombre d'activités diminue significativement lorsque la pente augmente. La côte Sud connaît beaucoup moins de variations excepté lors de fortes houles ou la mer s'avance sur la plage.

Les phénomènes climatiques affectent beaucoup le littoral de Petite Terre car les 2 îlets, situés dans l'océan atlantique sont très exposés aux vents qui modifient le paysage. Par exemple le passage de l'onde tropicale Chantal le 9 juillet a complètement « lissé » le littoral. Les fortes houles ont augmenté l'intensité des vagues qui sont arrivées jusqu'à la végétation à certains endroits et qui ont recouvert 6 nids (2 à Voute à Cabrit, 1 à Trou Canard, 1 côte Nord et 2 à Terre de Haut). Les nids en sable nu sont plus vulnérables face aux intempéries que ceux situés plus haut sur la plage, cela concerne 59 nids sur 148 soit 40% des pontes. La période d'incubation n'étant pas achevée à la fin des prospections de terrain, les taux de réussite d'incubation n'ont pas été calculés. Un seul nid aurait pu être déterré mais les repères de triangulation ont aussi été emportés et plus aucune trace d'activité n'était visible, les œufs n'ont malheureusement pas été découverts. Les personnes présentes à la réserve après les prospections de terrain n'ont pas essayé de retrouver les nids. Il serait intéressant d'avoir les résultats des taux de réussite sur ces nids afin de déterminer si les œufs peuvent résister à une inondation même si cela est peu probable (Houghton, 2007) et de comparer les taux de réussite selon l'intensité des intempéries.

L'erreur d'interprétation des traces est estimée à 12,5%. En effet, les œufs n'ont pas été trouvés dans 5 cas sur 40. Si l'on ne tient pas compte des nids emportés par les fortes houles provoquées par l'onde tropicale Chantal, l'erreur est de 7,5%.

Le nombre de tortues fréquentant les plages de Petite Terre est élevé à l'échelle de la Guadeloupe mais le linéaire est grand et ne peut être couvert par une seule personne. Avant que la saison de ponte soit bien entamée, les suivis de nuits n'ont pas été fructueux, il y avait des activités de tortues mais aucune n'a été rencontrée. Le faible nombre de tortues rencontrées en ponte n'a pas permis d'avoir de retours (aucune n'a été vue plus d'une fois). Les retours seraient pourtant riches en apport d'informations. En effet, ils permettraient d'évaluer le nombre d'œufs pondus par un individu en une saison, de déterminer si le nombre d'œufs par ponte diminue au fil de la saison et si le choix du milieu de ponte évolue ou reste toujours le même. Afin d'avoir plus de chance de rencontrer des tortues en ponte, il serait intéressant d'être plusieurs patrouilleurs pour pouvoir couvrir un linéaire plus important.

Succès d'incubation

Les taux de réussite à l'émergence calculés à Petite Terre sont de $92,26 \pm 5,15\%$ pour la tortue imbriquée et de $80,39 \pm 23,56\%$ pour la tortue verte mais si on enlève les valeurs extrêmes (8,74% et 7,55%), on obtient une moyenne de 85,94%. L'écart autour de la moyenne est cependant assez élevé. Le nombre d'œufs pondus est significativement plus important pour la tortue imbriquée ($137,73 \pm 37,91$) que pour la tortue verte ($111,43 \pm 25,43$).

Les taux de réussite mesurés à Petite Terre sont comparables à ceux obtenus à différents endroits de Guadeloupe lors de cette saison 2013 (Marie Galante, Saint-François) mais ces derniers ne concernent que la tortue imbriquée (membres du RTMG, comm. pers.). Ils sont par contre globalement plus élevés que les taux recensés dans la littérature. En effet les taux pour la tortue imbriquée ne dépassent pas les 70% à Cuba (Moncada et al. 1999). A Jumby bay (Antigua), un important site de ponte, les taux étaient de 75% en 1999 (Richardson et al. 1999).

Pour la tortue verte, la moyenne en Polynésie pour 2009 est de 88% (Petit, 2009). En Floride en 1999, un taux de 62% a été réalisé (Antworth et al. 2005). A Tortuguero (Costa Rica), les taux sont de 83% en 1979 (Fowler, 1979), 70,7% ou encore 63% en 2005 (Haro et Troeng, 2006). En mer méditerranée, les taux de réussite moyens vont de 83,8% à 85,3% entre 1992 et 1995 (Broderick & Godley, 1996). Le peu de taux de réussite effectués sur la tortue verte en Guadeloupe vont de 60,87% à 94,81% (membres du RTMG, comm. pers.). En Martinique, un seul taux dont le résultat est de 92,8% a été fait en 2008 (Delcroix et al. 2008). Les taux de réussite pour la tortue verte semblent très variables.

Aucun acte de prédation n'a été directement observé. Le nombre d'œufs prédatés dans les nids est faible ($3,4 \pm 4,08\%$). Il est arrivé de trouver des coquilles d'œufs prédatés probablement par des crabes ou des bernard-l'ermite mais une fois déterrés par une autre tortue (notamment un nid de quelques jours à Voute à Cabrit). Un nid a fait l'objet d'une attaque bactérienne ou fongique (Eckert, comm. pers.), le taux de réussite d'émergence est de 8,74%. D'après Wood et Bjorndal (2000) la moisissure est plus importante près de la mer, le nid attaqué se trouvait pourtant à une

distance de 4,65m de la mer. Un autre nid à Trou Canard a donné un taux de réussite très bas (7,55%), celui-ci comptait 88,68% d'œufs non développés sans présence d'embryon. On peut donc supposer qu'un élément perturbateur est survenu avant l'embryogénèse (2 semaines) (Miller, 1985). Ceci est d'autant plus probable qu'un autre nid situé à 1m de celui-ci pondu 17 jours plus tôt a donné un taux de 99,17%, le plus élevé calculé.

Une compétition pour l'espace a été observée. En effet sur un nid en lisière de forêt, une iguane creusant un terrier a déterré des œufs de tortue qui ont ensuite été consommés par d'autres animaux. Cette information a été confirmée par un vétérinaire (Chloé Rodrigues, comm. pers.) mais reste une supposition car la date ne correspond pas à la période de reproduction des iguanes (les coquilles déterrées ont été vues courant avril alors que les iguanes pondent à partir du mois de juin. Le rat noir *Ratus ratus* peut causer des dégâts sur les nids de tortues (Lorvelec *et al.*, 2004), aucun dégât n'a été observé à Petite Terre.

