

Année 2020-2021

Mention : Biodiversité, Écologie et Évolution (BEE)

Finalité : *Biodiversité et fonctionnement des écosystèmes (BioEffect)*

Mémoire de Deuxième Année de Master

Régulation de la petite mangouste indienne (*Urva auropunctata*) en vue de la protection des nids de tortues marines en Martinique

Présenté par : Rémi VINCENT

Responsable du stage : Emy NJOH ELLONG

Structure d'accueil : Office National des Forêts - Direction Territoriale
Martinique

Responsables pédagogiques : B. Talon, C. Fernandez et A. Bousquet-Mélou



Année 2020-2021

Mention : Biodiversité, Écologie et Évolution (BEE)

Finalité : *Biodiversité et fonctionnement des écosystèmes (BioEffect)*

**Régulation de la petite mangouste indienne (*Urva
auropunctata*) en vue de la protection des nids de
tortues marines en Martinique**

Présenté par : Rémi VINCENT

Structure d'accueil : **Office national des forêts - Direction territoriale Martinique**

Encadrant dans la structure d'accueil : **Emy NJOH ELLONG - Animatrice des PNA**

Charte relative à la lutte contre le plagiat de d'Aix Marseille Université

Approuvée par le Conseil des Etudes et de la Vie Universitaire de l'Université d'Aix-Marseille en date du 4 octobre 2012,

Approuvée par le Conseil Scientifique de l'Université d'Aix-Marseille en date du 16 octobre 2012,
Approuvée par le Conseil d'Administration de l'Université d'Aix-Marseille en date du 27 novembre 2012,

Préambule

Afin de garantir la qualité des diplômes délivrés à ses usagers, l'originalité des publications pédagogiques et scientifiques de ses personnels enseignants et/ou chercheurs, et faire respecter les droits de propriété intellectuelle des auteurs, l'Université d'Aix-Marseille est engagée dans la lutte contre le plagiat.

Les travaux réalisés par les usagers et par les personnels de l'Université doivent répondre à l'ambition de produire un savoir inédit et d'offrir une lecture nouvelle et personnelle d'un sujet.

Les travaux concernés par cette obligation sont notamment : les thèses, les mémoires, les articles, les supports de cours, sans que cette liste soit exhaustive.

Article 1

Le plagiat consiste à reproduire un texte, une partie d'un texte, toute production littéraire ou graphique, ou les idées originales d'un auteur, sans lui en reconnaître la paternité

Tout plagiat, quel qu'en soit le support, constitue une faute.

Le plagiat constitue à la fois la violation la plus grave de l'éthique universitaire et un acte de contrefaçon. C'est un délit au sens de l'article L 335-2 du code de la propriété intellectuelle.

En outre, le fait de commettre un plagiat dans un document destiné à être publié constitue une circonstance aggravante.

Article 2

Les usagers et les personnels de l'Université ne doivent pas commettre de plagiat dans leurs travaux.

Article 3

Les reproductions de courts extraits de travaux préexistants en vue d'illustration ou à des fins didactiques sont admises sans nécessité de demander le consentement de l'auteur, uniquement dans le strict respect de l'exception de courte citation.

Dans ce cadre, les usagers et les personnels de l'Université s'engagent, lorsqu'ils reproduisent de courts extraits de tels travaux, à identifier clairement qu'il s'agit d'un emprunt, en apposant des guillemets, et en indiquant le nom de l'auteur et la source de l'extrait.

Article 4

L'Université d'Aix-Marseille est attachée au respect des droits de propriété intellectuelle et se réserve la possibilité de rechercher les tentatives de plagiat, notamment par l'utilisation d'un logiciel adapté.

Article 5

Les cas présumés de plagiat feront l'objet de poursuites engagées par l'Université devant les instances compétentes, et leurs auteurs seront passibles de sanctions disciplinaires.

Ces violations des droits de propriété intellectuelle pourront également donner lieu à des poursuites judiciaires.

Je, soussigné-e, **Rémi VINCENT** certifie avoir pris connaissance de la présente charte et l'avoir respectée.

Fait à **Fort-de-France** le **23 août 2021** Signature :



REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je souhaite remercier l'Office National des Forêts (ONF) de la Martinique et sa directrice madame Brigitte Schrive pour m'avoir accueilli durant mon stage.

Un grand merci à Emy Njoh Ellong, animatrice des Plans Nationaux d'Action (PNA) au niveau de la Martinique et maître de stage, qui m'a intégré dans son équipe et m'a soutenu dans l'ensemble de mes missions et lors des nombreux problèmes que j'ai rencontrés. Merci à Kévin Urvoy, chargé de mission d'animation des PNA en Martinique, pour son soutien, ses conseils et son aide régulière sur le terrain. J'adresse également mes remerciements à Etienne Bouhebent, second stagiaire de l'équipe PNA sur la problématique de conservation de l'iguane des petites Antilles, avec qui les coups de main, les échanges sur les protocoles et les analyses statistiques ont été nombreux. Je souhaite aussi remercier Nicolas Paranthoen, coordinateur régional des PNA ainsi que l'équipe de Guadeloupe dont Julie Pauwels, animatrice des PNA et Constance Laccours, stagiaire sur la problématique des espèces exotiques envahissantes (EEE) pour nos échanges sur le projet et leurs conseils. Merci également à l'ensemble du personnel ONF que j'ai côtoyé, qui m'a fait confiance et m'a accompagné lors de démarches administratives ou sur le terrain.

J'adresse également mes sincères remerciements à la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DEAL) de la Martinique, qui finance et rend possible ces campagnes de régulation de mangoustes. Merci à Julie Gresser, chargée de mission faune terrestre et tortues marines, à Clarisse Courty, chargée de mission flore et espèces exotiques envahissantes et à Marie-Laure Rizzi, chargée de mission communication et EEE, pour avoir su répondre à mes questionnements logistiques sur la gestion des EEE.

Je remercie grandement Monsieur Arnaud Badiane, attaché temporaire d'enseignement et de recherche à Aix-Marseille Université et référent scientifique durant ce stage. Son suivi et son aide régulière et de qualité, ses conseils pour l'élaboration du protocole, son appui dans les analyses statistiques et la rédaction, m'ont apporté plus de sérénité dans l'établissement du projet.

Je tiens également à remercier Madame Marilynne Azzara, gestionnaire des conventions de stage AMU, et Anne Bousquet-Mélou, maître de conférences à Aix-Marseille Université, pour leur suivi lors de l'édition de la convention de stage. Avec les conditions sanitaires de 2021, ce projet n'aurait probablement pas pu être maintenu sans leur soutien.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	1
I. Les tortues marines des petites Antilles	1
II. Statuts et menaces des tortues marines des Antilles françaises	2
III. Les espèces exotiques envahissantes (EEE).....	2
IV. La petite mangouste indienne.....	4
V. Prédation des nids de tortues marines par la petite mangouste indienne	5
MATERIELS ET METHODES	6
I. Sites d'étude	6
II. Types de pièges	8
III. Types d'appâts.....	10
IV. Disposition des pièges	10
V. Organisation des sessions de piégeage.....	12
VI. Analyse de l'activité des mangoustes et de l'efficacité du piégeage	12
VII. Analyses statistiques	15
RESULTATS	17
I. Campagne de régulation de 2021	17
II. Suivi de l'activité des mangoustes	19
III. Modélisation de l'occupation des sites par la petite mangouste indienne et de son abondance.	20
DISCUSSION	21
I. Piégeage	21
II. Activité de la mangouste et efficacité de la campagne	22
IV. Adaptations et perspectives.	24
CONCLUSION.....	25
REFERENCES.....	26

INTRODUCTION

I. Les tortues marines des petites Antilles

Les îles des Caraïbes offrent une biodiversité très importante avec un fort taux d'endémisme lié en partie à la grande diversité de paysage que l'on y retrouve, ce qui lui vaut son classement parmi les 34 « hotspots » de biodiversité dans le monde (Myers *et al.* 2000; Mittermeier *et al.* 2004). En ce qui concerne le domaine marin, Miloslavich *et al.* (2010) définissent la mer des Caraïbes comme l'un des hotspots mondiaux de la biodiversité marine. En effet, les récifs coralliens, les herbiers, les mangroves et les côtes rocheuses et sableuses que l'on y trouve permettent le développement et la survie d'un grand nombre d'espèces végétales et animales. Parmi les sept espèces de tortues marines existant dans le monde, cinq fréquentent les eaux des Antilles françaises, dont trois pondent régulièrement sur les plages de la Martinique de mars à novembre (Crillon *et al.* 2018). Ces trois espèces sont la tortue luth (*Dermochelys coriacea*), de très grande taille (poids moyen = 450 kg) et ne possédant pas d'écailles, la tortue verte (*Chelonia mydas*) ne pondant que rarement sur les plages martiniquaises et la tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*), qui est l'espèce qui se reproduit le plus fréquemment en Martinique (Figure 1).

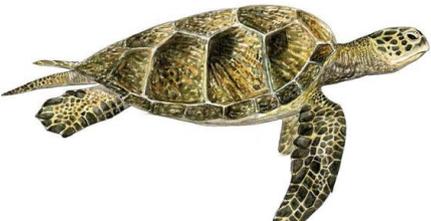
TORTUE LUTH – <i>Dermochelys coriacea</i>	
	Taille : varie de 1,7 à 2 m Poids : entre 300 et 400 kg en moyenne (900 kg pour les plus grosses) Alimentation : pélagique (cnidaires et tuniciers) Habitat : pleine mer principalement loin des côtes Saison de ponte : mars à juillet Caractéristiques : absence d'écailles, présence de carènes longitudinales
TORTUE VERTE – <i>Chelonia mydas</i>	
	Taille : varie de 1 à 1,5 m Poids : entre 100 et 150 kg en moyenne Alimentation : magnoliophytes marines et algues au stade adulte Habitat : côtier peu profond (moins de 100 m) Saison de ponte : mars à novembre Caractéristiques : écailles juxtaposées, 4 paires de plaques costales, bec arrondi
TORTUE IMBRIQUEE – <i>Eretmochelys imbricata</i>	
	Taille : environ 1 m Poids : 60 à 70 kg en moyenne (130 kg maximum) Alimentation : omnivore (ascidies, éponges, crustacés, mollusques, oursins, poissons) Habitat : côtier peu profond (moins de 100 m) Saison de ponte : avril à octobre Caractéristiques : écailles imbriquées, 4 paires de plaques costales, bec pointu et crochu

Figure 1 : Espèces de tortues marines qui se reproduisent en Martinique (Crillon *et al.* 2018).

