



**Analyse de la prédation
de la petite mangouste indienne
Urva auropunctata
sur les pontes de tortues marines**

Cas du littoral de Port-Louis – Guadeloupe

**Sujet proposé par Antoine CHABROLLE, Coordinateur du Plan de
Restauration des Tortues Marines de Guadeloupe**

Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage – Antilles françaises

Cyril COTTAZ

Master 1 *Gestion et Conservation de la Biodiversité*

Université de Bretagne Occidentale – France

2015

RESUME

Les tortues marines sont des espèces emblématiques protégées de Guadeloupe. Cependant, l'analyse des menaces dans le cadre du Plan de Restauration des Tortues Marines des Antilles Françaises montre un phénomène grandissant de prédation des œufs de tortues marines par une espèce envahissante : la petite mangouste indienne *Urva auropunctata*. En Guadeloupe, 78% des nids de tortues ont été prédatés par la petite mangouste indienne lors de l'état des lieux réalisé en juin 2015 sur le littoral de Port-Louis, à Grande-Terre.

Des moyens de limitation de la prédation ont été testés sur le terrain, notamment en protégeant les pontes par des grilles, empêchant la petite mangouste indienne de venir déterrer les œufs ou encore en posant des leurres à effets répulsifs, sensés inciter ce petit mammifère à progressivement changer sa préférence alimentaire pour les œufs. Une campagne de piégeage a aussi été menée dans le but d'étudier les conséquences écologiques d'une éradication de cette espèce sur un secteur donné. Il semble improbable que les populations de tortues marines puissent se maintenir à un niveau stable dans le temps avec le niveau actuel de prédation des nids observé en Guadeloupe.

C'est pourquoi le présent rapport vise à analyser la prédation de la petite mangouste indienne sur les pontes de tortues marines, dans le but de trouver des moyens pour limiter la prédation, applicable à une échelle locale.

Avec la participation de :



En partenariat avec :



REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier, dans un premier temps, mon maître de stage Antoine CHABROLLE, coordinateur du Réseau Tortues Marines Guadeloupe pour m'avoir fait partager sa passion des tortues marines, pour avoir contribué à mon enrichissement professionnel et personnel, pour sa confiance et ses conseils avisés, ainsi que pour m'avoir fait participer aux diverses activités liées au stage.

Un grand merci à Thomas DELHOTAL, chargé de mission Tortues Marines, qui a partagé avec moi mes questionnements, mes doutes et qui m'a été de grand conseil notamment lors de la mise en place du protocole lié à ma problématique de stage, nécessaire à toute étude de terrain. Il m'a aussi été d'une aide inestimable dans la mise en place et l'enlèvement des pièges à mangoustes. Merci aussi de m'avoir fait partager tes passions notamment naturalistes et musicales.

Je remercie également pour l'expérience enrichissante qu'ils m'ont apportée, leur gentillesse et leur bonne humeur : Blandine GUILLEMOT, responsable de la Cellule Technique Antilles Françaises et aussi David ROZET, chef du Service Mixte de Police de l'Environnement (SMPE). Un grand merci à toute l'équipe du SMPE : être parmi vous était une expérience vraiment enrichissante !

Bien sûr, je n'oublierai pas Alexandra LE MOAL et Aude BERGER, ferventes supportrices de la cause des tortues marines qui m'ont été d'une aide inestimable dans l'acquisition des données sur le terrain, qui ont partagé avec moi des moments inoubliables à suivre des tortues de nuit ou à aider un tortillon à rejoindre la mer, merci pour votre bonne humeur et votre sympathie. De la même manière, je suis reconnaissant à Alain et aux personnes que j'ai eues le plaisir de rencontrer faisant partie du Réseau Tortue Marine de Guadeloupe (RTMG), qui m'ont donné des informations nécessaires à la mise en place de mon stage et qui ont partagé avec moi leur passion chélonienne.

Je tiens aussi à remercier Alexis POUPART, stagiaire à l'ONCFS pour sa sympathie et les bons moments passés aux bureaux à bosser jusqu'à pas d'heures et à refaire le monde avec un bon plat de pâtes ! De la même manière, je remercie pour l'aide qu'ils m'ont apporté dans la mise en place du protocole et pour leur coopération professionnelle : Olivier LORVELEC, Simone MEGE et Yvonne REMY.

Je tiens à remercier tout particulièrement, pour leur sympathie, leurs suggestions et leurs conseils astucieux ainsi que pour l'aide qu'ils m'ont donné : José le pêcheur, honorable habitant de Port-Louis qui pratique la pêche à pied et qui n'hésite pas à me faire partager ses connaissances de la Guadeloupe ainsi que son amour des tortues marines et Moril, passionné des tortues marines.

Je suis aussi reconnaissant à l'ensemble des personnes ; agents du Parc National de Guadeloupe, pêcheurs, chasseurs ou encore juillettistes et aoutiens en vacances que j'ai eu le plaisir de rencontrer, pour m'avoir apporté leurs savoirs, leur sympathie ou pour avoir simplement partagé un repas.

Je remercie également ma famille d'accueil pour avoir su m'aider lors de ce projet en me donnant de bonnes idées et un regard neuf sur mon travail.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	7
INTERACTIONS TORTUES MARINES ET MANGOUSTES.....	9
A. Contexte	9
B. La mangouste, une menace pour les tortues marines.....	12
C. Objectifs de l'étude.....	20
MATERIEL ET METHODES.....	21
A. La zone d'étude.....	21
B. Mise en place d'un protocole	26
C. Indice de Simonetti.....	37
RESULTATS.....	38
A. Axe 1 : Recensement des activités de pontes, compréhension de la stratégie de prédation de la mangouste et évaluation de l'impact.....	38
B. Axe 2 : protection des nids	50
C. Axe 3 : éradication de la menace (août 2015).....	55
D. Evaluation du succès de limitation de la prédation.....	61
ANALYSE.....	63
A. Axe 1 : Recensement des activités de pontes, compréhension de la stratégie de prédation de la mangouste et évaluation de l'impact (juin 2015)	63
B. Axe 2 : protection des nids (juillet 2015).....	65
C. Axe 3 : éradication de la menace (août 2015).....	67

DISCUSSION	67
PROPOSITIONS DE SUIVI.....	69
A. Sur des secteurs de plage localisés.....	69
B. A une plus grande échelle	70
OUVERTURE.....	71



Œuf de tortue imbriquée prédaté par la petite mangouste indienne quelques jours avant l'émergence et traces de dents de mangouste sur un œuf prédaté (droits réservés - © 2015 ONCFS ; Cottaz, C.)

Comment réduire le phénomène de prédation de la petite mangouste indienne sur les pontes de tortues marines en Guadeloupe ?

Note aux lecteurs :

Ce travail s'inscrit aux objectifs du Plan de Restauration des Tortues Marines aux Antilles françaises (PRTMAF - janvier 2006) et plus spécifiquement aux sous-objectifs :

D - identification des menaces portant sur les tortues marines aux Antilles françaises ;

E - limitation de leur impact.

INTRODUCTION

L'introduction d'espèces animales exogènes dans un environnement a souvent des effets néfastes sur la biodiversité locale, surtout quand ces espèces augmentent en nombre au détriment des espèces indigènes. Elles deviennent alors des espèces exotiques envahissantes (EEE) (Primack, Sarrazin & Lecomte, 2012). Les espèces exotiques envahissantes sont l'une des causes majeures conduisant à une perte globale de biodiversité (Fukasawa, 2013) et sont tenus pour responsables de plus de 20% des extinctions récentes d'espèces de vertébrés (Watari, Takatsuki & Miyashita, 2007).

Dans les écosystèmes insulaires, le développement d'un peuplement unique d'espèces endémiques les rendent très vulnérables aux espèces exotiques envahissantes (EEE), car la biodiversité locale n'est pas forcément adaptée à l'introduction de prédateurs (Roy, Jones & Harris, 2002 ; Primack, Sarrazin & Lecomte, 2012). C'est d'autant plus vrai si les espèces introduites sont des espèces opportunistes ou généralistes, comme la petite mangouste indienne *Urva auropunctata* (Nicolaus & Nellis, 1986 ; Hays & Conant, 2007 ; Global Invasive Species Database, 2011) qui ont tendance à prédateur de nombreuses espèces endémiques. Les communautés insulaires présentent souvent peu de mammifères prédateurs et ont, de ce fait, peu de défenses contre ces espèces (Roy, Jones & Harris, 2002).

La petite mangouste indienne a été introduite en Guadeloupe à la fin du XIX^{ème} siècle dans l'espoir d'éradiquer les populations de rats qui ravageaient les champs de canne à sucre (Nicolaus & Nellis, 1986). Cependant, le petit mammifère n'a pas rempli sa fonction et a préféré s'attaquer à des espèces endémiques, impactant les populations faunistiques locales (Lorvelec *et al.*, 2004 ; UICN, 2011b). C'est notamment le cas des populations de tortues marines et plus spécifiquement pour les tortues imbriquées *Eretmochelys imbricata*, espèce emblématique des Caraïbes dont les populations mondiales sont actuellement en danger critique d'extinction d'après l'Union International pour la Conservation de la Nature (MNHN, 2015).

Depuis le début des années 90, un fort taux de destruction de pontes de tortues imbriquées a été constaté sur l'Îlet Fajou (Mège, 1995), situé au centre du Grand-Cul-de-Sac marin. Une campagne d'éradication de cette espèce sur l'île a été menée avec succès en 2001. A cette époque, aucun autre cas de prédation de nids de tortues marines n'avait été recensé sur le reste de l'Archipel Guadeloupéen.

Près de 10 ans plus tard, de nouveaux cas de prédateurs de nids de tortues marines par de la petite mangouste indienne ont été constatés sur le littoral de Port Louis. Bien qu'actuellement très localisé à quelques sites de pontes, les cas de prédation de ce petit carnivore sur les œufs (et les nouveau-nés au moment de l'émergence) sont en très nette augmentation depuis 2013, voir systématiques sur certains sites de pontes pouvant porter préjudice à long terme aux populations de tortues marines.

Ce petit mammifère est souvent décrit comme étant une espèce opportuniste, prédatant de manière non-sélective de nombreuses proies (Pitt, Sugihara & Berentsen, 2014) cependant, sur le littoral de Port-Louis, les pontes de tortues imbriquées semblent systématiquement prédatées. D'après la bibliographie, elle est capable de consommer plus de 20% des œufs et de s'attaquer aux nouveau-nés (prédation à l'émergence) (Coblentz & Coblentz, 1985).

Or, les tortues imbriquées se reproduisent très fidèlement sur leur plage de naissance (Louis-Jean, 2013 ; données ONCFS, 2014) et une prédation continue des œufs de tortues pourraient participer au déclin d'une sous-population de cette espèce à l'échelle guadeloupéenne. En effet, les conséquences de la prédation sur les populations d'espèces proies peuvent être particulièrement fortes (surtout quand ce sont des espèces à longue durée de vie comme les tortues marines) étant donné que les effets négatifs d'une mort prématurée des individus sur la fitness (succès reproductif) de ces populations sont nombreux (Heithaus, Wirsing, Thomson & Burkholder, 2008).

La mangouste a la réputation d'être l'un des prédateurs introduits les plus dangereux pour la biodiversité indigène native du lieu de son introduction (Hays & Conant, 2007 ; Case & Bolger, 1991 et Lowe *et al.*, 2000 et Barun *et al.*, 2008 et Watari *et al.*, 2008 in Lewis, Van Veen & Wilson, 2010).

Afin de comprendre la stratégie de prédation, de mesurer l'impact et de tester différentes méthodes de réduction de la menace, une campagne de terrain a été effectuée au cours de la saison de pontes 2015 dans la perspective de réduire, voire de supprimer la prédation, pour participer à la conservation et à la pérennisation des populations guadeloupéennes de tortue marines. Les résultats de cette campagne sont consignés dans le présent rapport.

INTERACTIONS TORTUES MARINES ET MANGOUSTES

A. Contexte

1) Les tortues marines de l'archipel guadeloupéen

Les tortues marines sont des animaux ectothermes qui sont très bien adaptées à la vie marine. Cf. *Figure 1*. En véritables « ingénieurs » des écosystèmes, elles jouent un rôle important dans la protection de divers écosystèmes marins (récifs coralliens, etc.) notamment par le recyclage des nutriments ou par le maintien d'un réseau trophique équilibré. Ce sont aussi des espèces emblématiques de la biodiversité de l'archipel guadeloupéen qui, omniprésentes au XVII^{ème} siècle - d'après le témoignage du Père Du Tertre (*Plan d'action du PRTMAF pour la Guadeloupe-2008*) - sont de nos jours beaucoup plus rares.

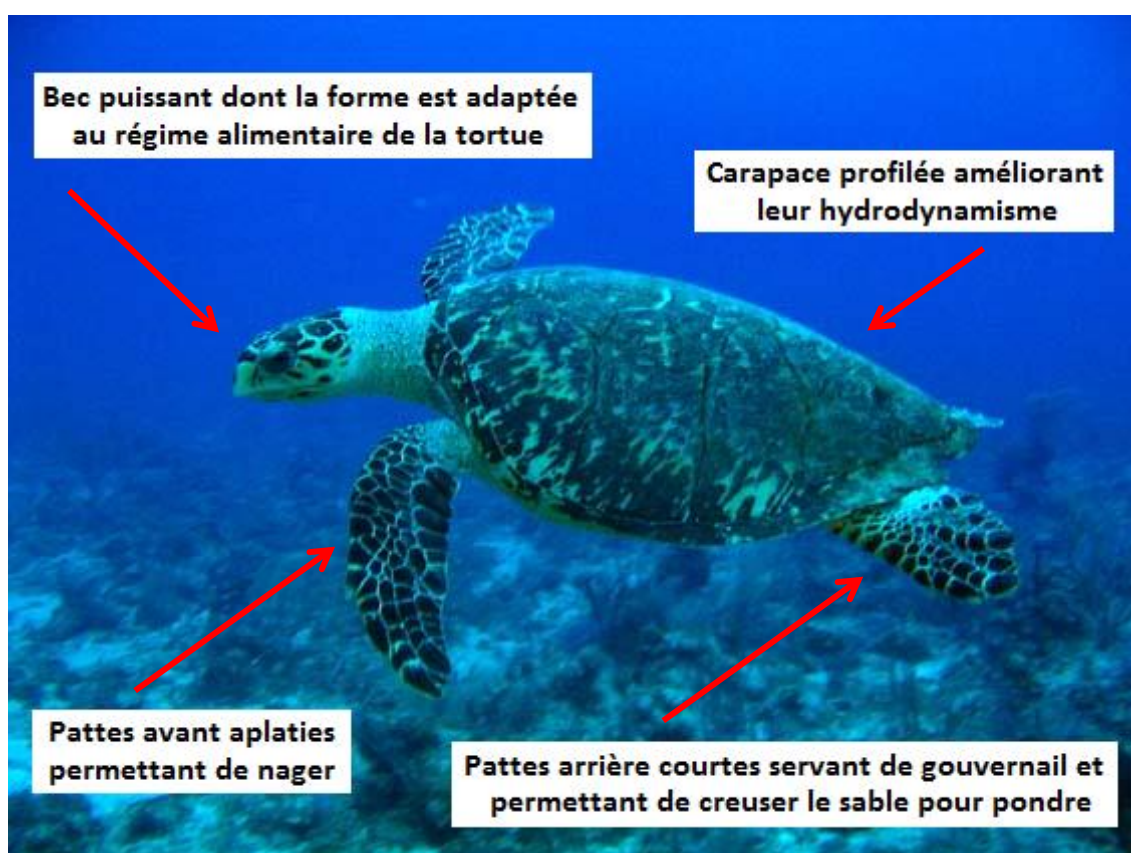


Figure 1. Caractéristiques morphologiques des tortues marines, ici une tortue imbriquée Eretmochelys imbricata (libre de droits - © 2015 www.wikipedia.org)

En effet, ce sont des espèces sensibles et vulnérables, qu'elles soient en mer (zones d'alimentation, de reproduction ou en migration entre les deux) ou sur terre (moment de la ponte ou de l'émergence). Ainsi, tout au long de leur cycle de vie, les tortues marines rencontrent des obstacles à leur survie. La dégradation des habitats (forêts littorales, plages, herbiers, récifs, pollutions diverses) et les captures accidentelles dans les filets de pêche, sont les principales menaces recensées en Guadeloupe (*PRTMAF-2006*).

Il est estimé par exemple à plusieurs centaines voire plus d'un millier par an, le nombre de tortues marines capturées accidentellement en Guadeloupe par des engins de pêche (Plan d'action du PRTMAF pour la Guadeloupe-2008).

Au niveau international, la Liste Rouge des espèces animales menacées de l'UICN met en évidence le danger qui pèse sur les cinq espèces de tortues présentes dans les Antilles françaises. Par conséquent, la tortue imbriquée est classée **En danger critique** (d'extinction) suivant cette Liste Rouge UICN, la tortue verte est classée **En danger** et la tortue luth, **Vulnérable** (UICN, 2013 ; MNHN, 2015).

Au niveau local, les tortues marines, ainsi que leurs œufs, sont protégés par un arrêté préfectoral sur l'ensemble de l'archipel guadeloupéen depuis 1991 (Arrêté du 2 octobre 1991 fixant la liste des tortues marines protégées dans le département de la Guadeloupe). De plus, un arrêté interministériel datant du 14 octobre 2005 interdit toute détention, transport ou commercialisation de tortues marines ou de productions issues de ces espèces en France et dans les Antilles françaises (Plan d'action du PRTMAF pour la Guadeloupe-2008). Cette réglementation permet aussi la préservation de leurs habitats.

Sur les cinq espèces présentes en alimentation dans les Antilles françaises, seules trois pondent sur les plages de Guadeloupe : la tortue imbriquée *Eretmochelys imbricata*, la tortue verte *Chelonia mydas* et la tortue luth *Dermochelys coriacea* (PRTMAF-2006).

Cf. Figure 2.



Figure 2. Espèces de tortues marines présentes aux Antilles françaises (source : ONCFS) (droits réservés - © 2015 ONCFS)

Depuis la mise en place de leur protection en 1991, les populations guadeloupéennes sont actuellement en reconstitution très lente ([Plan d'action du PRTMAF pour la Guadeloupe-2008](#)). C'est pourquoi, afin de continuer à restaurer les populations dont les effectifs restent encore faibles et fragiles (comme c'est le cas de la tortue imbriquée), un Plan d'Action Guadeloupe a été appliqué suite au Plan de Restauration des Tortues Marines des Antilles Françaises (PRTMAF) initié en 2006 par l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage.

2) Rôle de l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS)

a) A l'échelle nationale

L'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS) est un établissement public français à caractère administratif sous la double tutelle du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie et du ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt. L'Office est au service de la biodiversité : en effet, il est chargé (1) de la connaissance de la faune sauvage et de ses habitats (par la mise en œuvre d'études scientifiques) dans le but d'établir des schémas de gestion permettant de favoriser le développement de la faune.

De plus, il est chargé (2) de surveiller les territoires et faire respecter la réglementation environnementale en métropole et en Outremer (par sa fonction de police de la chasse et de l'environnement) et (3) conseiller et apporter une expertise technique auprès des décideurs politiques, aménageurs et gestionnaires des territoires. Enfin, l'Office (4) organise l'examen du permis de chasser et délivre le permis à plus de 30 000 candidats chaque année en (5) veillant à promouvoir une chasse durable (ONCFS, 2014).

b) A l'échelle locale

L'archipel de la Guadeloupe se situe dans les Antilles françaises entre la mer des Caraïbes et l'Océan Atlantique et se compose principalement de deux îles séparés par un étroit bras de mer.

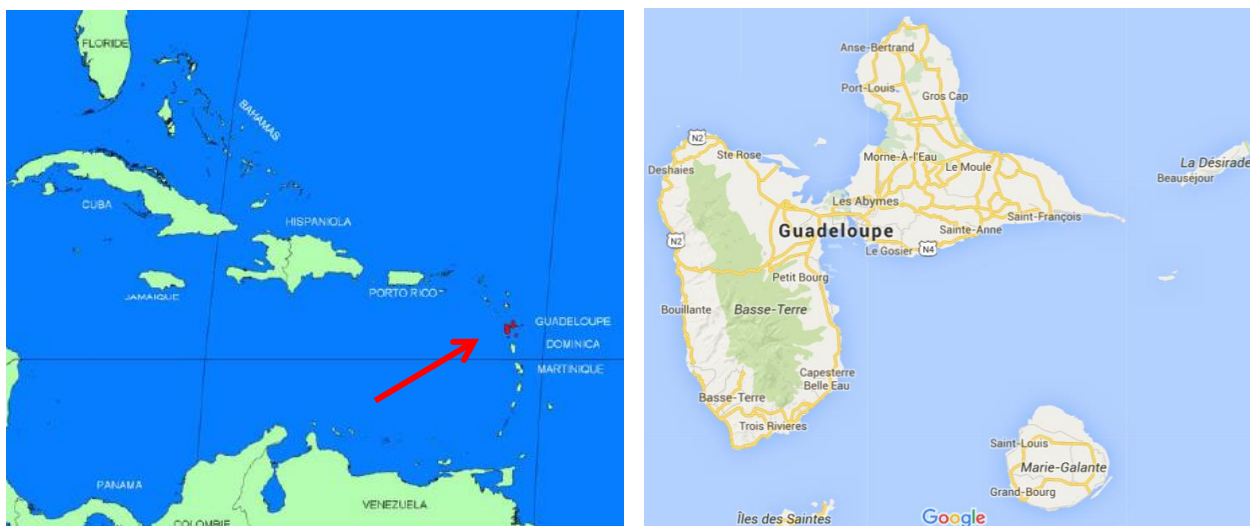


Figure 3. Carte des Antilles (source : DIREN Guadeloupe) (droits réservés - © 2006 [PRTMAF](#)) et de la Guadeloupe (droits réservés - © 2015 [Google Map](#))

Ces deux îles sont la Grande-Terre à l'est et la Basse-Terre à l'ouest. Cf. Figure 3. En Guadeloupe, l'ONCFS coordonne depuis 2009 le Plan de Restauration des Tortues Marines des Antilles Françaises (PRTMAF). Ce plan de restauration a été validé en juin 2006 par le Conseil National de la Protection de la Nature (CNP) dans le but de restaurer les populations de tortues marines aux Antilles françaises par la réduction des menaces. Il se décline en sept objectifs visibles en figure 4. Cf. Figure 4.

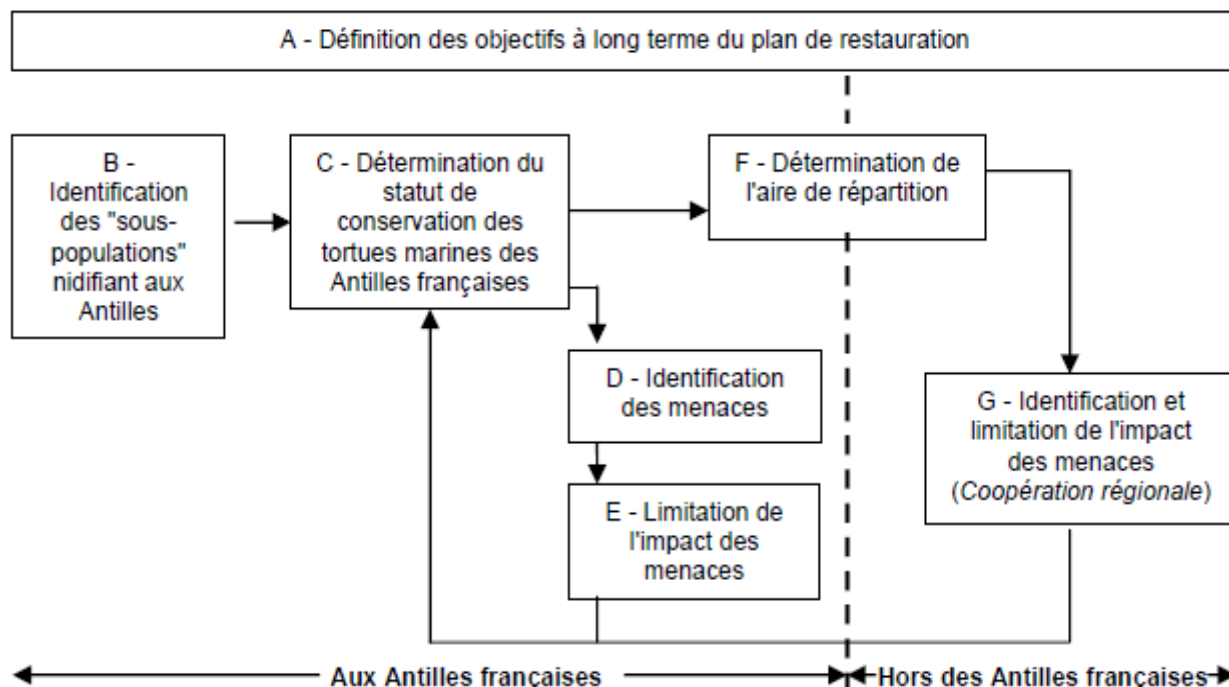


Figure 4. Organigramme de la stratégie de restauration des tortues marines des Antilles françaises (droits réservés - © 2006 PRTMAF)

L'ONCFS anime aussi depuis 2009 le Réseau Tortues Marines de Guadeloupe (RTMG) qui regroupe l'ensemble des acteurs intervenant dans la préservation des tortues marines. Il est ainsi impliqué dans la réalisation des suivis et de la surveillance des plages de ponte. Il intervient aussi auprès du grand public et en milieu scolaire afin de sensibiliser les plus jeunes à la cause des tortues marines, notamment par la réalisation de posters, plaquettes ou ouvrages sur ces espèces et/ou sur la réglementation en vigueur (ONCFS, 2007).

B. La mangouste, une menace pour les tortues marines

1) La petite mangouste indienne

La petite mangouste indienne est un mammifère Carnivore de la famille des Herpestidés (UICN, 2011b). Longtemps considérée comme une sous-espèce de la mangouste de Java sous la dénomination *Herpestes javanicus auro-punctatus*, elle a été récemment élevée au rang d'espèce sous *Urva auro-punctata* (Lorvelec, Barré & Pavis, 2012). Elle peut mesurer de 50 à 65 centimètres de long, sa queue atteignant près de 40% de sa taille totale (Hays & Conant, 2007).

Les mâles sont plus robustes que les femelles, mesurant en moyenne 59 centimètres alors que les femelles ne dépassent pas les 57 centimètres. Le poids des adultes est de 435 grammes en moyenne mais peut atteindre 900 grammes pour les plus robustes (Hays & Conant, 2007 ; Global Invasive Species Database, 2011 ; UICN, 2011b). En effet, les petites mangoustes indiennes ont un dimorphisme sexuel poussé en termes de poids, le mâle pouvant peser près de 50% plus que la femelle (Simberloff, Dayan, Jones & Ogura, 2000). Cf. Figure 5.



*Figure 5. Caractéristiques morphologiques de la petite mangouste indienne *Urva auropunctata* en Guadeloupe (droits réservés - © 2015 Cottaz, C.)*

La petite mangouste indienne a un comportement d'omnivore généraliste (Nicolaus & Nellis, 1986 ; Hays & Conant, 2007 ; Global Invasive Species Database, 2011). De plus, son régime alimentaire varie selon son habitat (Gorman, 1975 in Hays & Conant, 2007) : en effet, les crabes sont préférentiellement consommés par la mangouste dans les zones de mangroves, les rats dans les champs de canne à sucre, les fruits dans les régions tempérées où poussent les genévriers *Juniperus sp.* et les arbousiers *Arbutus unedo* et enfin les cafards dans les zones urbaines (Hays & Conant, 2007).

C'est un animal principalement à mœurs diurnes (Coblentz & Coblentz, 1985 ; Pimental, 1955 et Gorman, 1979 in Roy, Jones & Harris, 2002 ; Kavanau, 1975 in Hays & Conant, 2007), qui prospère dans des habitats anthropisés, des milieux agricoles, sur le littoral, dans des forêts naturelles ou plantées, dans des milieux xériques ou encore dans des zones plus ou moins humides (Global Invasive Species Database, 2011). Son aire de répartition d'origine s'étend de l'Irak à l'ouest jusqu'au Myanmar à l'est, en passant au Nord par le Pakistan jusqu'en Inde pour la limite Sud (Simberloff, Dayan, Jones & Ogura, 2000 ; Global Invasive Species Database, 2011).

Cependant, cette espèce est présente de nos jours jusqu'en Afrique, en Europe, en Amérique du Sud et du Nord ainsi qu'en Océanie (Hays & Conant, 2007). En effet, elle a été introduite sur plus de 64 îles du monde et sur de vastes zones géographiques continentales dans l'espoir de contrôler les rats et les serpents venimeux (Barun, 2011 in Pitt, Sugihara & Berentsen, 2014).

2) Etat des lieux en Guadeloupe

Un groupe fondateur de cinq femelles et quatre mâles, issus d'une population indienne (Calcutta), serait à l'origine des populations présentes sur les îles antillaises de nos jours (Nellis & Everard, 1983 in Lorvelec *et al.*, 2004). Ces individus ont d'abord été introduits en Jamaïque en 1872 (Hays & Conant, 2007), puis leurs descendants ont été amenés dans les Antilles françaises : notamment en Guadeloupe (Basse-Terre, Grande-Terre et Marie Galante) en 1888 (Lorvelec *et al.*, 2004 ; Lorvelec *et al.*, 2007 ; Global Invasive Species Database, 2011 ; UICN, 2011b).

Cette introduction volontaire était censée lutter contre les rats du genre *Rattus* (Muridés), grands ravageurs des cultures de cannes à sucre (Nicolaus & Nellis, 1986 ; Simberloff, Dayan, Jones & Ogura, 2000 ; Lorvelec *et al.*, 2004 ; UICN, 2011b). Cependant, l'espèce s'est révélée inefficace dans l'éradication des rats et est devenue envahissante (Lorvelec *et al.*, 2004). Elle fait désormais partie des 100 espèces les plus envahissantes au monde ayant des impacts négatifs importants sur la faune terrestre indigène ou endémique (Nicolaus & Nellis, 1986 ; Lorvelec *et al.*, 2004 ; Hays & Conant, 2007 ; Lowe *et al.*, 2000 in Lewis, Van Veen & Wilson, 2010 ; UICN, 2011b ; Barun, Simberloff, Tvrtkovic & Pascal, 2011), notamment sur les tortues marines dont elle prédate les pontes sur les plages guadeloupéennes. Cf. Figure 6a.

Le premier cas de prédation de petite mangouste indienne sur un nid de tortue marine a été recensé sur l'Îlet Fajou en 1991. D'une superficie de près de 114 hectares, cet îlet est situé au centre du Grand Cul-de-Sac marin. Cette prédation est considérée comme « forte » d'après les observations réalisée jusqu'en 1995 (Mège, 1995). Dans le cadre du protocole mis en place depuis 1998 (3 passages par semaine de mai à septembre) sur les sites de pontes de tortues imbriquées, une étude de la prédation a été réalisée. Les résultats montrent pour la période 1998-2000 un taux de prédation compris entre 86 et 96 % sur les pontes observées. Cf. Figure 6.

ANNÉE	PONTES OBSERVÉES	PONTES DÉTRUITES	ÉMERGENCES
1998	28	27	1
1999	19	18	1
2000	30	26	4
2001	2	0	2

Figure 6. Evolution entre 1998 et 2001 du nombre de pontes de tortues imbriquées (Îlet Fajou, Guadeloupe), bilan non exhaustif établi par l'analyse des nids après destruction par les mangoustes à l'émergence (Lorvelec *et al.*, 2004).