Une constatation intéressante mais difficilement quantifiable a été faite lors de la réalisation du comptage des coquilles, il a été observé que les œufs non développés sont en haut du nid.

Le nombre de nouveau-nés trouvés morts dans le nid est très faible (0,16) mais on peut supposer qu'il est légèrement biaisé car lorsque des nouveau-nés vivants ont été trouvés dans le puits d'émergence, ils ont été sortis et ont ensuite rejoint la mer plus facilement. Il est presque certain que ceux-ci resteraient prisonniers dans la colonne de sable sans cette intervention.

Les caractéristiques morphologiques n'exercent pas d'influence sur le succès d'incubation des œufs mais ce résultat est à modérer. En effet, toutes les plages ne sont pas représentées et il faut avoir un nombre de données plus élevé pour ce type de comparaison. On peut émettre l'hypothèse que la granulométrie peut exercer une influence en agissant sur les échanges gazeux à l'intérieur du nid.

L'estimation du biais dans le nombre de coquilles comptées n'a pas pu être faite car étant seule à pouvoir manipuler, il n'était pas possible de compter les œufs et effectuer les manipulations en même temps.

Sex ratio

Les températures moyennes du sable en lisière et en sable nu sont très proches. La température moyenne en lisière est plus élevée qu'en sable nu dès le 22 mai. Ceci est étonnant car ce milieu reçoit de l'ombre pendant une partie de la journée et cela ne correspond pas aux observations de Kamel et Mrosovsky (2006) à Marie Galante. Cela peut être dû à une erreur de calibrage des thermomètres. Cependant, la configuration de la pointe de sable où les thermomètres ont été déployés n'est pas la même que celle de la plage de Trois-ilets à Marie Galante. On peut supposer que le thermomètre placé en lisière subit moins de variations de températures au cours d'une journée, la végétation retenant la chaleur.

La température du sable a augmenté tout au long de l'étude avec un pic au début du mois d'août avant une diminution. La température pivot de 29,2°C n'est jamais franchie par le thermomètre placé en forêt (sauf le 04 août qui correspond à la sortie des thermomètres du sable

pour une vérification de leur fonctionnement). Tous les nids en forêt produisent majoritairement des mâles. La température pivot est couramment franchie par les thermomètres placés en sable nu et en lisière. Les nids placés dans ces milieux produisent des mâles jusqu'au 13 mai puis des femelles après cette date puis à nouveau des mâles à partir du 22 septembre. Les estimations jusqu'au 16 octobre (ce qui correspond à des pontes jusqu'au 06 septembre) indiquent une production de femelles à 71,4% pour la tortue imbriquée et 70,9% pour la tortue verte.

Les résultats obtenus ne sont que des estimations à partir de mesures indirectes et laissent supposer que le sex-ratio est en faveur des femelles pour les 2 espèces. Ils ne tiennent pas compte de la chaleur potentielle produite à l'intérieur des nids, on peut donc supposer que la production de femelles est encore plus importante. Le nombre d'œufs dans le nid influence aussi la durée d'incubation car les œufs produisent de la chaleur et la température est donc moins élevée lorsqu'il y a moins d'œufs (Fowler, 1979).

Les températures atmosphériques pour les mois d'avril, mai, juillet et octobre sont dans les normales saisonnières. Par contre, les températures ont été anormalement fraîches en juin et août et légèrement chaudes en septembre. On peut donc estimer que Petite Terre est un site de ponte qui produit majoritairement des femelles dans des années de températures normales. Néanmoins, les seuls nids pondus avant le 6 septembre sont pris en compte dans cette estimation. Après cette date, il y a encore des pontes des 2 espèces et les températures commencent à diminuer. Des mesures de températures jusqu'à la fin de la saison de ponte permettraient de voir s'il y a une production de mâles à partir de cette période.

Le sex-ratio est très proche entre les 2 espèces. La production de mâles chez la tortue imbriquée provient de sa préférence à pondre sous la végétation. Pour la tortue verte, la production de mâles provient du fait que la saison de ponte commence plus tôt lorsque les températures sont encore basses. En effet, les activités recensées ont été exclusivement des tortues vertes jusqu'au 13 mai, date de la première trace de tortue imbriquée et aussi date à partir de laquelle les températures moyennes journalières se situent au dessus de la température pivot.

La production de femelle est assez généralisée chez les tortues autour du globe et pour toutes les espèces (Standora & Spotila, 1986; Godfrey *et al.*, 1996; Godley *et al.*, 2001; Godley *et al.*, 2002; Glen et Mrosovsky, 2004; Palaniappan *et al.*, 2000; Wibbels *et al.*, 1999; Godfrey *et al.*, 1999). En Guadeloupe, une étude de Kamel et Mrosovsky (2006) a montré une production de 100% de femelles en sable nu, 44% en lisière et 8% en forêt sur la plage de Trois Ilets à Marie Galante.

On peut alors se demander quelles peuvent être les conséquences d'un tel déséquilibre sur la dynamique des populations. De plus avec le changement climatique actuel, l'augmentation des températures pourrait avoir une influence sur le sex-ratio d'où la nécessité de préserver la végétation d'arrière plage pour garder une production de mâles.

Le manque de moyens a fait que l'on a déployé seulement 3 thermomètres, il aurait fallu en déployer plus pour avoir une vue plus précise sur les températures du sable. De plus, il aurait fallu tester préalablement si la température du sable ne varie pas entre les plages en déployant les thermomètres à des endroits différents pendant une journée au minimum sur chaque plage.

Perspectives

La présente étude a permis d'avoir un comptage des activités de tortues et un calcul des taux de réussites exhaustifs jusqu'au 18 août 2013. Après cette date, le nombre d'activités a été relevé par les gardes de la réserve, les thermomètres sont restés en enregistrement et un certain nombre de taux de réussite ont été effectués par les agents de la réserve et de la cellule technique de l'ONCFS. Ceci a permis d'avoir des informations jusqu'à la fin de la saison de ponte même si elles sont moins régulières et complètes afin d'avoir une vue plus globale de l'évolution saisonnière du succès de reproduction.

Il serait intéressant de mener cette étude sur plusieurs années consécutives afin de voir s'il y a des variations interannuelles et de comparer les années chaudes et froides ainsi que d'identifier s'il y a des changements dans le succès d'incubation. Il faudrait pour cela déployer plus d'enregistreurs de température pour pouvoir comparer les différentes plages. Afin de pouvoir évaluer les conséquences des événements climatiques sur l'incubation des œufs, les températures du sable lors d'une année cyclonique forte pourraient être mesurées.