II. Statuts et menaces des tortues marines des Antilles françaises

Les tortues marines des Petites Antilles sont toutes protégées intégralement au niveau national (Arrêté du 14 octobre 2005 fixant la liste des tortues marines protégées sur le territoire national et les modalités de leur protection, 2005) et localement en Martinique (Arrêté du 16 mars 1993 fixant la liste des tortues marines protégées dans le département de la Martinique, 1993). Malgré cette protection robuste, de nombreuses menaces pèsent encore sur l'ensemble des tortues marines. Au niveau international, la liste rouge mondiale des espèces menacées établie par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) pointe du doigt le danger qui pèse sur les trois espèces de tortues marines qui se reproduisent sur les plages de Martinique : la tortue luth y est classée comme « vulnérable », la tortue verte est inscrite comme « en danger » et la tortue imbriquée comme « en danger critique d'extinction » (UICN 2020).

Au vu de l'urgence de la situation, un premier Plan National d'Actions (PNA) en faveur des tortues marines des Antilles françaises a vu le jour en 2006 puis a été révisé pour la période 2020-2029. Piloté par la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DEAL) et animé par l'Office National des Forêts (ONF), ce document de planification stratégique est construit autour de trois axes (Conservation et Gestion, Connaissance, Sensibilisation) qui définissent l'ensemble des actions à mettre en place pour restaurer ces espèces menacées d'extinction (Crillon *et al.* 2018; Annexe I). Le PNA a permis de mettre en évidence un certain nombre de perturbations anthropiques et naturelles qui sont à l'origine d'un inexorable déclin des effectifs de tortues marines des petites Antilles jusqu'au début des années 1990 (Crillon *et al.* 2018). Parmi ces menaces on peut citer les captures accidentelles liées à la pêche (première cause de mortalité en Guadeloupe ; Crillon *et al.* 2018), le braconnage de tortues ou d'œufs, les risques de collisions avec différents véhicules nautiques, la pollution des eaux, l'altération et la perte des habitats (urbanisation des plages, destruction des herbiers et récifs coralliens ; Crillon *et al.* 2018). Il est à noter que l'une des perturbations les plus importantes est la présence d'espèces exotiques envahissantes (EEE), qui prédatent les nids de tortues marines sur les sites de ponte (Crillon *et al.* 2018). La lutte contre cette menace majeure sera l'objet de la présente étude.

III. Les espèces exotiques envahissantes (EEE)

L'Inventaire National du Patrimoine Naturel définit une espèce exotique envahissante comme une espèce introduite par l'homme en dehors de son aire de répartition naturelle, qui s'établit et qui étend son aire de distribution (Soubeyran *et al.* 2011). La Convention sur la

Diversité Biologique les définit comme des espèces dont l'introduction et/ou la propagation menace la diversité biologique (Soubeyran *et al.* 2011). Ce sont donc des espèces qui ne sont pas spécialement compétitives dans leur milieu d'origine mais qui présente un succès invasif exceptionnel dans les zones où elles sont introduites. La principale théorie expliquant ce succès envahissant de certaines espèces est la « théorie des ennemis naturels », qui indique qu'en dehors de son aire de répartition naturelle une EEE se libère de ses ennemis naturels qui lui sont spécialisés (prédateurs, pathogènes, ...), lui permettant ainsi d'allouer plus de ressources pour la compétition (Williams 1954; Callaway et Ridenour 2004). Ces espèces peuvent avoir des conséquences écologiques (menace de la biodiversité), économiques (contre l'agriculture, dégradation d'infrastructures, ...) et sanitaires (maladies, allergies, toxicité, ...) importantes (Soubeyran *et al.* 2011), d'où l'importance de définir des mesures de lutte efficaces.

Dans les îles ultramarines, les espèces indigènes, dont beaucoup sont endémiques, sont particulièrement menacées par les EEE du fait de la faible surface des îles et de leur éloignement géographique. En Martinique, on dénombre déjà 80 EEE végétales (DEAL de la Martinique 2020) ainsi que 40 EEE animales (DEAL de la Martinique, 2021c). Parmi elles, certaines sont particulièrement problématiques, on peut citer l'iguane commun ou iguane rayé (*Iguana iguana* ; Figure 2), principale menace de l'iguane endémique des petites Antilles (*Iguana delicatissima*) par son potentiel reproducteur plus important et sa capacité à s'hybrider avec ce dernier, qui bénéficie également d'un PNA (Angin 2017). Cette espèce provoque aussi des dommages aux infrastructures en creusant de nombreux terriers et peut transporter des salmonelles et des bactéries (DEAL de la Martinique, 2021a). *Miconia calvescens* (Figure 2), un arbre originaire du Mexique appelé « cancer vert » est introduit pour son caractère ornemental et se répand de manière alarmante en Martinique (DEAL de la Martinique, 2021b). Classé parmi les 100 espèces les plus envahissantes au monde (Lowe *et al.* 2007), il possède une capacité de reproduction très importante. Il provoque ainsi une forte baisse de la biodiversité et favorise les risques d'érosion du sol (DEAL de la Martinique, 2021b). L'écrevisse à pinces rouges (*Cherax quadricarinatus* ; Figure 2) native d'Australie a été introduite en 2004 en provenance de Cuba pour être produite en aquaculture. Elle est aujourd'hui bien établie dans les milieux naturels de Martinique (Baudry *et al.* 2020, 2021). Très invasive, ses fortes densités de populations et ses larges préférences alimentaires en font une espèce à fort impact sur l'environnement et les populations indigènes, notamment sur les macro-invertébrés locaux (Baudry *et al.* 2020, 2021).



Figure 2 : Iguane commun en haut (*Iguana iguana* ; photo G.Moulard), miconia en bas à gauche (*Miconia calvescens* ; photo DEAL) et écrevisse à pinces rouges en bas à droite (*Cherax quadricarinatus* ; photo M.L.Rizzi).

IV. La petite mangouste indienne

La petite mangouste indienne (*Urva auropunctata*) (Figure 3) anciennement *Herpestes auropunctatus* ou *Herpestes javanicus*, est un mammifère carnivore de la famille des Herpestidés. Adulte, elle peut mesurer de 50 à 65 centimètres avec un poids compris entre 300 et 900 g (Hays et Conant 2007). Il existe un dimorphisme sexuel, les mâles sont beaucoup plus grands et lourds que les femelles (Owen 2017).



Figure 3 : *Urva auropunctata*.

Espèce entièrement diurne (Coblentz et Coblentz 1985; Hays et Conant 2007) elle est considérée comme un omnivore généraliste (Baldwin *et al.* 1952; Nicolaus et Nellis 1987; Hays et Conant 2007) principalement insectivore et secondairement chasseur de petits vertébrés (Hays et Conant 2007). En zones tempérées, certaines populations peuvent avoir un régime alimentaire principalement frugivore dans les moments de l'année où les fruits sont abondants (Hays et Conant 2007). Œufs et juvéniles d'oiseaux, petits mammifères, reptiles, amphibiens, crustacés, insectes et fruits constituent son régime alimentaire (Hays et Conant 2007). Originnaire d'Inde, *Urva auropunctata* se répartit aujourd'hui jusqu'en Afrique, en Europe, en Amérique du Sud et du Nord ainsi qu'en Océanie (Hays et Conant 2007) et prospère dans tous les types d'habitats disponibles (anthropisés, agricoles, littoraux, forêts naturelles ou plantées, champs et prairies, etc. ; Owen, 2017).

La petite mangouste indienne a été introduite dans les Antilles françaises à la fin du XIX^{ème} siècle dans l'espoir d'éradiquer les populations de rats qui ravageaient les champs de canne à sucre et le trigonocéphale (*Bothrops lanceolatus*), serpent venimeux endémique de la Martinique (Nicolaus et Nellis 1987; Hays et Conant 2007). Opportuniste et rapidement devenue envahissante, elle prédate de manière non-sélective de nombreuses proies (Pitt *et al.* 2015). Elle a donc des impacts négatifs importants sur la faune terrestre indigène et endémique (Nicolaus et Nellis 1987; Lorvelec *et al.* 2004; Hays et Conant 2007; Lewis *et al.* 2011), particulièrement en milieu insulaire où les communautés ne sont pas adaptées contre les mammifères prédateurs (Roy *et al.* 2002). En Martinique, son introduction a notamment conduit à l'extinction d'espèces comme la couresse (*Erythrolamprus cursor*), couleuvre endémique à la Martinique (ONF, 2020b). La mangouste entraîne d'importants dégâts dans les poulaillers et elle peut être vectrice de la rage (Quinn *et al.* 2006; Coolman 2016; Johnson *et al.* 2016), son introduction a donc également des conséquences économiques et sanitaires. Cette espèce a aujourd'hui la réputation d'être l'un des prédateurs introduits les plus dangereux pour la biodiversité indigène de ses lieux d'introduction (Hays et Conant 2007; Lewis *et al.* 2011), ce qui lui vaut son inscription sur la liste des 100 animaux envahissants les plus néfastes au monde (Lowe *et al.* 2007).