Afin de faire face à cette menace, une opération de capture a été menée en mars 2001. Un total de 640 pièges non vulnérants (« nasses à rat » de 28 x 10 x 10 centimètres à portes rabattantes) a été mis en place de manière à couvrir la totalité de l'île et des trois îlots de mangrove périphérique, selon un protocole décrit par Pascal et Lorvelec (2001). Un quadrillage de 30 x 30 mètres a été matérialisé sur le terrain. A chaque intersection se trouvait un poste de piégeage appâté avec un mélange de beurre d'arachide, de flocons d'avoine et d'huile de sardine. Puis, les animaux capturés dans ces pièges non létaux (de première catégorie) ont été tués par rupture des cervicales.

Un contrôle quotidien a été effectué durant 17 à 25 jours suivant les secteurs de l'îlet. 76 mangoustes ont ainsi été capturées. Deux autres campagnes de piégeage menées sur le même site en décembre 2001 et mars 2002 ont confirmé l'efficacité de la campagne de mars 2001. Les observations réalisées en 2001 au cours de la saison de ponte montrent que 100 % des pontes ont donné des émergences en l'absence de mangoustes (Lorvelec *et al.*, 2004).

En 2012, de nouveaux cas de prédation de nids de tortues par des mangoustes ont été constatés sur le littoral de Port-Louis, avec la disparition d'une dizaine de nids de tortues imbriquées (observations ponctuelles, ONCFS).

Depuis 2013, l'ONCFS centralise les observations ponctuelles de cas de prédation de nids de tortues marines par des mangoustes, permettant ainsi de cartographier les zones impactées et les espèces concernées (Cf. Figure 7a et 7b). D'après les observations transmises en 2013 et 2014, le littoral de Marie-Galante et le littoral de Port-Louis sont principalement concernés par cette problématique.

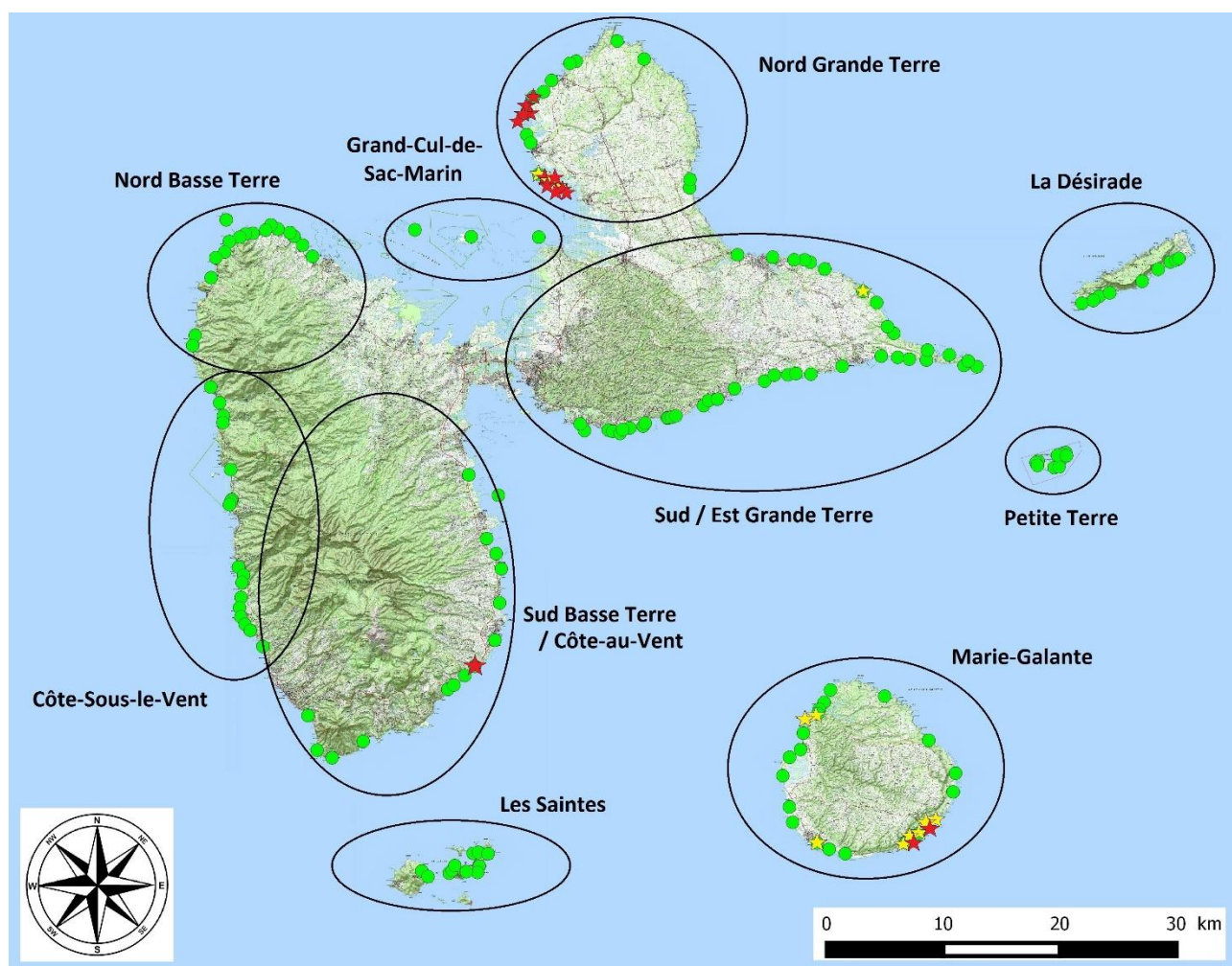


Figure 7a. Localisation des sites de pontes usuelles de tortues marines en Guadeloupe (en vert) et des cas de prédation constatés en 2013 (en jaune) et en 2014 (en rouge) (droits réservés - © 2015 ONCFS).

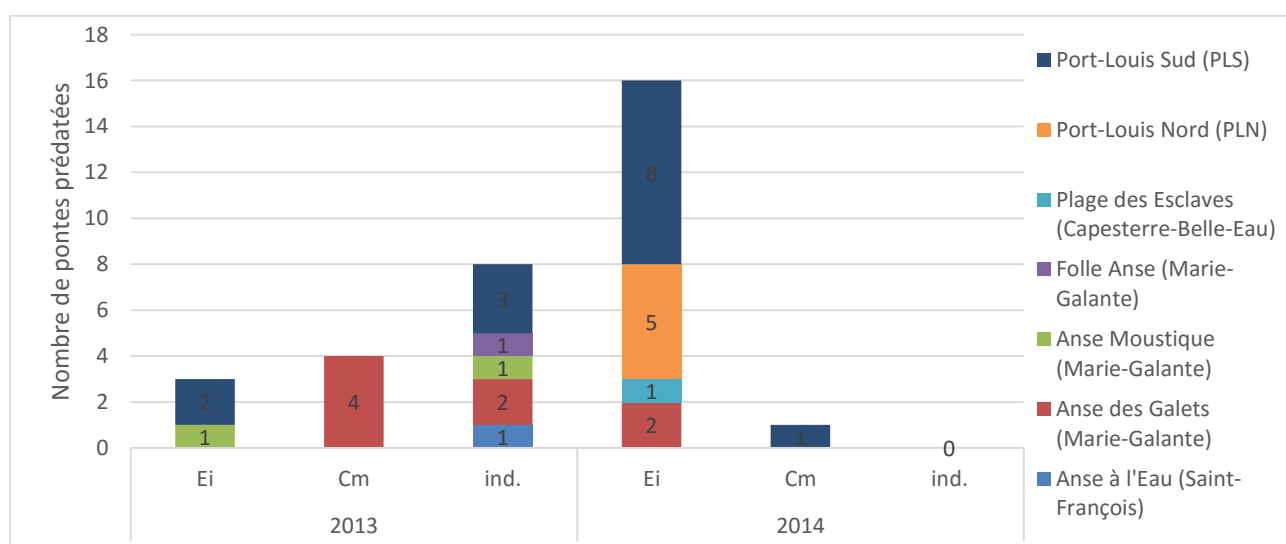


Figure 7b. Répartition graphique du nombre de pontes de tortues marines prédatées par la petite mangouste indienne par espèces (Ei = *Eretmochelys imbricata*, Cm = *Chelonia mydas*, ind. = espèce indéterminée) et par localité pour la période 2013/2014 (droits réservés - © 2015 ONCFS)

Comparativement, les cas de prédation de nids de tortues imbriquées sont plus nombreux (période considérée : 2013 et 2014) que les cas référencés sur des nids de tortues vertes. Par ailleurs, aucun cas de prédation par de la mangouste n'a été constaté sur des pontes de tortues luth.

Cette variation peut s'expliquer par différents facteurs :

- le nombre d'activité : à l'échelle de l'Archipel Guadeloupéen, 69 % des activités de ponte sont associées à de la tortue imbriquée, 23% à de la tortue verte et 8 % à de la tortue luth (d'après les données 2014 : source ONCFS). Cf. Figure 1 et 9.
- la localisation des nids : la tortue imbriquée pond préférentiellement sous couvert végétal en arrière plage (Cf. Figure 8), où se trouve préférentiellement la petite mangouste indienne.
- la profondeur du nid : étant de plus petite taille, les tortues imbriquées pondent à une profondeur moins importante (≈ 50 centimètres) - facilitant l'accès des œufs aux prédateurs (PRTMAF-2006) - que les deux autres espèces que sont les tortues vertes (≈ 63 centimètres) et les tortues luth (≈ 80 centimètres).

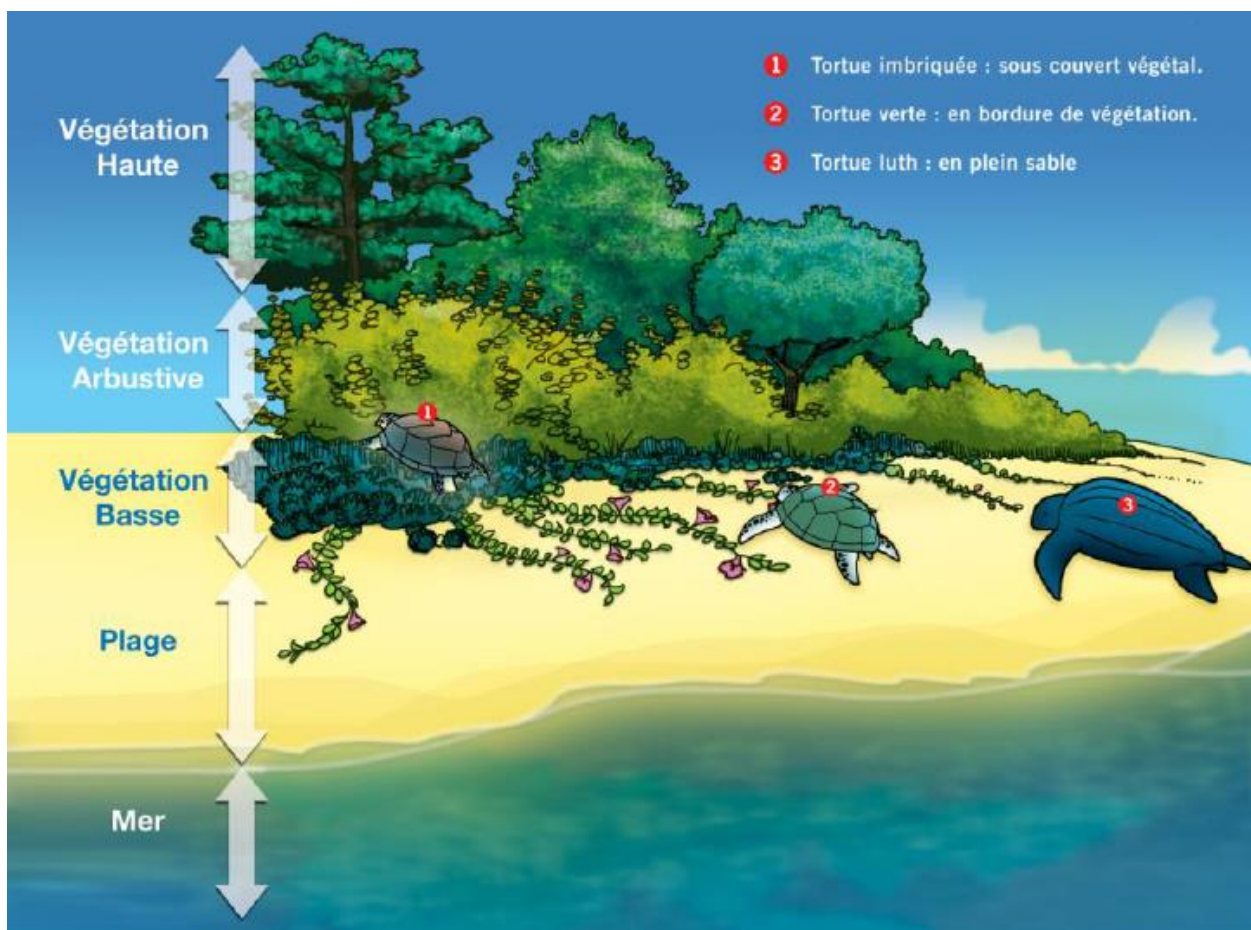


Figure 8. Schéma d'un site de ponte de tortues marines décrivant le milieu de ponte de chaque espèce rencontrée en Guadeloupe (droits réservés - © 2011 Kap Natirel & RTMG)

Géographiquement, les cas de prédatons centralisés en 2013 et 2014 sont principalement limités à la Grande Terre et à Marie-Galante. A noter que le cas de prédation observé sur la plage des esclaves en Basse Terre concernait de la prédation sur un nid de tortue qui avait été mis à jour suite à l'érosion de la plage.

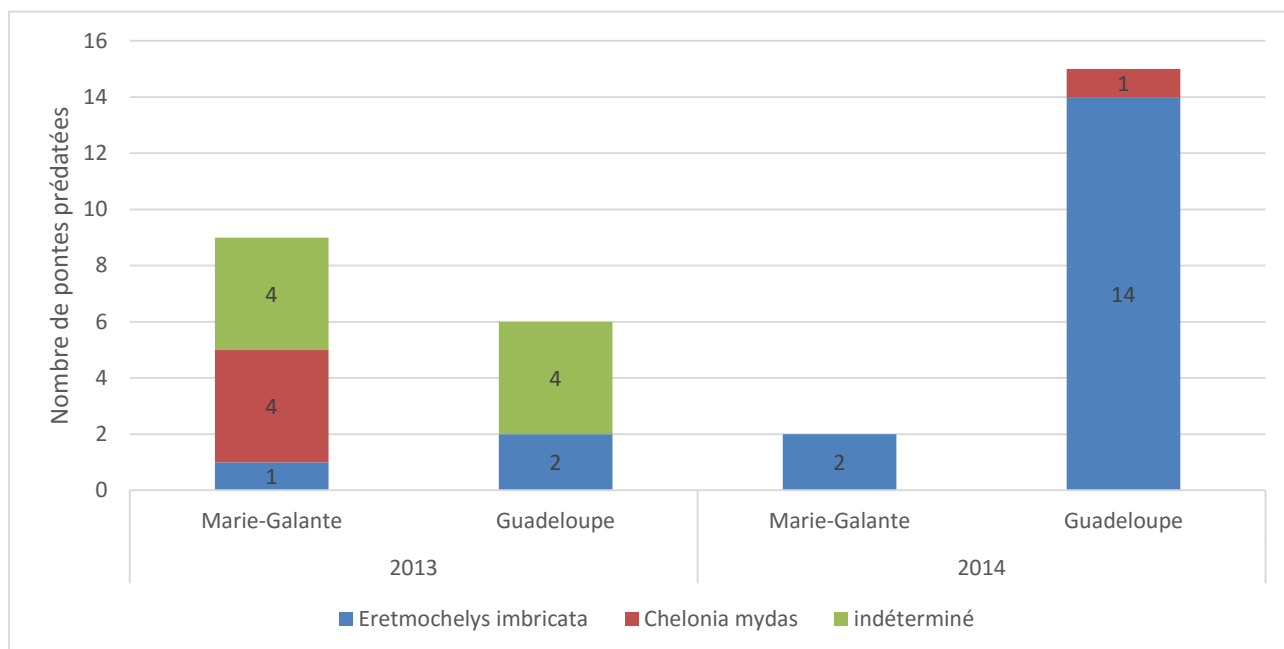


Figure 9. Graphe du nombre de pontes de tortues marines prédatées par la petite mangouste indienne par espèce dans l'Archipel Guadeloupéen de 2013 à 2014 (droits réservés - © 2015 ONCFS)

3) Synthèse bibliographique

A l'échelle de l'Archipel Caribéen, des cas de prédation de nid de tortues marines par de la petite mangouste indienne ont été référencé sur d'autres îles. Différentes études ou campagnes de piégeage ont également été menées.

*Cf. synthèse bibliographique « Analyse de la prédation de la petite mangouste indienne *Urva auropunctata* sur les pontes de tortues marines ».*

a) Cas de la Martinique (source : ONF, 2015)

La petite mangouste indienne, aussi présente en Martinique (car introduite en 1890-1891), prédate également les nids de tortues marines. Dans le cadre d'un projet d'action contre les espèces exotiques envahissantes de l'île, l'ONF a mené une campagne de piégeage sur deux linéaires de plage (de 700 et 500 mètres) où se situent des sites de ponte de tortue fortement impactés par des cas de prédation par des mangoustes.

Ainsi, plusieurs campagnes de piégeage ont été menées en 2012 et 2014 en utilisant des pièges *Tomahawk* de 30 x 66 x 23,5 centimètres, appâtés avec des morceaux de saucisses. Un transect de 40 pièges pour le premier linéaire de plage et un autre transect de 30 pièges pour le second linéaire (à plus ou moins 20 mètres d'écart) ont été matérialisés sur le terrain.

Les animaux capturés ont ensuite été euthanasiés par tirs à la carabine à air comprimé. Un total de 98 mangoustes a été capturé sur 4 périodes différentes de ± 1 mois sur le premier linéaire contre 65 pour le deuxième (3 périodes différentes de ± 1 mois) (ONF, 2015)

b) Cas de la Barbade (source : Leighton, Horrocks & Kramer, 2010)

La petite mangouste indienne prédate les œufs de tortues imbriquées à la Barbade et une étude a analysé l'impact indirect qu'avaient les activités journalières d'origine anthropique sur celles des mangoustes afin de lutter contre la prédation de celles-ci (Leighton, Horrocks & Kramer, 2010). Cette étude s'est basée sur le fait que les mangoustes, de nature furtive, sont censées éviter le contact avec les Hommes et prédater moins de nids de tortues imbriquées si l'activité d'origine anthropique augmente sur les plages de ponte. En effet, les résultats ont montrés que plus il y avait d'activités sur les plages, moins la petite mangouste indienne prédate les nids. Ainsi, les résultats de cette étude menée sur cinq ans révèlent que les activités humaines empêchent bien les mangoustes d'accéder aux pontes de tortues sur des plages ouvertes (100%) et réduisent considérablement l'accessibilité aux pontes sur les plages fermées par de la végétation par plus de 56% (sur le site étudié) !

Cependant, les résultats de cette étude doivent être modérées étant donné que plus le nombre de personnes augmentent sur les plages, plus le nombre de déchets (d'origine organique) est important et donc plus il y a de nourritures accessible pour les mangoustes (observation personnelle).

c) Cas des Îles Vierges Américaines (source : Nicolaus & Nellis, 1986)

La petite mangouste indienne s'attaque aux œufs de tortues imbriquées mais aussi de vertes et de luth à Saint Thomas dans les Îles Vierges Américaines (Nicolaus & Nellis, 1986). Pour éviter ce phénomène, des chercheurs ont eu l'idée d'introduire une substance toxique – du carbachol – dans un leurre – un œuf – à une dose permettant de provoquer chez la mangouste un dérèglement gastro-intestinal par exemple. Ils ont remarqués qu'avec le temps la mangouste a développé une aversion non seulement pour le leurre mais aussi pour les œufs sains, qui ont la même odeur et le même goût que le leurre (Gustavson *et al.*, 1979-1982 in Nicolaus & Nellis, 1986). En effet, le prédateur a dû assimiler le goût du leurre aux symptômes causés par la substance toxique (nausées, vomissement, diarrhées, etc.) et a préféré éviter de consommer des œufs à nouveau (Nicolaus & Nellis, 1986).



Capture d'image de petite mangouste indienne sur un site de ponte de tortue imbriquée à Port-Louis, Guadeloupe (droits réservés, images GoPro - © 2015 ONCFS ; Cottaz, C.)

C. Objectifs de l'étude

L'objectif principal de cette étude, s'inscrivant dans le cadre du Plan de Restauration des Tortues Marines en Guadeloupe, est d'enrayer le déclin et d'assurer la pérennité des populations de tortues marines présentes sur les plages de Guadeloupe :

- en réalisant une synthèse bibliographie sur l' « Analyse de la prédation de la petite mangouste indienne *Urva auropunctata* sur les pontes de tortues marines »,
- en augmentant les connaissances sur les peuplements de tortues marines (comptages des traces d'activités de tortues marines de l'année, taux de réussite des nids),
- en identifiant et quantifiant les impacts de la prédation de la petite mangouste indienne sur les pontes de tortues marines,
- en spatialisant les menaces à l'origine du déclin des populations de tortues marines (état des lieux de la prédation des mangoustes sur le littoral de la commune de Port-Louis),
- en agissant techniquement pour favoriser la survie des tortues marines par la mise en place et le test d'un protocole de réduction de la menace de prédation sur les peuplements de tortues marines,
- en développant des outils de communication afin de sensibiliser les propriétaires et gestionnaires de du littoral ainsi que les acteurs du RTMG pour assure une veille des cas de prédation par des mangoustes, sur l'ensemble des sites de ponte.

Dans cette finalité-là, la campagne de terrain 2015 doit pouvoir permettre de comprendre le phénomène de prédation et de tester des moyens de lutte contre ce phénomène sur toute la période de l'étude et sur le secteur de Port-Louis :

- en empêchant totalement la consommation des œufs de tortues marines par la petite mangouste indienne par une protection efficace des nids ou par une éradication réussie des prédateurs,

Ou sinon le cas échéant ;

- en réduisant les impacts de la prédation de la petite mangouste indienne sur les pontes de tortues marines en empêchant que le nid soit prédaté à nouveau, par le même individu ou par d'autres mangoustes par une protection efficace des nids après l'acte de prédation ou par un prélèvement considérable de mangoustes.

L'objectif de ce rapport de stage est donc de décrire, discuter et interpréter les résultats de la campagne de terrain 2015 visant à réduire les impacts de la prédation de la petite mangouste indienne sur les pontes de tortues marines sur la commune de Port-Louis et permettre de conclure si les objectifs ont été atteints ou non.

MATERIEL ET METHODES

A. La zone d'étude

1) Localisation

La zone d'étude choisie pour analyser la prédation de la petite mangouste indienne sur les pontes de tortues marines est Port-Louis, étant donné qu'il est recensé le plus de nids prédatés en Guadeloupe sur cette portion de littoral. Cf. Figure 7a et 7b. Port-Louis est une commune qui se situe au nord-ouest de la Grande-Terre. Pour les besoins de l'étude, elle a été divisée en deux zones distinctes : Port-Louis Nord (PLN), au nord de la ville de Port-Louis, et Port-Louis Sud (PLS). Cf. Figure 10.

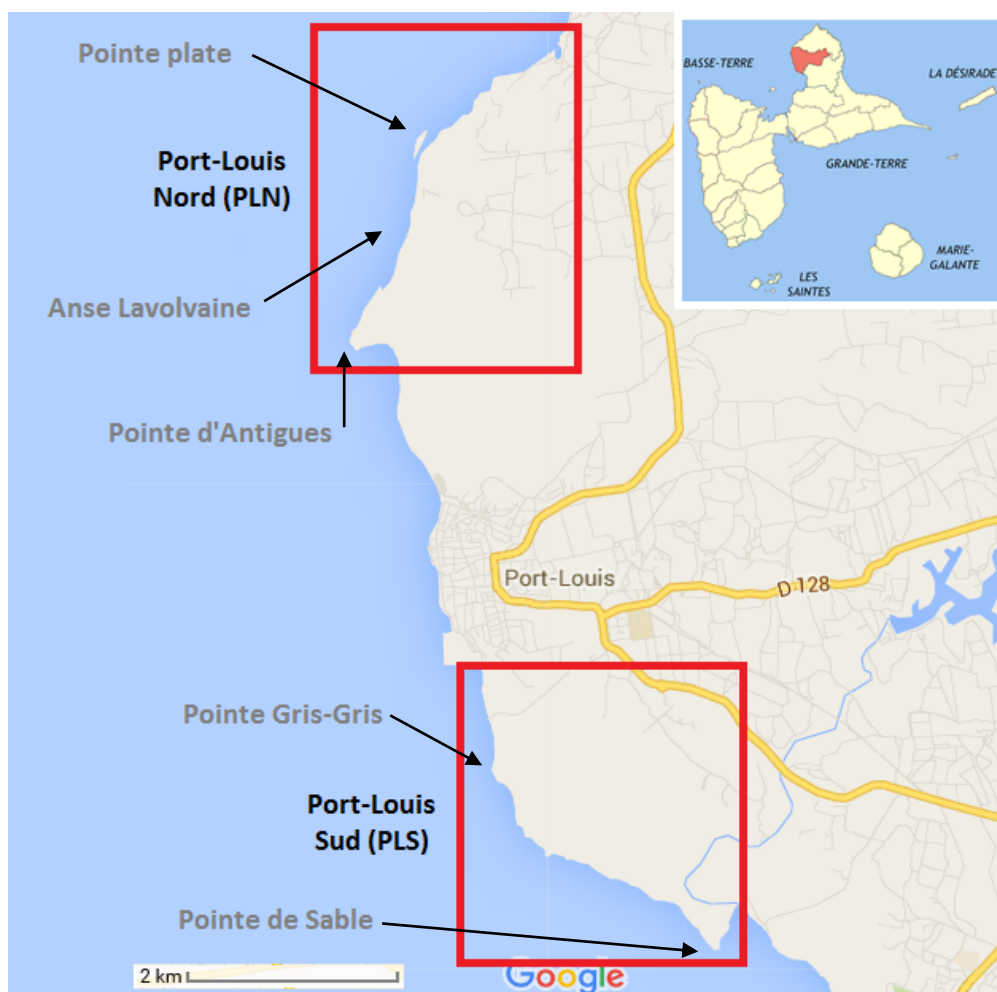


Figure 10. Localisation des deux zones d'étude (PLN et PLS) dans la commune de Port-Louis – Grande-Terre, Guadeloupe (libre de droits - © 2015 Google Map/www.wikipedia.fr)

2) Description sommaire

Tous les linéaires de Port-Louis, situés au Sud ou au Nord, sont longs de quatre kilomètres et présentent des zones de plage avec une partie sableuse et/ou rocailleuse (avec parfois une végétation xérophile herbacée basse en lisière de forêt littorale).

Cette forêt littorale est dominée par une strate arbustive et/ou arborescente et constitue un bon site de ponte pour les tortues imbriquées (*Plan d'action du PRTMAF pour la Guadeloupe-2008*). Cf. *Figure 11*. Ces linéaires de plages présentent aussi tous deux des zones de mangroves dominées par de la végétation halophile (palétuviers). Ainsi, le linéaire de Port-Louis Nord et le linéaire de Port-Louis Sud sont considérés comme étant les mêmes dans le cadre de cette étude.

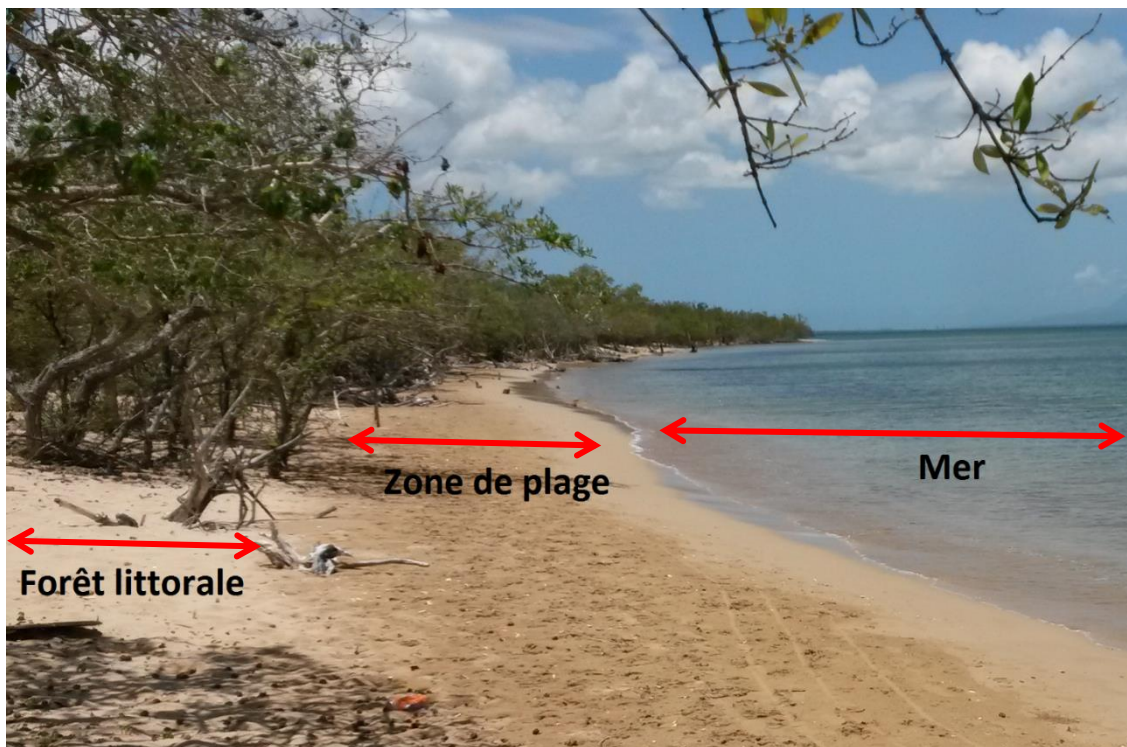


Figure 11. Schématisation d'un secteur d'étude, ici Port-Louis Sud (droits réservés - © 2015 ONCFS ; Cottaz, C.)

3) Données historiques des activités de pontes

Les premières données sur les activités de tortues marines datent de 2006 et 2008 respectivement pour les sites de Port-Louis Sud et Port-Louis Nord. Depuis 2009, l'ONCFS a mis en place un protocole « dit protocole Girondot » de suivis des pontes de tortues marines sur l'Archipel Guadeloupéen. Le protocole définit pour les deux secteurs, encore en vigueur en 2015 est le suivant :

Table I. Nombre de comptages traces total et par période sur le secteur de Port-Louis Nord et Port-Louis Sud suivant le protocole de suivis des pontes mis en place depuis 2009.