De plus, ce ne sont pas les mêmes individus qui viennent pondre tous les ans, pour avoir une idée des taux de réussite et d'émergence des tortues marines de Petite Terre, il faut mener cette étude durant plusieurs années consécutives.

Une étude sur la durée d'incubation des œufs de tortue verte pourrait être entreprise car aujourd'hui elle n'est pas connue précisément. Cela peut être réalisé en comparant les températures du sable à l'intérieur des nids et les durées d'incubation en surveillant les traces d'émergences.

Il serait intéressant d'effectuer l'étude sur le succès d'incubation à l'échelle de la Guadeloupe car les résultats à Petite Terre ne peuvent pas être généralisés. En effet de par son statut de réserve naturelle, les résultats obtenus sont des résultats en conditions optimales. La prédation des nids par les chiens ou les mangoustes, le piétinement des nids ou encore le braconnage sont très présents en Guadeloupe ce qui risque de diminuer le succès d'incubation des nids.

Pour ce faire, on pourra localiser un nid sur 3 aléatoirement. En effet, le nombre de jours de présence sur le terrain ayant été important, le comptage exhaustif des traces, la triangulation et la recherche des œufs de tous les nids a été possible mais cela n'est plus le cas et il ne sera pas possible d'en faire de même par les bénévoles du RTMG. Le biais en comptage traces étant important, l'idéal est de localiser les œufs en suivi de nuit sur les secteurs où cela est possible. Lorsque le nombre de personnes le permet, le nombre d'œufs pendant la ponte peut être compté pour pouvoir le comparer au nombre de coquilles déterrées 2 mois plus tard et ainsi estimer le biais dans la détermination du taux de réussite. Sur des plages fréquentées, il faudra veiller à ce que les repères de triangulation restent en place. Il est possible de choisir une plage par secteur la plus favorable aux pontes car un des objectifs est d'évaluer la qualité à produire des émergentes des sites de ponte les plus importants.

Conclusion

La réalisation de cette étude a permis de mettre en place un premier protocole qui permet d'évaluer le succès de reproduction des tortues marines à Petite Terre en vue de l'adapter à l'ensemble de l'archipel guadeloupéen.

Le statut de réserve naturelle est le plus haut statut de protection d'un espace. La réserve accueille un grand nombre de tortues marines en ponte et en alimentation. Elle est un site de ponte important pour la tortue imbriquée à l'échelle de la Guadeloupe et pour la tortue verte à l'échelle des petites Antilles. Les taux de réussite à l'éclosion et à l'émergence sont élevés sur le site comparé à ceux recensés dans la littérature, surtout pour la tortue imbriquée. Le sex-ratio produit à Petite Terre est en faveur des femelles comme c'est le cas pour toutes les études menées sur les sex-ratios dans les Caraïbes et en Amérique du Sud.

Les caractéristiques morphologiques des plages de pontes n'ont pas d'influence significative sur le succès de reproduction, cependant la profondeur de substrat meuble peut induire un échec de ponte si elle n'est pas assez importante et les activités de tortues diminuent lorsque la pente des plages augmente.

Plusieurs différences entre les 2 espèces rencontrées ont été mises en évidence :

- il existe une différence dans le choix de la plage de ponte, en effet il semblerait que la tortue verte soit plus dérangée par un accès direct à la plage difficile que la tortue imbriquée
- la tortue imbriquée pond plus d'œufs que la tortue verte

Les enjeux pour les prochaines années sont de maintenir la protection du site et de préserver la végétation sur les autres sites.

Bibliographie

Publications scientifiques et ouvrages

- Ackerman R.A., 1997. The Nest Environment and the Embryonic Development. In: Lutz, P. & J. Musick. *The Biology of Sea Turtles*. 1: 83-106.
- Antworth R.L., Pikea D.A., Stinera J.C., 2006. Nesting ecology, current status, and conservation of sea turtles on an uninhabited beach in Florida, USA. *Biological Conservation*, 130 : 10-15.
- Balazs G.H., 1980. Synopsis of biological data on the green turtle in the hawaiian nds. *NOAA Technical Memorandum NMFS*.
- Bass, A.L. (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 Conservation and Biology* 3(2):195-199.
- Bella B.A., Spotila J.R., Paladino F.V., Reina R.D., 2003. Low reproductive success of leatherback turtles, *Dermochelys coriacea*, is due to high embryonic mortality. *Biological Conservation* 115:131-138
- Bowen B.W., Nelson W. S., Avise J. C., 1993. A molecular phylogeny for marine turtles : trait mapping, rate assessment, and conservation relevance. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 90, 5574.
- Bowen B.W. & Karl S. A., 1996. Population genetics, phylogeography and molecular evolution. *The Biology of Sea Turtles*, pp. 29-50. Ed : Lutz, P. L. & Musick, J. A.. *CRC Press*. 432p.
- Broderick A.C. & Godley B.J., 1996. Population and nesting ecology of the green turtle, *Chelonia mydas*, and the loggerhead turtle, *Caretta caretta*, in northern Cyprus, eastern mediterranean. PhD thesis, University of Glasgow, UK, 206pp.
- Delcroix E., Cayol C., Dubief L., Maillard J.F., 2008. Découverte d'un nid de tortue verte, *Chelonia mydas*, en Martinique. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 125 : 69-81.
- Delcroix E., GuiouGou F., Bédel S., Santelli G., Goyeau S., 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 C., 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. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 139-140 : 21-35
- Dossa S.J., Laleye A. P., Mensah G. A., 2007. Valorisation de l'incubation artificielle comme outil de conservation des tortues marines sur la côte béninoise. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin n°58*
- Emery K.O., 1961. A simple method of measuring beach profiles: *Limnology and Oceanography*, v. 6, p. 90-93.
- Fowler, 1979. Hatching success and nest predation in the green sea turtle, *Chelonia mydas*, at

Tortuguero, Costa Rica. *Ecology*, Vol. 60, No. 5. pp. 946-955.

Girondot M., 2010. Estimating density of animals during migratory waves: application to marine turtles at nesting site. *Endang. Species Res.*, 12: 85-105.

Godfrey M.H., Barreto R., Mrosovsky N., 1996. Estimating past and present sex ratios of sea turtles in Suriname. *Can J Zool* 74:267–277

Godfrey M.H., D’Amato A.F., Marcovaldi M.A., Mrosovsky N., 1999. Pivotal temperature and predicted sex ratios for hatchling hawksbill turtles from Brazil. *Canadian Journal of Zoology* 77:1465–1473.