V. Prédation des nids de tortues marines par la petite mangouste indienne

La petite mangouste indienne impacte principalement l'herpétofaune et l'avifaune locale (Lorvelec *et al.* 2004; Lowe *et al.* 2007). Elle est depuis longtemps connue notamment pour prédater les œufs de tortues marines (Seaman et Randall 1962) dont elle est la principale menace (Nellis et Small 1983) et peut prédater jusqu'à 90% des nids (Lorvelec *et al.* 2004 ; Figure 4). En effet, attirées par l'odeur des fluides émis par la femelle lors de la ponte ou par les odeurs et sons associés à l'éclosion (Nellis et Small 1983), certaines populations de mangoustes vivant sur le littoral ont su se spécialiser dans la prédation des nids de tortues marines. Elles peuvent ainsi consommer plus de 20 % des œufs et sont capables de s'attaquer aux nouveaux nés (Coblentz et Coblentz 1985). Ce constat est d'autant plus inquiétant qu'il semble être généralisé aux milieux insulaires : de nombreux cas de prédatations ont effectivement été observés sur de nombreux sites de ponte de tortues marines dans les îles des Caraïbes, de la mer Adriatique et de l'océan Pacifique (Barun *et al.* 2011). En Guadeloupe, un fort taux de destruction de pontes de tortues imbriqués a été constaté sur l'Îlet Fajou depuis le début des années 90 (Lorvelec *et al.* 2004) : pour la période 1998-2000 un taux de prédation compris entre 86 et 96 % sur les pontes est rapporté (Lorvelec *et al.* 2004).



Figure 4 : Nid de tortue marine prédaté sur l'anse Lévrier à gauche (photo Rémi VINCENT, 2021). Prédation d'œufs de tortue marine par une mangouste à droite (photo ONF, 2018).

Un nombre alarmant de prédatons des nids de tortues marines est également constaté sur les plages martiniquaises (ONF 2021a, 2021b). Le PNA en faveur des tortues marines des Antilles françaises prévoit comme action prioritaire la lutte contre ces prédatons par les EEE. Dans ce cadre, des campagnes de régulation de cette espèce ont eu lieu depuis 2012 sur certaines plages en Martinique (ONF 2020a). Cependant, la rigueur et l'effort de piégeage diffèrent chaque année, et aucune méthode n'a encore été mise en place pour estimer l'efficacité de ces campagnes. L'objectif général de cette étude est ainsi d'évoluer vers un protocole rigoureux et efficace de lutte contre la petite mangouste indienne ainsi que de mettre en place des indicateurs de son activité, de ses densités de population et de l'efficacité de la campagne de régulation. Pour atteindre ces objectifs, j'ai sélectionné les sites à étudier, effectué d'importantes recherches bibliographiques, créé et intégré de nouveaux dispositifs de piégeage et de suivi, évalué la taille des populations de mangoustes avant et après une session de piégeage, entre les sessions et entre les sites. J'ai également effectué des tests de préférence alimentaire et j'ai étudié les paramètres environnementaux qui peuvent influencer la probabilité de présence de la petite mangouste indienne et son abondance.

MATERIELS ET METHODES

I. Sites d'étude

A l'aide des données récoltées lors des campagnes de lutte et des suivis de traces de ponte des années précédentes, trois sites d'étude (Figure 5) ont été sélectionnés pour la lutte contre la prédation des nids de tortues marines par la petite mangouste indienne (*Urva auropunctata*). Ces trois zones ont été choisies car elles sont des sites de ponte de tortues marines majeurs en Martinique (beaucoup de traces de ponte observées lors des suivis des années précédentes ; ONF 2021b) et que de nombreuses traces de prédation des nids de tortues marines par la mangouste y ont été constatées (ONF 2021a).

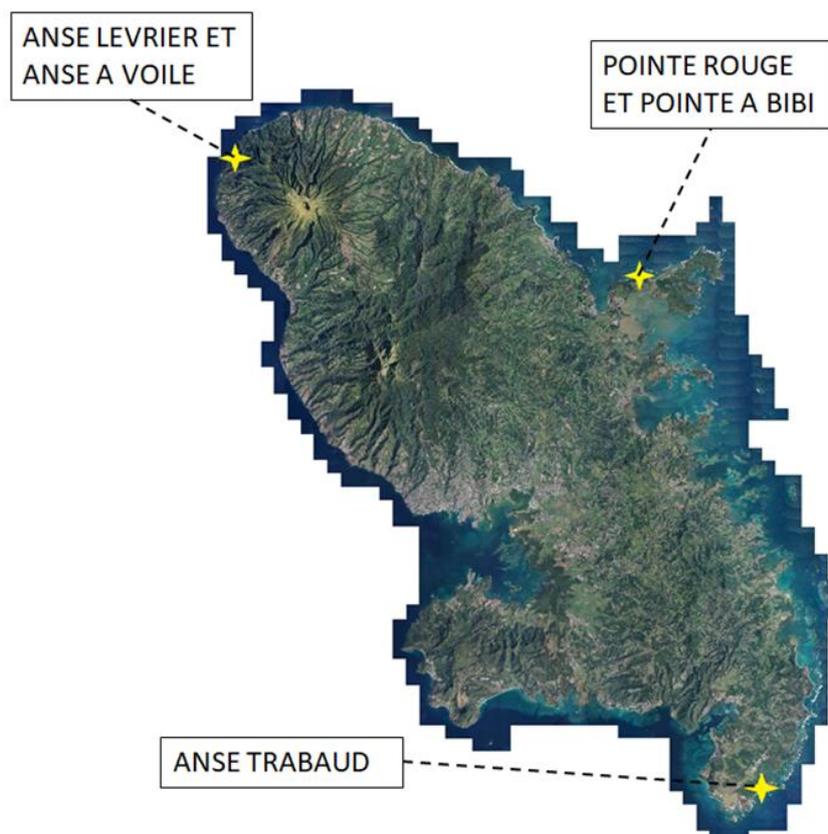


Figure 5 : Carte de la Martinique et des 3 sites de piégeage.

L'anse Lévrier et l'anse à Voile (Le Prêcheur), classées en réserve biologique intégrale, ont été choisies car ce sont des sites où de nombreuses tortues imbriquées (*Eretmochelys imbricata*) viennent pondre (ONF 2021b) et qu'il s'agit d'un lieu où vit une population relictuelle d'iguanes des petites Antilles (*Iguana delicatissima*), une espèce endémique des petites Antilles en danger critique d'extinction (UICN 2020) dont les œufs sont également prédatés par les mangoustes. En 2020, lors des suivis de traces de ponte de tortues marines, des prédatations de nids par la mangouste ont été observées (22 pontes prédatées sur les 45 observées durant la saison de ponte, ONF 2021a), et ce malgré l'effort de régulation opéré depuis 2012.

L'anse Trabaud (Sainte-Anne) est un important lieu de ponte de tortues imbriquées et de tortues luth (*Dermochelys coriacea*; ONF 2021b). De plus, les suivis des traces de ponte de 2020 ont mis en évidence le nombre alarmant de prédatations par la mangouste sur cette plage : sur 41 pontes effectivement observées, 19 étaient prédatées soit pratiquement un nid sur 2 (ONF 2021a). Sachant que tous les observateurs sur ce site n'étaient pas formés à reconnaître et à noter les prédatations, on peut imaginer un impact bien plus alarmant.

Enfin, les pointes Rouge et à Bibi (La Trinité), où viennent pondre des tortues luth (ONF 2021b), ont été incluses à la campagne de lutte en 2020 à la suite d'un constat alarmant de prédation sur ces plages : sur 20 pontes effectives, 9 étaient prédatées (ONF 2021a). L'ajout de ce secteur permet également de protéger le moqueur à gorge blanche (*Ramphocinclus brachyurus*), oiseau endémique des petites Antilles classé en danger critique d'extinction par

l'UICN (UICN 2020). Ces plages sont incluses dans son territoire et, nichant au sol, ses œufs se font aussi prédateur par les mangoustes.

Les mangoustes ayant tendance à éviter l'Homme (Quinn *et al.* 2006; Leighton *et al.* 2008, 2010; Guzmán-Colón *et al.* 2019), les sites sont désignés car ils ne présentent pas de surfréquentation humaine (pas ou peu de constructions ou d'aménagements). En effet, un nombre plus faible de mangoustes corrélé à une disponibilité des ressources accrue (poubelles, pique niques, ...) entraîne une prédation plus faible des nids de tortue (Quinn *et al.* 2006). Ces sites sont néanmoins fréquentés par des randonneurs et quelques baigneurs.

II. Types de pièges

II.1. Pièges non-vulnérants

Les pièges de type non-vulnérants permettent la capture des mangoustes sans les mettre à mort et la libération des espèces non-ciblées. C'est donc aux agents présents sur le terrain d'euthanasier les individus capturés, ce qui en fait une méthode très chronophage. Cependant, de nombreuses études ont déjà validé l'efficacité de ce type de piégeage (Coblentz et Coblentz 1985; Corn et Conroy 1998; Roy *et al.* 2002; Quinn *et al.* 2006; Lewis *et al.* 2011; Pitt *et al.* 2015; Coolman 2016; Guzmán-Colón *et al.* 2019). Les pièges employés dans notre étude sont des ratières à battant de dimensions 36*15*15 cm, fabriquées sur mesure par la marque « BTT Mécanique » spécialement pour les mangoustes (Figure 6).



Figure 6 : Mangouste piégée dans une ratière à battant BTT Mécanique.

II.2. Pièges vulnérants

Le piégeage vulnérant permet la mise à mort instantanée des prises et ne nécessite pas la présence quotidienne d'agents, ce qui en fait une méthode beaucoup moins chronophage. En 2020, des pièges de type Goodnature E2A24 (piège auto-réarmant à cartouche de CO₂) ont été employés dans le cadre de la lutte contre la petite mangouste indienne (Figure 7).