Site	Nombre total de comptages traces	Nombre de comptages traces par période		
		1 ^{er} mars au 30 juillet	15 avril au 15 octobre	1 ^{er} juillet au 30 novembre
Port-Louis Nord (PLN)	14	9	14	10
Port-Louis Sud (PLS)	45	28	44	27

D'après les données recueillies dans le cadre de ces suivis, les activités de ponte sur ces deux secteurs sont les suivantes pour la période 2009-2014 :

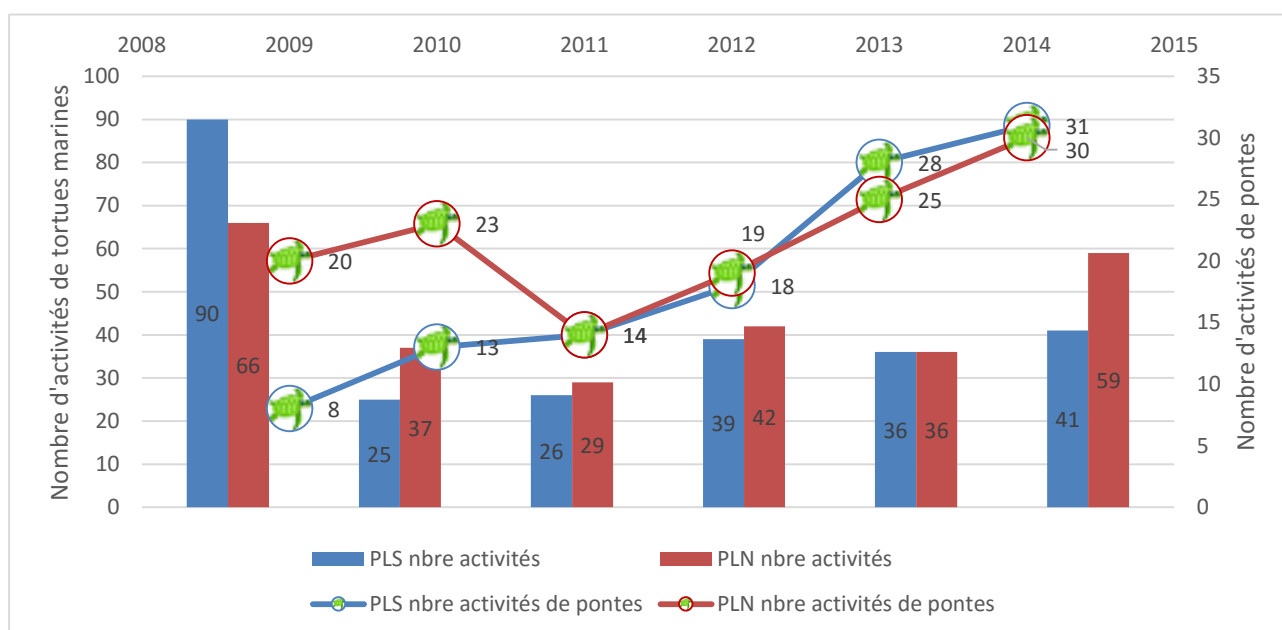


Figure 12. Evolution des activités de pontes de tortues marines sur Port-Louis Nord et Port-Louis Sud au cours du temps établie à partir des données du « protocole Girondot » (données 2009-2014, Port-Louis).

4) Données historiques des cas de prédation par des mangoustes

Port-Louis Nord (PLN) et Port-Louis Sud (PLS) sont deux zones d'étude qui ont été choisies à cause du taux élevé de prédation sur les nids, dont les cas recensés ne cesse d'augmenter depuis 2013. Cf. Figure 7b et Figure 13.

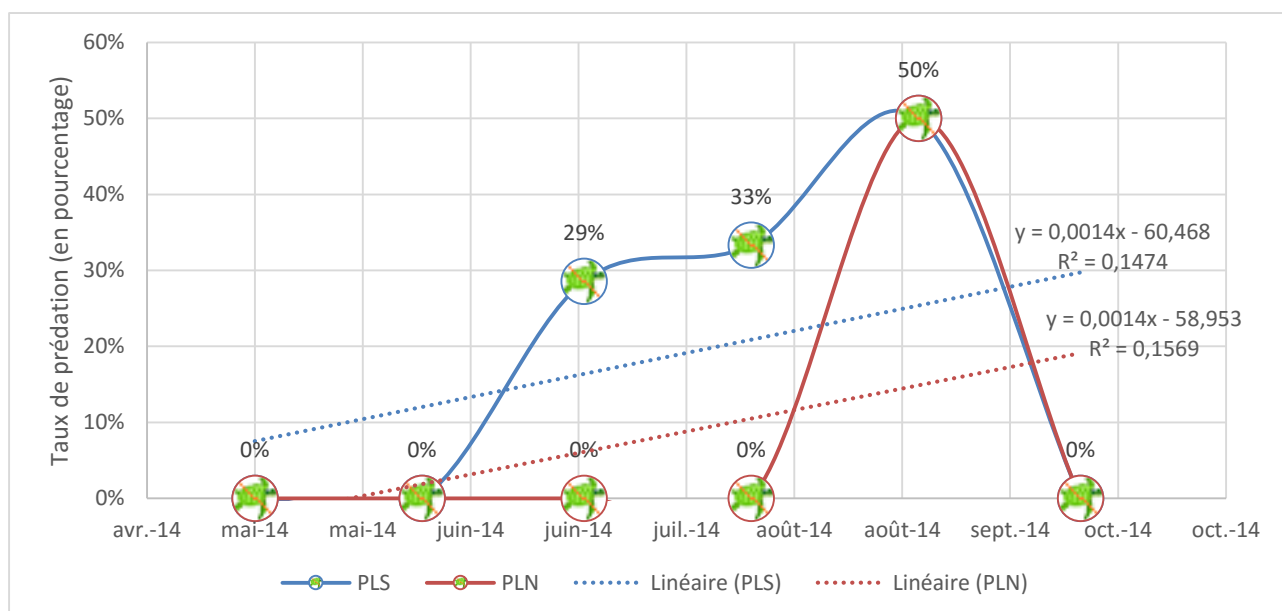


Figure 13. Evolution du taux de prédation sur Port-Louis Nord et Port-Louis Sud au cours du temps établie à partir des données du « protocole Girondot » (données 2014, Port-Louis).

En effet, d'après les suivis du Réseau Tortue Marine de Guadeloupe (RTMG) réalisés pendant la période estivale, la présence de petite mangouste indienne *Urva auropunctata* a été avérée sur ces secteurs : en 2013, 5 nids ont été prédatés sur Port-Louis Sud (aucun à Port-Louis Nord) et en 2014, 5 nids ont été prédatés à Port-Louis Nord contre 9 nids à Port-Louis Sud (données 2013/2014, ONCFS). Par conséquent, le taux de prédation par la petite mangouste indienne sur le littoral de Port-Louis a impacté au moins un nid sur deux de tortues imbriquées de fin août à début septembre 2014. C'est pourquoi le littoral de Port-Louis est propice à une étude sur cette espèce de mammifère. Cf. Figure 13.

5) Définition des secteurs « témoins » et « expérimentaux »

La zone « témoin » et la zone « expérimentale » doivent être bien différenciable géographiquement pour pas qu'il n'y ait de biais liés à un changement de comportement de la petite mangouste indienne face au dispositif mis en place pour réduire la menace de prédation. Ainsi, la zone de Port-Louis Nord est considérée comme étant une population « témoin » et la zone de Port-Louis Sud, où le taux de prédation est le plus important, est considérée comme la population « expérimentale ».

Pour les besoins de l'étude, le linéaire de la zone de Port-Louis Sud a été sectorisé en 15 tronçons, nommés PLS1 à PLS15 (Cf. Figure 15), de 250 mètres de long soit la moitié de la longueur du territoire théorique de la petite mangouste indienne en dispersion (Cf. paragraphe suivant 6/ Hypothèses retenues). Ces secteurs ont été matérialisés sur le terrain avec des placettes de couleur jaune de marque Nortene. Cf. Figure 14.



Figure 14. Photographie des placettes de marque Nortene de couleur jaune matérialisant les secteurs de Port-Louis Sud de PLS01 à PLS15 (© 2015 Cottaz, C.)

Dans la zone « témoin », il a été réalisé des comptages des activités de tortues marines et le recensement des cas de prédation par de la petite mangouste indienne. Dans la zone « expérimentale », il a été établi en plus des observations effectuées dans la zone « témoin » un protocole de suivi des nids, d'intervention (dans le but de réduire la menace de prédation) et de pose de pièges non vulnérants (non létaux) pour les mangoustes.

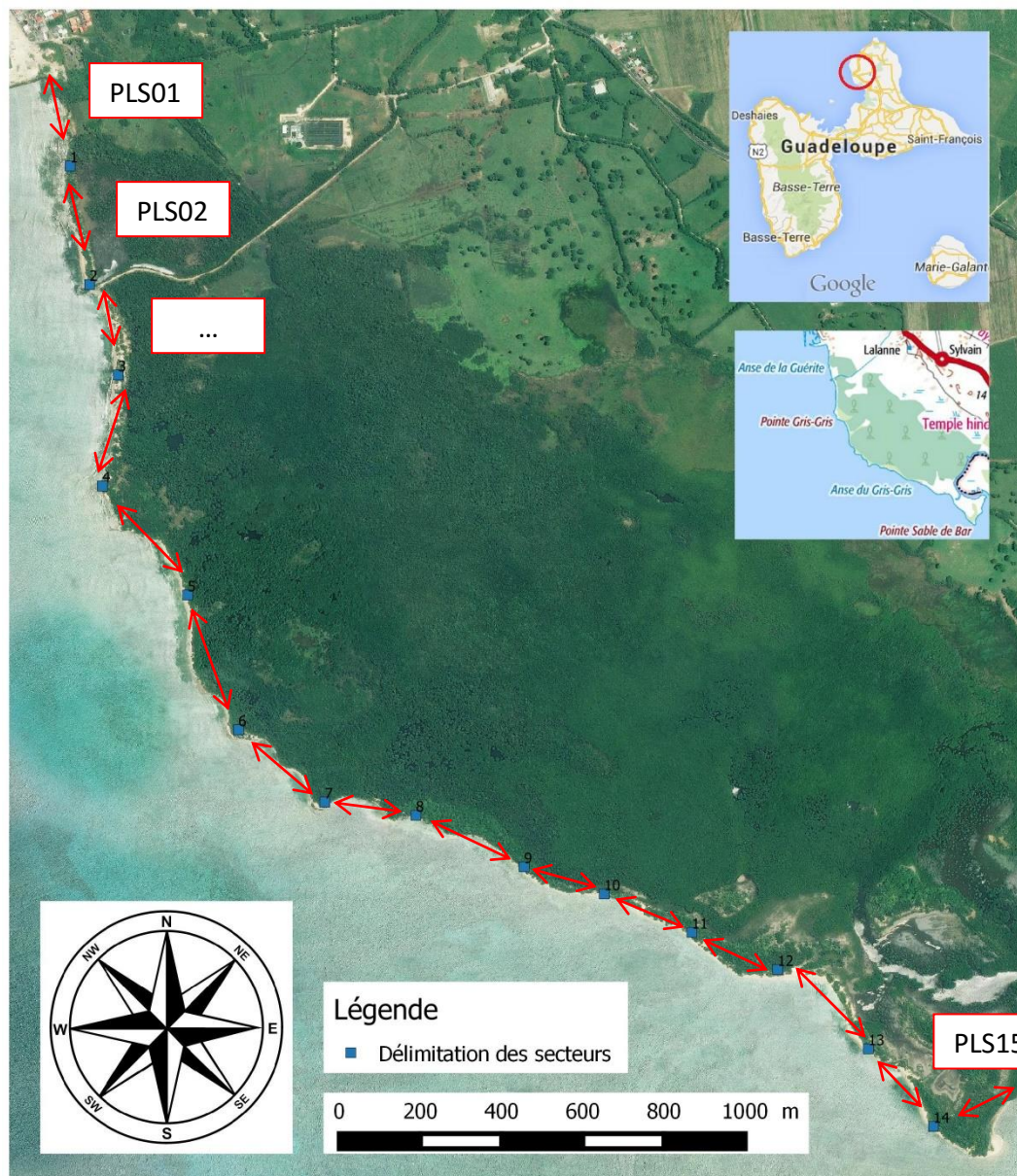


Figure 15. Cartographie des secteurs de Port-Louis Sud utilisés dans le cadre de cette étude (SIG QGis).

6) Hypothèses retenues

Etant donné que la petite mangouste indienne mâle en dispersion possède le plus grand domaine vital, soit un territoire de près de 20 hectares (en période de reproduction) (Nellis & Evrard, 1983 in Lorvelec *et al.*, 2004 ; Hays & Conant, 2003 in Hays & Conant, 2007), il est possible de considérer que cette étude prend en compte l'échantillonnage de deux grandes populations guadeloupéennes : celle de Port-Louis Sud et celle de Port-Louis Nord. En effet, le plus grand domaine vital (200 000 m²) correspond à un cercle de 505 mètres de diamètre, or les deux localités échantillonnées sont espacées de plus de trois kilomètres. La détermination des familles et des métapopulations nécessite bien évidemment des analyses génétiques plus poussées.

La mise en place du protocole suppose aussi qu'il y ait la même intensité de prédation par la petite mangouste indienne sur les pontes de tortues marines de juin à août. Or, d'après les données récoltées en 2014 à l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS), la prédation par la mangouste a eu lieu de manière presque uniforme de mi-juin à fin août 2014 avec une légère tendance à l'augmentation en fin de saison, même s'il faut prendre en compte que les données de cas de prédation recueillies ne l'ont pas été dans le cadre d'un protocole précis mais par le biais d'observations ponctuelles. Cf. Figure 16.

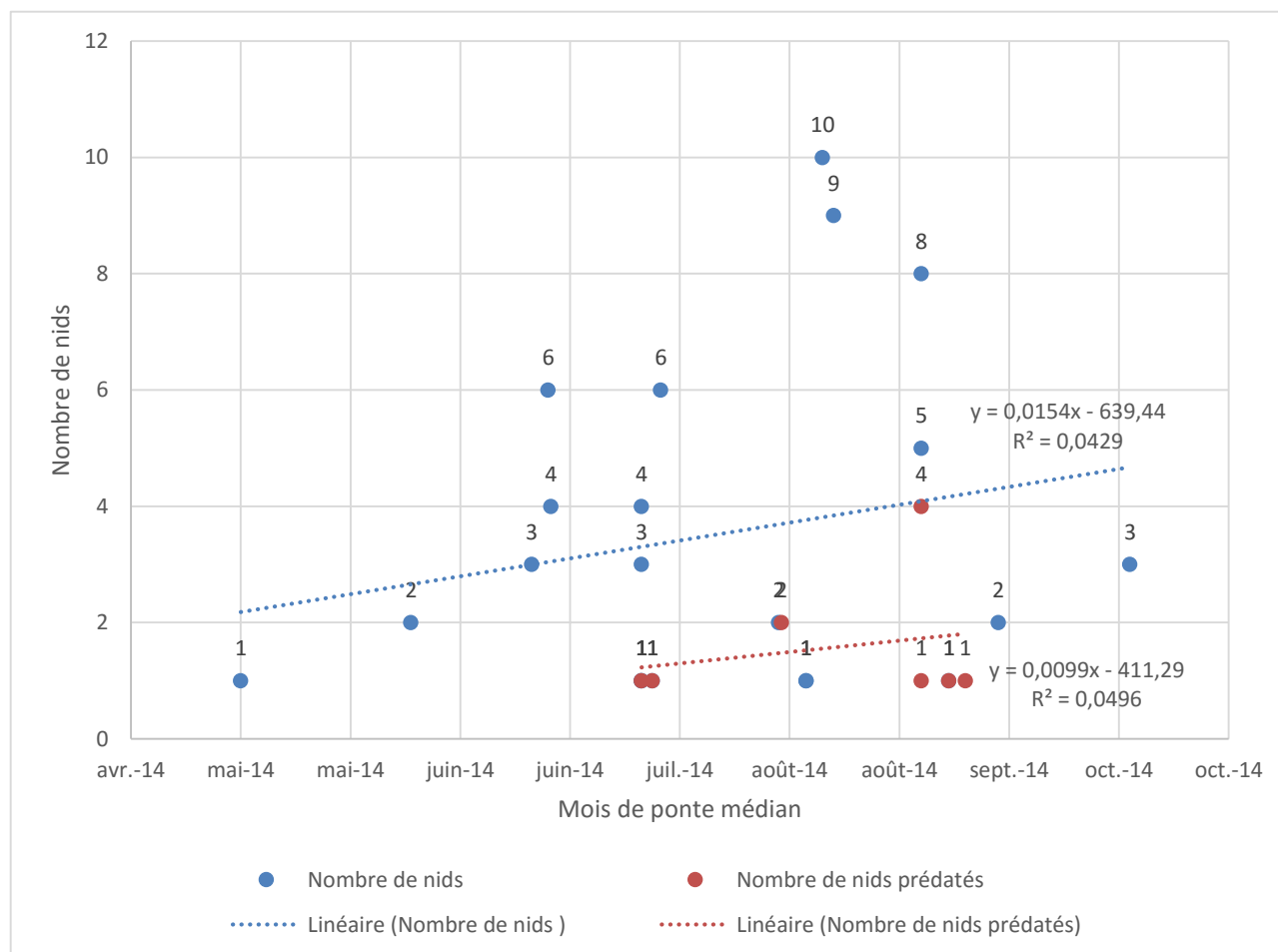


Figure 16. Evolution du taux de nidification des tortues marines et du taux de prédation des nids par la petite mangouste indienne en fonction du temps sur Port-Louis, Guadeloupe (observations ponctuelles, données 2014, ONCFS).

B. Mise en place d'un protocole

En s'appuyant sur la synthèse des connaissances actuelles des moyens de lutte contre la prédation de la petite mangouste indienne sur les pontes de tortues marines, un protocole visant à réduire cette menace sur le secteur de Port-Louis a été validé par l'ONCFS. La session de terrain 2015 s'est donc déroulée rigoureusement suivant le protocole rédigé suite à cette synthèse.

Ce protocole s'axe sur trois phases principales :

- La première phase (Axe 1) s'est déroulée durant les trois mois de suivis de juin à août 2015. Elle a consisté en le recensement des activités de pontes des tortues marines, l'établissement d'une répartition spatiale, l'inventaire de cas de prédation par la petite mangouste indienne et l'analyse de sa stratégie de prédation.
- La deuxième phase (Axe 2) s'est déroulée en juillet 2015 et a consisté en la mise en place du protocole sur le terrain, basée sur la protection physique des pontes de tortues marines et sur la mise en place de leurres répulsifs.
- La troisième phase (Axe 3), s'est déroulée en août 2015, a consisté en la mise en place du protocole visant à capturer des mangoustes, tout en testant différentes techniques de piégeage, et à en analyser l'impact direct sur les pontes de tortues marines.

L'Axe 1 a été mis en place sur les deux zones alors que les Axes 2 et 3 ont été réalisés sur la zone expérimentale (Port-Louis Sud).

1) Axe 1 : Recensement des activités de pontes, compréhension de la stratégie de prédation de la mangouste et évaluation de l'impact (juin 2015)

Les données recueillies pour cette phase ont été collectées par la personne en charge de la mission et par les équipes du Réseau Tortues Marines de Guadeloupe (RTMG).

a) Activités de tortues marines

Le « comptage-trace » consiste en l'inventaire, sur un secteur déterminé, des activités de tortues marines (nid, essais de nid ou simple empreinte) laissées par une femelle de tortue marine lors de son activité de ponte sur le littoral. Suivant les indices observés (projections de sables, morceau de racines à la surface du sable, etc.), il est possible de supposer si la tortue a pondu ou non. Dans le cadre de cette étude, l'ensemble des nids supposés (noté « ponte ? ») a été géoréférencé, matérialisé et numéroté afin d'assurer un suivi visuel régulier des aires de pontes dans le temps. Ce suivi a permis d'acquérir des données sur la stratégie de prédation de la mangouste à l'échelle de l'incubation des œufs dans un nid. Cf. Figure 17.

Le comptage des traces de tortues¹ se fait préférentiellement les matins, afin d'avoir une bonne lisibilité des traces pour pouvoir estimer la date de ponte le plus précisément possible. Toutes les activités de tortues ont été géoréférencées et transférées dans le logiciel *QuantumGis* (QGis) pour des analyses spatiales (cartographie) et toutes les données de terrain ont été rentrées dans un fichier Excel pour des analyses statistiques.

¹ Les traces sont repérées suivant le protocole de suivi des pontes de tortues marines en Guadeloupe mis en place par Eric DELCROIX – Ancien Coordinateur du Programme Tortues Marines en Guadeloupe, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS) / Réseau Tortue Marine de Guadeloupe (RTMG), février 2014 (Delcroix, 2014).



Figure 17. Illustrations des « comptages traces » réalisés suivant l'Axe 1 du protocole. a/ Photographie d'une montée de tortue marine (photo de gauche). b/ Photographie d'un repère de marque Nortene placé sur un ancien nid (© 2015 Cottaz, C.).

b) Observations de mangoustes et cas de prédation

Lors du comptage traces, les observations directes de petites mangoustes indiennes ont été notées et localisées suivant les secteurs définis sur le littoral. Ces observations souvent furtives d'individus isolés ou en petits groupes permettent d'avoir des données ponctuelles de présence ou non de mangoustes sur les secteurs. Cf. Figure 18.



Figure 18. Illustrations des cas de prédation par la petite mangouste indienne. a/ Photographie de traces de mangoustes (photo de gauche), retrouvées sur la Figure 18b. b/ Photographie d'un cas de prédation de nid de tortue imbriquée par la petite mangouste indienne (© 2015 Cottaz, C.).

Toutes les observations de tentatives ou cas de prédation de nid de tortue par de la petite mangouste indienne ont fait l'objet d'une attention particulière, nécessaire à l'analyse de la stratégie de prédation de cet Herpestidé. Pour chaque cas de prédation, il a été estimé la date de la prédation, la réussite de la prédation et le cas échéant, le nombre d'œufs ou de nouveau-nés prédatés.

En fonction de la connaissance des nids, ces observations permettent de comprendre à quel moment un nid de tortue est préférentiellement prédaté par la mangouste (à partir du moment de ponte) jusqu'à l'émergence des nouveau-nés. L'estimation du nombre d'œufs prédatés permet d'acquérir des données sur le taux de prédation par nid.

c) Capture d'images

Afin d'acquérir des images de la stratégie de prédation de la petite mangouste indienne, un système de capture d'images par photo-détection est installé sur des nids « frais » non encore prédatés, ou sur des nids déjà prédatés. Les captures d'images se font grâce à un dispositif de détection de mouvement de marque *Bushnell*, attaché sur le terrain avec un câble antivol de marque *Python*. Ces clichés doivent permettre de comprendre la stratégie de prédation d'une ou de plusieurs mangoustes sur un nid.



Figure 19. Illustrations du dispositif de capture d'images de marque Bushnell. a/ Photographie de la pose du dispositif (photo de gauche). b/ Photographie d'un cas de prédation de nid de tortue imbriquée par la petite mangouste indienne prise par l'appareil de photo-détection (© 2015 Cottaz, C.).

d) Taux de réussite

Certains nids géoréférencés et matérialisés sur le terrain par des placettes de marque *Nortene* ont fait l'objet d'un calcul de taux de réussite.

Ce taux est réalisé par excavation manuelle du nid², cinq jours après constat de l'émergence (effondrement du nid ou traces d'émergence sur le sable) ou date estimative de l'émergence (+ 60 jours après la date de la ponte pour les tortues imbriquée). Il consiste en le dénombrement d'œufs éclos présents dans le nid, d'œufs non éclos et d'œufs éventuellement prédatés par d'autres animaux (crabes, rats).

Le but étant de comparer les taux de réussite à l'éclosion entre la zone « témoins » (aucune intervention pour limiter le phénomène de prédation) et la zone « expérimentale » (avec piégeage ou autre dispositif de réduction de la menace de prédation). Cf. *Figure 20*.

A noter que le nombre estimatif d'œufs prédatés recensés par nid avant réalisation de l'excavation des nids a été systématiquement intégré pour le calcul des taux de réussite par nid.



Figure 20. Illustrations d'un calcul de taux de réussite. a/ Photographie d'une excavation de nid (photo de gauche). b/ Photographie des tas d'œufs excavés nécessaires au calcul du taux de réussite à l'éclosion (© 2015 Cottaz, C.).

2) Axe 2 : protection des nids (juillet 2015)

Cette phase de lutte contre la petite mangouste indienne a été mise en place en juillet 2015, elle est de nature non invasive pour cette espèce et vise plutôt la protection des pontes de tortues marines. Le but étant de tester l'efficacité de plusieurs dispositifs pour protéger les œufs :

- (1) du déterrage grâce à la pose de grilles métalliques sur les pontes,

² Les excavations de nids sont réalisés suivant le protocole du calcul du taux de réussite à l'éclosion des tortues marines en Guadeloupe mis en place par Eric DELCROIX – Ancien Coordinateur du Programme Tortues Marines en Guadeloupe, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS) / Réseau Tortue Marine de Guadeloupe (RTMG), février 2014 (Delcroix, 2014).

(2) de la prédation des œufs par la petite mangouste indienne grâce à un effet répulsif. Cela consiste en la mise en place de leurres permettant de tester le principe d'aversion gustative conditionnée (AGC) chez les petites mangoustes indiennes. Cf. Figure 21.

Les manipulations réalisées pour cette phase ont uniquement été testée sur Port-Louis Sud (zone « expérimentale »).

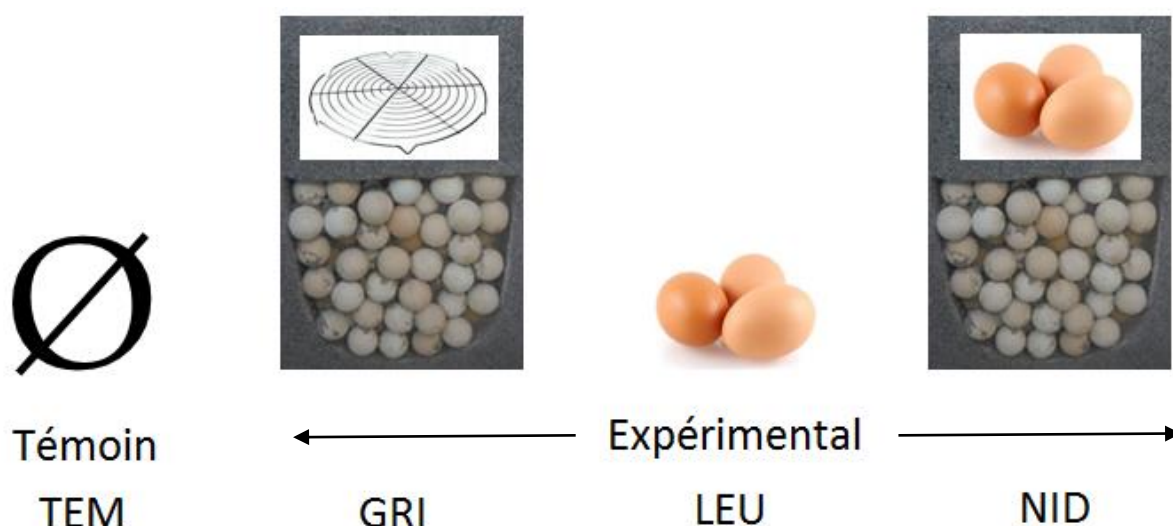


Figure 21. Schéma très simplifié du protocole mis en place lors de l'Axe 2 : protection des nids.

a) Pose d'un dispositif de grillage

Afin de limiter l'accès physique des nids de tortues aux mangoustes, des grilles plastiques ou métalliques de dimension 50 cm X 50 cm, ont été positionnées sur les zones de pontes, pour empêcher que les mangoustes n'atteignent mécaniquement la chambre et déterrent les œufs. Les grilles ont été positionnées à une profondeur comprise entre 5 et 10 centimètres de la surface. Cf. Figure 22.

Le but étant de comparer le succès de prédation puis le taux de réussite sur les pontes « témoins » (non protégées par les grilles) et les pontes « expérimentales » protégées. Les grilles sont posées dès qu'une trace de ponte a été repérée et/ou dès qu'un nid a été prédaté. Elles sont laissées pour chaque nid « expérimental » pendant un mois maximum (et retirées obligatoirement avant l'émergence).

Remarques : Port-Louis Sud a été divisé en deux parties courant juillet : le dispositif de grillage a été mis en place autant que faire se peut de PLS01 à PLS05 tandis que le dispositif de leurres à effet répulsif a été mis en place de PLS07 à PLS15.



Figure 22. Illustrations de la mise en place de grille. a/ Photographie de la pose du dispositif de grillage sur un nid fraîchement prédaté (photo de gauche). b/ Photographie du dispositif après la pose (© 2015 Cottaz, C.).

b) Pose de leurres à effet répulsif

L'aversion gustative conditionnée (AGC, en anglais *Conditioned Taste Aversion*) est un principe selon lequel un animal assimile un aliment à une intoxication alimentaire (symptômes de nausées, vomissement, diarrhée, dérèglement gastro-intestinal, etc.) (Nicolaus & Nellis, 1986). Pour ce faire, les petites mangoustes indiennes doivent consommer des leurres dans le but d'être « entraînées » à éviter un type d'aliment particulier – dans le cadre de cette étude ; les œufs de tortues marines. Les leurres créés sont des œufs de poule dans lesquels a été injecté 1,5 à 2 millilitres de piment fort broyé. Par conséquent, la préférence des mangoustes pour les œufs de tortues devrait avoir tendance à se réduire sur une période donnée (Garcia & Koelling, 1967 in Nicolaus & Nellis, 1986), même si les symptômes (brûlure de la peau et des muqueuses par la capsaïcine contenue dans les piments) disparaissent rapidement après ingestion du leurre.

Les leurres ont été positionnés suivant deux stratégies. Premièrement, de manière régulière sur le linéaire de la zone « expérimentale », à peu près tous les 125 mètres à partir du secteur 06 (pour rappel il y a 15 secteurs au total). Deuxièmement, de manière ponctuelle, suivant les cas (présence d'un cas avéré de prédation), en complément du dispositif de grille. Les leurres ont été positionnés par lots de 6 œufs à une profondeur de 10 à 15 centimètres. Cf. Figure 23.



Figure 23. Illustrations de la mise en place de leurres répulsifs sur le terrain. a/ Photographies de la pose du dispositif de leurre puis du déterrage de ceux-ci par la mangouste (photos de gauche). b/ Photographies de la pose de leurres sur un nid prédaté puis du déterrage de ceux-ci par la mangouste (photos de droite) (© 2015 Cottaz, C.).

3) Axe 3 : éradication de la menace (août 2015)

Ce troisième axe mis en place sur la zone « expérimentale » s'articule sur l'utilisation de techniques de capture de la petite mangouste indienne pour limiter la prédation de celle-ci sur les pontes de tortues marines. Chaque piège est appâté pour une meilleure chance de réussite.

a) Estimation de la densité de mangoustes

La mise en place du protocole de capture nécessite de connaître la densité de mangoustes présente notamment sur le secteur de Port-Louis Sud afin d'estimer la pression de piégeage nécessaire et les objectifs à atteindre pour une éradication totale de la zone. Ainsi, d'après la bibliographie il est estimé en général une densité moyenne de 5 individus de mangoustes à l'hectare (Seaman, 1952 in Fukuhara, 2010 ; Nellis & Everard, 1983 ; Nicolaus & Wellis, 1986 ; Hoagland *et al.*, 1989 et Tomich, 1979 in Hays & Conant, 2003 ; Gorman, 1979 in Fukuhara, 2010 ; Roy, Jones & Harris, 2002), notamment sur toutes les grandes îles du monde où elle a été introduite.