Godley B. J., Broderick A.C., Mrosovsky N., 2001. Estimating hatchling sex ratios of loggerhead turtles in Cyprus from incubation durations. *Marine Ecological Progress Series* 210 : 195–201.

Godley B.J., Broderick A.C., Glen F., Hays G., 2002. Temperature-dependent sex determination of Ascension Island green turtles. *Marine Ecology Progress Series*, Vol. 226 : 115-124.

Glen F., Mrosovsky N., 2004. Antigua revisited : the impact of climate change on sand and nest temperatures at a hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) nesting beach. *Global change biology*, Vol 10, p.2036-2045.

Guirlet E., 2005. Ecotoxicologie et écologie de la réussite d’incubation chez la tortue luth, *Dermochelys coriacea*, en Guyane française, *Institut national agronomique Paris-Grignon, Rapport de stage* 45p.

Haro A. & Troeng S., 2006. Report on the 2005 green turtle program at Tortuguero, Costa Rica. *Caribbean Conservation Corporation*. 49P.

Houghton J.D.R., 2007. Protracted rainfall decreases temperature within leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*) clutches in Grenada, West Indies: Ecological implications for a species. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*

Houmeau V., 2007. Influence du facteur alimentaire sur l’abondance des tortues imbriquées (*Eretmochelys imbricata*) dans l’archipel guadeloupéen. *Master 2, Sciences et technologies, Biodiversité tropicale, spécialité écosystèmes naturels et exploités. Université Antilles Guyane et université Paris Sud*, 11. 39 p. + annexes.

Janzen F.J. & Paukstis G.L., 1991. Environmental sex determination in reptiles: ecology, evolution, and experimental design. *Q. Rev. Biol.* 66:149-179.

Kamel S. & Mrosovsky N., 2006. Deforestation: risk of sex ratio distortion in Hawksbill sea Turtles. *Ecological Applications* 16:923–931.

Kamel S. & Delcroix E., 2009. Nesting ecology of the hawksbill turtle, *Eretmochelys imbricata*, in Guadeloupe, French West Indies from 2000-07. *J. Herpetol.*, 43: 367–376.

Kaska Y., Downie R., Tippet R., Furness R.W., 1998. Natural temperature regimes for loggerhead and green turtle nests in the eastern Mediterranean. *Canadian Journal of Zoology* 76:723–729.

Kermarrec J., 1976. Le statut des tortues dans les Antilles françaises, une révision urgente. *Nouv. Agr.*

Ant. Guy., 2(2): 99-108.

Lanyon J., Limpus C. J., Marsh H., 1989. Dans : *Biology of Seagrasses*, Larkum, A. W. D., Mc Comb, A. J. & Sheperd, S. A., Eds Elsevier, New York, 610.

Lorvelec O., Delloue X., Pascal M., Mège S., 2004. Impact des mammifères allochtones sur quelques espèces autochtones de l'îlet Fajou (Réserve Naturelle du grand cul-de-sac marin, Guadeloupe), établis à l'issue d'une tentative d'éradication. *Rév. Ecol. (Terre Vie)*, Vol.59, 2004.

McIntosh I., Goodman K., Parrish-Ballentine A., 2003. Tagging and nesting research on hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) at Jumby Bay, Long Island, Antigua, West Indies. *Annual Report. Wider Caribbean Sea Turtle Network, University of Georgia, Athens, Georgia, USA*.

Merchant Larios H., 1999. Determining hatchling sex. In K. L. Eckert, K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois, and M. Donnelly (eds.). *Research and management techniques for the conservation of sea turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication 4*.

Miller J.D., 1985. Embryology of marine turtles. In C. Gans, F. Billett, and P. F. A. Maderson (eds.). *Biology of the Reptilia*, vol. 14A, 269–328.

Miller J.D., 1999. Determining clutch size and hatching success. In K. L. Eckert, K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois, and M. Donnelly (eds.). *Research and management techniques for the conservation of sea turtles*, 124–129. *IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication 4*.

Miller J.D., Limpus C.J., Godfrey M.H., 2003. Nest site selection, oviposition, eggs, development, hatching, and emergence of loggerhead turtles. In: Bolten, A., Witherington, B. (Eds.), *Biology and Conservation of Loggerhead Sea Turtles. University of Washington Press*, pp. 125–143.

Moncada F., Carrillo E., Saenz A., Nodase G. 1999. Reproduction and Nesting of the Hawksbill Turtle, *Eretmochelys imbricata*, in the Cuban Archipelago *Chelonian Conservation and Biology*, 3(2):257–263.

Mrosovsky N. & Yntema C.L., 1980. Temperature dependence of sexual differentiation in sea turtles : implications for conservation practices. *Biological Conservation*, 18, 271-80.

Mrosovsky N., Bass A., Corliss L.S., Richardson J.I., Richardson T.H., 1992. Pivotal and beach temperatures for hawksbill turtles nesting in Antigua. *Canadian Journal of Zoology* 70:1920–1925.

Mrosovsky N., 1994. Sex ratios of sea turtles. *Journal of Experimental Zoology*, 270:16–27.

Packard M. J. & DeMarco V.G., 1991. Eggshell structure and formation in eggs of oviparous reptiles. In D. C. Deeming and M. W. J. Ferguson (eds.). *Egg incubation: Its effects on embryonic development in birds and reptiles*, 53–69. *Cambridge, U.K.: Cambridge University Press*.

Palaniappan P., Chan E.H., Liew L.C., 2000. Spatial and temporal changes in sex ratios of green turtle (*Chelonia mydas*) hatchlings in Pulauredang, Malaysia. In: Kalb H, Wibbels T (eds) *Proc 19th Ann Symp Sea Turtle Conserv Biol*. NOAA Tech Memo, NMFS-SEFSC-443, p 233–235.

Petit M., Rapport final relatif au suivi des sites de ponte de tortues sur l'atoll de Tetiaroa. *Association Te mana o te moana*, 55p.

Pritchard P.C.H. & Mortimer J.A., 1999. Taxonomy, external morphology, and species identification. *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle*

Specialist Group Publication No. 4.

Richardson J.I., 1999. Priorities for studies of reproduction and nest biology. In K. L. Eckert, K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois, and M. Donnelly (eds.). Research and management techniques for the conservation of sea turtles. IUCN/SSC *Marine Turtle Specialist Group Publication 4*.