Figure 7 : Piège vulnérant E2A24, incliné horizontalement.

Ces pièges présentent l'intérêt de nécessiter peu de main d'œuvre pour leur maintenance et de rester efficaces jusqu'à plusieurs mois après leur pose (ONF, 2020b, 2020a). Visiblement, les campagnes de lutte de 2020 en Martinique et en Guadeloupe n'ont pas su démontrer l'efficacité de ces pièges vulnérants sur la mangouste (ONF, 2020b, 2020a). Cependant, la méthode employée est peut-être la cause de cet échec. Pour tenter d'améliorer leur efficacité, j'ai essayé une méthode différente : je les ai inclinés horizontalement (Figure 7) et ai testé un nouveau type d'appât. De plus, ces pièges permettent la mise à mort de rats gris (*Rattus norvegicus*) et de rats noirs (*Rattus rattus*), d'autres EEE nuisibles, il est donc intéressant de continuer à les employer.

Cette année j'ai employé un nouveau type de piège vulnérant, le DOC250 (piège à ressort à réarmement manuel associé à un tunnel de piégeage). L'efficacité de ces pièges sur les petits mammifères a déjà été démontrée lors de plusieurs travaux, notamment lors d'opérations de régulation de la petite mangouste indienne (Barun *et al.* 2011; Nishimoto 2011; Peters *et al.* 2011; Pollock et Hairston 2013). Ces pièges sont placés dans un tunnel de piégeage en bois de 40*30*25 cm, fermé avec un grillage de maille 2 cm (Figure 8). Une entrée de 8*8 cm est découpée dans ce grillage pour permettre la sélection des animaux ciblés. Ces pièges ne nécessitent pas d'être relevés quotidiennement (Pollock et Hairston 2013), ce qui présente un gros avantage pour les anses du nord qui sont des plages isolées et difficiles d'accès. Si leur efficacité est avérée, ils permettraient d'y assurer une régulation sur le long terme.

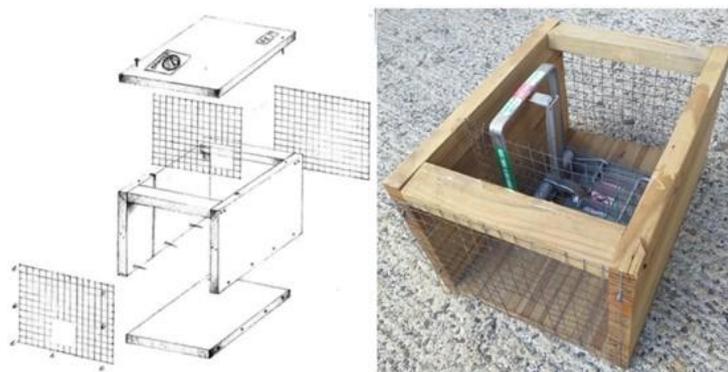


Figure 8 : Piège DOC250 : schéma de montage à gauche, photo d'un piège à droite.

III. Types d'appâts

Chacun des types de pièges fonctionne grâce à un dispositif d'appâtage. La mangouste est une espèce généraliste avec des habitudes alimentaires très variées (Baldwin *et al.* 1952; Nicolaus et Nellis 1987; Hays et Conant 2007). Il a été prouvé que cette espèce montre une préférence pour les appâts non synthétiques (Pitt et Sugihara 2008). Un certain nombre d'études se sont axées vers la recherche d'appâts efficaces pour la capture de la mangouste (Tomich 1969; Pitt *et al.* 2015; Coolman 2016; Owen 2017). Ces travaux ont su mettre en évidence la non-sélectivité en termes d'appâts de la petite mangouste indienne : elle s'est montrée fréquemment attirée par tous types d'appâts (bœuf, poisson, œuf, saucisse, saucisson, noix de coco, pâtée pour chien, ...). Il est important de prendre en compte l'habitude à un appât que les individus pourraient assimiler aux pièges et donc de varier les types d'appâts employés.

Dans cette étude j'ai donc choisi d'utiliser quatre types d'appâts dont l'efficacité a été validée par de précédents travaux : la knack (Marshall *et al.* 2008; Pitt *et al.* 2015; Owen 2017; ONF, 2020a, 2020b), le poisson (Coblentz et Coblentz 1985; Quinn *et al.* 2006; Lewis *et al.* 2011; Peters *et al.* 2011; Pitt *et al.* 2015; Owen 2017; Guzmán-Colón *et al.* 2019), la pâtée pour chien (Coolman, 2016; Owen, 2017; ONF 2020b) et la saucisse de poulet (Corn et Conroy 1998; Barun *et al.* 2011; Owen 2017; ONF, 2020a). J'ai employé ces appâts en alternance : sur une journée de piégeage j'ai appâté les pièges (ratières et DOC250) avec le même type d'appât, mais ce type d'appât était changé chaque jour (Tableau 1). Les années précédentes, du beurre de cacahuètes était aussi utilisé mais au vu de la difficulté d'emploi sur le terrain (Marshall *et al.* 2008; Cottaz 2015; Coolman 2016), je n'ai pas utilisé cet appât dans les ratières et les DOC250 pour les sessions de 2021.

Tableau 1 : Type d'appât employé par jour de piégeage.

Jour 1	Jour 2	Jour 3	WE	WE	Jour 4	Jour 5	Jour 6
Saucisse	Maquereau	Pâtée pour chien			Pâtée pour chien	Saucisse au poulet	Maquereau

Les pièges de type E2A24 sont en revanche appâtés avec des cartouches chocolatées remises par le fournisseur. Afin de tester si de nouveaux appâts provoquent d'éventuels changements dans l'efficacité de ces pièges, j'ai rempli les cartouches vides de beurre de cacahuètes à l'aide d'une seringue ou d'une cuillère à café.

IV. Disposition des pièges

Les plans de piégeage des anses du Nord, de l'anse Trabaud et des pointes Rouge et à Bibi ainsi que les coordonnées GPS des pièges sont détaillés en Annexe II.

Les mangoustes quittant rarement la végétation (Roy *et al.* 2002; Leighton *et al.* 2008; Pollock et Hairston 2013) et les tortues imbriquées préférant pondre dans la lisière de la végétation, Leighton et ses collaborateurs ont défini en 2008 cette zone de lisière comme la zone à plus forte probabilité de prédation. Les pièges ont donc été placés dans la végétation (forêt littorale) à un minimum de 5 mètres de la plage (Annexe II).

Pour la campagne de régulation de 2021, trente-huit ratières à battant et quatre E2A24 ont été déployés sur chacun des sites étudiés (Annexe II). Les pièges vulnérants sont restés sur place durant l'ensemble de la campagne alors que les ratières ont été déplacées d'un site à l'autre pour chaque session. Les vingt pièges DOC250 sont lourds et encombrants, leur transport s'est donc fait par bateau. Ils ont été installés sur les anses Lévrier et à Voile (Annexe II) afin d'éviter la mise à mort d'animaux non-ciblés comme les chats, bien présents sur l'anse Trabaud, ou le moqueur à gorge blanche sur la pointe Rouge et la pointe à Bibi. *Iguana delicatissima* est présent sur les anses du nord mais étant végétarien, il n'est pas attiré par les appâts employés (Tableau 1). Ils ont de plus été bien cachés en arrière-plage afin d'éviter les risques de blessures de randonneurs curieux. Dans le but d'étudier le comportement des mangoustes vis-à-vis des pièges vulnérants, deux E2A24 et trois DOC250 ont été suivis par des dispositifs de capture vidéo durant 12 jours consécutifs.

J'ai disposé les pièges (vulnérants ou non) selon des linéaires qui longent le trait de côte (Coblentz et Coblentz 1985; Corn et Conroy 1998; Cottaz 2015; Pitt *et al.* 2015; ONF 2020a). La plupart des études préconisent un espacement d'environ 25 mètres (Coblentz et Coblentz 1985; Corn et Conroy 1998; Quinn *et al.* 2006; Pitt *et al.* 2015; Guzmán-Colón *et al.* 2019) mais les anses du Nord ainsi que la pointe Rouge sont des sites relativement petits. J'ai donc espacé les pièges d'environ 15 mètres sur la pointe rouge, 20 mètres sur les anses du Nord et 25 mètres sur l'anse Trabaud (Annexe II). L'ouverture de la trappe était orientée vers l'opposé de la plage afin d'intercepter les mangoustes sur leur chemin vers la plage et les nids de tortues. Afin de limiter la souffrance animale, les pièges non-vulnérants étaient installés dans des zones ombragées au maximum (Coblentz et Coblentz 1985; Quinn *et al.* 2006; Coolman 2016). Lors de leur pose, j'ai caractérisé leur milieu de dépôt (formation végétale, couverture végétale) et pour les replacer aux mêmes emplacements à chaque session, je les ai numérotés et géoréférencés par GPS.

La disposition des pièges doit également prendre en compte l'activité humaine : la mangouste ayant tendance à éviter l'Homme (Quinn *et al.* 2006; Leighton *et al.* 2008, 2010; Guzmán-Colón *et al.* 2019), je les ai placés, dans la mesure du possible, à distance des chemins que les randonneurs empruntent. Cela permet également de prévenir les vols/dégradations de matériel.