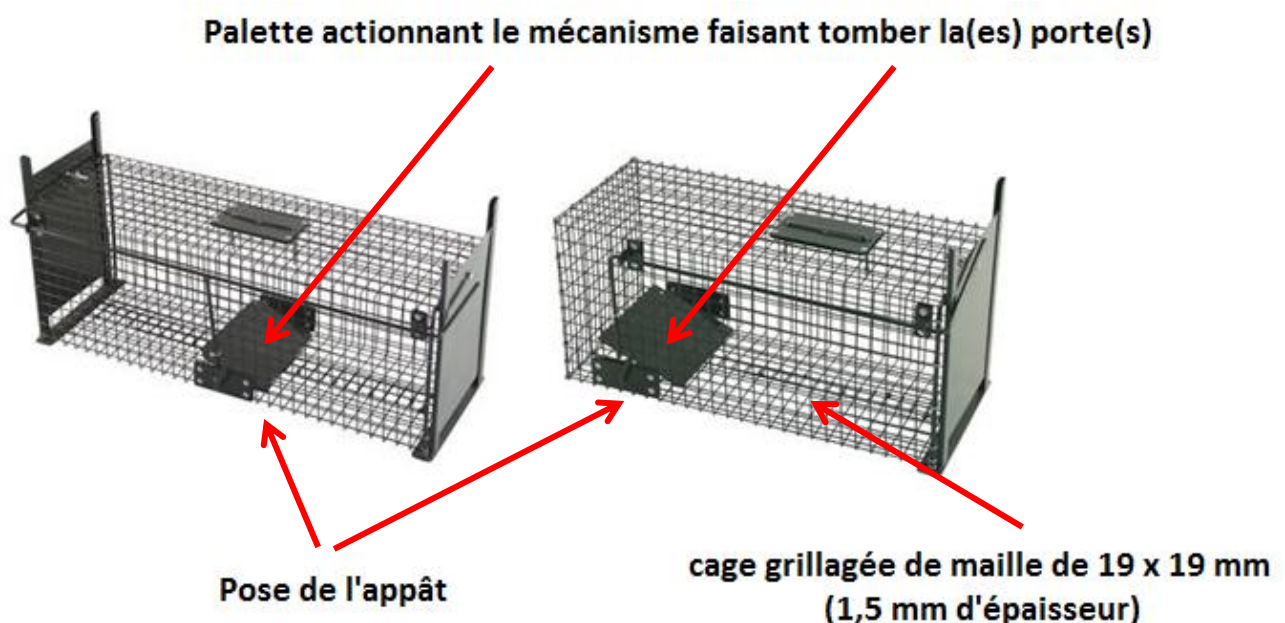
Or, Port-Louis Sud (composé de plages et de forêts littorales halophiles et xérophiles susceptibles d'abriter des territoires de mangoustes) fait à peu près 30 hectares (Google Map, 2015). Il est donc possible d'estimer une population de mangoustes de 150 individus susceptibles d'être prélevées sur la totalité du secteur de Port-Louis Sud pour une éradication réussie (en habitat favorable et non favorable). Cependant, il est possible d'affiner la densité de mangoustes présentes sur site car d'après la topologie des lieux, Port-Louis Sud est principalement composé de zones de mangroves à végétation halophiles. Or, les mangoustes se retrouvent en très faibles densités sur ces habitats (Lorvelec *et al.*, 2004).

Ainsi, d'après l'étude locale menée sur l'Îlet Fajou (Lorvelec *et al.*, 2004), qui présente une végétation similaire à celle de Port-Louis Sud et dans des proportions avoisinantes (entre végétations xérophiles et halophiles), l'indice d'abondance trouvé était de 0,7 mangoustes à l'hectare. Cet indice d'abondance a été établi selon l'estimation de la répartition des populations suivante : 5,3 mangoustes à l'hectare pour les formations xérophiles et 0,2 mangoustes à l'hectare pour les formations halophiles. En considérant cet indice, il est possible d'estimer la population de mangoustes sur Port-Louis Sud à 45 individus.

De plus, dans un souci de précision, il est aussi possible d'affiner l'estimation de mangoustes à piéger sur tout le linéaire par une autre méthode : en s'aidant du logiciel *Quantum Gis* (QGIS). En effet, d'après la bibliographie, les mangoustes (en comptant aussi les femelles) possèdent un territoire minimal moyen d'environ 4 hectares (Nellis & Everard, 1983 in Hays & Conant, 2007). Il est alors possible de définir une zone tampon (équivalant à 113 mètres de rayon) à chaque nid prédaté, étant donné que chaque nid prédaté l'a été par une mangouste. Par conséquent, le logiciel a calculé une aire de 33,5 hectares. Cela signifie que l'aire théorique où se trouvent les mangoustes qui ont prédaté les nids est de 33,5 hectares. Or, d'après les densités précitées, il est possible d'estimer la population de mangoustes à 50 individus. Ainsi, en théorie, l'objectif à atteindre est la capture de 45 à 50 individus environ sur le secteur de Port-Louis Sud.

b) Piégeage des mangoustes

Les captures sont réalisées avec des pièges non vulnérants de type cage-pièges pour la capture d'animaux, qui sont des pièges de première catégorie (non létaux). Trois types de pièges ont été utilisés : les premiers sont des « boîtes à fauve » (de mailles de 19 x 19 mm et de 1,5 mm d'épaisseur), à une entrée (porte tombante), de marque *Farmline* et de dimensions égales à 60 x 23 x 23 cm. Le deuxième type de piège comporte deux entrées (portes tombantes) aussi de marque *Farmline* et de dimensions égales à 64 x 21 x 21 cm. Cf. Figure 24a (ci-dessous).



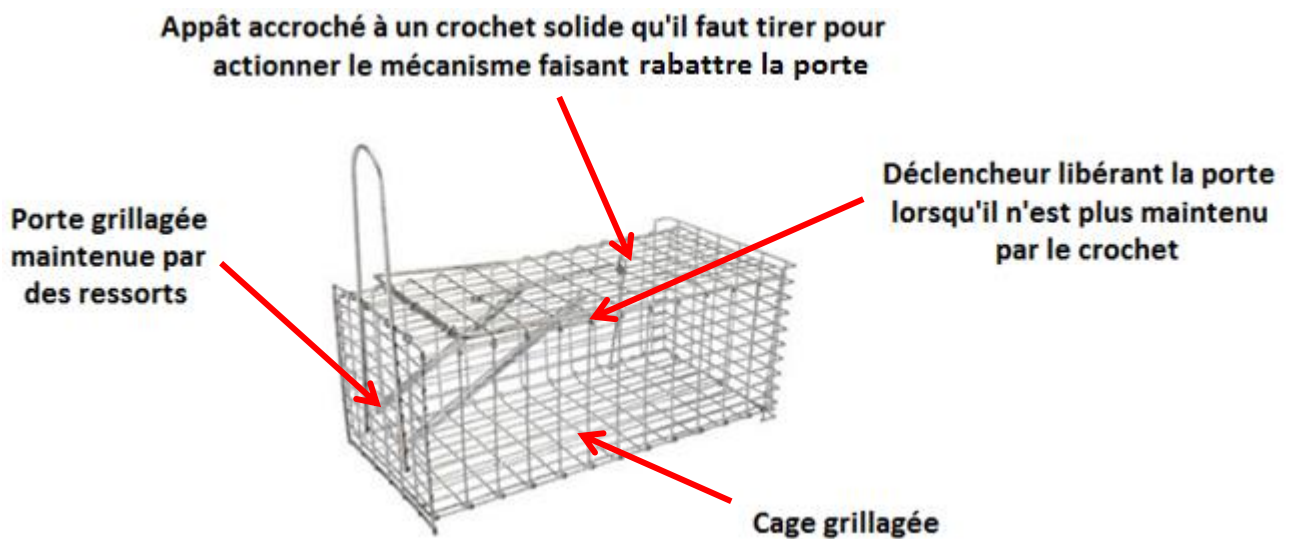


Figure 24. Schémas des pièges non vulnérants de marque Farmline utilisés dans la campagne de piégeage 2015 de la petite mangouste indienne. a/ boîtes à fauve (page précédente) (droits réservés - © 2015 www.farmline.fr). b/ nasses à rats prêtées en renfort (ci-dessus) (droits réservés - © 2015 www.manufrance.fr).

Ces deux types de pièges fonctionnent à l'aide d'une palette où est déposé l'appât. De plus, des « nasses à rats » ont été utilisées en renfort, de dimensions égales à 28 x 10 x 10 cm. Ce sont des pièges à portes rabattantes, dont l'appât (suspendu à un crochet) nécessite d'être tiré pour que le mécanisme se déclenche. Cf. Figure 24 et Figure 25.



Figure 25. Photographie de la mise en place de pièges sur le terrain, appâté avec un œuf de poule intact (non brisé) et sain (sans répulsif) (© 2015 Cottaz, C.).

Un total de vingt pièges permanent a été utilisé pour la campagne de terrain 2015. La période de pose de pièges s'est faite courant août 2015. Pendant cette période, la recherche d'activités de ponte et le repérage des nids pour calculer le taux de réussite à l'émergence sur le terrain ont été momentanément interrompus jusqu'en début septembre par cause de manque de temps. Conformément à l'arrêté du 29 janvier 2007, les pièges ont été vérifiés tous les matins (8-10h) et en début d'après-midi (14-16h). Cf. Figure 26.

Les appâts retenus pour la session de capture ont été des œufs, des morceaux de lard et de saucisson. La météo a été défavorable la dernière semaine de piégeage, rendant difficile la lecture des traces de tortues et les excavations de nids.



Figure 26. Illustration d'une mangouste prise dans un piège (© 2015 Cottaz, C.).

c) Capture d'images

Afin d'acquérir des images de la réaction des mangoustes face aux dispositifs de piégeage, un système de capture d'images par photo-détection est installé sur les zones étudiées. Les captures d'images se font de la même manière que précédemment c'est-à-dire grâce à un dispositif de détection de mouvement de marque *Bushnell*, attaché sur le terrain avec un câble antivol de marque *Python*.

d) Prélèvements biologiques, conservation et traitement des échantillons

Les individus de mangoustes piégées ont été noyées dans leur cage avant d'être transportées dans des sacs isothermes et conservées en congélation afin de réaliser des prélèvements et des nécropsies complètes ultérieures.

Des mesures génétiques seront réalisées en laboratoire par l'UMR 0985 : Ecologie des Invasions Biologiques de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) de Rennes. Cette unité de recherche, dirigée par Olivier Lorvelec, s'intéresse aux mécanismes des conséquences de la présence de mammifères prédateurs introduits (rongeurs et carnivores) dans les écosystèmes insulaires.



Figure 27. Illustration du prélèvement des mangoustes avant étiquetage et conservation en congélation (© 2015 Cottaz, C.).

C. Indice de Simonetti

L'indice de Simonetti est un indice qui permet de calculer le taux de capture, sur une opération donnée et un milieu écologique donné. Ainsi, cet indice, avec n pièges, se calcule :

$$100 \times \frac{\text{nombre de mangoustes capturées}}{(\text{nombre de mangoustes capturées} + \text{nombre de pièges tendus et appâtés})}$$

Il permet d'avoir une estimation non biaisée du taux de capture à la différence du ratio : nombre de mangoustes sur nombre total de pièges.

RESULTATS

A. Axe 1 : Recensement des activités de pontes, compréhension de la stratégie de prédation de la mangouste et évaluation de l'impact

1) Activités de tortues marines

Dans le cadre de cette étude, une activité de tortue marine comprend les activités de ponte, les activités de ponte prédatées et les autres activités (creusement, montée, etc.). Une activité de ponte se définit comme les pontes effectives (déterminées soit par excavation du nid soit par constat de prédation sur œufs déterrés) ainsi que par les traces d'activités de pontes laissées par les femelles et vues sur le terrain (pontes supposées). Cf. Table II.

Table II. Définition des activités de tortues marines dans le cadre de cette étude par rapport aux codes mis en place dans le protocole.

ACTIVITES DE TORTUES MARINES	PONTES PREDATEES	→	PREDATION
	PONTES	→	PONTE [effective] + PONTE ?
	AUTRES	→	? + PAS PONTE ? + PAS PONTE

L'effort de suivi des activités de tortues marines comprend 33 repérages d'activités de tortues marines sur les trois mois d'étude pour Port-Louis Nord contre 37 pour Port-Louis Sud. Ces suivis ont été effectués par des agents de l'ONCFS mais aussi par des membres du RTMG.

A noter que l'Axe 3 du protocole - comprenant le piégeage des mangoustes - s'est déroulé au mois d'août 2015. Etant donné que le piégeage est une activité très chronophage, le nombre de comptage trace réalisé strictement suivant le protocole (avec un linéaire défini) a été plus faible que les autres mois, même si le nombre de journées de terrain a été plus conséquente. *De facto*, la majorité des observations d'activités de tortues marines sur Port-Louis Sud en août ont été recensées ponctuellement. Cf. Table III.

*Table III. Nombre de comptages traces total (ONCFS et RTMG) par période sur le secteur de Port-Louis Nord et Port-Louis Sud pendant l'été 2015. *journées de terrain sans « comptages traces » mais observations ponctuelles possibles de nids de tortues marines*

Site	Nombre total de comptages traces	Nombre de comptages traces par période			
		1 ^{er} juin au 30 juin	1 ^{er} juillet au 31 juillet	1 ^{er} août au 31 août	1 ^{er} sept. à mi-sept.
Port-Louis Nord (PLN)	33	11	17	5	?
Port-Louis Sud (PLS)	37	9	17	4 (+15*)	2

D'après les données recueillies dans le cadre de ces suivis, les activités de ponte sur ces deux secteurs sont regroupées dans le graphe suivant (Cf. Figure 28) :

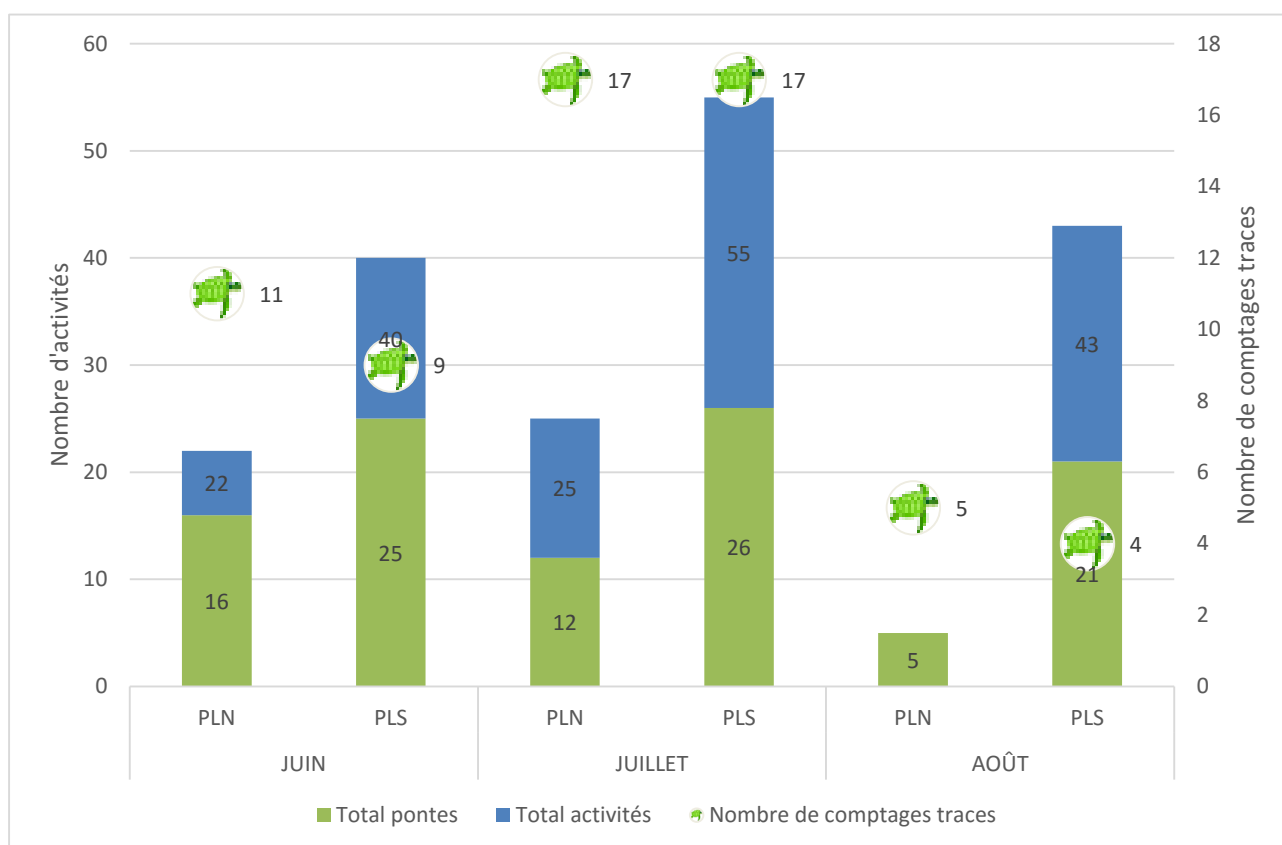


Figure 28. Nombre d'activités totales de tortues marines recensées sur le littoral de Port-Louis (Port-Louis Nord et Port-Louis Sud) pendant l'été 2015 (Cottaz, C.).

D'après la figure 28, le secteur « témoin » (PLN) a cumulé en moyenne 11 activités de ponte (par mois) de tortues marines contre 24 pour le secteur « expérimental » (PLS). Ainsi, il y a eu deux fois plus d'activités de ponte de tortues sur PLS que sur PLN pour un effort de suivi quasi similaire pour chaque mois de la période d'étude. Le faible nombre de comptages traces réalisé en août 2015 sur PLN peut être une hypothèse plausible au faible nombre de nids de tortues marines retrouvé sur ce secteur.

Sur Port-Louis Nord, les activités de tortues marines ont été observées plutôt entre les placettes PLN3 et PLN6 (Lavolvaine), entre PLN8 et PLN9 et enfin entre PLN14 et PLN17 (Pointe Plate). Cf. Figure 29. Concernant Port-Louis Sud, les activités de tortues marines ont été observées depuis le sud du port jusqu'à la placette PLS14 (Pointe de Sable). A noter que la zone située entre le secteur PLS12 et PLS13 est très fréquentée par les touristes surtout par les juilletistes et les aoutiens (baignade, jet-ski, ski-nautique, banana-surfing, etc.) et par les locaux (pique-niques sur la plage, pêche, fêtes, etc.) et n'a pas été visitée par les tortues marines cet été. Il en est de même pour la zone de mangrove située entre la placette PLS07 et PLS08 qui n'a pas été visitée car étant constituée majoritairement de palétuviers bordant la mer empêchant l'accès aux zones terrestres en arrière-plan. Cf. Figure 30.

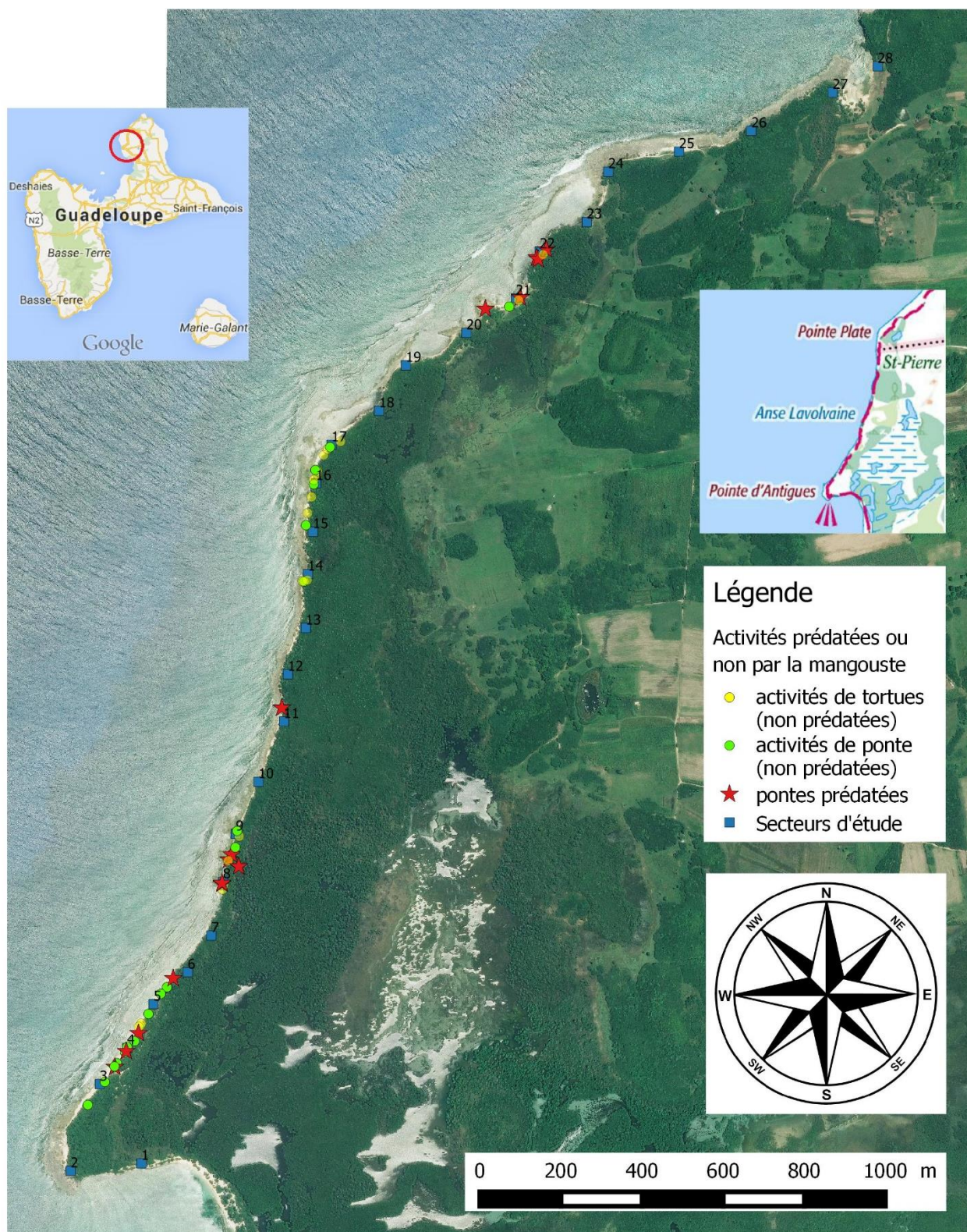


Figure 29. Localisation des activités de ponte prédatées ou non par la petite mangouste indienne sur Port-Louis Nord, Guadeloupe (été 2015, Cottaz, C.).

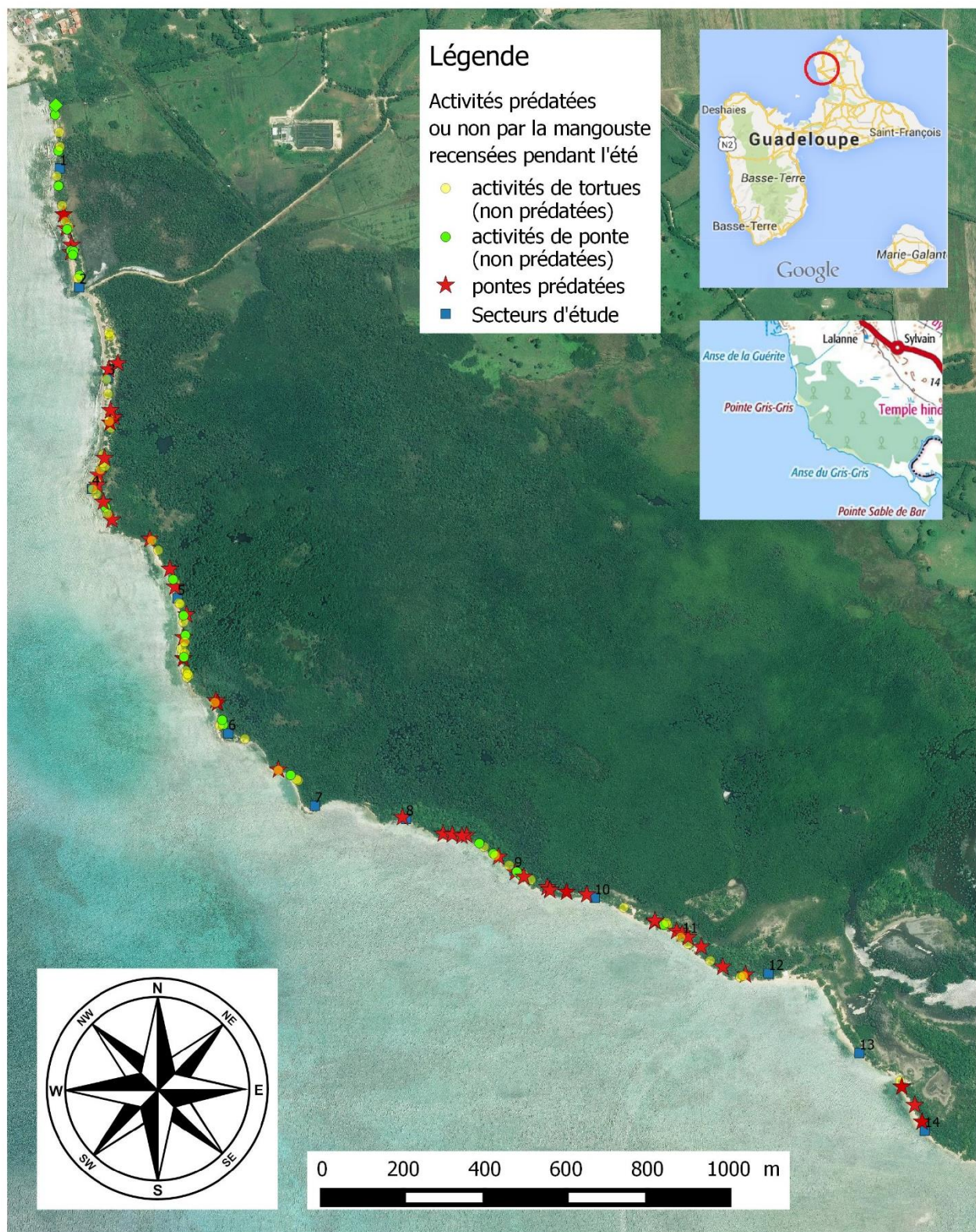


Figure 30. Localisation des activités de pontes prédatées ou non par la petite mangouste indienne sur Port-Louis Sud, Guadeloupe (été 2015, Cottaz, C.).

2) Observations de mangoustes et cas de prédation

a) Observations directes

Les mangoustes ont été généralement observées en milieu de journée entre 10h et 16h. De nature furtive, elles n'hésitent pas à fuir si elles entendent arriver un agent de terrain. C'est pourquoi il est difficile de surprendre une mangouste en train de prédater un nid de tortue marine. De plus, de nombreux constats de nids fraîchement prédatés ont été faits en arrivant sur le terrain entre 7h et 8h du matin : par conséquent, il en a été déduit que la prédation a généralement lieu assez tôt le matin (entre 6h et 7h). En effet, les cas de prédation ont souvent été constatés après qu'un nid ait été ouvert par la mangouste. Elle creuse un tunnel dans le nid en direction de la chambre où se trouvent les œufs puis les déterre, en emportant parfois quelques-uns au loin. On observe généralement l'ouverture du tunnel en forme de couronne sur le sable avec des empreintes de mangouste à proximité. Les œufs consommés sont généralement sortis de la chambre et portent des marques de dents.

b) Observations indirectes

Les captures d'images réalisées les plus tôt dans la journée lors des passages de la petite mangouste indienne dans le champ de la caméra l'ont été entre 5h30 et 6h du matin. Cf. *Table IV*. Les captures les plus tardives ont été réalisées entre 7h et 7h30 du soir. Plusieurs individus sont passés devant le champ de la caméra et certains ont pu être déterminés comme différents, notamment de par leur âge (les juvéniles étant plus petits et légèrement plus clairs sur les images). Le dispositif de capture d'images par photo-détection a ainsi pu repérer au minimum 3 individus identifiés comme différents sur le même secteur (PLS06). La recherche de nourriture – c'est-à-dire quand l'individu a creusé devant le champ de la caméra – a été observée en moyenne tôt le matin, mais des individus ont été aperçus en train de prédater des nids dans les heures les plus chaudes de la journée, notamment en tout début d'après-midi (observations personnelles).

*Table IV. Horaires d'activités journalières relevés par la caméra à photo-détection placée sur le secteur PLS06. *individu passant devant le champ de la caméra. **individu creusant.*

Date	1 ^{ère} apparition	Dernière apparition	Nombre total d'apparition	De passage*	Recherche de nourriture**	Nombre d'individus identifiés comme différents
23/07/2015	5:59 AM (24°C)	-	1	1	0	1
28/07/2015	3:42 PM (34°C)	7:16 PM (28°C)	4	2	2	2
29/07/2015	5:35 AM (25°C)	6:03 PM (26°C)	8	7	1	3
30/07/2015	6:30 AM (26°C)	-	1	0	1	1

c) Taux de prédation (juin 2015)

Afin de vérifier l'hypothèse que la pose de grilles, de leurres et/ou de pièges a un impact sur le taux de prédation de la mangouste, seules les données de juin 2015 (où aucun dispositif de lutte n'a été mis en place) seront décrites. *De facto*, il sera possible de comparer le taux de prédation avant et après la mise en place des dispositifs de réduction de la menace.

Ainsi, la petite mangouste indienne a prédaté près de 78% des nids de tortues marines en juin 2015 sur le littoral de Port-Louis, alors qu'aucune activité n'a été recensée prédatée en juin de l'année 2014. Tous les nids prédatés en 2015 ont été des nids de tortues imbriquées. Ainsi, 32 pontes ont été prédatées sur 41 activités de pontes [40 effectives], avant la mise en place de dispositifs de réduction de cette menace de prédation courant juillet et août 2015. En juin 2015, le secteur de Port-Louis Sud (PLS) a avoisiné les 92% de prédation avec 23 pontes prédatées sur 25 [24 effectives] tandis sur les 16 activités de pontes [effectives] de tortues imbriquées de Port-Louis Nord (PLN), 9 ont été prédatées, ce qui équivaut à un taux de prédation de 56% sur ce secteur. Cf. Figure 31.

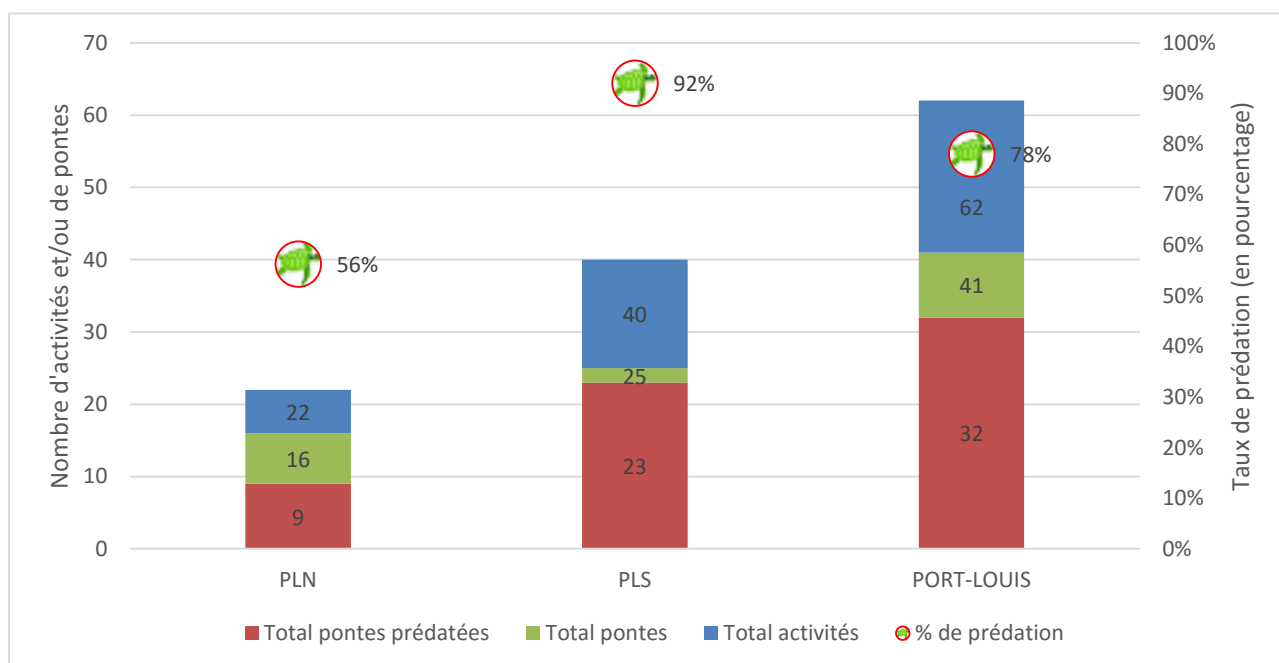


Figure 31. Taux de prédation des nids et nombre de pontes de tortues marines prédatées par la petite mangouste indienne, de pontes de tortues non prédatées et d'activités totales sur le littoral de Port-Louis (juin 2015, Cottaz, C.).