Richardson J.I., Bell R., Richardson T.H., 1999. Population ecology and demographic implications drawn from an 11-Year study of nesting hawksbill turtles, *Eretmochelys imbricata*, at Jumby Bay, Long Island, Antigua, West Indie. *Chelon. Conserv. Biol.* 3, 244–250.

Standora J.R. & Spotila E.A., 1986. Sex determination in the desert tortoise: conservative management strategy is needed. *Herpetologica*, 42 (1), 67-72.

Tertre R.P. 1667-1671, Histoire générale des Antilles habitées par les français. Paris, Eds. *Horizons*, 2 vols.

Verhage B. & Moundjim E.B. 2005, Three years of marine turtle monitoring in the Gamba Complex of Protected Areas 2002-2005. *WWF report*. 60 pp.

Wibbels T., Hillis-Star Z.M., Phillips B., 1999. Female biased sex ratios of hatchlings hawksbill sea turtles from a Caribbean nesting beach. *J Herpetol* 33:142–144.

Wood D.W. & Bjorndal K.A., 2000. Relation of Temperature, Moisture, Salinity, and Slope to Nest Site Selection in Loggerhead Sea Turtles.

Rapports et revues

Chevalier J., 2005. Plan de restauration des tortues marines des Antilles françaises.

ONF, Association ti-tè, 2012. Plan de gestion 2012-2016 de la Réserve Naturelle des Ilets de Petite Terre.

ONF, Association ti-tè, 2013. Rapport d'activités 2012 de la Réserve Naturelle des Ilets de Petite Terre.

SWOT report, 2007-2008. Where the Hawksbills are. Vol.3.

SWOT report, 2010-2011. The most valuable reptile in the world, the green turtle. Vol.6.

Sites internet

IUCN 2013. IUCN Red List of Threaten Species. Version 2013.1 <<http://www.iucnredlist.org/search>>. Consulté le 01/09/13

Météo Guadeloupe 2013. <http://www.meteo.gp/Climat/index.php?page=../Include/bcm_arc&lieu=guad>. Consulté le 11/12.

Liste des sigles et acronymes

CITES : Convention on International Trade in Endangered Species of wild flora and fauna (Convention sur le commerce international des espèces menacées d'extinction)

DEAL : Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

Ex-DIREN : Direction Régionale de l'Environnement

GTMF : Groupe Tortues Marines France

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

ONEMA : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques

ONF : Office National des Forêts

RTMG : Réseau Tortues Marines de Guadeloupe

SWOT : The State of the World's Sea Turtles

TSP : ThermoSensitive Period (Période Thermosensible)

WideCaST : Wider Caribbean Sea Turtle

Liste des Annexes

Annexe 1 : Convention de partenariat entre l'ONCFS et l'Association Ti-tè

Annexe 2 : Clé de détermination des 6 espèces de tortues marines de l'Atlantique

Annexe 3 : Fiche de protocole de comptage des traces

Annexe 4 : Fiche de protocole du suivi de nuit

Annexe 5 : Fiche de protocole du taux réussite

Annexe 6 : Bilan du stage

Annexe 1 – Convention de partenariat entre l'ONCFS et l'Association Ti-tè



CONVENTION DE PARTENARIAT :

Etude du succès de reproduction des tortues marines sur le littoral de la réserve naturelle des îlets de Petite Terre – 2013

Dossier suivi par : Marion Diard / Eric Delcroix
Mél : marion.diard@onf.fr / eric.delcroix@oncfs.gouv.fr

Entre : L'Office National de la chasse et de la Faune Sauvage, 85 bis avenue de Wagram, 75017 Paris, représenté par son Directeur Général, Jean-Pierre POLY

d'une part,

et : L'Association de gestion des espaces naturels de la Désirade, « Titè », Capitainerie, 97127 La Désirade / n° Siret : 441 679 545 00026, représentée par son président, Raoul LEBRAVE

d'autre part

Partenariat : Impliqués dans la gestion de la réserve naturelle nationale, l'Office National des Forêts et le conservatoire du littoral sont partenaires de cette étude.

IL A ETE CONVENU CE QUI SUIT :

Article 1 : OBJET DE LA CONVENTION

La présente convention a pour objet la mise en œuvre d'une d'étude visant l'amélioration des connaissances sur le succès de reproduction des tortues marines sur la réserve naturelle des îlets de Petite Terre.

Cette étude répondre aux objectifs du plan de gestion de la réserve naturelle nationale de Petite Terre, du plan national de restauration des tortues marines (objectifs C.1.1.2 et D.3.2.2) et du contrat d'objectif de l'ONCFS 2012-2014 (objectif 1).

ASSOCIATION Titè
Capitainerie de la Désirade
97127 DESIRADE
Téléphone :
05 90 21 29 93



Office National de la Chasse
et de la Faune Sauvage:
05 90 99 23 52



Conservatoire
du littoral

Article 2 : CONTENU DE L'ETUDE

L'étude comporte :

- La définition d'un protocole d'étude scientifique (récoltes des données sur milieu, profil de plage, substrat, végétation...)
- La réalisation des comptages traces sur les 2 îlets de la réserve naturelle (de mars à septembre)
- La participation aux suivis de nuit en soutien au personnel de la réserve naturelle
- Le repérage des nids
- Le suivi du développement des nids et le calcul des taux de réussite à l'éclosion ou à l'émergence si possible.

Article 3 : DELAIS D'EXECUTION

La présente convention est prévue pour une durée de **10 mois**, soit du 1^{er} mars 2013 au 30 décembre 2013. Elle comprend la période d'étude et de terrain (1^{er} mars - 1^{er} septembre) auquel s'ajoute la rédaction du rapport de stage, la saisie des données et la restitution des travaux.

(30 décembre 2013).