V. Organisation des sessions de piégeage

Les saisons de ponte des tortues marines débutent chaque année au mois de mars, la campagne de régulation s'est donc étalée sur toute la durée du projet, du mois de mars au mois d'août. Afin de couvrir la totalité de la saison, les missions seront poursuivies par du personnel de l'ONF jusqu'au mois de novembre. Trois sessions de piégeage ont eu lieu par site. Sur un même site, deux sessions étaient espacées chacune d'un peu plus d'un mois afin d'assurer une pression de piégeage suffisante pour limiter la prédation des nids de tortues marines. Chaque session durait six jours puisqu'il a été démontré qu'une semaine de piégeage permet de capturer la majeure partie des mangoustes d'un site (Coblentz et Coblentz 1985; ONF 2020c).

Lors d'une journée de piégeage, j'ai contrôlés et réappâtés les pièges deux fois en respectant un temps d'attente minimal de 1h30 (Pitt *et al.* 2015; Coolman 2016; ONF 2020a, 2020c). Pendant cet intervalle, j'ai effectué du repérage de traces de pontes ou d'iguane des petites Antilles (dans le Nord). Les individus capturés par les ratières ont été mis à mort avec une carabine à air comprimé de 19,9 joules, à l'exception des animaux non ciblés (manicou, crabes, oiseaux, ...) qui étaient libérés. Les individus étaient conditionnés dans des sachets congélation, transportés dans une glacière puis stockés dans un congélateur jusqu'au passage de l'équarisseur. Pour chaque piège, des données étaient collectées chaque jour à l'aide d'un carnet de suivi sur l'état du piège (actif, inactif, type d'animal piégé, type d'appât), sur les mangoustes capturées (sexe, poids, taille, nombre) et sur la météo. Ces données étaient ensuite recueillies dans une base de données sur Excel.

Durant les sessions de piégeage, les pièges sont restés actifs pendant la nuit à l'exception des week-ends. Suite au vol d'une cage pendant la session 1, j'ai sécurisé chaque ratière avec un antivol dont j'ai numéroté chaque clé pour les sessions 2 et 3. Le matériel nécessaire lors des journées de piégeage est détaillé en Annexe IV.

VI. Analyse de l'activité des mangoustes et de l'efficacité du piégeage

Afin d'évaluer l'activité des mangoustes et l'efficacité de la régulation, j'ai mis en place des dispositifs de capture vidéographique et des tunnels à empreintes sur chaque site les cinq jours précédant et les cinq jours suivant chaque session de piégeage. Ces dispositifs permettent d'évaluer l'activité des mangoustes et l'efficacité de la campagne de régulation (Figure 9). Leur plan de déploiement et leurs coordonnées GPS sont détaillés en Annexe III. Le matériel nécessaire pour les poser est listé en Annexe V.

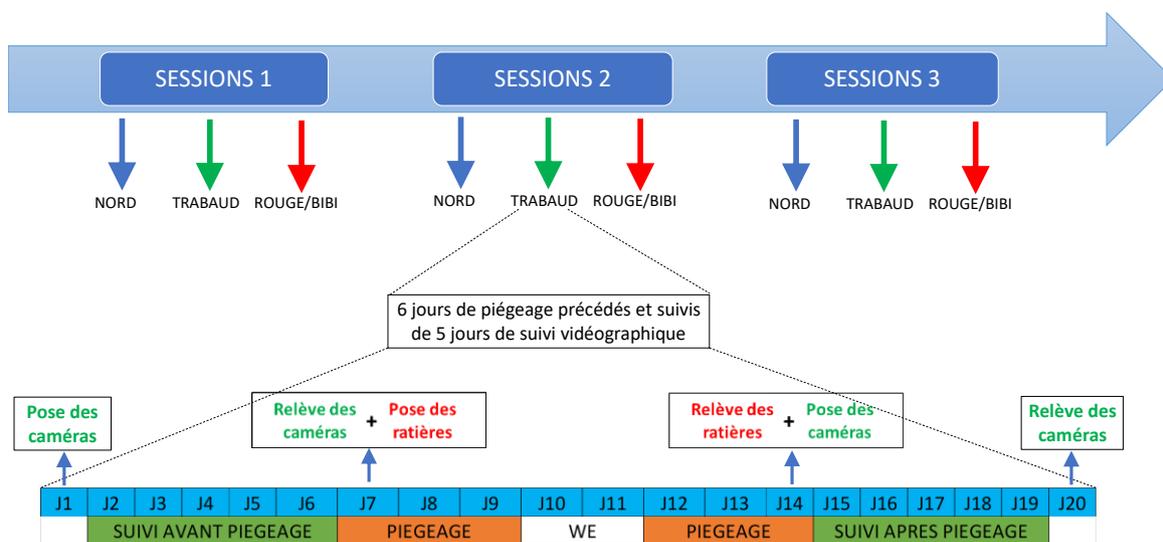


Figure 9 : Schéma récapitulatif de l'organisation de la campagne de régulation de mars à avril.

Les dispositifs de piégeage photographique ou vidéographique sont souvent employés dans le cadre de luttes contre des EEE afin d'en estimer la présence et l'abondance (Rendall *et al.* 2014; Underwood *et al.* 2014; Shiels *et al.* 2018), notamment pour la petite mangouste indienne dans les Antilles françaises (Louppe *et al.* 2021). Ils permettent de mesurer l'efficacité des sessions de piégeage par l'évaluation des taux de fréquentation par *Urva auropunctata* avant et après régulation (Shiels *et al.* 2018). Ils apportent aussi des indications sur son activité (heures de passage, habitudes de déplacement, régularité, comportement, etc. ; Barun *et al.* 2011) et sur les variables environnementales qui impactent sa probabilité de présence et de détection (Louppe *et al.* 2021) et son abondance.

Sur chaque site, j'ai placé sept dispositifs de piégeage photographique de marque Browning, modèle SPEC OPS EDGE, selon le même linéaire que les pièges, dans la lisière de la forêt (Roy *et al.* 2002; Leighton *et al.* 2008; Pollock et Hairston 2013). Je les ai installés à une distance d'environ 25 mètres de la plage (Annexe III) et éloignés au maximum des zones de passage des humains (Quinn *et al.* 2006; Leighton *et al.* 2008, 2010; Guzmán-Colón *et al.* 2019). Lors de leur installation, j'ai géoréférencé leur emplacement par GPS (Annexe III) et ai caractérisé leur milieu de dépôt (formation végétale, couverture végétale). J'ai replacé les pièges aux mêmes endroits avant et après chaque session de piégeage. Les pièges photographiques étaient installés dans un boîtier de protection métallique, sanglés autour d'un arbre à une hauteur comprise entre 0,5 et 1 mètre et sécurisés par une affiche de sensibilisation, un cadenas et un antivol dont chaque clé est numérotée (Figure 10). Afin d'attirer les individus, j'ai enfermé une knack découpée dans une bouteille plastique percée et vissée à un arbre à environ 3 mètres de chaque piège photographique (Figure 10).

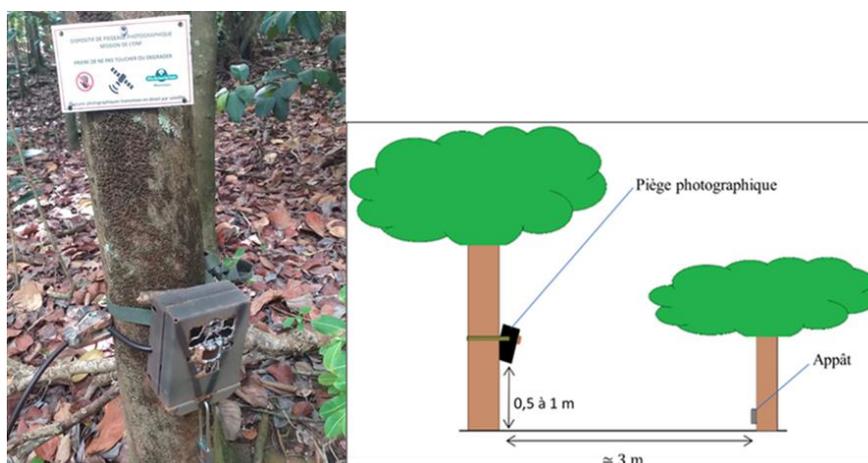


Figure 10 : Piège photographique sécurisé par boîtier de protection, antivol, cadenas et étiquette de sensibilisation à gauche ; schéma d'installation à droite.

Afin d'estimer le nombre d'individus présents, j'ai compté le nombre de mangoustes qui ont déclenché les pièges vidéo. Un même individu pouvant passer plusieurs fois devant un même piège, j'ai pu définir un intervalle de temps de 15 minutes en dessous duquel les mangoustes ont été considérées comme une seule et même mangouste. Ces vidéos n'ont donc pas été comptabilisées dans les analyses. Cela permet d'obtenir des chiffres plus représentatifs de la taille des populations, mais pas de déterminer le nombre d'individus exact. En effet, il est certain qu'un même individu peut passer plusieurs fois devant l'objectif avec un intervalle de plusieurs heures et/ou plusieurs jours.

En plus des dispositifs de capture vidéographique, j'ai déployé les tunnels à empreintes comme indicateurs de l'activité des mangoustes. Il s'agit d'une technique employée depuis de nombreuses années en complément des pièges photographiques et dont l'efficacité a été démontrée pour le monitoring de petits mammifères (King et Edgar 1977; Capt *et al.* 2014), notamment dans le cadre de lutttes contre la petite mangouste indienne (Funakoshi *et al.* 2007; Marshall *et al.* 2008; Barun *et al.* 2011; Underwood *et al.* 2014; Shiels *et al.* 2018, 2020; Shiels et Ramirez de Arellano 2018). Ils sont de plus peu coûteux, simples et rapides à mettre en place. Ils consistent en un tunnel en plastique opaque de 100*20*20 cm, dans lequel est déposée une palette qui comprend en son milieu un appât (une knack enfermée dans une bouteille plastique percée et fixée à la palette). De part et d'autre de cet appât se trouve une couche d'encre (mélange d'huile végétale et de charbon végétal en poudre) ainsi que des papiers révélateurs blancs (Figure 11). L'animal, attiré par l'appât, entre dans le tunnel et passe sur l'encre noire. En ressortant, il laisse ses traces sur les papiers les marques qui permettront l'identification de l'empreinte (Capt *et al.* 2014). Un avantage face aux pièges photographiques serait de pouvoir discriminer les individus plus facilement que sur les vidéos en mesurant la taille des empreintes observées et en les comparant entre elles.