Cependant, ce fort taux de prédation est en partie lié au nombre important d'activités recensées en juin 2015. En effet, les activités de tortues marines de juin 2015 ont été plus nombreuses que les années précédentes, avec près 22 activités recensées dont 16 de pontes [16 effectives] pour Port-Louis Nord. Port-Louis Sud comprend 40 activités dont 25 de pontes [24 effectives]. Le littoral de Port-Louis cumule donc 62 activités dont 41 de pontes [40 effectives]. Cf. Figure 31. Par comparaison, en juin 2014 le littoral de Port-Louis a compté 12 activités de tortues marines dont 6 de pontes [0 effective]. En effet, il a été recensé 9 activités à Port-Louis Sud et 3 activités à Port-Louis Nord. Cf. Figure 32.

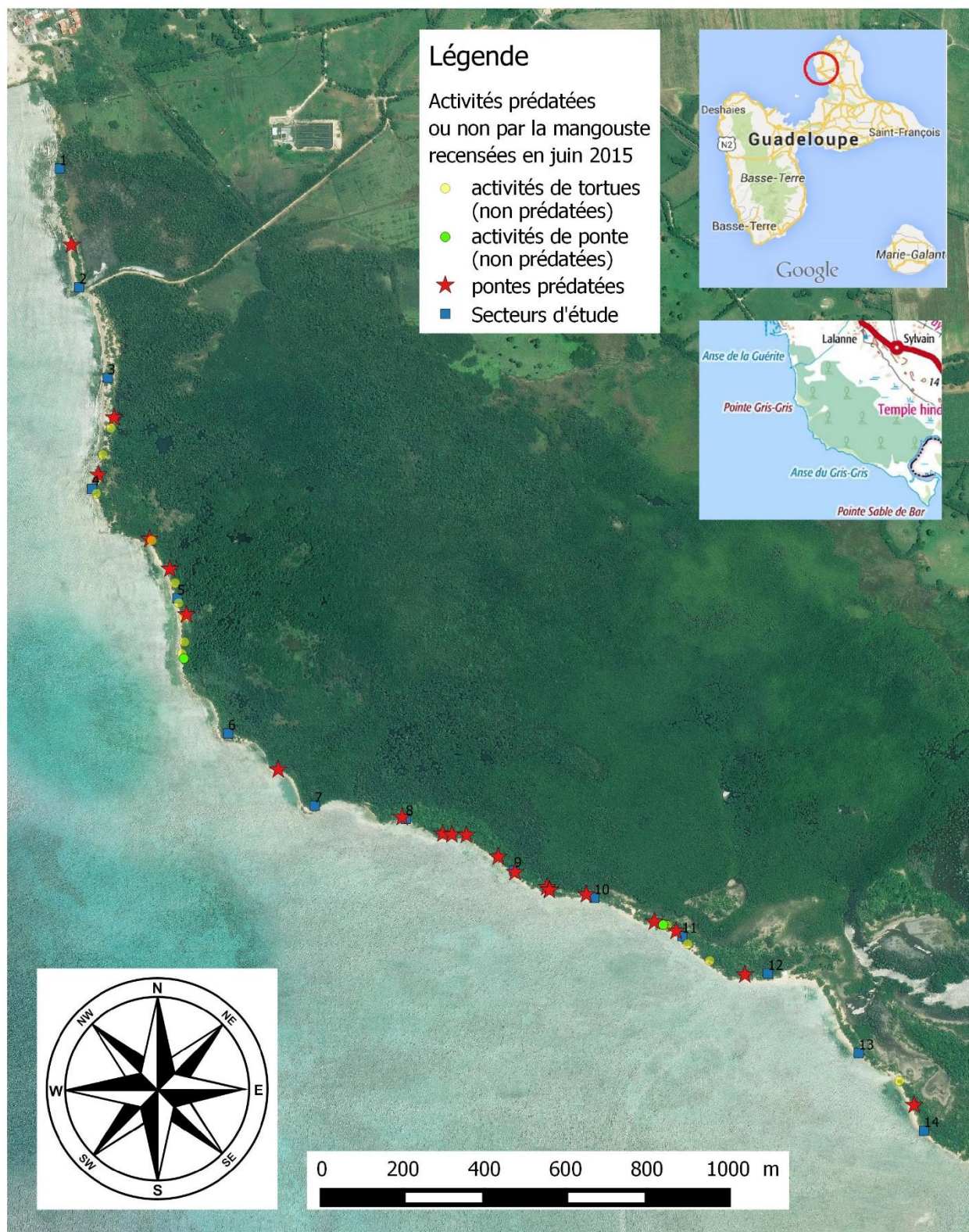


Figure 32. Localisation des activités de pontes prédatées ou non par la petite mangouste indienne en juin 2015 sur Port-Louis Sud, Guadeloupe (juin 2015, Cottaz, C.).

d) Evolution des cas de prédation au cours du temps

Les cas de prédation des œufs de tortues marines par la petite mangouste indienne ont été de plus en plus fréquents depuis 2014 sur le littoral de Port-Louis. Avec les données récoltées en juin 2015, la tendance de prédation a augmenté et aurait dû atteindre plus de 60% de nids prédatés sur le littoral de Port-Louis si aucun dispositif de réduction de la menace n'avait été mis en place. Cf. Figure 33.

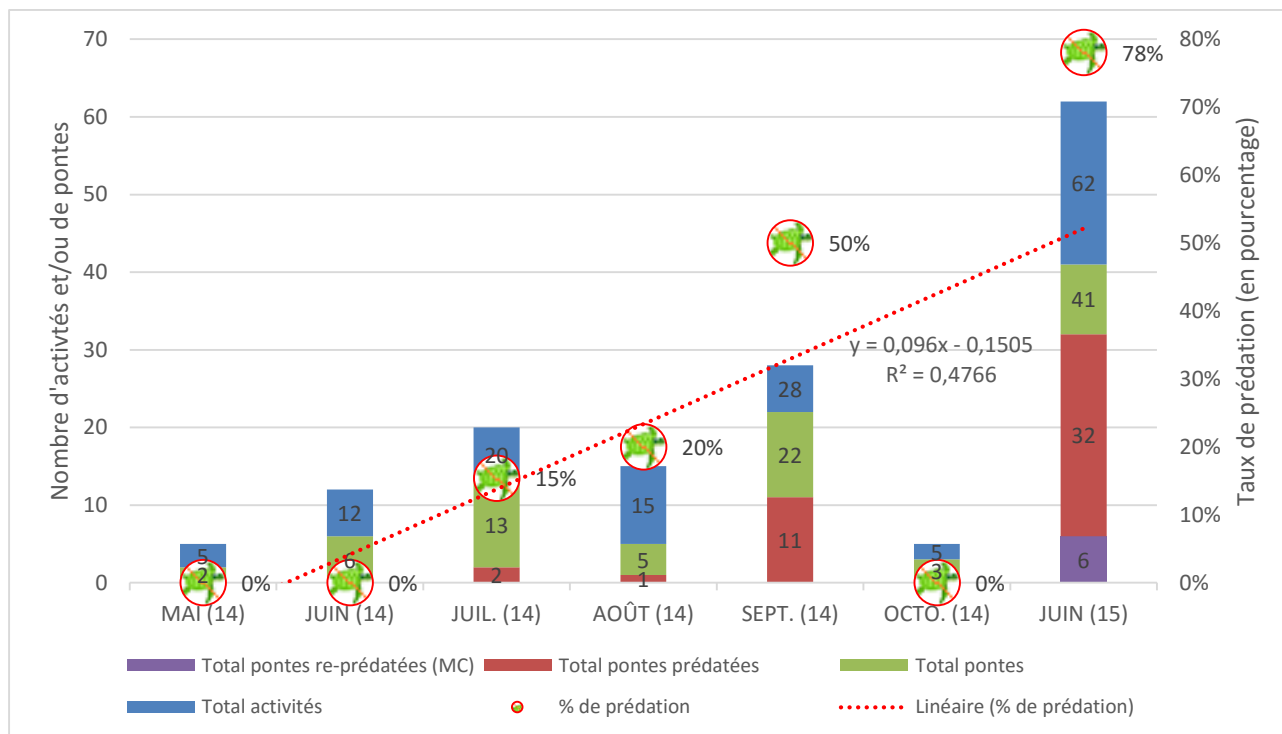


Figure 33. Taux de prédation des nids et nombre d'activités totales, nombre de ponte, nombre de pontes prédatées et nombre de pontes re-prédatées (en minimum certain) sur le littoral de Port-Louis (jusqu'à juin 2015, Cottaz, C.).

e) Intensité de prédation (juin 2015)

De même que précédemment, afin de vérifier l'hypothèse que les dispositifs de réduction de la menace de prédation ont un impact sur l'intensité de prédation de la mangouste, seules les données de juin 2015 seront décrites.

Le nombre moyen d'œufs consommés par la petite mangouste indienne a avoisiné les 51 œufs par ponte de tortues imbriquées pour le secteur de PLN contre 34 pour PLS en juin 2015 tandis que la valeur médiane est de 20 œufs consommés pour PLN contre 27 pour PLS. Cf. Figure 34. En moyenne, en juin 2015, près de 43 œufs par ponte de tortue marine ont été consommés par les mangoustes sur le littoral de Port-Louis. Etant donné que les tortues imbriquées pondent en moyenne 160 œufs par ponte, la valeur indicative de l'intensité moyenne de prédation est de près de 27% d'œufs consommés par ponte en juin 2015 sur l'ensemble du littoral de Port-Louis (avant la mise en place de dispositifs de réduction de la menace de prédation).

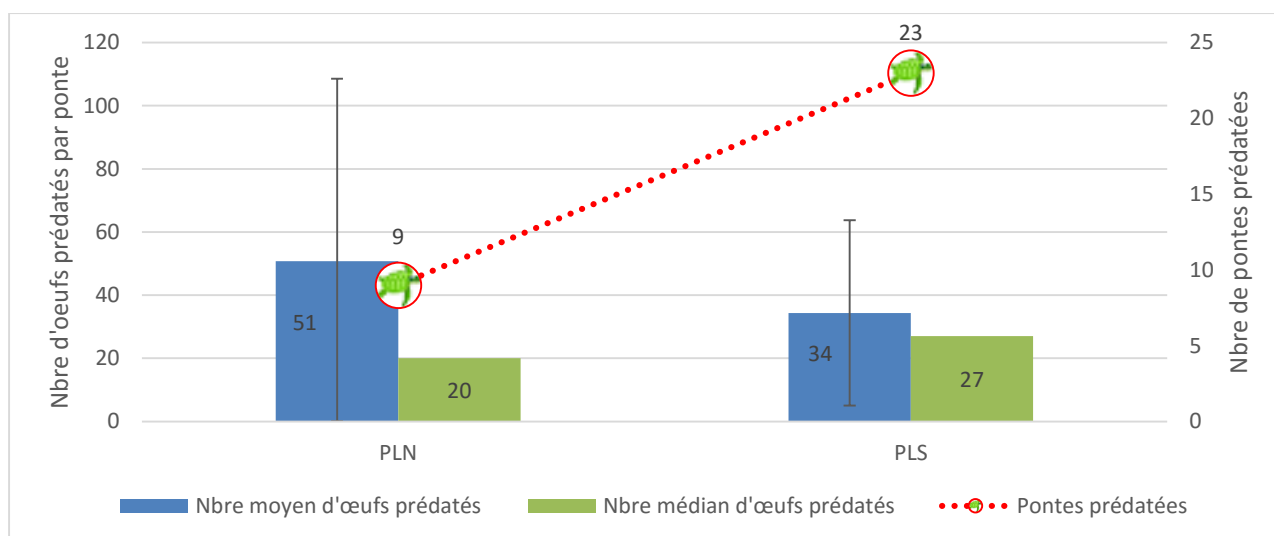


Figure 34. Intensité de prédation des nids de tortues imbriquées par la petite mangouste indienne et nombre de pontes prédatées (juin 2015, Cottaz, C.).

f) Fréquence de consommation des œufs de tortues

Les données récoltées sur le terrain ont permis de montrer que le nombre d'œufs de tortue prédatés en majorité par la mangouste reste faible : en effet, la majorité de cas de prédation a recensé entre 10 et 20 œufs prédatés par la mangouste. La majorité des cas de prédation reste inférieure à 50 œufs par cas de prédation observé sur le terrain. Cf. Figure 35.

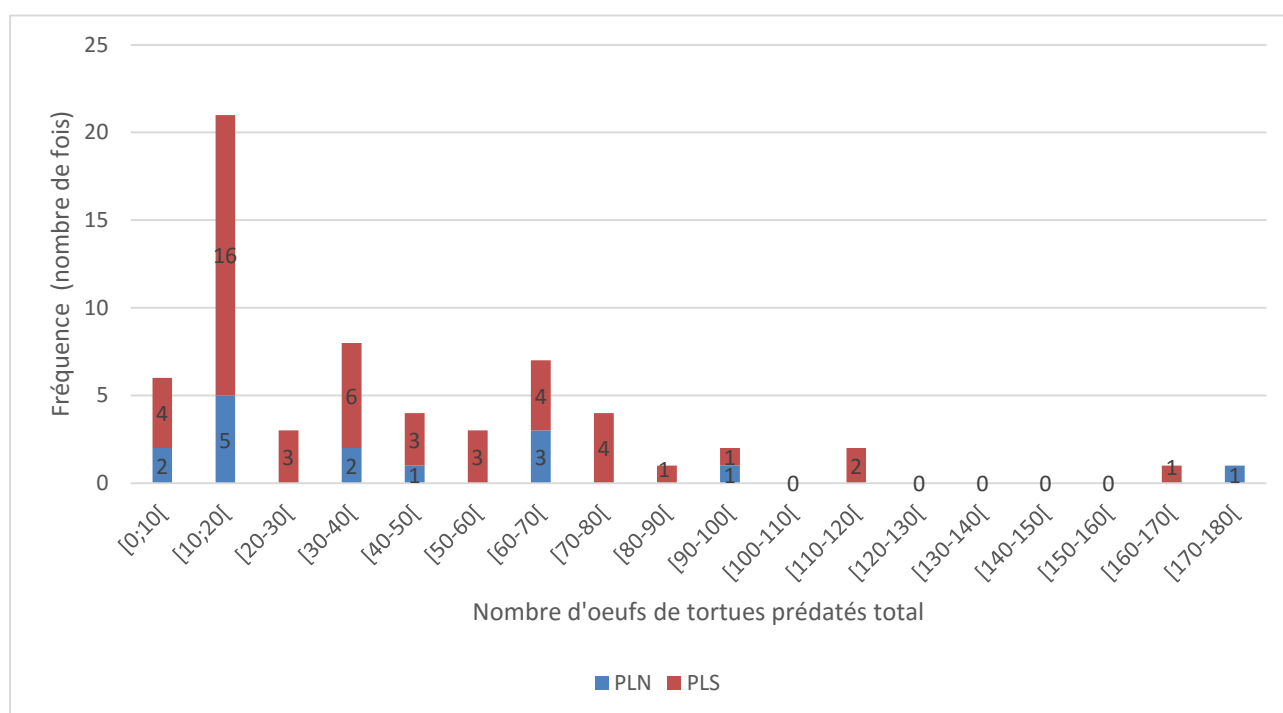


Figure 35. Fréquence du nombre d'œufs de tortues marines prédatés par la petite mangouste indienne sur le littoral de Port-Louis (été 2015, Cottaz, C.).

a) Fréquence de temps de prédation après la ponte

D'après la figure ci-dessous (Cf. Figure 36), la majorité des cas de prédation se sont passés le jour-même ou le lendemain de la ponte. Cependant, de nombreux cas de prédation ont pu être estimés à moins de 3 jours. Il est par contre intéressant de noter qu'il a été recensé 2 cas de prédation à l'émergence (observés 62 jours maximum après la ponte).

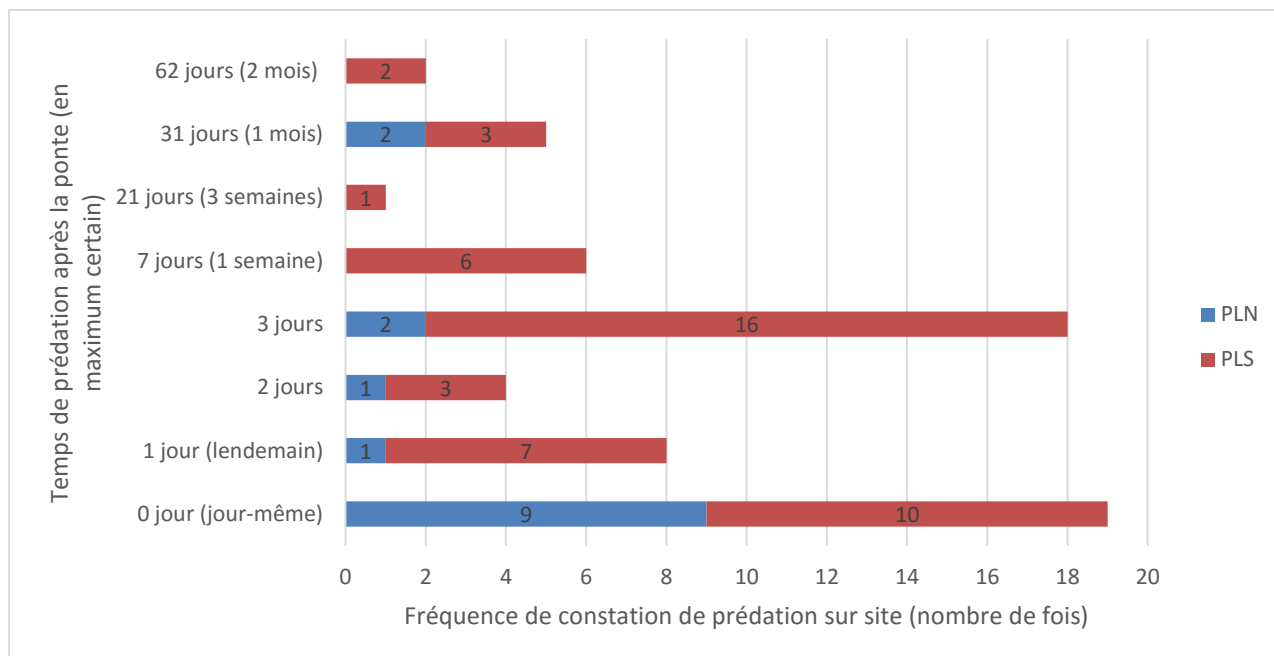


Figure 36. Fréquence de temps maximum certain de prédation par la petite mangouste indienne après la ponte des tortues marines sur le littoral de Port-Louis (été 2015, Cottaz, C.).

3) Taux de réussite

Les taux de réussite à l'éclosion ont pu être réalisés sur des pontes datant de juin 2015, avant la mise en place des dispositifs de réduction de la menace sur le terrain. Ils ont pu être réalisés sur 10 pontes pour le secteur de PLS (dont 9 prédatée / 1 non prédatée) et 10 autres sur PLN (dont 5 prédatées / 5 non prédatées).

D'après la figure 36, le secteur de PLS a été plus prédaté (92% de pontes prédatées) que le secteur de PLN (56%) et montre un taux de réussite légèrement moindre que PLN (30% contre 34% pour PLN). Cf. Figure 37. Ce graphe montre une tendance que les pontes prédatées ont un moins bon taux de réussite à l'éclosion que les pontes non prédatées.

Ce résultat se retrouve aussi dans la figure 37 où le taux de réussite des pontes prédatées est bien inférieur aux taux de réussite des pontes non prédatées. Cf. Figure 38. En effet, la valeur moyenne est de 21% pour le taux de réussite à l'éclosion des pontes prédatées et de 57% pour les pontes non prédatées. La valeur médiane, ne prenant pas en compte les valeurs extrêmes, estime que le taux de réussite des pontes prédatées est nul et que celui des pontes non prédatées est égal à 60% sur le littoral de Port-Louis.

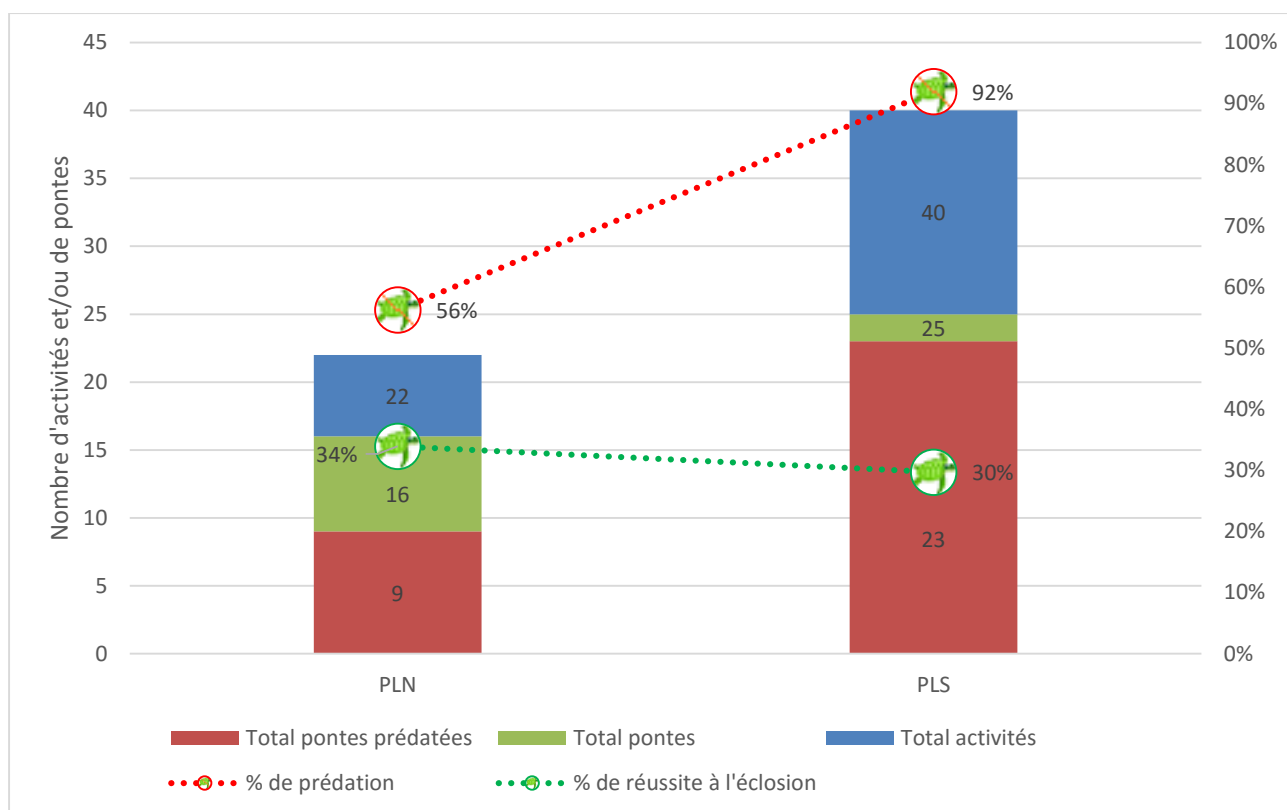


Figure 37. Taux de prédation et de réussite à l'éclosion des nids et nombre de pontes de tortues marines prédatées par la petite mangouste indienne, de pontes de tortues et d'activités sur le littoral de Port-Louis Sud et Nord (juin 2015, Cottaz, C.).

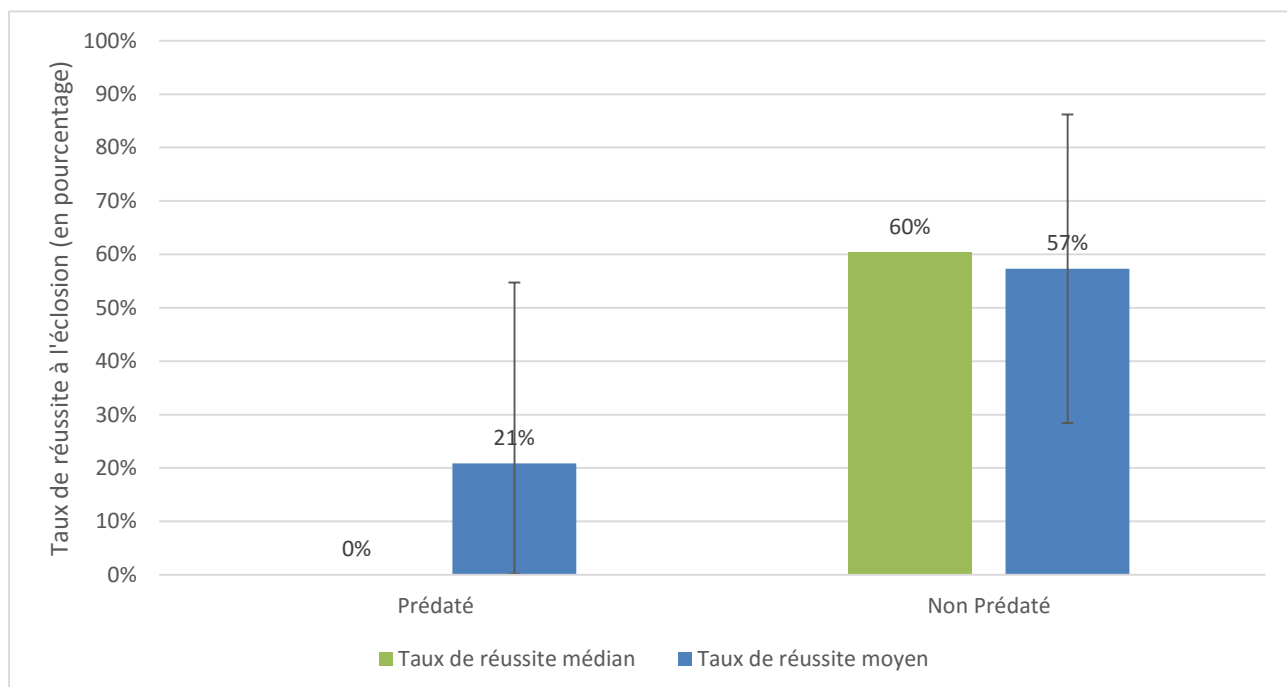


Figure 38. Taux de réussite moyen et médian des nids prédatés et non prédatés de tortues imbriquées par la petite mangouste indienne (juin 2015, Cottaz, C.).

Dans chaque graphe de la figure 38, le taux de réussite moyen des pontes prédatées est de 21% contre 57% pour les pontes non prédatées. Cf. Figure 39. D'abord, le nombre d'œufs éclos pour les pontes prédatées est bien inférieur (27 œufs en moyenne) au nombre d'œufs éclos des pontes non prédatées (87 en moyenne). La valeur médiane montre qu'il y a 3 œufs qui ont éclos pour les pontes prédatées contre 87 pour les pontes non prédatées. Ensuite, le nombre d'œufs infertiles a tendance à être plus élevé en moyenne pour les pontes prédatées que pour celles non prédatées, même si la valeur médiane du nombre d'œufs infertiles par ponte est de 2 œufs pour les pontes prédatées contre 5 pour les pontes non prédatées. Concernant le nombre d'œufs fertiles non éclos, les résultats sont clairs : les valeurs moyennes et médianes des pontes prédatées sont bien inférieures aux pontes non prédatées. Ainsi, il y a plus d'œufs fertiles non éclos pour les pontes non prédatées que pour les pontes prédatées.

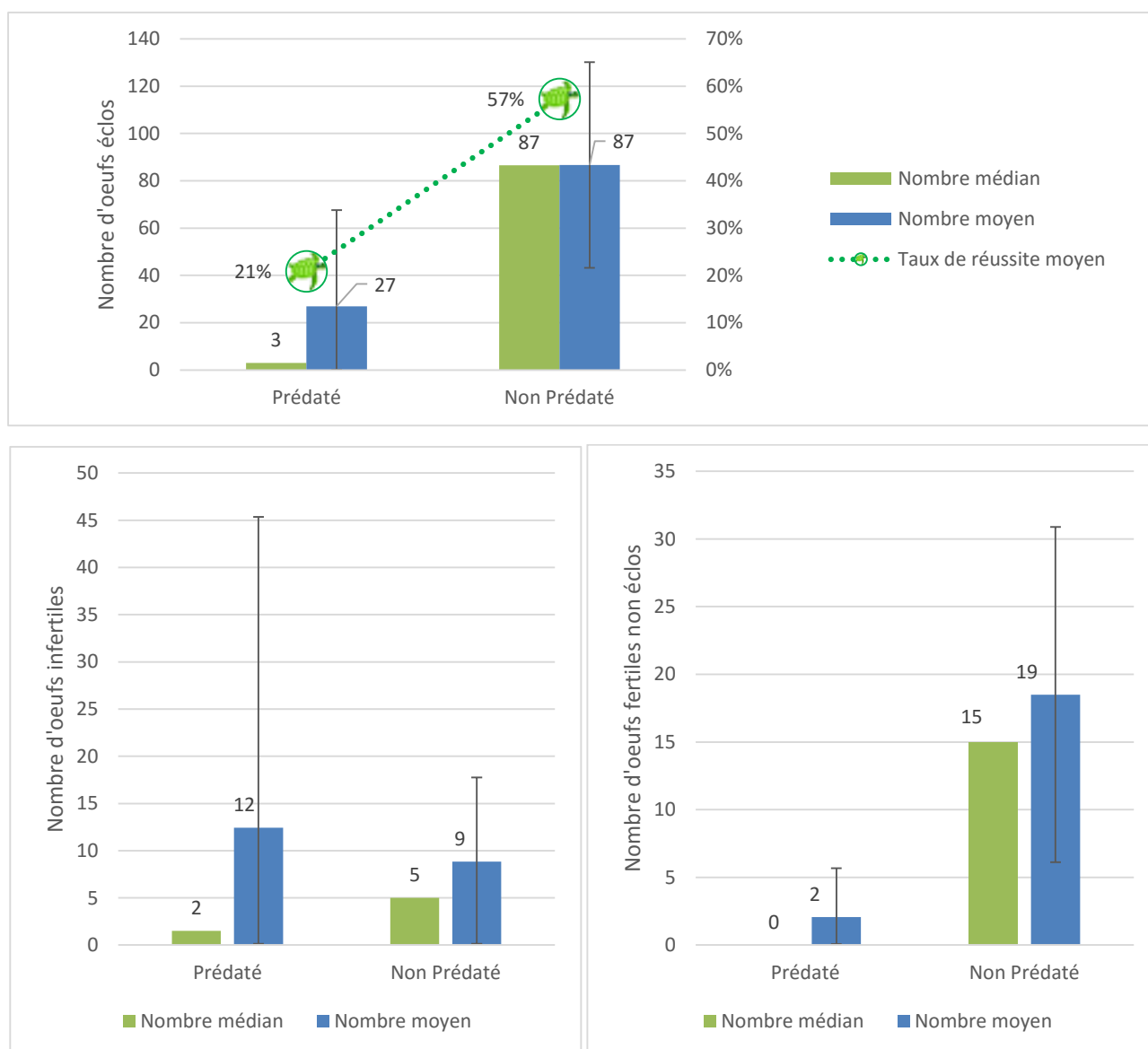


Figure 39. Taux de réussite des pontes prédatées et non prédatées (juin 2015, Cottaz, C.). a/ nombre d'œufs éclos (haut gauche). b/ nombre d'œufs infertiles (haut droite). c/ nombre d'œufs fertiles non éclos (bas gauche).

B. Axe 2 : protection des nids

1) Activités de tortues marines

Il y a globalement eu plus d'activités de tortues marines recensées en juillet sur le littoral de Port-Louis (80 activités contre 62) qu'en juin, même si le nombre d'activités de ponte est plus faible, soit 38 pontes [26 effectives] contre 41 [40 effectives] observées en juin 2015. Cf. Figure 40.