Article 4 : ENGAGEMENT

L'ONCFS s'engage:

- à mettre à disposition l'étudiante de Master 2 Gestion de la Biodiversité à l'université de Paul Sabatier : Armelle Masson
- à prendre en charge financièrement la gratification mensuelle de la stagiaire (soit 436,05€)
- à co-encadrer scientifiquement l'étude de l'étudiante (définition des protocoles et encadrement des manipulations sur le terrain)
- à s'impliquer via l'étudiante avec l'ensemble de l'équipe de la réserve naturelle dans le suivi régulier des pontes de tortues marines (protocole de comptage traces et suivis de nuit)
- à remettre un exemplaire du rapport de stage aux gestionnaires de la réserve naturelle (Titè et ONF).
- à remettre l'ensemble des données récoltées (au format convenu) aux gestionnaires de la réserve naturelle (Titè et ONF);
- à produire deux articles de vulgarisation illustrés (2 pages max) pour le site web de la réserve et le site web du Réseau Tortues Marines Guadeloupe (1^{er} présentation de l'étude : mi-avril et 2^{ème} présentation des résultats fin aout),
- à remettre une synthèse illustrée de l'étude (5 pages max) aux gestionnaires de la réserve naturelle de la Désirade (Titè et ONF) (novembre 2013)
- à fournir le matériel de terrain nécessaire à la réalisation de l'étude
- à remettre des photos prises dans la réserve naturelle dans le cadre de l'étude (sous réserve de conservation du copyright de l'auteur) aux gestionnaires de la réserve naturelle (Titè et ONF).
- à transmettre les données complémentaires relatives aux tortues marines (échouage, détresse...) aux gestionnaires de la réserve naturelle (Titè et ONF).

L'association Titè s'engage :

- à accueillir l'ONCFS dans les meilleures conditions possibles pour les missions de terrain sur Petite Terre à savoir l'acheminement jusqu'au site et l'hébergement sur place (repas non pris en charge). L'étudiante sera intégrée dans le planning de surveillance un mois à l'avance à raison de 18 jours en moyenne sur le site. L'association s'engage à informer en amont l'ONCFS du planning de surveillance établi sur la réserve naturelle des îlets de Petite Terre.
- à co-encadrer l'étude
- à encadrer la logistique sur place
- à fournir les informations nécessaires et disponibles permettant une bonne réalisation de l'étude (cartes, contacts...)
- à faciliter l'intégration de l'étudiante dans l'équipe et le planning de travail.

Des événements peuvent modifier les conditions de la convention (météorologie, aléas exceptionnels, manque de moyens humains, matériels). Les deux parties se tiennent informées afin de trouver des solutions alternatives.

Article 5 : LITIGES

Si une contestation ou un différend survient entre les participants, ces derniers restent responsables de ce différend et doivent tenter de régler ce litige à l'amiable.

Article 6 : UTILISATION DES RESULTATS

Toutes les données collectées dans le cadre de cette étude (images, comptages...) seront exploitées dans le cadre de l'engagement que l'ONCFS et l'association Titè ont avec leurs partenaires institutionnels à des fins scientifiques et notamment la DEAL. (Plan de gestion et Plan National de restauration). A ce titre, aucune donnée transmise ne peut être communiquée à des tiers ou valorisée sans accord préalable par les deux parties.

- L'association Titè s'engage à citer l'ONCFS et les partenaires nominativement et explicitement (visuellement par les logos) dans toute publication (site internet, rapports, articles de communication...) lorsqu'elle utilise les données recueillies par l'ONCFS à compter de la signature de la convention.
- L'ONCFS s'engage à citer nominativement et explicitement (visuellement par les logos) dans toute publication (site internet, rapports, articles de communication...) l'association Titè et ses partenaires lorsqu'elle utilise les données recueillies lors de ces missions de terrain à compter de la signature de la convention. Ainsi que les éventuels bénévoles Titè pour les actions auxquelles ils ont participées.

Article 7 : AVENANTS

En cas de besoins reconnus pour l'étude, il sera rédigé un avenant signé par les deux parties.

Article 8 : RESILIATION

L'une ou l'autre des parties se réserve le droit d'annuler à tout moment la présente convention, en motivant ses souhaits d'annulation par envoi d'un simple courrier au responsable.

Article 9 : ENREGISTREMENT

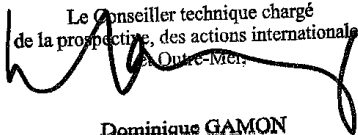
La présente convention est rédigée en 2 exemplaires originaux destinés à chacune des parties et est dispensée de timbre et d'enregistrement.

Fait aux Abymes, le 02 janvier 2013

Pour l'Association Titè
Le président Raoul LEBRAVE


RESERVE NATURELLE DES ILETS DE PETITE-TERRE
ASSOCIATION DE GESTION
CAPITAINE DE LA DESIRADE
97127 LA DESIRADE
Tel : 0698 20 33 90 - fax : 0690 20 33 91
Siret : 441 679 543 00026