Figure 11 : Tunnel à empreintes : palette avec appât, encre et papiers révélateurs à gauche ; tunnel à droite.

Sur chacun des sites, j'ai placé trois de ces tunnels à empreintes en complément des sept dispositifs de capture vidéographique, toujours sur le même linéaire, et l'ensemble de ces dispositifs étaient espacés de minimum 30 mètres les uns des autres (Annexe III). Comme pour les pièges vidéographiques, j'ai relevé les coordonnées GPS de leurs emplacements afin de les replacer aux mêmes endroits avant et après chaque session de piégeage. Les tunnels servent d'indicateurs, complémentaires aux vidéos, de la taille des populations de mangoustes et de leur activité avant et après régulation. Ils aident à mesurer l'efficacité de la lutte contre cette EEE.

VII. Analyses statistiques

Les tests statistiques sont menés avec le logiciel R 4.1.1. Les analyses de la variance (ANOVA) et de la covariance (ANCOVA) sont réalisées avec le package R "ade4" v1.7-17.

Une ANCOVA a été utilisée afin d'évaluer la relation entre le sexe, le poids et la taille des mangoustes (Tableau 2). Les conditions de normalité des résidus et d'homoscédasticité des variances ont été respectivement validées par un test de Shapiro-Wilk et un test de Levene.

Tableau 2 : Description et sources des différentes variables utilisées pour les ANOVAs et l'ANCOVA.

Variable	Description	Source
Sexe	Sexe des mangoustes capturées	Relevée sur le terrain
Poids	Poids des mangoustes capturées (g)	Relevée sur le terrain
Taille	Longueur (museau-anus) des mangoustes capturées (cm)	Relevée sur le terrain
Nombre de mangoustes capturées	Nombre moyen de mangoustes capturées par type d'appât	Issue de cette étude
Nombre de vidéos de mangoustes	Nombre moyen de vidéos de mangoustes par tranches de 2 heures	Issue de cette étude
Site	Site considéré (anses du Nord, anse Trabaud, pointe Rouge/Bibi)	Issue de cette étude
Session	Numéro de session (1, 2 ou 3)	Issue de cette étude
Type d'appât	Appât employé (Knack, maquereau, pâtée ou saucisse de poulet)	Issue de cette étude
Heure	7 tranches horaires de 2h, étalées de 5h à 19h	Issue de cette étude
Avant/Après	Facteur avant ou après régulation	Issue de cette étude

Une ANOVA factorielle en GLM POISSON a été utilisée sur les données de captures afin de chercher si le type d'appât, le site ou le numéro de session avait un effet significatif sur

le nombre de mangoustes piégées (Tableau 2). Des tests de comparaisons multiples de Tukey ont ensuite été effectués pour déterminer la significativité des différences de nombre de mangoustes capturées entre types d'appâts, entre sites et entre sessions.

Une seconde ANOVA factorielle en GLM POISSON a été appliquée sur les données de suivi vidéographique afin de déterminer si le site, le numéro de session, l'heure de la journée ou le facteur avant ou après régulation influencent significativement le nombre de vidéos mangoustes par tranches de deux heures (Tableau 2). Des tests de Tukey ont ensuite été utilisés pour déterminer la significativité des différences de nombre de vidéos mangoustes entre sites, entre sessions, entre tranches horaires et entre les modalités avant et après régulation.

Les modèles "occupancy" et "n-mixture" permettent d'évaluer l'influence de variables environnementales sur la probabilité de présence et l'abondance d'une espèce (Rendall *et al.* 2014; Guzmán-Colón *et al.* 2019; Louppe *et al.* 2021). Afin de modéliser la probabilité de présence et l'abondance de la petite mangouste indienne en Martinique, j'ai appliqué ces modèles sur l'ensemble des données vidéographiques de la session 1. Les modèles ont été conçus à l'aide du package R "unmarked" v1.1.1. Chaque piège photographique correspond à un site. La probabilité d'occupation des sites par la mangouste et son abondance ont été modélisées avec les covariables correspondant à la couverture végétale, la formation végétale, la distance à la plage, au sentier et aux premières infrastructures humaines (Tableau 3). La probabilité de détection a été modélisée selon les précipitations journalières, la couverture nuageuse, la vitesse du vent et le nombre de jour après pose des caméras (Tableau 3).

Tableau 3 : Description et sources des différentes variables utilisées pour les modèles "occupancy" et "n-mixture".

Variable	Description	Source
Précipitations	Précipitations journalières (mm)	World Weather Online * (www.worldweatheronline.com)
Couverture nuageuse	Pourcentage de couverture nuageuse journalière	World Weather Online *
Vent	Vitesse journalière du vent (km/h)	World Weather Online *
Couverture végétale	Ouvert, semi ouvert ou fermé	Relevée sur le terrain
Formation végétale	Type de formation végétale abritant le piège photographique	Relevée sur le terrain
Distance à la plage	Distance entre le site et la plage la plus proche (m)	Coordonnées GPS relevées sur le terrain + Mesures sur SIG
Distance au sentier	Distance entre le site et le sentier de randonnée le plus proche (m)	Coordonnées GPS relevées sur le terrain + Mesures sur SIG
Distance à l'Homme	Distance entre le site et les premières infrastructures humaines (m)	Coordonnées GPS relevées sur le terrain + Mesures sur SIG
Jour	Nombre de jours après pose des caméras	Issue de cette étude

Pour chacun des deux modèles, l'adéquation du modèle global a été vérifiée par le test d'ajustement de MacKenzie et Bailey (2004) et le paramètre de dispersion de moyenne \hat{c} en utilisant 10000 bootstraps paramétriques. Les combinaisons de covariables possibles ont été étudiées à l'aide du paquet R "MuMIn" v1.43.17. Les modèles ont été classés selon leur critère d'information d'Akaike (AICc) et sélectionnés lorsque leur delta AICc était inférieur à 2. Un

* Site internet souvent utilisé dans des articles de revues scientifiques, dont les données sont issues : du centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme, de l'organisation mondiale météorologique, du National Centers for Environmental Prediction et d'imagerie satellitaire météorologique mondiale.

modèle sous global incluant toutes les variables des modèles précédemment sélectionnés a ensuite été ajusté pour être le modèle final.

RESULTATS

I. Campagne de régulation de 2021

Au total, j'ai capturé 48 mangoustes et 27 rats pour un total de 46 jours de piégeage. Les mangoustes représentaient 58% des captures, les rats 33% et les 9% restant étaient des espèces non ciblées (crabes, bernards l'hermites, manicous, oiseaux).

Les ratières ont permis la capture de 47 mangoustes, soit la quasi-totalité. Les 12 pièges létaux E2A24 ont totalisé 118 coups sur l'ensemble de la campagne de régulation, mais aucune mise à mort de mangouste ou de rat n'a été comptabilisée par les 12 jours de suivi vidéographique ou les relevés quotidiens des pièges. Les appâts revisités avec du beurre de cacahuètes ont permis aux E2A24 de donner plus de coups en moyenne que les cartouches chocolatées remises par le fournisseur : 0,125 coups en moyenne sont donnés par jour et par piège appâté avec du beurre de cacahuètes contre 0,086 coups par jour et par piège appâté avec une cartouche au chocolat. En huit relevés des 20 DOC250 placés sur les anses du nord, seuls deux rats et une mangouste ont été retrouvés morts. Les 12 jours de vidéos prises de ces pièges appâtés mais inactifs montrent que seuls quelques rats pénètrent à l'intérieur des DOC250, les mangoustes semblent être attirées par l'appât mais n'entrent pas dans le tunnel de piégeage.

Le sex-ratio est largement biaisé en faveur des mâles avec seulement 17% de captures de femelles. Qu'elles soient mâles ou femelles, le poids des mangoustes augmente significativement avec leur taille ($R^2 = 0.73$, $p < 0,001$; Figure 15) et les mâles sont en moyenne plus lourds (poids mâles : $599 \text{ g} \pm 79$, poids femelle : $443 \text{ g} \pm 70$, $p < 0,001$; Figure 12) et plus grands (taille mâles : $31 \text{ cm} \pm 1$, taille femelle : $28 \text{ cm} \pm 1$, $p < 0,001$; Figure 12).

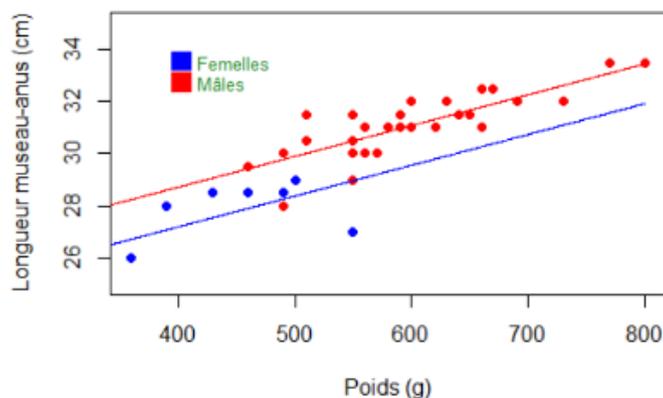


Figure 12 : Relation entre poids, taille et sexe des mangoustes.