2) Cas de prédation par la mangouste

Tous les nids prédatés en juillet 2015 ont été des nids de tortues imbriquées. Le taux de prédation en juillet 2015 sur Port-Louis a été de 66% (soit 25 pontes prédatées sur 38 activités de pontes [dont 26 effectives]). Le taux de prédation a donc globalement baissé entre juin et juillet 2015. Le secteur de PLS a atteint les 73% de prédation avec 19 pontes prédatées sur 26 [dont 20 effectives] tandis que sur les 12 activités de pontes [6 effectives] de tortues imbriquées de PLN, 6 ont été prédatées, ce qui fait un taux de prédation de 50% sur ce secteur. Cf. Figure 40. Globalement, que ce soit sur PLS ou PLN, le taux de prédation a diminué entre juin et juillet.

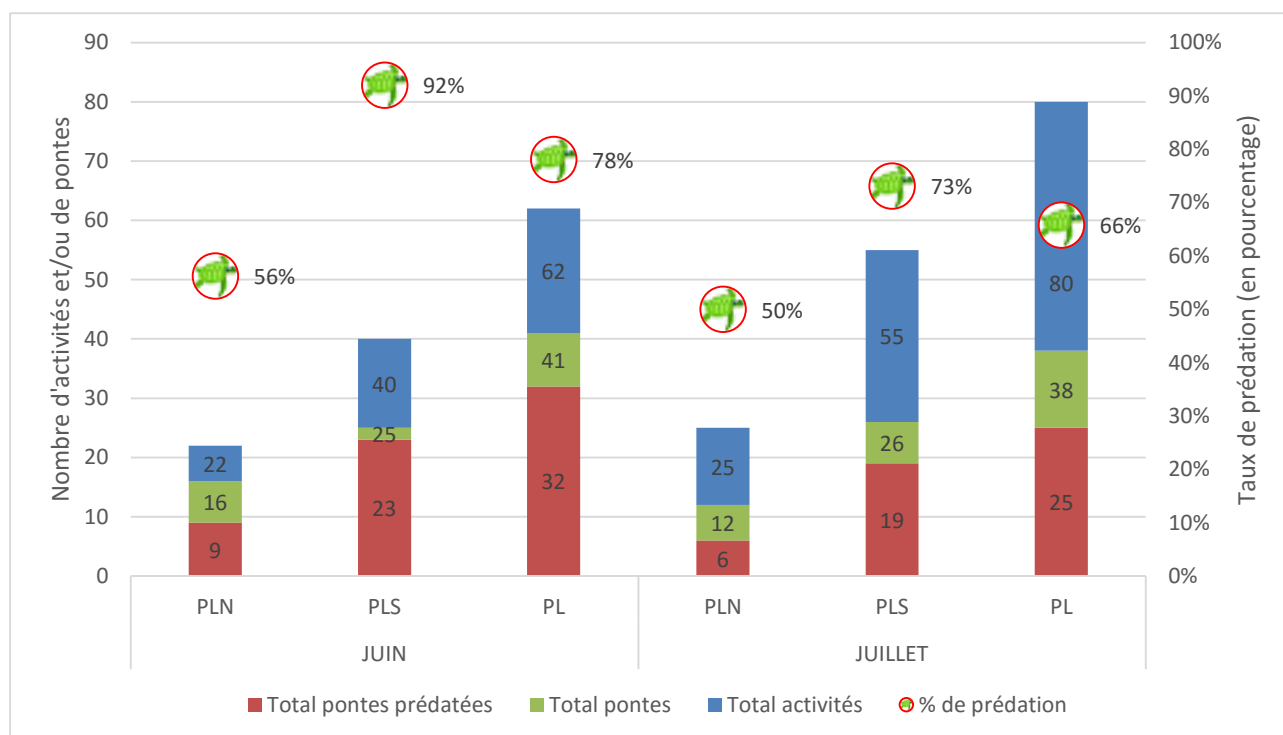


Figure 40. Taux de prédation des nids et nombre de pontes de tortues marines prédatées par la petite mangouste indienne sur le littoral de Port-Louis (juin/juillet 2015, Cottaz, C.).

D'après la figure 40, le taux de prédation a globalement baissé sur PLN et PLS de juin à juillet 2015. Le nombre d'activités de pontes a cependant diminué pour PLN (de 16 à 12 activités recensées), et le nombre de cas de prédation aussi (de 9 à 6 cas recensés) de juin à juillet 2015. Par contre, pour le secteur "expérimental" (PLS), le nombre de ponte est resté sensiblement le même mais le nombre de cas de prédation a baissé de 23 à 19 pontes prédatées. Cf. Figure 40.

Le nombre moyen d'œufs consommés par la petite mangouste indienne a avoisiné les 41 œufs par ponte de tortues imbriquées pour le secteur de PLN contre 49 pour PLS en juillet 2015 tandis que la valeur médiane est de 35 œufs consommés pour PLN contre 32 pour PLS. Cf. Figure 41.

De plus, d'après les résultats en figure 42, le nombre de nids prédatés est passé de 23 pontes prédatées en juin 2015 à 19 pontes prédatées en juillet 2015 mais l'intensité de prédation a eu au contraire légèrement tendance à augmenter entre juin et juillet 2015. Cf. Figure 42.

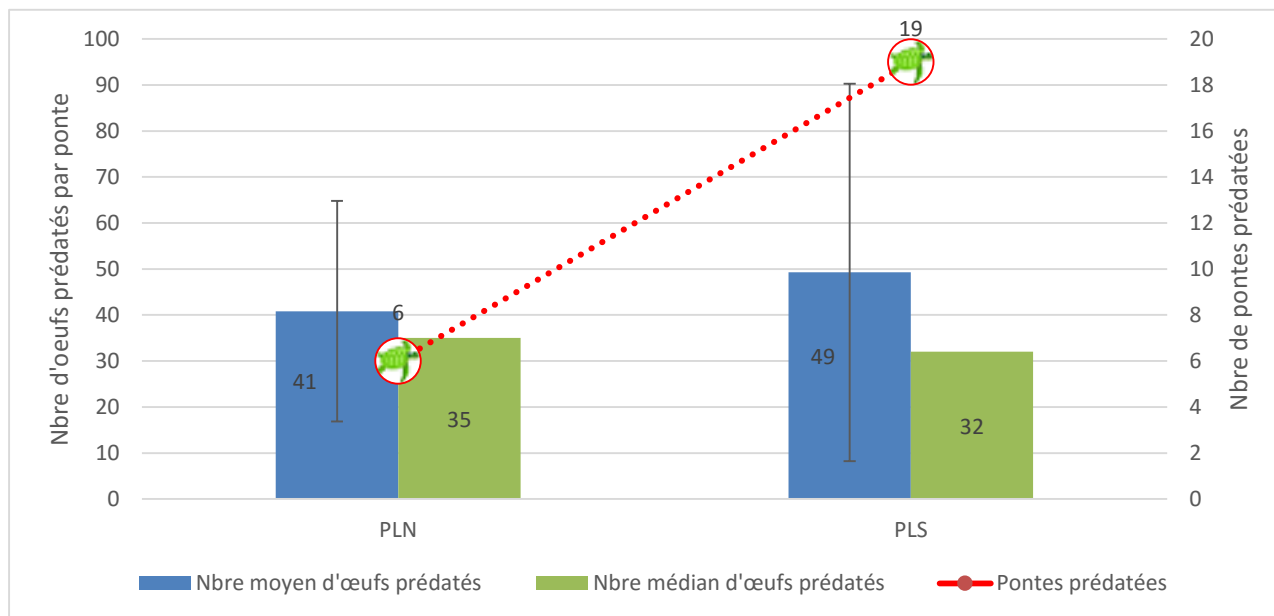


Figure 41. Intensité de prédation des nids de tortues imbriquées par la petite mangouste indienne (juillet 2015, Cottaz, C.).

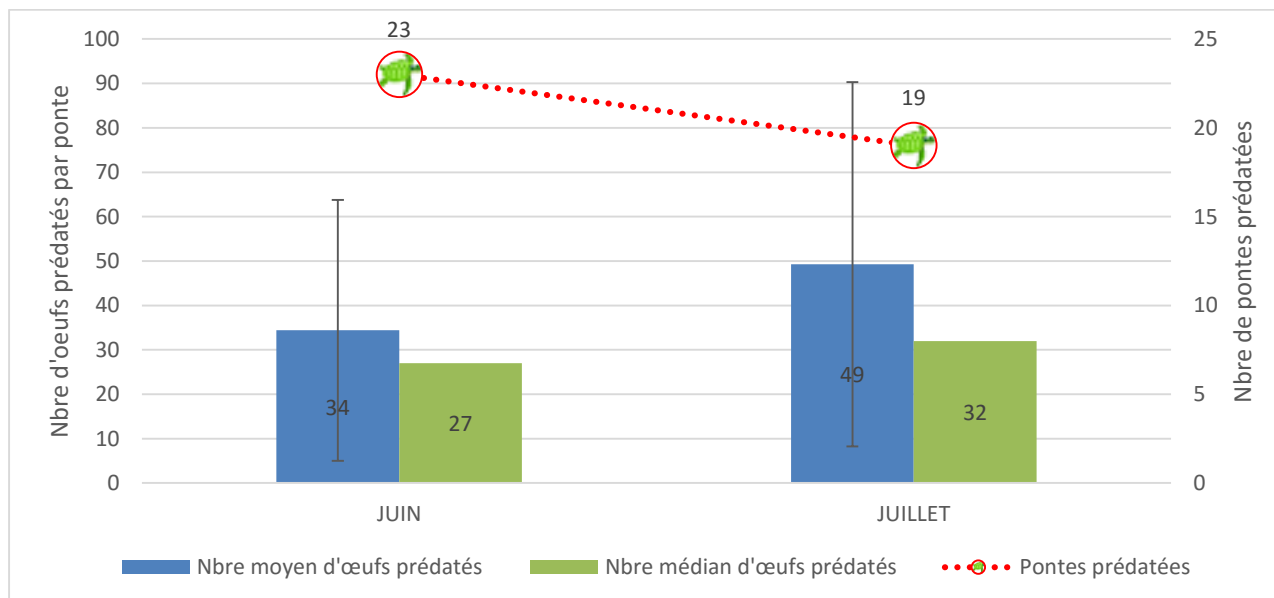


Figure 42. Intensité de prédation des nids de tortues imbriquées sur PLS par la petite mangouste indienne (juin/juillet 2015, Cottaz, C.).

3) Pose d'un dispositif de grillage

La pose du dispositif de grillage s'est opérée courant juillet 2015 sur les secteurs PLS01 à PLS05. Ainsi, sur la totalité des activités de tortues marines de juin et de juillet qu'il est nécessaire de protéger (95 activités), seulement 48 ont été concernées car étant situées sur les bons secteurs d'étude. De même, sur la totalité des activités de pontes (51 pontes [44 effectives]), seulement 25 ont été concernées. Parmi ces 25 activités de pontes, 7 ont pu être protégées par une grille après prédation (dont 1 hors secteur PLS01 à PLS05), 2 ont pu être protégées par une grille avant prédation (et 3 grilles ont été placées sur des nids classés comme « ? »). Ainsi, 17 nids n'ont pas pu être protégés. Cf. *Table V*.

Table V. Table de synthèse montrant les résultats de la pose de grille sur le secteur concerné (PLS01 à PLS05) de Port-Louis Sud (juillet 2015, Cottaz, C.).

Type de nid	Activité		Visites	Tenta- tives	Préda- tion	Enlève- ment	Tp (%)	Tc (%)
	tortues	ponte						
Non protégé	48	17	18	15	14	-	82,35%	29,41% ± 25,87%
Protégé par une grille <u>avant</u> prédation	5	2	1	0	0	1	0%	15,63%
Protégé par une grille <u>après</u> prédation	7	7	3	2	0	0	0%	-

- **Visites** = nombre de visites de nids par la petite mangouste indienne (traces de pas laissés sur place),
- **Tentatives** = nombre de tentatives de prédation (creusement sans que la chambre ne soit atteinte),
- **Prédation** = nombre de prédation effective de nids (chambre éventrée et œufs de tortues consommés)
- **Enlèvement** = nombre de prédation effective après enlèvement de la grille
- **Tp (%)** = Taux de prédation des nids sur le secteur PLS01 à PLS05
- **Tc (%)** = Taux de consommation théorique moyen / ponte sur le secteur PLS01 à PLS05

D'après la table précédente, sur les 48 activités de tortue marine non protégées par une grille, 18 minimum ont été visitées par la mangouste qui a laissé des traces au sol, 15 ont été creusé et 14 ont subis des dommages sur les œufs. Le taux de prédation des nids est donc de 82,35%. Les mangoustes ont consommées 29,41 ± 25,87% des œufs du nid de la tortue qui a pondu.

Ainsi, près de 12 activités ont été protégées par une grille suivant l'Axe 2 : *protection des nids* du protocole. Sur les 2 activités de pontes protégées avant prédation, 1 a été visitée mais il n'y a pas eu de tentative de prédation (simple passage de la mangouste sur l'aire de ponte). Sur les 7 activités de ponte protégées par une grille après prédation, 3 ont été visitées et 2 ont été creusées.

Cependant, la mangouste n'a pas réussi à atteindre la chambre (0% de taux de prédation). Malheureusement, il a été constaté 1 cas de prédation sur un nid, moins d'une semaine après que la grille ait été retirée (après 29 jours d'incubation).

4) Pose de leurres à effets répulsifs

Etant donné que le but n'est pas de nourrir les petites mangoustes indiennes, un seul essai de pose de leurres sains (sans piment) a été réalisé afin de déterminer s'il y avait une différence de consommation évidente entre les œufs de poules avec et sans piment. Par conséquent, il s'est avéré que la petite mangouste indienne a prédaté sans distinction les œufs sains (sans piment) des leurres à effets répulsifs (avec piment). Cf. Figure 43.

La pose du dispositif de leurres à effet répulsif s'est opérée courant juillet 2015 sur les secteurs PLS07 à PLS15 (le secteur PLS06 servant de zone tampon). Ainsi, sur la totalité des activités de tortues marines de juin et de juillet qu'il est nécessaire de protéger (95 activités), seulement 36 ont été concernées car étant situées sur les bons secteurs d'étude. De même, sur la totalité des activités de pontes (51 pontes [44 effectives]), seulement 25 ont été concernées. Parmi ces 25 activités de pontes, 3 ont pu être protégées par un leurre après prédation et aucune avant prédation. Ainsi, 22 nids n'ont pas pu être protégés. Cf. Table VI.

Table VI. Table de synthèse montrant les résultats de la pose de leurres sur le secteur concerné (PLS07 à PLS15) de Port-Louis Sud (juillet 2015, Cottaz, C.).

Type de nids	Activité		Prédation	Tp (%)	Pose	Conso	Œuf	Tc (%)
	tortue	ponte						
Non protégé	33	22	18	81,81 %	-	-	964	28,69% ± 24,20%
Non protégé <u>mais</u> pose de leurres à proximité (« LEU »)	24	19	7	36,84%	96	95	366	25,42% ± 18,15%
Protégé par un leurre <u>avant</u> prédation (« NID »)	0	0	0	-	0	0	0	-
Protégé par un leurre <u>après</u> prédation (« NID »)	3	3	2	5,56%	14	6	11	3,44% ± 3,98%

- **Pose** = nombre de leurres posés (souvent regroupés en lots de 6 œufs piments),
- **Conso** = nombre de leurres prédatés (consommés) par la petite mangouste indienne,
- **Prédation** = nombre de prédation effective de nids (chambre éventrée, œufs de tortues consommés)

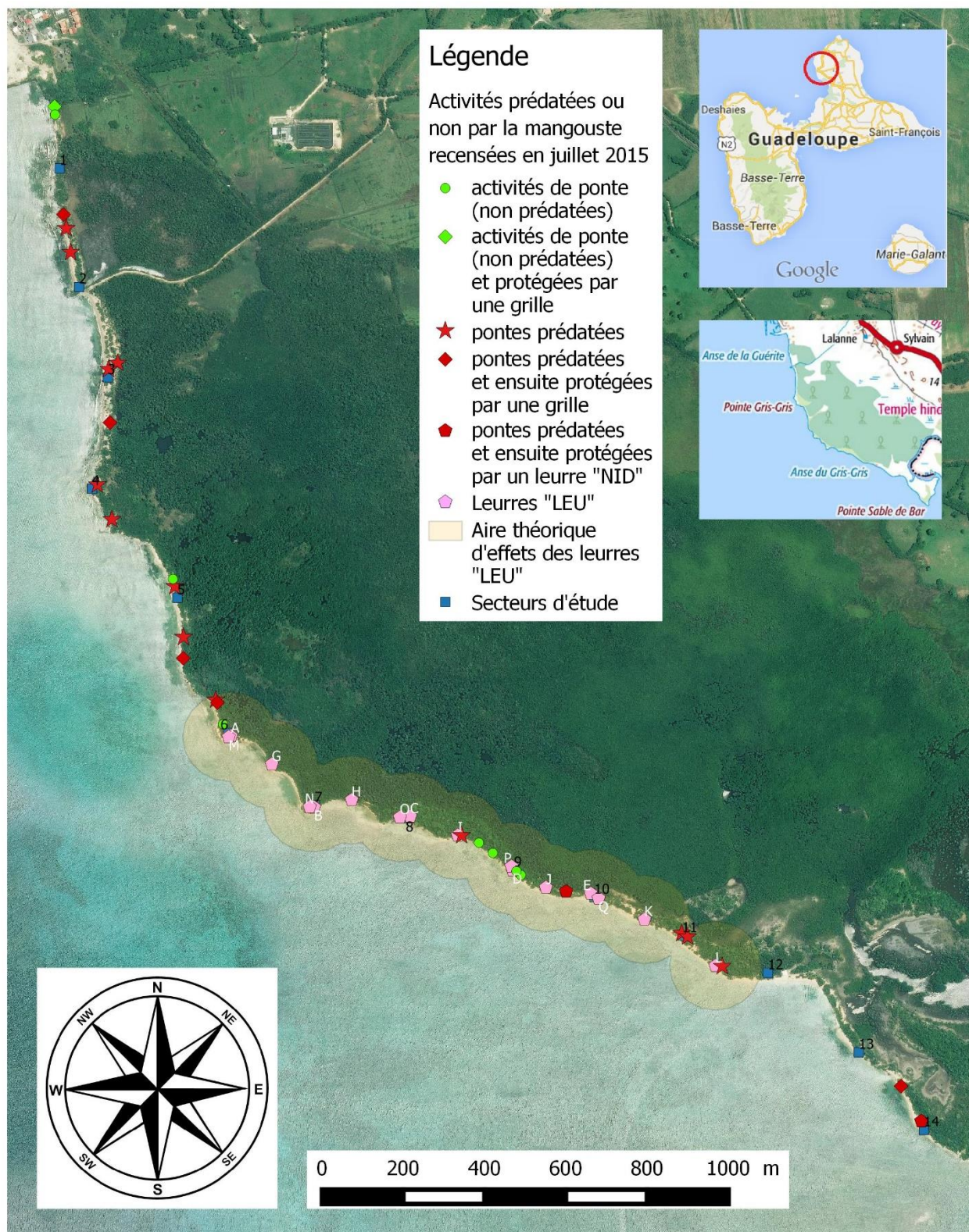


Figure 43. Localisation des activités de pontes prédatées ou non par la petite mangouste indienne après la pose des dispositifs de grillage et de leurres en juillet 2015 sur Port-Louis Sud, Guadeloupe (juillet 2015, Cottaz, C.).

- **Œuf** = nombre d'œufs de tortue marine consommés par la petite mangouste indienne
- **Tp (%)** = Taux de prédation des nids sur le secteur PLS07 à PLS15
- **Tc (%)** = Taux de consommation théorique moyen / ponte sur le secteur PLS07 à PLS15

D'après la table précédente, sur les 33 activités de tortues marines non protégées par un leurre, 22 ont été des activités de ponte, 18 ont été prédatées ce qui fait un taux de prédation de nids de 81,81%. Cf. Table VI. Un total de 964 œufs de tortues ont été consommés, ce qui équivaut à un taux de consommation théorique d'œufs de tortue moyen par ponte de $28,69 \pm 24,20\%$. Dans le cas des nids soumis à des leurres de type « LEU », sur les 24 activités, 19 sont des activités de pontes et 7 ont été prédatées ce qui équivaut à un taux de prédation de 36,84% (bien moindre que sans protection). Ainsi, sur les 96 leurres posés, 95 ont été prédatés mais un total de 366 œufs de tortues ont aussi été consommés, ce qui équivaut à un taux de consommation théorique d'œufs de tortue moyen par ponte de $25,42 \pm 18,15 \%$. Enfin, dans le cas des nids protégés par un leurre « NID », 3 activités ont été protégées et 2 ont été prédatées. Ainsi, sur les 14 leurres posés, 6 ont été consommés et 11 œufs ont été prédatés, ce qui équivaut à un taux de consommation théorique d'œufs de tortue moyen par ponte de $3,44 \pm 3,98 \%$.

5) Capture d'images

Toutes les tentatives d'obtention d'images concernant le comportement de la mangouste face aux dispositifs de protection des nids n'ont donné aucun résultat satisfaisant. De plus, les dispositifs de capture d'images ont dû être enlevés le soir (pour éviter le vol du matériel) et reposés le matin sur le terrain vers 7h, une fois que la mangouste avait déjà creusé sur le grillage ou consommé les leurres.

C. Axe 3 : éradication de la menace (août 2015)

1) Activités de tortues marines

Sur Port-Louis Nord, seulement 5 activités de ponte ont été recensées en août 2015. A noter que le nombre de comptage trace a été particulièrement faible sur les secteurs de PLN. Port-Louis Sud cumule 43 activités de tortues marines dont 21 de ponte [6 effectives]. Cf. Figure 44.

2) Cas de prédation par la mangouste

Tous les nids prédatés en août 2015 ont été des nids de tortues imbriquées. Le taux de prédation sur Port-Louis a été de 23% (soit 6 pontes prédatées sur 26 activités de pontes [6 effectives]). Le taux de prédation a donc diminué de près de 3 fois entre juin et août 2015. Le secteur de PLS a atteint les 29% de prédation avec 6 pontes prédatées sur 21 [dont 6 effectives] tandis sur les 5 activités de pontes [supposées] de tortues imbriquées de PLN, aucune n'a été prédatée, ce qui fait un taux de prédation nul sur ce secteur en août 2015. Cf. Figure 44.

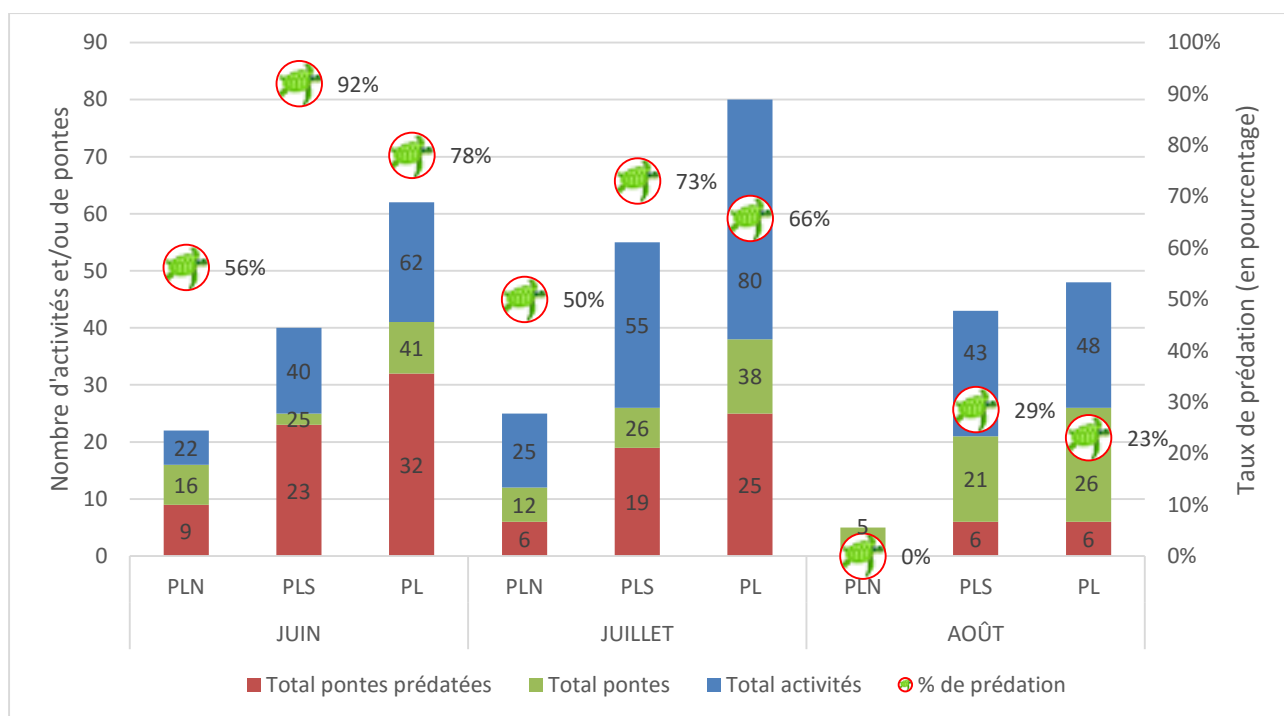


Figure 44. Taux de prédation des nids et nombre de pontes de tortues marines prédatées par la petite mangouste indienne, de pontes de tortues et d'activités sur le littoral de Port-Louis (été 2015, Cottaz, C.).

D'après la figure précédente, le nombre de cas de prédation a drastiquement baissé de juillet à août 2015. En effet, sur le secteur de Port-Louis Nord, le taux de prédation a été nul étant donné qu'aucune ponte n'a été recensée prédatée. Cependant, sur les 21 activités de ponte de PLS, 6 ont été prédatées. Ce qui équivaut à un taux de prédation de 29% soit 2,2 fois moins élevé qu'en juillet. Ce constat se retrouve aussi en figure 43. Cf. Figure 45.

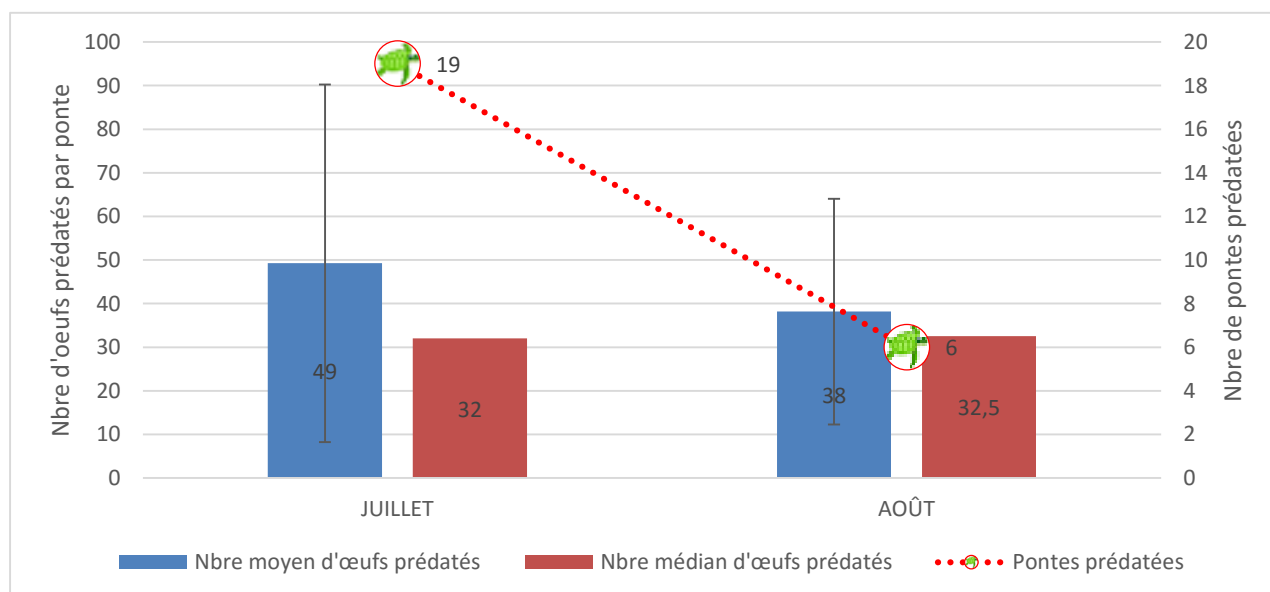


Figure 45. Intensité de prédation des nids de tortues imbriquées sur PLS par la petite mangouste indienne (juin/juillet 2015, Cottaz, C.).

Ainsi, d'après la figure 45, le nombre de pontes prédatées a diminué de 19 en juillet 2015 à 6 pontes prédatées en août 2015, tout comme l'intensité de prédation où il est possible de noter une très légère tendance à la baisse du nombre d'œufs prédatés entre juillet et août 2015.

3) Campagne de piégeage

La campagne de piégeage initiée en août 2015 a permis la capture de 37 individus de mangoustes sur PLS (du secteur PLS03 au secteur PLS12) lors d'un piégeage effectif de 11 jours. L'effort de capture est consigné dans la table VII et VIII. Cf. Table VII, VIII et Figure 49.

Table VII. Effort de piégeage et temps moyen de pose de pièges sur site (août 2015, Cottaz, C.).

Nombre de pièges tendus		Heure de vérification moyenne		Temps de pose moyen	
ALLER	RETOUR	ALLER	RETOUR	JOURNEE	NUIT
179	109	11:38:02 ± 01:40:57	15:46:39 ± 01:30:18	03:52:01 ± 02:07:38	17:42:13 ± 04:16:27

Ainsi, un total de 384 pièges a été tendu sur les secteurs concernés de PLS en août 2015. Parmi ces 384 postes de capture, 288 ont pu être tendus et appâtés. Par conséquent, la capture des 37 individus de mangoustes a été possible grâce aux 288 postes de captures (pièges tendus) qui s'est effectué en 11 jours. La pression de piégeage équivaut donc à 26,18 pièges tendus par jour avec 20 pièges permanents (de type piège-cage à palette « ONCFS ») et 8 pièges temporaires (de type nasse à rat « AMAZONA ») tendus si possible deux fois par jours.

Cette campagne de piégeage a nécessité 458 vérifications soit 41,63 vérifications par jours. L'indice de Simonetti, correspondant au taux de réussite de piégeage, est de 11,38%.

De plus, les individus de mangoustes ont été capturés assez rapidement. Cf. Figure 46a et 46b.

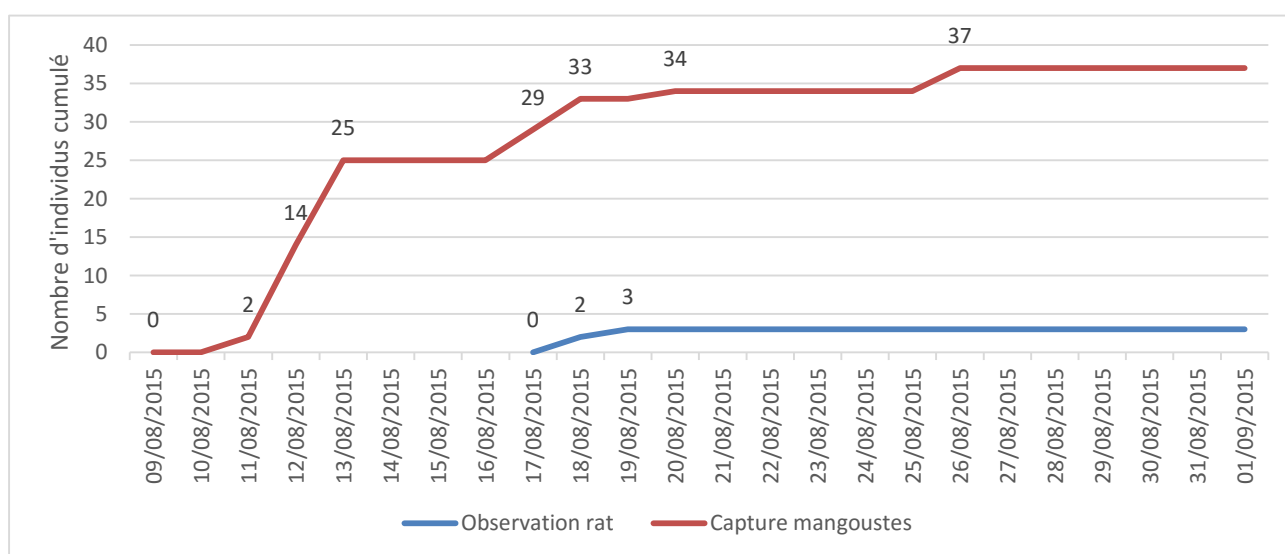


Figure 46a. Cinétique de captures de mangoustes sur le littoral de Port-Louis Sud (août 2015, Cottaz, C.).