Pour l'ONCFS
Le directeur Général Jean Pierre POLY et P.O

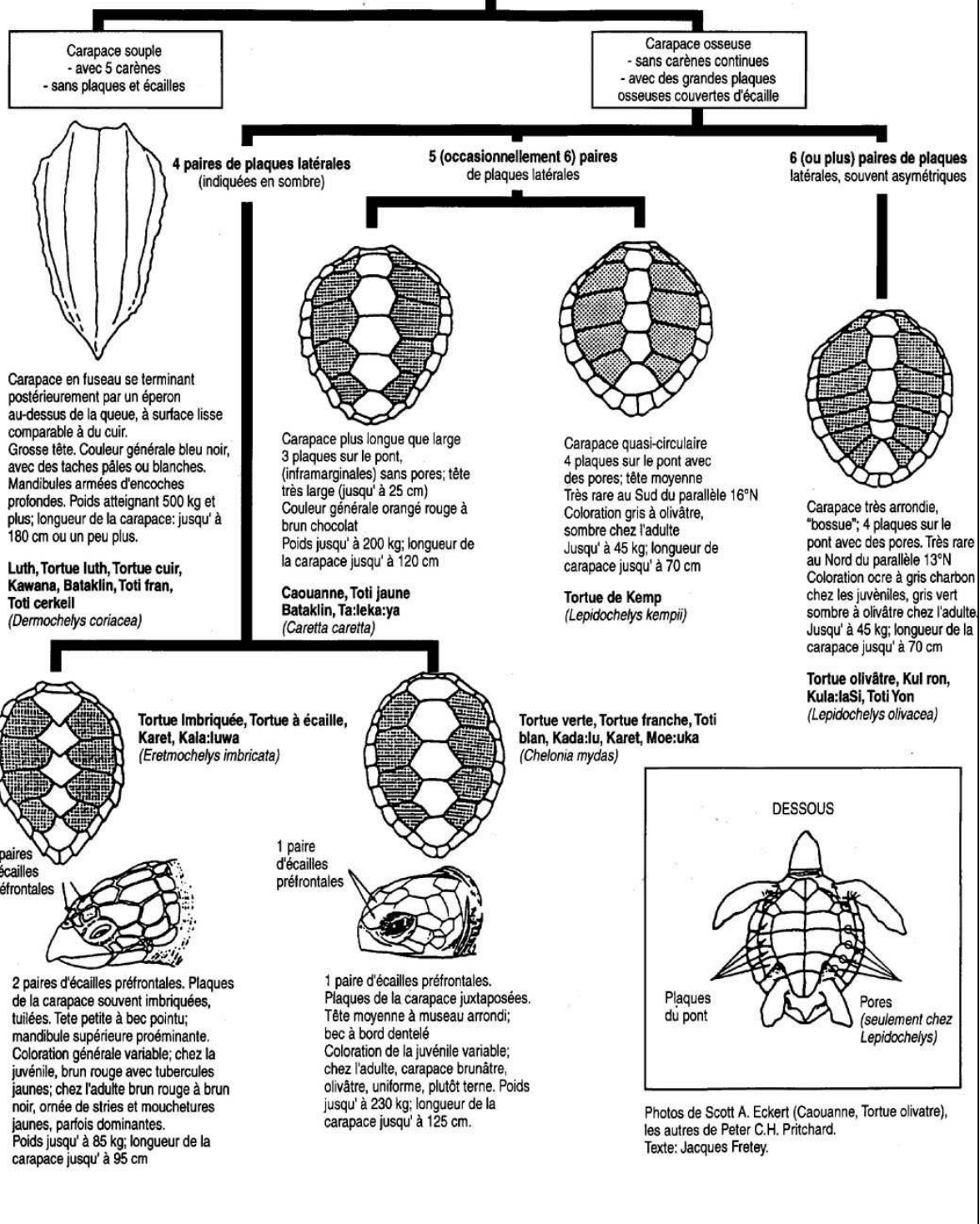

Le Conseiller technique chargé
de la prospective, des actions internationales
de la Outre-Mer.
Dominique GAMON

Annexe 2 – Clé de détermination des 6 espèces de tortues marines de l'Atlantique

clefdet

Tortues marines de l'Atlantique

CLÉ DE DÉTERMINATION



Annexe 3 – Fiche de Protocole de comptage traces



Le comptage traces : Méthodologie

Période :

Les périodes de prospection dépendent de l'espèce recherchée.

Tortue imbriquée : La période de nidification s'étale entre début juin et fin septembre

Tortue verte : La période de nidification s'étale entre avril et octobre

Tortue luth : La période de nidification s'étale entre début mars et fin juillet

Fréquence :

Le comptage traces peut compléter le suivi de nuit s'il s'arrête avant le lever du jour et ce fait tous les matins

Le comptage traces peut être fait 1 à 2 fois par semaine (selon la vitesse de disparition des traces sur le site) si le protocole sur la plage est un suivi par traces.

Méthodologie :

Faire un aller sur le site et noter le nombre de traces de montée de tortue et d'aires de ponte supposées (une tortue peut parfois monter et descendre sans essayer de pondre).

Avec l'habitude, il est possible d'affiner les données en mentionnant pour chaque montée, s'il y a eu :

- Ponte : si on est sûr à 100% qu'il y a eu ponte (observation directe)
- Ponte ? : si on pense qu'il y a eu ponte
- ? : si on ne sait pas s'il y a eu ponte ou non
- Pas ponte ? : si l'on pense qu'il n'y a pas eu ponte
- Pas ponte : si on est sûr à 100% qu'il n'y a pas eu ponte (observation, trace en U (Aller/retour) sans essai...)

Les traces peuvent être effacées et les aires de ponte peuvent être matérialisées et repérées par différents moyens :

- avec un petit panneau référant le numéro de la ponte et de la date (les pontes sont numérotées par ordre chronologique)
- par triangulation. Le repérage du nid doit être discret sur les sites fréquentés.
- par les panonceaux sur la plage
- par la mesure de la distance à l'aide d'un topofil.

Annexe 4 – Fiche de protocole de suivi de nuit



Méthodologie Patrouille de nuit

Période :

Les périodes de prospection dépendent de l'espèce recherchée.

Tortue imbriquée : La période de nidification s'étale entre début juin et fin septembre

Tortue verte : La période de nidification s'étale entre avril et octobre

Tortue luth : La période de nidification s'étale entre début mars et fin juillet

Heure :

Les pontes de tortue ont lieu généralement la nuit. Il est donc conseillé de commencer la patrouille à 20h jusqu'à 6h au plus tard.

Méthodologie :

Faire des allers/retours sur le site de ponte à l'aide d'une lampe de faible intensité et repérer les traces ou indices d'une montée de tortue. Il est nécessaire de passer au plus tard à une heure d'intervalle au même point (temps minimum pour une tortue de monter, pondre et repartir à la mer).

Sur des sites courts (10 et 15 min par aller), il est préférable de faire une pause afin d'éviter des passages trop fréquents sur la plage avec les lampes.

Sur des sites longs (> à 30 min par aller) ou sur des sites où il y a une grande activité de ponte, il est préférable de faire deux patrouilles qui partent chacune à un bout du site et qui se croisent.

Lorsqu'une trace de tortue est repérée :

1 - Eteindre la lampe.

Remarque : Une tortue en dehors de la phase de ponte est sensible au dérangement. Il est préférable de se tenir à une distance respectable (10 à 15m) lorsqu'elle creuse son nid et d'éviter de faire du bruit ou d'éclairer

2 – Une personne va écouter où en est la tortue (se déplace, balaye, creuse, pond). Avec l'habitude il est possible de la déterminer au bruit ce que fait la tortue. Si ce n'est pas possible d'utiliser l'ouïe pour savoir où en est la tortue, on peut aller observer si elle bouge ou non, sans trop s'approcher et en tamisant la lampe avec la main.

3 - Si au bout de deux minutes il n'y a toujours aucun bruit, c'est que la tortue pond ou va pondre. Une personne à l'aide d'une lampe tamisée par sa main va voir si la tortue a déjà commencé à déposer ses premiers œufs. Pour ce faire, il suffit de regarder à l'arrière et d'observer dans le nid. Si la tortue empêche, de part sa position, de voir son nid, il suffit de dégager un peu de sable à l'arrière de la tortue pour y avoir accès. Si elle n'a pas encore pondu, il suffit d'attendre quelques minutes à distance respectable et sans lumière.