Sur les anses Lévrier et à Voile, 30 mangoustes ont été capturées dans les ratières : 15 durant la première session, 8 à la session 2 et 7 à la session 3. Sur les pointes Rouge et à Bibi,

la campagne a permis la mise à mort de 10 mangoustes : 7 lors de la première session de piégeage, 2 lors de la seconde et une seule en session 3. En ce qui concerne l'anse Trabaud, un total de 7 mangoustes ont été mises à mort, toutes capturées en session 1. Aucune mangouste n'a été attrapée durant la session 2 et ce site n'a pas bénéficié d'une 3^e session de piégeage pour cause de nombreux vols de matériel. L'absence de captures en session 2 associé au faible nombre de vidéos a quand même permis de considérer la session 3 de ce site comme une session sans captures pour les tests statistiques suivants. L'ANOVA factorielle en GLM Poisson et les tests de Tukey (Figure 13) indiquent que le nombre moyen de captures par type d'appât est significativement supérieur sur les anses du Nord que sur l'anse Trabaud ($\beta=1.4553\pm 0.4269$, $p<0.01$) et les pointes Rouge et à Bibi ($\beta=1.0986\pm 0.3714$, $p<0.01$), mais aussi en session 1 qu'en session 2 ($\beta=1.0647\pm 0.3730$, $p<0.05$) et qu'en session 3 ($\beta=1.2879\pm 0.4062$, $p<0.01$).

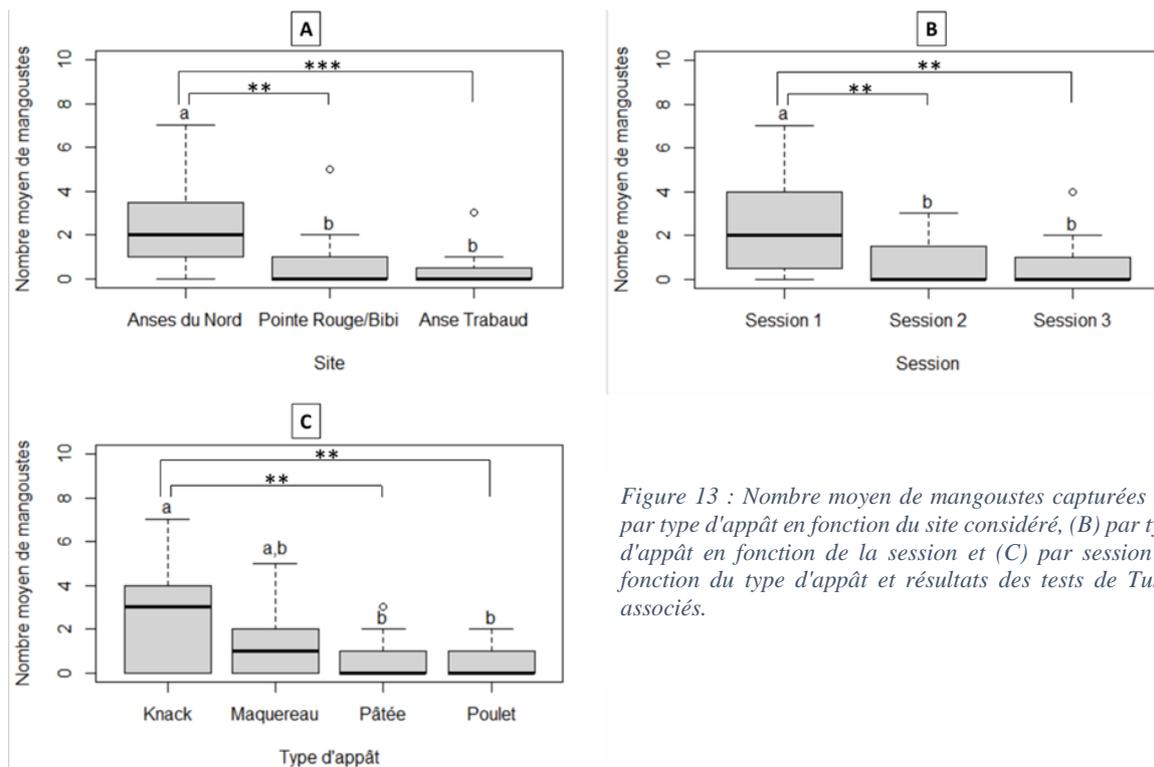


Figure 13 : Nombre moyen de mangoustes capturées (A) par type d'appât en fonction du site considéré, (B) par type d'appât en fonction de la session et (C) par session en fonction du type d'appât et résultats des tests de Tukey associés.

Au total, 23 mangoustes ont été piégées avec des knacks, 12 avec du maquereau, 6 avec de la saucisse de poulet et 6 avec de la pâtée pour chien. Un test de Tukey démontre que le nombre moyen de captures par session est significativement plus élevé avec de la knack qu'avec de la pâtée pour chien et de la saucisse de poulet ($\beta=1.344\pm 0.466$, $p<0.05$; Figure 13.C).

Le nombre de mangoustes capturées semble également impacté par la météorologie. Sur les 46 jours de piégeage, 22 jours de beau temps (ciel découvert, absence de pluie) ont permis la capture de 39 mangoustes. Sur 13 journées nuageuses (ciel couvert, absence de pluie), 9 mangoustes ont été piégées. Enfin sur 11 jours de mauvais temps (ciel couvert, présence de pluie), aucune capture n'a été comptabilisée.

II. Suivi de l'activité des mangoustes

Les tunnels à empreintes n'ont pas produit de données exploitables. La présence systématique de précipitations pendant au moins une journée sur les 5 jours de suivi entraînait l'humidification des papiers révélateurs ensuite déchirés par les pattes des bernard-l'hermite, plus actifs à la suite d'une pluie (Annexe VI). Seuls les papiers révélateurs de deux tunnels ont pu être récupérés avec des empreintes visibles de rats ou de mangoustes (Annexe VII).

Avec le suivi des populations de mangoustes par piégeage vidéographique, on constate un nombre de vidéos de mangoustes plus élevé avant régulation qu'après sur chaque site et pour chaque session, excepté la session 2 des pointes Rouge et à Bibi. Sur les anses du nord, le nombre de vidéos reste globalement constant de session en session alors que sur les pointes Rouge et à Bibi les sessions 2 et 3 de n'ont comptabilisé qu'un très faible nombre de vidéos de mangoustes par rapport à la session 1. Il n'y a pas de données pour les sessions 2 et 3 de l'anse Trabaud pour cause de vols de pièges vidéographiques lors de la session 2, cette plage n'est donc pas prise en compte dans les tests statistiques suivants. L'ANOVA factorielle en GLM Poisson et les tests de Tukey (Figure 14) indiquent que le nombre moyen de vidéos de mangoustes par tranches de 2 heures est significativement supérieur sur les anses du Nord que sur les pointes Rouge et à Bibi ($\beta=0.6377\pm 0.1909$, $p<0.01$) ; en session 1 qu'en session 2 ($\beta=1.0862\pm 0.2454$, $p<0.001$) et qu'en session 3 ($\beta=0.6807\pm 0.2127$, $p<0.01$) ; avant régulation qu'après régulation ($\beta=0.5490\pm 0.1885$, $p<0.01$).

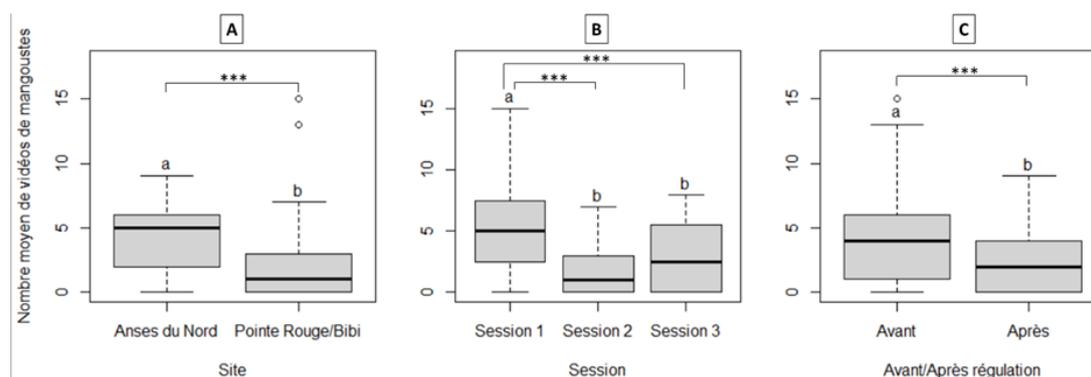


Figure 14 : Nombre moyen de vidéos de mangoustes par tranches de 2 heures en fonction (A) du site considéré, (B) de la session et (C) de la modalité avant ou après régulation et résultats des tests de Tukey associés.

En ce qui concerne les habitudes temporelles de la mangouste, le suivi n'a comptabilisé que des vidéos de mangoustes filmées en journée. L'ANOVA n'a pas permis de mettre en évidence de moment de la journée où les mangoustes sont préférentiellement détectées par les pièges vidéographiques. Les moyennes du nombre de vidéos de mangoustes ne diffèrent pas significativement entre les 7 tranches horaires définies ($p>0,05$).

III. Modélisation de l'occupation des sites par la petite mangouste indienne et de son abondance.

Notre sélection de modèles concernant la probabilité d'occupation de la petite mangouste indienne a retenu trois meilleurs modèles ($\Delta AIC < 2$) qui comprennent les variables suivantes : probabilité de détection à partir du jour de suivi, et de la pluviométrie journalière et probabilité d'occupation à partir de la distance à la plage et aux premières infrastructures humaines. Le modèle final suggère que le jour de suivi a un impact significatif sur la probabilité de détection de la petite mangouste indienne : plus on s'éloigne du jour de pose des caméras plus la probabilité de détection diminue ($p < 0,001$). La pluviométrie journalière en revanche n'impacte pas la probabilité de détection de la mangouste. Il indique également qu'aucune des variables testées n'a d'impact sur la probabilité d'occupation d'un site par *Urva auropunctata*.