EFFORT DE PIEGEAGE				CAPTURES			APPÂTS UTILISES				
Pièges-cage ONCFS		Nasses à rat AMAZONA		Espèces cible	Espèces non cible		Pâte à tartiner	Viande		Œuf	
Nombre pièges	Nombre tendus	Nombre pièges	Nombre tendus	Mangouste	Rat	Bernard l'hermite	Beurre cacahuète	Lard	Saucisson	brisé	intact
20	226	8	62	37	1	374	37	27	152	33	39

Table VIII. Effort d'échantillonnage et effectifs de captures d'individus appartenant aux espèces cibles et non-cibles lors de la tentative d'éradication de la petite mangouste indienne (été 2015, Port-Louis Sud)

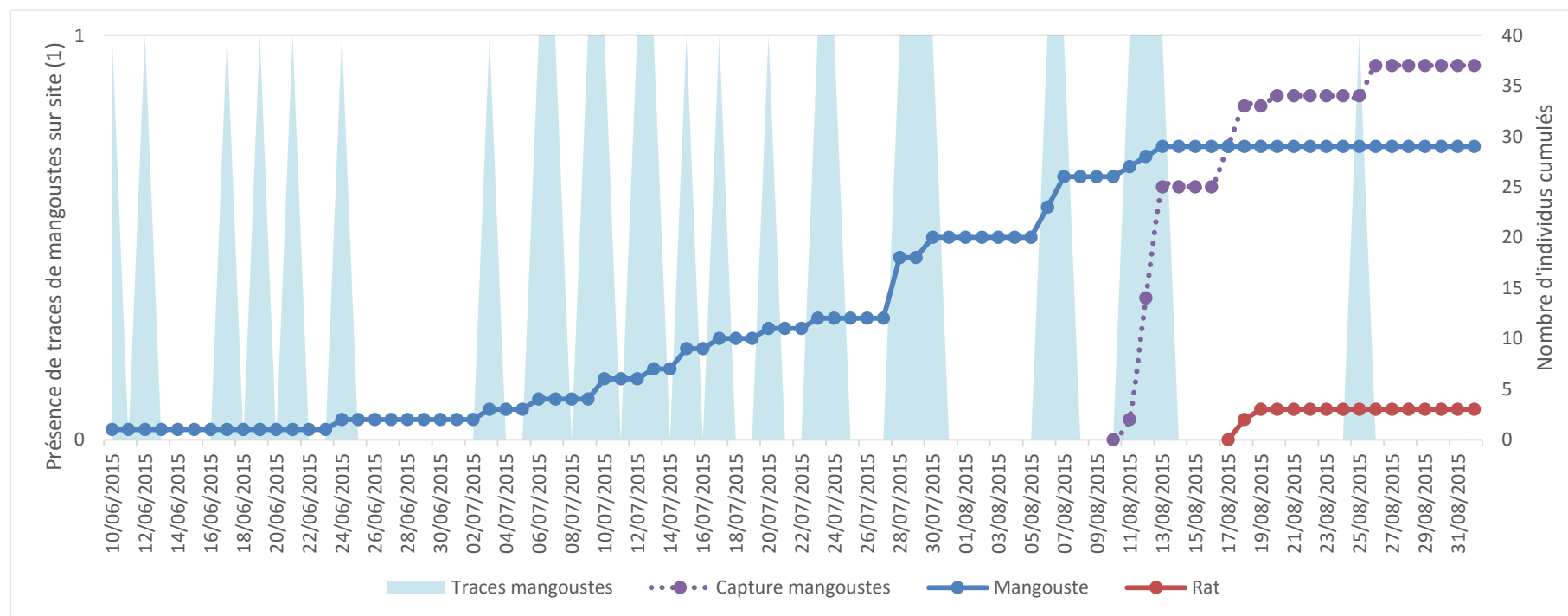


Figure 46b. Observation (nombre cumulé) de rats et de petites mangoustes indiennes sur site (août 2015, Cottaz, C.).

D'après les figure 46a et 46b, on remarque qu'aucun individu de mangouste ni aucune traces n'a été observé après la campagne de capture sur PLS fin août 2015. De plus, des individus de rats ont commencés à être observés une fois que près d'une trentaine d'individus ont été prélevés du milieu.

Concernant les individus capturés, il y a eu majoritairement des mâles (73%) dans les pièges, même si la proportion d'adultes et de juvéniles était assez équitable avec une légère tendance à retrouver des juvéniles dans les pièges. Les juvéniles mâles et femelles ont été capturés en proportion quasi-équivalente tandis que les adultes ont été principalement des mâles. Cf. Figure 47a,b et 48.

Concernant les pièges, les piège-cages « ONCFS » ont le mieux fonctionné, proportionnellement à leur ombre sur le terrain. Cf. Figure 47d. De plus, l'appât qui a permis la plus grande capture de mangoustes est le saucisson à 54%, suivi de l'œuf brisé à 19%. Cf. Figure 47c.

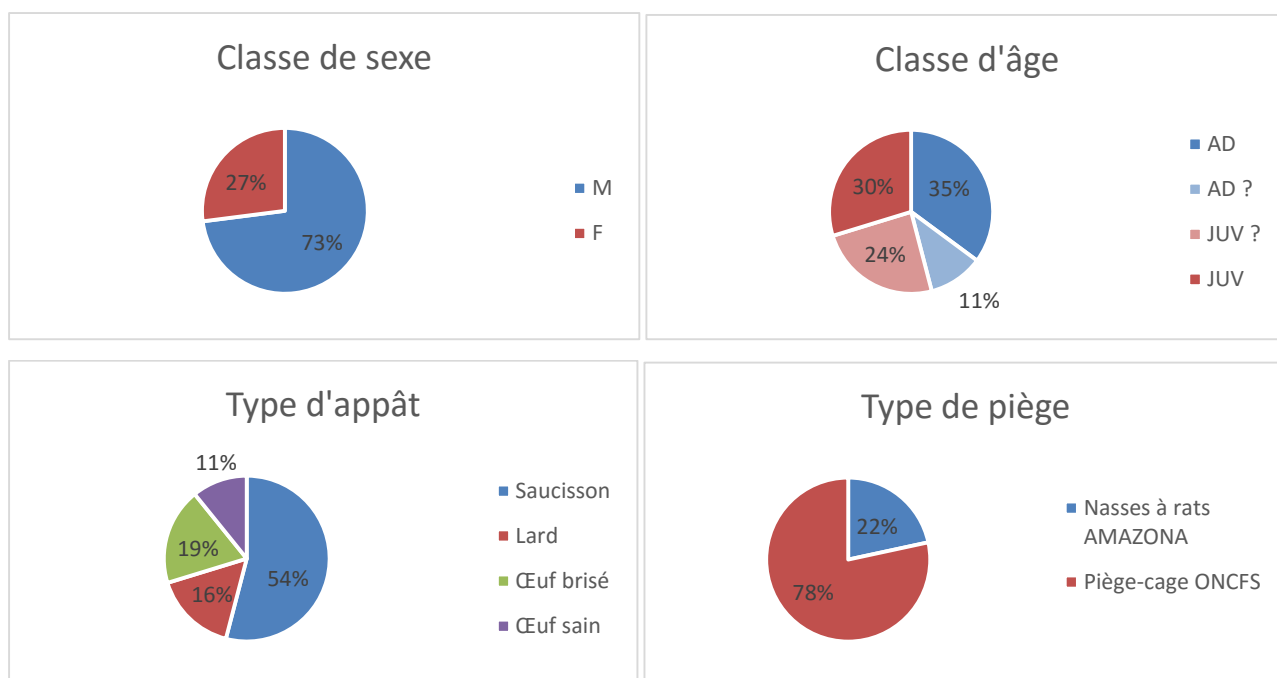


Figure 47. Proportion de classe d'âge, de sexe, de type d'appâts et de pièges déterminés à partir des individus capturés (août 2015, Cottaz, C.). a/ Classe de sexe (haut gauche). b/ Classe d'âge (haut droite). c/ Type d'appât (bas gauche). d/ Type de piège (bas droite).

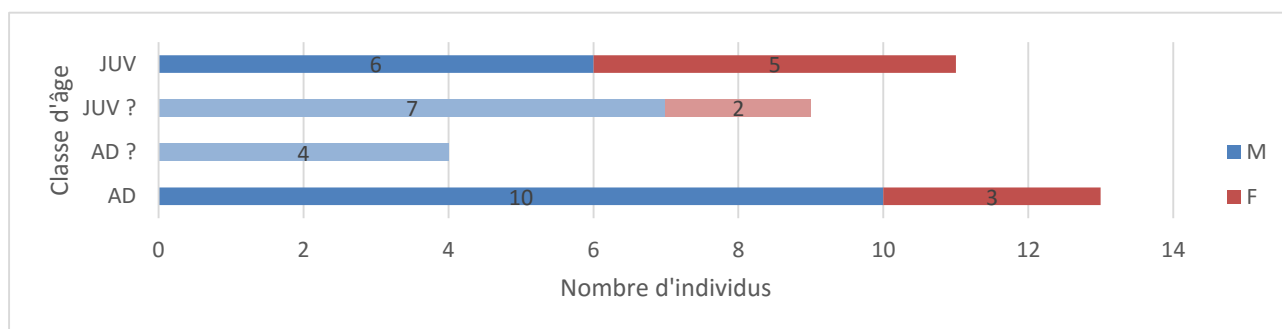


Figure 48. Nombre de mâles et de femelles en fonction des classes d'âge (août 2015, Cottaz, C.).

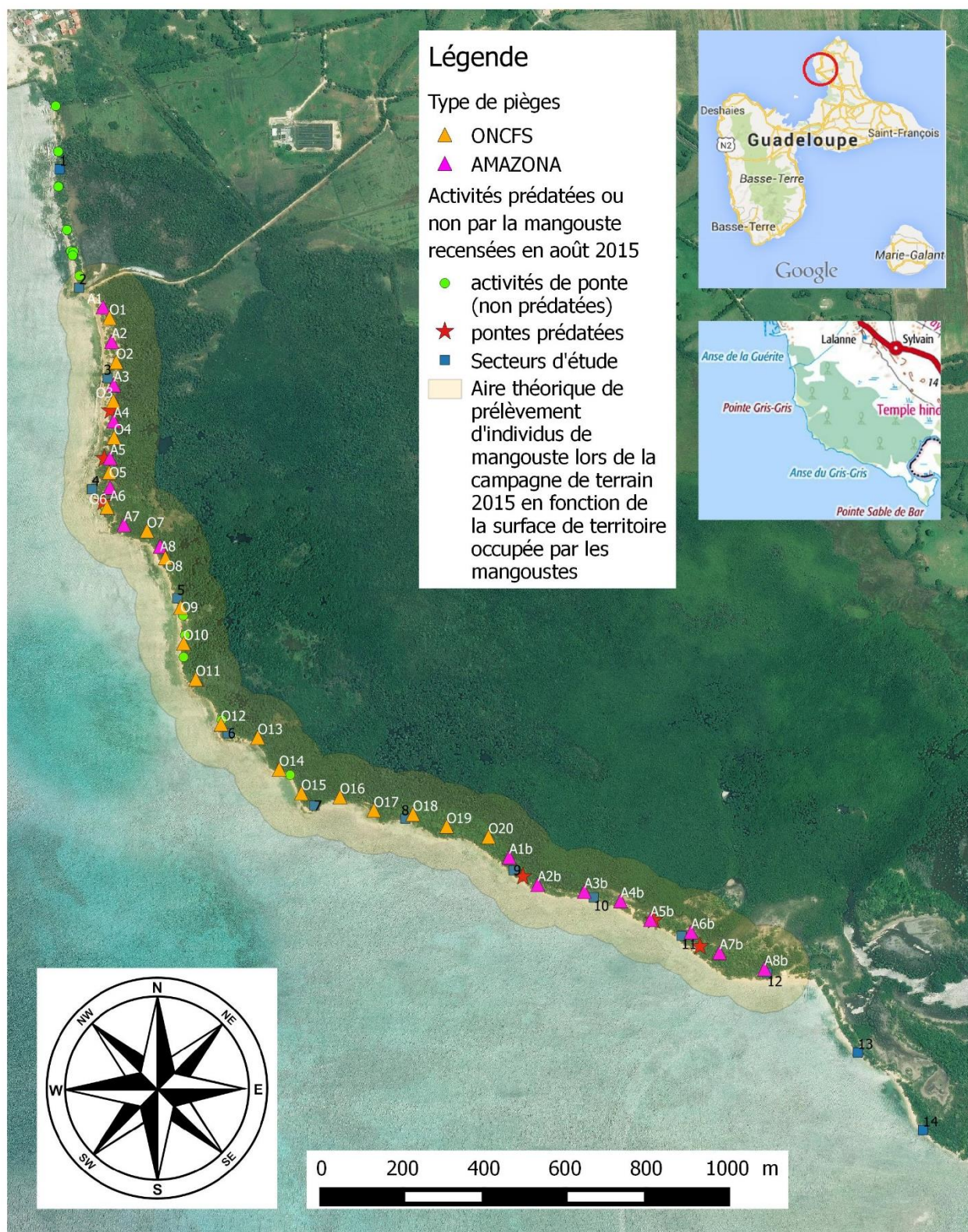


Figure 49. Localisation des pièges et aire théorique de prélèvement des mangoustes sur Port-Louis Sud (août 2015, Cottaz, C.). A noter que les activités de pontes (prédatées ou non) sont celles recensées en août 2015 pendant et après la campagne de piégeage sur site.

D. Evaluation du succès de limitation de la prédation

Le taux de prédation sur Port-Louis a baissé de 78% (juin 2015) à 23% en août 2015. Cependant, il est intéressant de noter que le nombre d'activités de ponte a aussi baissé de 41 activités en juin à 21 en août 2015. Cf. Figure 50. Les graphes 51a et 51b montrent l'évolution de la prédation sur la zone « témoin » de Port-Louis Nord et sur la zone « expérimentale ». Cf. Figure 5a et 51b.

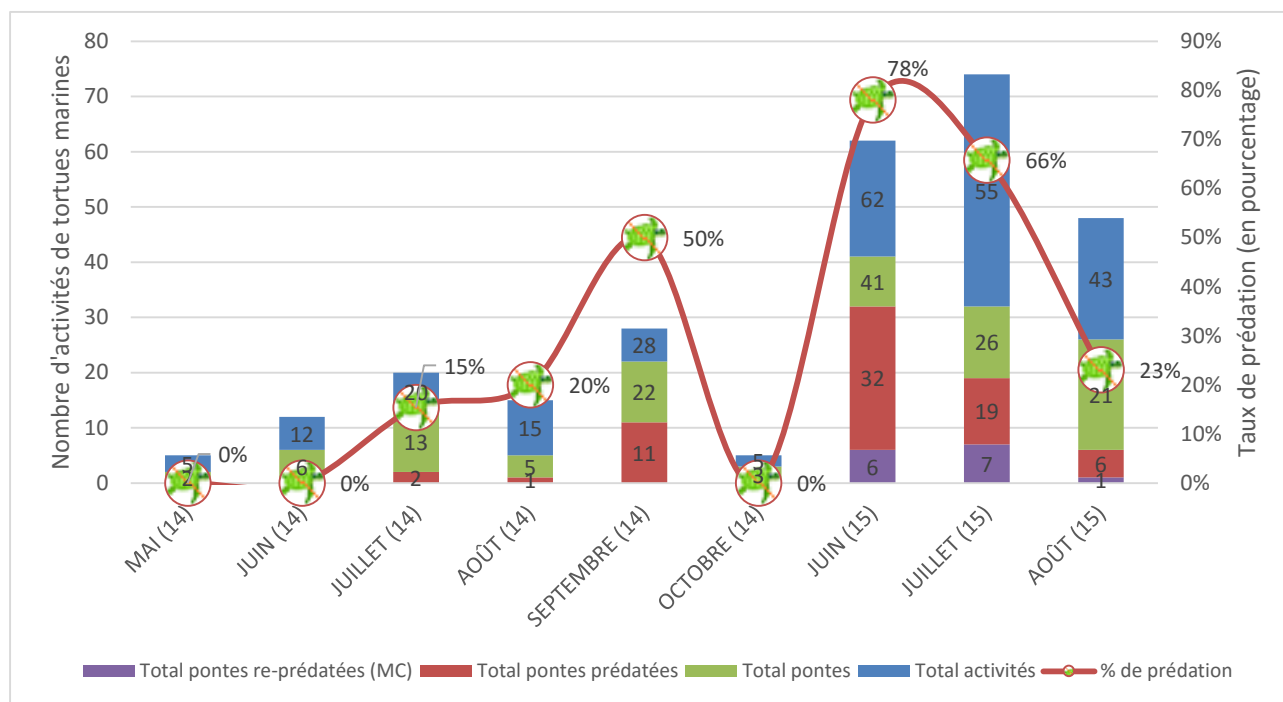


Figure 50. Evolution du taux de prédation sur Port-Louis de mai 2014 à août 2015 (Cottaz, C.).

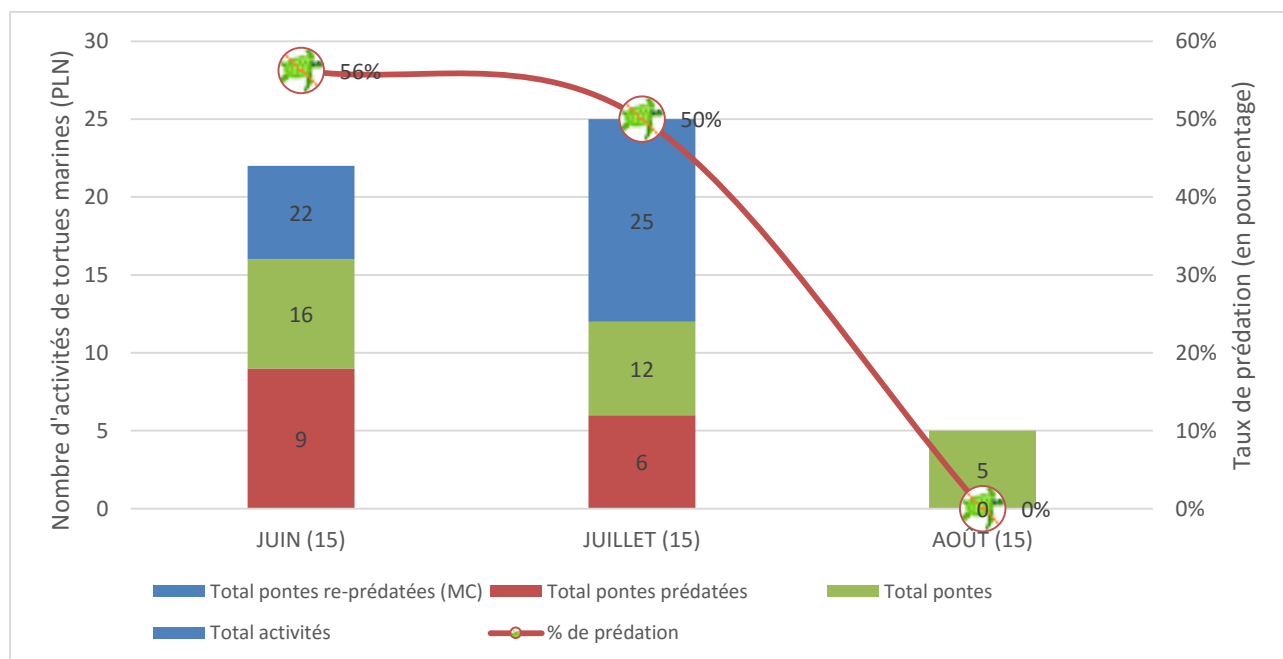


Figure 51a. Evolution du taux de prédation sur Port-Louis Nord de juin à août 2015 (été 2015, Cottaz, C.).

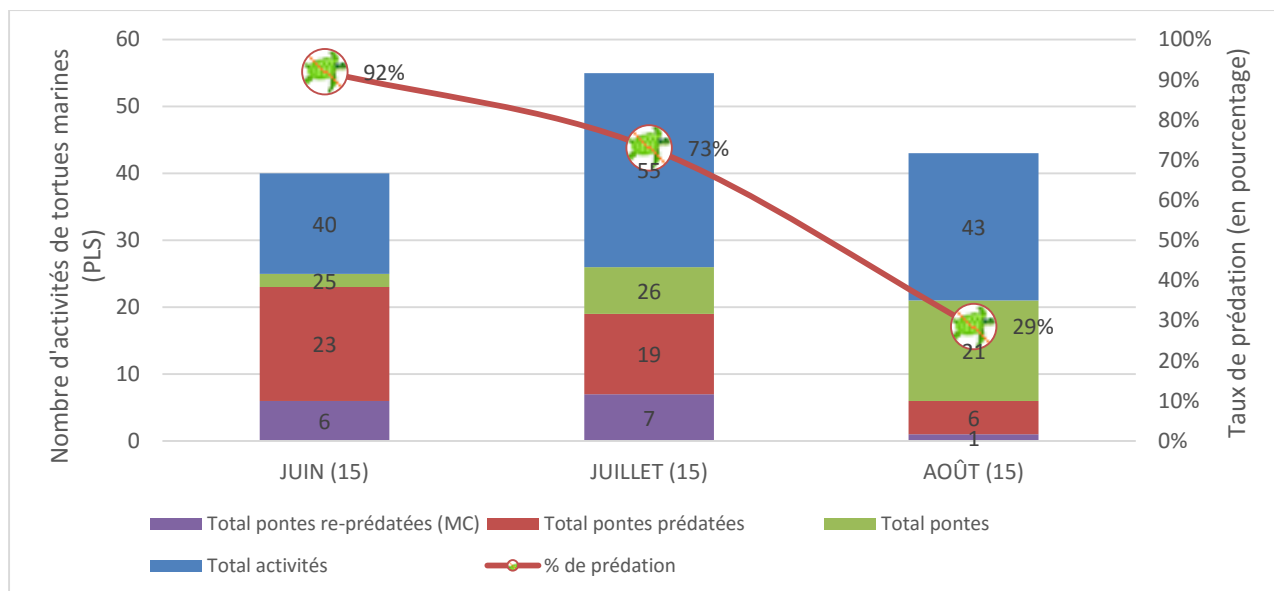


Figure 51b. Evolution du taux de prédation sur Port-Louis Sud de juin à août 2015 (été 2015, Cottaz, C.).

D'après les figures précédentes, le taux de prédation de PLS, situé en zone « expérimentale » a baissé de 92% en juin 2015 à 29% en août 2015. Le taux de prédation en zone « témoin » a cependant lui aussi baissé. Néanmoins, le nombre de ponte sur PLS est cependant resté plus constant que sur PLN, où il y a eu 16 pontes recensées en juin 2015 contre 5 en août 2015. L'hypothèse que les dispositifs de réduction de la menace de prédation ont un effet sur le taux de prédation n'est donc pas invalidée.

A noter qu'aucun cas de prédation n'a été recensé jusqu'à mi-septembre 2015 (observations ponctuelles, ONCFS). L'intensité de prédation est cependant restée constante voire a cependant eu une très légère tendance à augmenter au cours de l'été 2015 passant d'une moyenne de 34 œufs prédâtés en juin 2015 à 38 en août 2015.

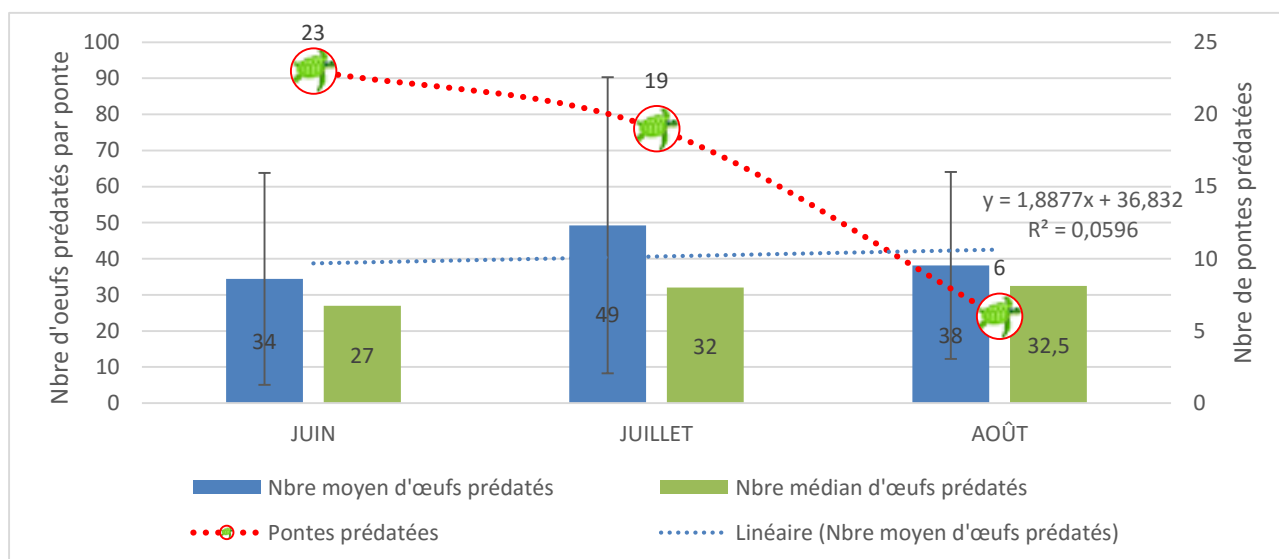


Figure 52. Intensité de prédation des nids de tortues imbriquées sur PLS par la petite mangouste indienne (été 2015, Cottaz, C.).

ANALYSE

A. Axe 1 : Recensement des activités de pontes, compréhension de la stratégie de prédation de la mangouste et évaluation de l'impact (juin 2015)

1) Activités de tortues marines

Les résultats des activités de ponte de tortue montrés dans la partie *Résultat* peuvent comporter un biais : en effet, étant donné que les données des activités de ponte de tortues marines se basent notamment sur des données où l'on n'est pas certain que la tortue femelle ait pondue (« ponte ? »), les chiffres peuvent présenter des faibles variations. Il est effectivement difficile de lire les traces de tortues et des erreurs d'estimation ont pu se glisser dans le jeu de données. Cependant, ce biais est de moindre importance étant donné que l'on ne prend pas en compte les « pas ponte ? » et les « ? » où il est possible que la femelle tortue ait pondu aussi. De plus, l'étude comprend un biais observateur conséquent étant donné qu'un agent technique de l'ONCFS a patrouillé PLS la majeure partie du temps mais que d'autres personnes du RTMG ont récoltés les données pour PLN.

Les activités de tortues marines ont été plus nombreuses cette année que les années précédentes. Mais le nombre de nids prédatés est moins élevé pour Port Louis-Nord. Ce constat peut avoir aussi pour origine qu'il y a eu moins de comptages traces sur Port Louis-Nord en août que les deux autres mois de l'étude.

2) Analyse de la prédation

D'après les observations comportementales enregistrées lors des sessions de capture d'images par photo-détection, il a été possible de confirmer que la petite mangouste indienne est un animal à mœurs diurnes comme le soulignait la bibliographie. En effet, la recherche de nourriture se fait dès l'aube. Elle semble fureter de partout vers 5h-6h du matin jusqu'en fin d'après-midi vers 18h-19h.

De plus, les images capturées de rats semblent aussi affirmer le fait que celui-ci est une espèce nocturne, comme le proposait la bibliographie. Cf. *Table IX*. Les premiers individus de rats noirs ont été observés une fois un nombre conséquent de mangoustes prélevé du site par piégeage.

Table IX. Horaires d'activités journalières relevés par la caméra à photo-détection placée sur le secteur 06 de PLS pour le rat noir Rattus rattus.

Date	1 ^{ère} apparition	Dernière apparition	Nombre d'apparition	De passage	Recherche de nourriture	Nombre d'individus identifiés comme différents
18/08/2015	08 :56 PM (29°C)	00 :16 AM (26°C)	2	1	0	1

De plus, il est possible de constater que plusieurs individus de mangoustes partagent le même territoire sur Port-Louis Sud, étant donné que plusieurs mangoustes ont été observées au même endroit à des moments différents (aussi démontré dans d'autres îles d'après la bibliographie). Comme le démontrent les images, les juvéniles ne semblent pas, à partir d'un certain âge, être accompagnés de leurs parents et les activités quotidiennes semblent se faire de manière solitaire. D'autres études seraient nécessaires pour confirmer ou infirmer cette hypothèse.

D'après les images capturées par la caméra à photo-détection : la mangouste semble transporter les œufs de tortues. On peut émettre l'hypothèse que celle-ci se dirige vers son terrier afin de nourrir sa progéniture. Ainsi, la prédation des pontes de tortues pourrait se faire en plusieurs temps : un premier temps pour la consommation de l'individu parti en chasse et un deuxième temps pour faire des réserves qui serviront aux juvéniles. D'autres études seraient nécessaires pour confirmer ou infirmer cette hypothèse. On ne sait d'ailleurs pas si cela est un comportement typiquement femelle ou sans distinction sexuelle.

Le taux de prédation par la petite mangouste indienne a été élevé en juin 2015, beaucoup plus que les années précédentes. Un total de près de 2800 œufs ont été déterrés sur le littoral de Port-Louis pour être consommés par la petite mangouste indienne durant l'été 2015, ce qui représente un taux de consommation équivalant à une trentaine d'œufs prédatés par jour par les mangoustes sur Port-Louis (d'après les observations de terrain en juin, juillet et août 2015). D'après les données, l'intensité de prédation a été plus forte au moins de juin à PLN que PLS cependant la moyenne du nombre d'œufs prédatés pour PLS et PLN est très différente de la médiane. Une telle différence s'explique par le fait que quelques nids ont subi des intensités de prédation très fortes, faisant basculer la moyenne vers des valeurs extrêmes.

De plus, les données récoltées sur le terrain permettent de faire une hypothèse intéressante. En effet, étant donné que la fréquence du nombre d'œufs consommés observée sur le terrain reste faible, il est possible d'émettre l'hypothèse qu'une mangouste prédate un nombre d'œufs réduit et que plusieurs mangoustes arrivent sur site avant l'observation du cas de prédation. Cette hypothèse pourrait expliquer le fait que des tas d'œufs éventrés sont souvent retrouvés sur le terrain à quelques mètres les uns des autres autour du nid (placés parfois en 2 voir plus tas distincts). L'hypothèse d'une recherche de nourriture à plusieurs individus n'est pas très plausible au vu des images capturées par la caméra à photo-détection. Par contre, il est possible d'émettre l'hypothèse n°1 que plusieurs individus ont trouvé le nid et se seraient servi les uns après les autres. Le fait qu'un nid soit creusé et que les œufs soient déterrés aurait pu amener d'autres individus de mangoustes sur site. L'hypothèse n°2 serait qu'une mangouste aurait trouvé le nid et s'en servirait de garde-manger en revenant plusieurs fois sur site. La difficulté d'identifier de manière certaine les différents individus par photo-identification empêche de définir une hypothèse comme étant plus plausible que l'autre. D'autres études seraient nécessaires pour confirmer ou infirmer ces hypothèses.

D'après les résultats de la fréquence de temps de prédation après la ponte (*Cf. Figure 36*), il a pu être confirmé que les mangoustes peuvent prédateur à l'émergence comme le préconisait Coblenz & Coblenz en 1985.