4 – Une fois que la tortue a commencé à pondre, les lampes peuvent être rallumées (en évitant d'éclairer la tête). C'est à ce moment précis que l'on dérangera le moins la tortue. Il est alors possible d'intervenir pour la bague ou lire la bague, la mesurer, faire un prélèvement de peau et localiser le nid. (*L'annexe 1 explicite toute la démarche pour ses manipulations*).

5 – Une fois les manipulations faites (10 min maximum) éteindre les lumières et s'éloigner, afin que la tortue puisse reboucher et camoufler son nid sans être dérangée.

Que noter ?

3 possibilités :

La tortue est sur la plage et n'a pas encore pondu : suivre les instructions précédentes et attendre qu'elle ponde pour faire les manipulations et remplir la fiche d'observation.

La tortue est sur la plage et a déjà pondu : Ne pas déranger la tortue. Noter :

- 1 - L'heure d'observation de la trace et préciser que la tortue a déjà pondu
- 2 - L'espèce
- 3 - Le numéro de bague si la tortue est déjà baguée (ne pas trop insister si la tortue daigne à se laisser faire). Ne pas tenter de la baguer (La tortue reviendra dans quelques jours).
- 4 - Distance du nid (ou description)
- 5 - Milieu

La tortue est déjà repartie à la mer : Noter

- 1 - L'heure d'observation de la trace et préciser que la tortue est déjà partie
- 2 - L'espèce
- 3 - Dans la rubrique heure de ponte, noter :
 - pas ponte (trace en U, Aller/Retour)
 - pas ponte ?
 - ?
 - ponte ?
 - ponte

4 - S'il y a eu ponte noter la distance (ou description) et le milieu

Annexe 5 – Fiche de protocole de taux de réussite



Calcul du taux de réussite à l'éclosion : Méthodologie

Le taux de réussite peut être fait sur les nids repérés au préalable par triangulation lors de la ponte de la tortue ou lors de l'observation directe de l'émergence. Le calcul du taux se fait après l'éclosion soit 60 jours après la ponte. Il est préférable de le faire après le 70^{ème} jour, car dans certaines conditions le temps de développement des œufs dans le nid peut être plus allongé (zone ombragée, temps peu chaud ou ensoleillé).

1 – Localiser les trois repères matérialisés par un bout de ficelle

2 – Faire trois arcs de cercle (centre = ficelle ; rayon = distance mesurée deux mois auparavant)

3 – Creuser à l'intersection des trois arcs de cercle

4 – Extraire l'ensemble des coquilles d'œufs + nouveau-nés morts (vérifier bien qu'ils n'en restent plus en raclant les bords du nid).

5 – Classer les coquilles d'œufs en 5 tas distincts :

- Les coquilles entières lisses et sèches à l'intérieur (œufs éclos)
- Les coquilles cassées lisses et sèches à l'intérieur (coquilles d'œufs éclos)
- Les coquilles ouvertes avec des résidus de tortues à l'intérieur (œufs prédatés avant l'éclosion)
- Les œufs non éclos de taille normale
- Les œufs non éclos de petite taille (œufs infertiles)

6 - Compter les œufs ou coquilles de chaque tas. Pour les coquilles cassées, prendre plusieurs morceaux pour reconstituer une coquille entière, compter le nombre de coquilles reconstituées et ajouter ce nombre à celui des œufs éclos.

7 – Calculer le taux de réussite selon la formule :

$$\text{TAUX de REUSSITE} = \frac{(\text{Nombre d'œufs éclos})}{(\text{Total œufs})}$$

Nombre d'œufs éclos = nombre de coquilles entières lisses et sèches à l'intérieur + nombre de coquilles reconstituées à partir des morceaux de coquilles lisses et sèches à l'intérieur.

Total œufs = Nombre d'œufs éclos + nombre d'œufs non éclos + nombre d'œufs prédatés avant éclosion. Les œufs infertiles ne sont pas pris en compte.

8 – Ouvrir les œufs non éclos pour décrire le stade de développement de l'embryon et compter le nombre d'œufs dans chaque catégorie :

- Stade « non développé » : sans embryon développé
- Stade « jeune embryon » : embryon non coloré
- Stade « vieil embryon » : embryon entièrement formé

Annexe 6 – Bilan du stage

Calendrier de présence à Petite Terre :

Mars						
L	M	M	J	V	S	D
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

Juin						
L	M	M	J	V	S	D
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

Avril						
L	M	M	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

Juillet						
L	M	M	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Mai						
L	M	M	J	V	S	D
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

Août						
L	M	M	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Déroulement du stage

Lors de la 1^{ère} session de terrain, j'ai été accompagnée de mon maître de stage, nous avons repéré le terrain et testé la méthode de mesure des pentes. Celles-ci ont été faites une fois par mois ensuite.

Lors de chaque mission de terrain, un comptage traces a été réalisé par jour ainsi qu'un suivi de nuit par jour à partir du mois de mai.

Le temps entre 2 sessions de terrain a été consacré à la bibliographie, la cartographie, la saisie et l'analyse des données.

Mon maître de stage a établi une convention de partenariat avec l'association ti-té pour la réalisation de l'étude. Il a m'a mis en contact avec des personnes du widecast quand j'avais une observation particulière, notamment le Dr Karen Eckert.

Dans les locaux de l'ONCFS, il m'a donné accès à toute la documentation et aux outils informatiques.

Difficultés rencontrées

Une mission de terrain a été annulée au cours de mon séjour et 2 ont été écourtées. Une période d'absence de plus de 4 jours a entraîné quelques difficultés pour l'interprétation des traces notamment. Si en plus il a plu, cela rend la lecture difficile. Les gardes ont aussi pour mission de réaliser 6 comptages trace par mois et 20 suivis de nuit pendant la saison. Il a été difficile dans certains cas de retrouver les activités qu'ils ont notées et même parfois impossible. Ces activités ont été prises en compte dans les calculs mais avec une réserve toutefois.

Je n'ai pas bénéficié d'aide sur le terrain. Des bénévoles étaient prévus aux mois de juillet et août pour couvrir plus de linéaire de plage mais ça n'a jamais été le cas.

En plus du stage...

A plusieurs reprises, j'ai fait des animations « tortues » lorsque j'étais sur le terrain pour des occasions spéciales comme le weekend de Pentecôte ou un arrêté préfectoral autorise le bivouac à Petite Terre.

Nous avons accueilli pendant 3 jours une classe de 6^{ème} du collège de Gourdeliane, par petits groupes, ils ont participé à 5 ateliers : tortues, iguanes, cétacés, flore et milieu marin. J'ai animé l'atelier « tortues ».



Animation de Pentecôte