3) Taux de réussite

D'après les résultats, les pontes qui ont été prédatées affichent un taux de réussite moindre. Ainsi, la petite mangouste indienne impacte négativement les populations de tortues marines étant donné que moins de nouveau-nés rejoignent la mer et, sachant que ce sont des espèces fidèles à leur site de ponte, moins d'adultes vont pouvoir se reproduire sur le secteur de Port-Louis dans les années futures. Le fait qu'on retrouve moins d'œufs de tortue éclos dans les pontes prédatées peut s'expliquer aisément : les œufs consommés par la mangouste n'ont pas pu éclore. Ensuite, le fait que le nombre d'œufs infertiles tend à être plus élevé pour les pontes prédatées peut possiblement s'expliquer par le fait que les mangoustes en creusant le nid bouleversent les micro-conditions abiotiques régissant l'incubation de la chambre (notamment en modifiant le paramètre température). Cependant, d'autres études sont nécessaires pour confirmer ou infirmer cette hypothèse. De plus, le fait qu'il y ait plus d'œufs fertiles non éclos pour les pontes prédatées peut possiblement signifier que les mangoustes n'agissent pas sur ce facteur et que les résultats ne sont dus qu'à des fluctuations d'échantillonnage. Ou simplement qu'étant donné que le nombre d'œufs éclos est beaucoup plus faible, les quantités d'œufs infertiles, fertiles non éclos et de nouveau-nés morts dans le nid sont proportionnellement plus faibles. Cependant, il ne faut pas oublier que le nombre de réplicats reste faible.

B. Axe 2 : protection des nids (juillet 2015)

1) Pose de grilles

L'objectif n°1 consistant à limiter la prédation de la mangouste sur les œufs de tortue marine n'a pas été atteint ; en effet, il a été très difficile de repérer la chambre dans un nid avant la prédation et aucun individu de mangouste n'a tenté de creuser pour parvenir à la chambre. Ainsi, il n'a pas pu être prouvé que les grilles jouent un rôle efficace dans la limitation de la prédation de la petite mangouste indienne sur les pontes de tortues marines.

L'objectif n°2 consistant à limiter la re-prédation de la mangouste sur les œufs de tortue marine a été partiellement réussi. En effet, les grilles ont montré leur efficacité sur deux nids qui ont été creusés sans pour autant que la mangouste arrive à rejoindre la chambre. Ainsi, les grilles sont utiles pour éviter les cas de re-prédation, étant difficiles à placer sur les pontes non prédatées quand l'emplacement exact de la chambre n'est pas certain. Le seul problème reste le moment où il faut enlever les grilles : une grille enlevée trop tôt peut présenter un risque de prédation, comme le montrent les données où un cas de prédation a eu lieu à moins d'une semaine après enlèvement de la grille (mais le fait qu'une tortue ait pondu à proximité immédiate a dû jouer).

Cependant, le fait qu'il faille enlever la grille avant l'émergence afin d'éviter que les nouveau-nés restent coincés dans la chambre et ne puissent rejoindre la mer peut présenter un risque. En effet, des cas de prédation à long terme ont été observés, le dilemme étant que la prédation peut avoir lieu à l'émergence quand les grilles de protection doivent être enlevées.

La pose de grille ne fait-elle pas retarder le moment de la prédation sans toutefois parvenir à la limiter ?

Les résultats montrent que les nids non protégés présentent un nombre d'œufs prédatés bien supérieur à ceux des nids protégés qui ont été prédatés une semaine après que la grille ait été retirée. De plus, le nombre de cas de prédation à l'émergence recensé sur PLS reste faible (1 cas).

Les grilles jouent quand même bien leur rôle de protection étant donné qu'aucune mangouste n'est réussie à passer malgré les deux tentatives de l'échantillon.

2) Pose de leurres à effets répulsifs

Des images ont pu être prises de l'acte de prédation de leurres par la petite mangouste indienne. En effet, elle semble fureter puis suivre l'odeur laissée par les œufs et lorsqu'elle a repérée les leurres, elle se met à creuser puis à mordre dans les œufs et les emmener au loin.

Concernant les leurres de type « NID », **l'objectif n°1 consistant à limiter la prédation** des nids par effet répulsif du leurre n'a pas été atteint. En effet, aucun leurre n'a été mis sur des nids non prédatés. Il est alors impossible de quantifier l'impact du dispositif sur la réduction de la menace de prédation.

L'objectif n°2 consistant à limiter la re-prédation des nids n'a été atteint. En effet, les mangoustes ont consommé presque la totalité des leurres posés sur le terrain et ont prédaté deux nids consommant 11 œufs de tortues. Certes, le taux de consommation des œufs de tortues en présence du leurre « NID » (3,44% en moyenne) est très inférieur au taux de consommation des œufs non protégés (28,69%), mais cela peut s'expliquer par le fait que l'on est dans le cas d'une re-prédation (et non un cas de prédation). Ainsi, l'effet répulsif à court terme du piment injecté dans les œufs peut être remis en question.

Concernant les leurres de type « LEU », l'efficacité du dispositif reste difficile à prouver. En effet, d'après les résultats, le taux de prédation est presque deux fois moins élevé sur les secteurs de pose du leurre « LEU » pour un nombre de pontes quasi-similaire. Il y a même des activités de pontes non prédatées recensées sur ce secteur. Cependant, 7 pontes ont été prédatées ce qui démontre le caractère non optimal du dispositif de réduction de la menace. Le taux de consommation des œufs est aussi moins élevé ? Cependant, il est difficile d'attribuer au seul paramètre « piment » la réduction effective des pontes de tortues marines.

Plusieurs questions restent en suspens : la petite mangouste indienne ayant consommé tous les œufs-piment il est logique de se demander si les individus ont senti le piment. Sinon, pourquoi avoir consommé plusieurs œufs ? Il est même possible d'émettre l'hypothèse que le piment ait eu un effet attractif sur les mangoustes. En effet, on sait qu'elles sont attirées par les œufs de tortues marines (et les œufs de poule prouvés lors de la campagne de piégeage) mais rien ne permet d'affirmer que le piment n'a pas eu aussi un effet attractif.

De plus, l'hypothèse que les mangoustes apprennent à ne pas consommer les œufs (aversion gustative conditionnée) est invalidée avec le piment car il y a eu des cas de prédation d'œufs de tortues entre la période de fin de pose de leurres et la campagne de piégeage.

A noter que des leurres créés avec des balles de ping-pong ont été placés sur le terrain et chaque jour changés de place pour créer un effet de sable frais retourné. Par conséquent, aucun individu n'a fait de tentative de creusement. Cette hypothèse n'est pas invalidée du fait du manque de répliqués mais peut être reconduite sur le terrain afin d'avoir de meilleurs résultats.

C. Axe 3 : éradication de la menace (août 2015)

La campagne de piégeage s'est révélée être très efficace : un nombre conséquent de mangoustes a été prélevée du milieu et aucun nid n'a été observé prédaté la semaine après la phase de piégeage. De nombreuses études (Lorvelec *et al.*, 2004) ont aussi démontré que l'utilisation du piégeage est souvent une bonne méthode pour éradiquer la menace de prédation de la petite mangouste indienne (du moins de façon temporaire).

Le fait que le nombre de juvéniles et d'adultes au sud de PLS ont été moins nombreux qu'au nord peut s'expliquer par le fait qu'il y a eu moins de pièges au sud qu'au nord de Port-Louis Sud.

DISCUSSION

La mangouste a la réputation d'être l'un des prédateurs introduits les plus dangereux pour la biodiversité indigène native du lieu de son introduction (Case & Bolger, 1991 ; Lowe *et al.*, 2000 ; Hays & Conant, 2007 ; Barun *et al.*, 2008 ; Watari *et al.*, 2008 in Lewis, Van Veen & Wilson, 2010). Cependant, l'extinction des espèces inférée à la petite mangouste indienne est parfois due à un ensemble de facteurs concomitants (Hays & Conant, 2007).

L'objectif de cette étude n'était pas d'éradiquer les populations de mangoustes sur l'intégralité du littoral de Port-Louis mais de tester plusieurs dispositifs de réduction de la menace de prédation par la petite mangouste indienne. *De facto*, afin de limiter les impacts de la petite mangouste indienne sur les populations de tortues marines et notamment sur les populations de tortues imbriquées sur le secteur de Port-Louis, les essais de pose de grille ont été concluants concernant la limitation mécanique de la prédation. Le problème étant que les cas de prédation à l'émergence empêchent que les grilles soient totalement efficaces. Concernant les leurres à effets répulsifs, leur efficacité est difficilement démontrable. De plus, certains scientifiques avancent que les petites mangoustes indiennes ne sont pas le type de prédateur idéal pour utiliser l'aversion gustative conditionnée étant donné que leur durée de vie est plutôt courte avec un fort taux de turn-over de populations (recrutement et immigration) et qu'il peut donc y avoir un flux entrant constant de "néophytes non entraînés" (Roy, Jones & Harris, 2002). De plus, chaque individu a une exposition assez limitée aux appâts.

La campagne de piégeage 2015 s'est cependant révélée être efficace. En effet, elle a donc permis de diminuer de manière drastique la population de mangouste d'origine sur Port-Louis même si l'espèce est soumise à un fort turn-over et que d'autres individus ne vont pas tarder à arriver (surtout des jeunes de l'année et des immigrants)...

En effet, les techniques de piégeage n'aboutissent généralement qu'à un déclin temporaire des populations (Nicolaus & Nellis, 1986). De plus, il est impossible de quantifier le taux de turn-over sur Port-Louis et le temps de remplacement des populations sans des études plus poussées.

Une éradication réussie de la petite mangouste indienne sur l'îlet Fajou (115 ha) a participé - avec le déclin simultané des populations de rat noir *Rattus rattus* sur l'îlet - à un arrêt de la prédation des pontes de tortues imbriquées *Eretmochelys imbricata* (Lorvelec et al., 2004).

Cependant, il est difficile dans le cadre de cette étude de prédire un arrêt de la prédation des pontes de tortues imbriquées sur le long terme étant donné qu'il a été observé une augmentation de fréquence d'observations de rats noirs après la campagne de piégeage sur Port-Louis. Il est possible qu'un changement dans la structure trophique se soit opéré lors de l'élimination du prédateur dominant (la petite mangouste indienne). Or, aucune donnée ne permet d'affirmer avec précision que le rat noir ne prédate pas les nids de tortues sur Port-Louis. Il faut dans ce cas bien comprendre quel rôle joue chaque espèce présente sur les plages de pontes des tortues marines. Cf. Figure 53.

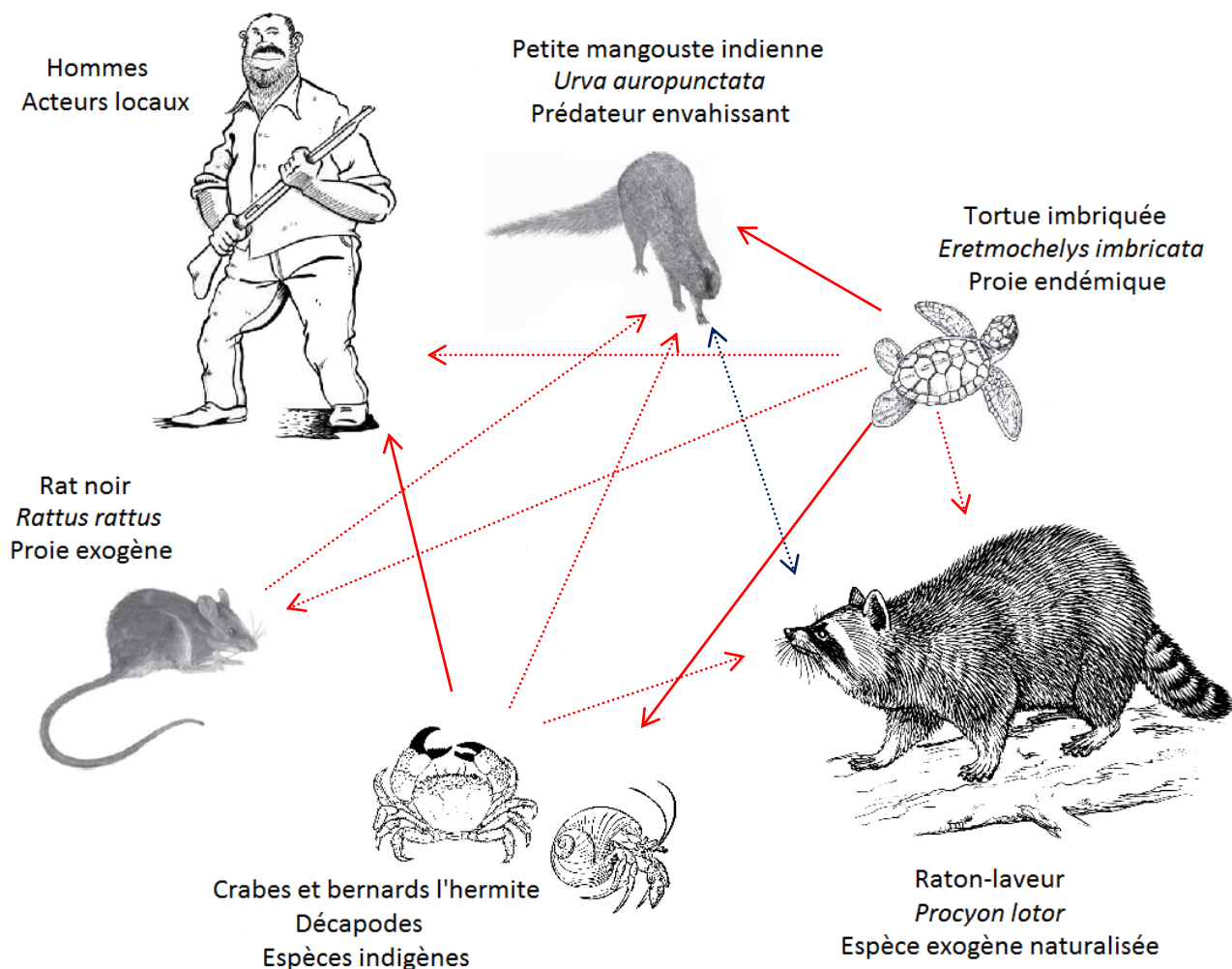


Figure 53. Schéma simplifié du réseau trophique constaté sur les plages de Port-Louis (été 2015, Cottaz, C.). En rouge, relation de prédation « est mangé par ». En bleu, relation de compétition. En trait plein, « avéré ». En trait pointillé, « supposé ».

En effet, tout comme la mangouste, le rat noir *Rattus rattus*, des décapodes comme des crabes et des bernards l'hermite ou encore le raton-laveur *Procyon lotor* habitent les plages guadeloupéennes. Ce dernier est observé en zone de mangrove en arrière des zones de plages de Port-Louis (données ONCFS, observations ponctuelles). De plus, des tortues imbriquées *Eretmochelys imbricata* viennent pondre sur les plages.

Or, les pontes se font prédatées par la mangouste et par les bernards l'hermite de façon avérée (données ONCFS, observations ponctuelles). Cependant, aucune étude ne montre quelle est l'intensité de prédation des bernards l'hermite sur les pontes de tortues marines. De plus, aucune étude ne montre non plus si le rat et/ou le raton laveur prédatent effectivement les œufs de tortues marines sur le littoral de Port-Louis.

Ainsi, il est important de connaître plus en détails quels sont les impacts sur le réseau trophique d'une éradication du prédateur dominant que semble être la petite mangouste indienne sur le littoral de Port-Louis, afin de se rendre compte si l'élimination d'un prédateur ne va pas permettre à un autre de s'installer. Ainsi, il serait intéressant notamment de savoir si les œufs de tortues marines font partie de la majorité du régime alimentaire de la mangouste, afin de comprendre si les cas de prédation observés à Port-Louis sont une spécification de leur régime alimentaire pour les œufs de tortues marines. Les analyses de contenus stomacaux réalisés par Olivier Lorvelec pourront peut-être donner des pistes pour répondre à cette hypothèse.

PROPOSITIONS DE SUIVI

A. Sur des secteurs de plage localisés

1) Maintenir l'accessibilité pédestre sur site

Comme le souligne l'étude réalisée à la Barbade (Leighton, Horrocks & Kramer, 2010), une utilisation journalière de la plage peut avoir le potentiel d'améliorer le taux de survie du nid en déplaçant les prédateurs. Ainsi, les pêcheurs à pieds, les pêcheurs de crabes et les chasseurs sous-marins qui fréquentent les plages de Port-Louis Sud chaque matin peuvent de manière indirecte participer à la réduction relative de la prédation des nids, tout comme les touristes et locaux qui utilisent les aires de pique-nique et de boucans (feux) sur la plage (PLS11). Ainsi, maintenir une accessibilité pédestre au site de ponte permet de réduire la prédation de manière indirecte (organiser des marches matinales sur Port-Louis Sud). Cependant, cette technique peut montrer rapidement ses limites car les mangoustes sont aussi attirées par les restes d'aliments souvent laissées sur place (observations personnelles, 2015).

2) Comptage-traces avec des grilles plastiques

Afin de participer à la conservation des tortues marines de Guadeloupe, il est nécessaire de travailler sur plusieurs échelles. Sur le secteur de Port-Louis, il est important de continuer la lutte contre la prédation de la petite mangouste indienne tout au long de l'année.

Pour ce faire, chaque comptage-trace peut désormais être réalisé avec quelques grilles plastiques de 50 x 50 cm enroulées dans le sac à dos, qu'il faudra déposer sur la chambre une fois un cas de prédation trouvé. Cette technique permet d'éviter les cas de re-prédation à court terme sur site (si la grille est bien positionnée sur la chambre). D'après les résultats, même si des cas de prédation à l'émergence ont été trouvés, ceux-ci restent rares rendant pertinent la pose de grille sur site. Afin de pouvoir enlever la grille avant émergence, il est nécessaire de se procurer des placettes de couleur à positionner à l'emplacement exact où se trouve la grille et de géoréférencer par GPS le point exact du nid.

3) Campagnes de piégeage

La seule façon de mettre un terme définitif à la prédation de la petite mangouste indienne serait bien évidemment l'éradication totale de l'espèce, cependant comme le souligne Coblentz & Coblentz (1985), ce serait une tâche ardue et difficilement praticable à mettre en place en Guadeloupe (162 843 ha) (données Google Map). Une éradication totale sur un espace aussi vaste et connecté que le littoral de Port-Louis sans des moyens financiers et humains importants mis à disposition reste difficile à envisager mais réduire les populations de manière drastique (sans toutefois aboutir à une éradication totale) sur des sites sensibles de ponte de tortues imbriquées reste totalement envisageable, même avec des moyens temporels, humains et financiers limités.

Ainsi, la solution alternative, nécessitant moins de moyens humains et financiers, peut être une campagne de piégeage dans des zones localisées (sensibles) avec une pression de capture importante sur une courte durée (30 pièges sur 20 jours sur les plages de ponte des tortues marines par exemple). Cependant, « l'utilisation du maximum de pièges mobilisable pouvant être appâté et vérifié chaque jour reste bien sûr la meilleure option » (Coblentz & Coblentz, 1985). Par conséquent, le taux de prédation de la petite mangouste indienne sur les œufs et les nouveau-nés pourrait être réduit si les sites majeurs de ponte de tortues imbriquées sont piégés pendant une première période de 5 jours (30 pièges) avant la saison de ponte et ensuite re-piégé mensuellement (15 jours de piégeage).

Surtout que la période estivale correspond aussi à une des périodes où les femelles mangoustes sont gestantes. Ainsi, réaliser une campagne de piégeage à cette période, lorsque les adultes sont en reproduction et/ou en gestation et que les jeunes sont en lactation, aura un impact positif sur la réduction de la prédation des œufs et nouveau-nés de tortues (Coblentz & Coblentz, 1985). De plus, laisser les pièges peu de temps (moins d'une semaine) au même endroit évite que les bernards l'hermite « crèchent » sur place et déclenchent systématiquement le piège avant qu'une mangouste ait eu le temps de venir.

B. A une plus grande échelle

Cependant, avec des moyens financiers conséquents, il est possible de mettre en place une campagne d'éradication à long terme au niveau national (en plus des efforts à court-terme réalisés sur les plages de pontes). En effet, les mangoustes sont déjà présentes sur toute la Guadeloupe : des individus de mangoustes ont déjà été repérés sur d'autres communes comme Capesterre Belle-Eau (plage des esclaves), Saint-François (petite anse Kahouanne), Lamentin, Anse-Bertrand, etc.).

Mettre en place une campagne d'éradication au niveau national nécessite en premier lieu de classer la petite mangouste indienne en tant qu'animal nuisible piégeable (non chassable). Un dossier peut être monté par l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage et envoyé au Ministère de l'Environnement. En effet, le ministre chargé de la chasse est en charge de fixer la liste des espèces d'animaux susceptibles d'être classés nuisibles, notamment après avis du Conseil National de la Chasse et de la Faune Sauvage et consultation du public. Le classement de la petite mangouste indienne peut se justifier en fonction des dommages (importants) qu'elle peut causer aux équilibres biologiques et afin d'assurer la protection de la faune et de la flore en Guadeloupe.

Classer une espèce en tant qu'espèce nuisible (articles L.427-8 et R.427-6 du Code de l'Environnement) permet de faire en sorte qu'elle ne puisse pas être classée en tant qu'espèce protégée au titre de l'article L.411-1 de ce même code. Ainsi, le classement des espèces non indigènes (espèces du premier groupe, article R.427-6-I du code de l'environnement) est valable un an et se fait par arrêté ministériel annuel en vigueur du 1er juillet de l'année en cours au 30 juin de l'année suivante. Dans un deuxième temps, il est nécessaire de trouver des fonds pour financer une campagne nationale de piégeage au volontariat des locaux afin que chaque queue de mangouste leur soit rémunérée.

OUVERTURE

Afin de préserver sur le long terme les tortues guadeloupéennes, il est primordial de porter attention aux menaces présentes en mer. En effet, il est possible de voir des filets maillant dormant à langoustes tendus à moins d'un kilomètre des côtes du littoral de Port-Louis pendant deux à trois jours avant vérification des prises et deux pêcheurs antillais pratiquant la chasse sous-marine ont reporté avoir vu des tortues juvéniles emprisonnées et noyées dans ces filets à langoustes ([Charles Portier, marin pêcheur](#)). En prenant aussi en compte les activités halieutiques littorales sur le secteur de Port-Louis, cela permettrait que les nouveau-nés sauvés un jour sur terre, ne se retrouvent pas enchevêtrés dans les filets à langoustes posés près des côtes le lendemain. Cf. Figure 54.

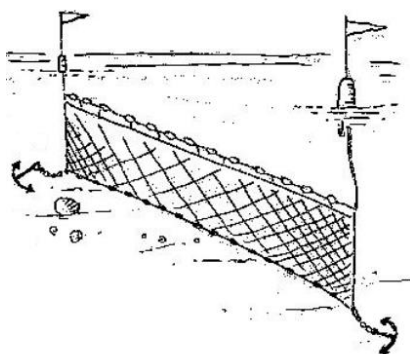


Figure 54. Schéma d'un filet maillant dormant (@ parc-marinoise.fr).

En effet, même si les populations de tortues imbriquées sont en légère augmentation grâce au fruit des travaux de protection du Plan de Restauration des Tortues Marines en Guadeloupe mis en place depuis 25 ans, celles-ci sont encore loin de celles du siècle dernier et des travaux de protection restent encore à mettre en œuvre pour conserver cette espèce.

REFERENCES

BARUN A., HANSON C. C., CAMPBELL K. J. & SIMBERLOFF D. *A review of small Indian mongoose management and eradications on islands.* Island invasive : eradication and management. IUCN, Gland, Switzerland. 2011. 9 p. Disponible sur le site internet : http://www.issg.org/pdf/publications/Island_Invasives/pdfHQprint/1Barun.pdf

COBLENTZ Bruce E. & COBLENTZ Brenda A. *Control of the Indian Mongoose* *Herpestes auropunctatus* *on St John, US Virgin Islands.* Biological Conservation 33, n°3. 1985. DOI : 10.1016/0006-3207(85)90018-7.

DELCROIX Eric. *Protocole de suivi des pontes de Tortues Marines sur l'archipel guadeloupéen.* Février 2014. Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS) & Réseau Tortues Marines de Guadeloupe (RTMG). 74 p.

PRTMAF. Plan de Restauration des Tortues Marines des Antilles Françaises. *Plan de restauration des tortues marines des Antilles françaises.* Plan d'action Guadeloupe. Direction Régionale de l'Environnement de Guadeloupe & l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage. 2006. 162 p.

PRTMAF. Plan de Restauration des Tortues Marines des Antilles Françaises. *Plan de Restauration des Tortues Marines des Antilles Françaises.* Plan d'Action Guadeloupe. Direction Régionale de l'Environnement de Guadeloupe & le Réseau Tortues Marines de Guadeloupe. Version finale janvier 2008. 214 p. Consulté le 17/06/2015. Disponible sur le site internet : http://www.guadeloupe.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Plan_Action_Tortues_Marines_Guadeloupe_27-12-07.pdf

FUKUHARA Ryoji, YAMAGUCHI Takako, UKUTA Hiromi, ROY Sugot, TANAKA Junichi & OGURA Go. *Development and introduction of detection dogs in surveying for scats of small Indian mongoose as invasive alien species.* Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research 5, n°2. Mars 2010. DOI :10.1016/j.jveb.2009.08.010.

GLOBAL INVASIVE SPECIES DATABASE. *Herpestes auropunctatus (Mammal).* Dr. Sugoto Roy (Coordinator); Hebridean Mink Project. Central Science Laboratory Sand Hutton, York UK & IUCN SSC Invasive Species Specialist Group. 2011. Consulté le 09/06/15. Disponible sur <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=86>

GOOGLE MAP, ACME PLANIMETER. Programme de calcul d'aire et de longueur sur Google Map. Consulté le 16/06/2015 sur <http://www.acme.com/planimeter/>

HAYS Warren S. T. & CONANT Sheila. *Male social activity in the small Indian mongoose* *Herpestes javanicus.* Acta Theriologica 48:485-494. 2003. 10 p.

HAYS Warren S. T. & CONANT Sheila. *Biology and Impacts of Pacific Island Invasive Species. 1. A Worldwide Review of Effects of the Small Indian Mongoose, Herpestes javanicus (Carnivora: Herpestidae).* 2007. Pacific Science, vol. 61. University of Hawaii Press. 14 p. Visible en format pdf sous : <http://scholarspace.manoa.hawaii.edu/bitstream/handle/10125/22595/vol61n1-3-16.pdf?sequence=1>

HEITHAUS Michael R., WIRSING Aaron J., THOMSON Jordan A. & BURKHOLDER Derek A. *A review of lethal and non-lethal effects of predators on adult marine turtles.* Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, Sea turtles: physiological, molecular and behavioural ecology and conservation biology (356. N°1-2). Mars 2008. DOI :10.1016/j.jembe.2007.12.013.

KAP NATIREL & ONCFS, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage. *Les tortues marines aux Antilles françaises.* AQUARIUM La Rochelle S.A.S. & CESTM (Centre d'Etude et de Soins pour les Tortues Marines) adapté avec Kap Natirel et l'ONCFS pour le Réseau Tortues Marines Guadeloupe. 2012. 19 p.

LEIGHTON Patrick A., HORROCKS Julia A. & KRAMER Donald L. *Conservation and the scarecrow effect: Can human activity benefit threatened species by displacing predators?* Biological Conservation. 143(9). 2010. SEP 2010. 2156-2163

LEWIS D. S., VANVEEN R. & WILSON B. S. *Conservation implications of small Indian mongoose (Herpestes auropunctatus) predation in a hotspot within a hotspot: the Hellshire Hills, Jamaica.* Biological Invasions. Janvier 2011. 9 p. ISSN: 13873547. DOI : 10.1007/s10530-010-9781-0

LORVELEC Olivier, DELLOUE Xavier, PASCAL Michel & MEGE Simone. *Impacts des mammifères allochtones sur quelques espèces autochtones de l'île Fajou (réserve naturelle du Grand cul-de-sac marin, Guadeloupe), établis à l'issue d'une tentative d'éradication.* 2004. Rev. Ecol. (Terre Vie), 59 : 293-307

LORVELEC Olivier, PASCAL Michel & LE QUILLIEC Patricia. *Le piégeage, un outil précieux pour l'étude et la gestion des populations de petits mammifères.* Nuisibles & parasites information n°59 et n°60. Disponible sous format pdf. 2009. 4 p.

LOUIS-JEAN Laurent. *Tortues marines de la Caraïbe.* Octobre 2013. Savoirs courants. Editions Scitep. 72 p. ISBN : 978-2-9540280-5-7

MEGE, S. *Essai d'estimation de la population de Râle gris Rallus longirostris manglecola (Danforth) sur l'île Fajou.* Rapport de maîtrise de Biologie des Ecosystèmes et des Populations, Université Antilles - Guyane, Pointe-à-Pitre, Guadeloupe. 1995

MNHN, Muséum national d'Histoire naturelle [Ed]. *Inventaire National du Patrimoine Naturel.* 2003-2015. Consulté le 16/06/2015. Disponible sur le site internet: <http://inpn.mnhn.fr>.

NICOLAUS Lowell K. & NELLIS David W. *The first evaluation of the use of conditioned taste aversion to control predation by mongooses upon eggs.* Juin 1987. Applied Animal Behaviour Science 17 n° 3-4 : 329-46. DOI : 10.1016/0168-1591(87)90156-0.

ONCFS, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage. *Délégation Inter Régionale Outremer. Contribuer à la protection et à la gestion de la biodiversité.* Réalisation : panacoco.com. 2007. 10 pages.

ONF, Office National des Forêts - Direction régionale de la Martinique. *Projet d'actions de lutte contre les espèces exotiques envahissantes. Piégeage des rats et des mangoustes.* Po FEDER 2007/2013 Action 4-4 : Protection et valorisation du patrimoine naturel et de la biodiversité. Compte-rendu technico-financier. Sylvain Léonard. Janvier 2015. 9 p.

PITT W. C., SUGIHARA R. T. & BERENTSEN A. R. *Effect of travel distance, home range, and bait on the management of small Indian mongooses, Herpestes auropunctatus.* Biological Invasions. 2014. ISSN: 1387-3547.

PRIMACK Richard B., SARRAZIN François & LECOMTE Jane. *Biologie de la conservation.* Sciences Sup. Paris: Dunod, 2012. ISBN : 978-2-10-056708-9. Livre scientifique.

ROY S. S., JONES C. G. & HARRIS S. *An ecological basis for control of the mongoose Herpestes javanicus in Mauritius : is eradication possible ?* Veitch, C. R. & Clout, M. N. (eds). Turning the tide: the eradication of invasive species. IUCN SSC Invasive Specialist Group. 2002. 8 p.

SIMBERLOFF Daniel, DAYAN Tamar, JONES Carl & OGURA Go. *Character Displacement and Release in the Small Indian Mongoose, Herpestes javanicus.* Ecological Society of America. Ecology, Vol. 81, N°8. 2086-2099. Août 2000. Disponible sur le site internet: <http://biology.westfield.ma.edu/Paperbank/sites/default/files/Simberloff-et-al-2000.pdf>

IUCN, Union International pour la Conservation de la Nature. *Les vertébrés terrestres introduits en outre-mer et leurs impacts.* Guide illustré des principales espèces envahissantes. Comité français de l'IUCN, ONCFS. France, 100 pages. 2011b. ISBN : 978-2-85692-004-6.

IUCN, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. The IUCN Red List of Threatened Species™ 2013. ISSN : 2307-8235. Disponible sur le site internet : www.iucnredlist.org

WILSON E.G., MILLER K.L., ALLISON D. & MAGLIOCCA M. *Why healthy oceans need sea turtles: the importance of sea turtles to marine ecosystems.* 2010. Oceana, protecting the world's oceans. 20 p. Disponible sur le site internet : www.oceana.org/seaturtles