Notre sélection de modèles concernant l'abondance de la petite mangouste indienne a retenu deux meilleurs modèles ($\Delta AIC < 2$) qui comprennent les variables suivantes : probabilité de détection à partir du jour de suivi, et de la pluviométrie journalière et probabilité d'occupation à partir de la distance à la plage et aux premières infrastructures humaines. Le modèle final suggère que la probabilité de détection de la petite mangouste indienne diminue avec l'augmentation de la pluviométrie journalière ($p < 0,05$; Figure 15.A) et l'éloignement du jour de dépôt des caméras ($p < 0,001$; Figure 15.B). Il indique aussi que l'abondance de mangoustes augmente en s'éloignant des infrastructures humaines ($p < 0,001$; Figure 15.C) et diminue en s'éloignant de la plage ($p < 0,05$; Figure 15.D).

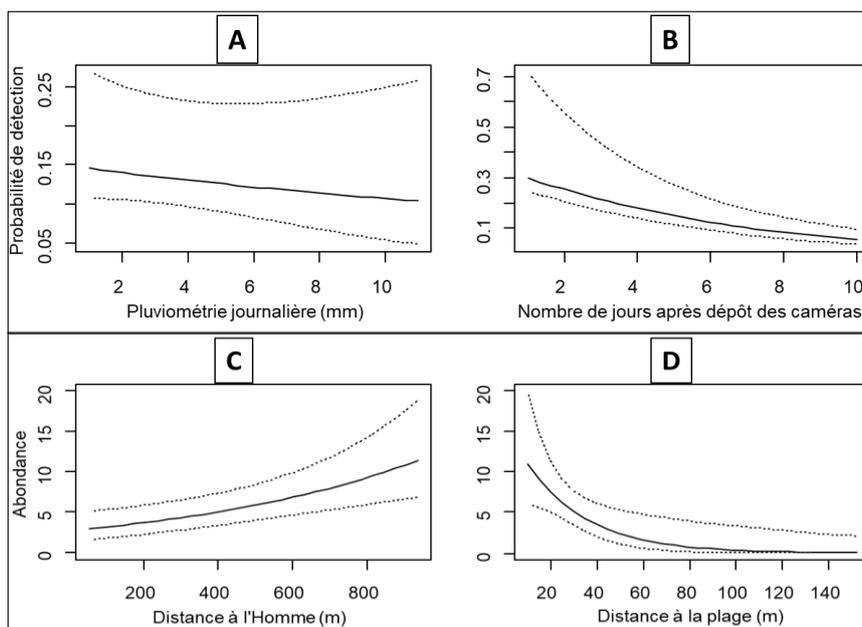


Figure 15 : Résultats issus du modèle "n-mixture" : Effet (A) de la pluviométrie journalière et (B) du temps écoulé après dépôt des caméras sur la probabilité de détection des mangoustes ; effet (C) de la distance aux premières infrastructures humaines et (D) de la distance à la plage la plus proche sur l'abondance de mangoustes.

DISCUSSION

I. Piégeage

Le bilan du nombre de mangoustes mises à mort en 2021 est faible : on peut voir qu'en 2020, 115 mangoustes ont été capturées en 38 jours de piégeage, contre 48 en 46 jours en 2021 (Figure 16).

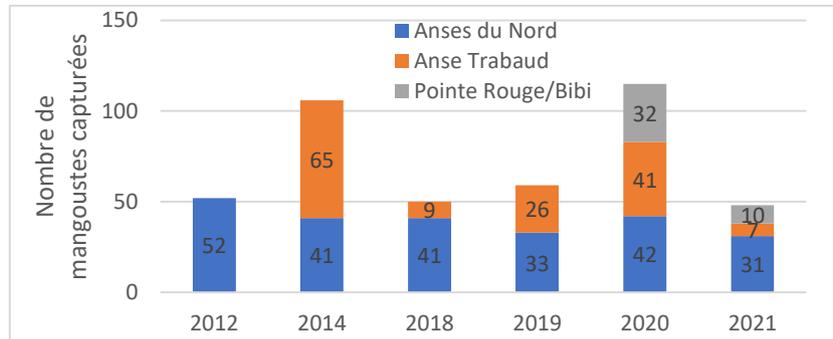


Figure 16 : Comparaison inter-annuelle du nombre de mangoustes mises à mort par site de piégeage.

Plusieurs hypothèses permettent d'expliquer l'importante différence entre 2020 et 2021. En premier lieu, on peut penser que les populations de mangoustes étaient plus petites en 2021 du fait d'une campagne de régulation particulièrement efficace en 2020 par rapport aux autres années (Figure 16). Le nombre de captures était en effet exceptionnellement élevé et l'intervalle entre la fin de la campagne de 2020 et le début de celle de 2021 (30 septembre 2020 au 18 mars 2021) était très court. La mangouste a une gestation de 49 jours (Nellis et Evrerard 1983; Hays et Conant 2007) et peut avoir des portées tous les 4 mois minimum (Nellis et Evrerard 1983; Owen 2017). Les populations, considérablement réduites par la régulation de 2020, n'ont donc pas eu le temps de recruter suffisamment de mangoustes par naissances ou immigrations pour se régénérer totalement. En second lieu, la mangouste ayant tendance à éviter l'Homme (Quinn *et al.* 2006; Leighton *et al.* 2008, 2010; Guzmán-Colón *et al.* 2019), l'absence de fréquentation liée à la période de confinement strict précédent la campagne de 2020 pourrait avoir entraîné un développement plus important des mangoustes sur les 3 sites. La météorologie du jour de piégeage peut également influencer : le mauvais temps est un facteur qui impacte négativement la présence de la mangouste donc l'efficacité du piégeage (Hays et Conant 2007; Barun *et al.* 2011 ; Owen 2017). En 2020, la campagne de régulation a comptabilisé 21 jours de beau temps, 13 journées nuageuses et 4 journées de mauvais temps soit une météorologie beaucoup plus clémente qu'en 2021. Enfin, le type d'appât employé est le seul paramètre qui diffère sensiblement entre les protocoles de 2020 et de 2021. En 2020, seuls des knacks étaient utilisés, une préférence de la mangouste pour ce type d'appât, en accord avec les résultats de cette étude

et la littérature (Marshall *et al.* 2008; Pitt *et al.* 2015 ; Owen 2017) aurait également participé au nombre élevé de captures de la campagne précédente.

L'absence de mangoustes mises à mort par les pièges létaux E2A24 ou de vidéos de mangoustes entrant la tête à l'intérieur traduit l'inadéquation de ces pièges dans la lutte contre cette espèce. Pour les rats, des coups sont donnés mais les vidéos et les relevés quotidiens n'ont pas pu confirmer de mises à mort, de la même manière que les années précédentes (ONF 2020a, 2020b). Le test remplissage des cartouches par du beurre de cacahuètes n'a pas permis de confirmer de mises à mort, mais il semble tout de même concluant avec plus de coups donnés en moyenne par jour et par piège qu'avec les cartouches chocolatées, cet appât semble donc plus adapté pour le piégeage de rats (Shiels *et al.* 2020).

Contrairement à d'autres travaux (Barun *et al.* 2011; Nishimoto 2011; Peters *et al.* 2011; Pollock et Hairston 2013), les DOC250 se sont également avérés peu efficaces pour réguler la petite mangouste indienne en Martinique. Les suivis vidéographiques témoignent de la timidité des mangoustes pour pénétrer dans le piège, les campagnes précédentes confirment en effet que la petite mangouste indienne est réticente à pénétrer dans des espaces clos et sombres (ONF 2020c). Ces pièges ne sont pas adaptés pour les anses du Nord : ils sont lourds, encombrant, difficiles à placer en terrain escarpé (Pollock et Hairston 2013) et leur transport est possible uniquement par bateau sur ce site. De plus, la découverte d'un nid de matoutou falaise (aviculaire antillaise, mygale endémique et protégée, à l'intérieur d'un DOC250 témoigne du risque trop important de mettre à mort une espèce protégée sur ce site (*Iguana delicatissima*, *Caribena versicolor*), ces pièges n'y seront donc plus disposés.

Le sex-ratio des mangoustes capturées est largement biaisé en faveur de mâles, les femelles ne représentent que 17% des captures de mangoustes. Il s'agit probablement du sex-ratio réel car ce résultat est en accord avec beaucoup d'autres études et dans plusieurs types de milieux (Baldwin *et al.* 1952; Tomich 1969; Nellis et Evrerard 1983; Roy *et al.* 2002; Owen 2017). D'autres travaux suggèrent cependant que ces différences de sex-ratio sont imputables aux différences spécifiques au sexe, comme les comportements reproducteurs et maternels (Johnson *et al.* 2016) ou la tendance des mâles à plus se disperser que les femelles (Roy *et al.* 2002). Ces différences affectent les déplacements et la taille du domaine vital et donc le taux de capture des mâles et des femelles.

II. Activité de la mangouste et efficacité de la campagne

Les tunnels à empreintes ne semblent pas adaptés en milieu tropical du fait de fortes pluies en saison humide et de la présence de bernard-l'hermite (Annexe VI). S'il est possible de

limiter les problèmes liés à la pluie en ajoutant un petit toit au dispositif, il n'y a pas de réelle solution pour empêcher le bernard-l'hermite de pénétrer dans le tunnel et d'endommager les papiers révélateurs d'empreintes. De plus, les tunnels étant fermés et opaques, les mangoustes sont réticentes à y pénétrer de la même manière qu'avec les DOC250.

Le fait de comptabiliser moins de vidéos après régulation qu'avant (Figure 14.C) prouve que les populations de mangoustes sont moins importantes après une session de piégeage (Shiels *et al.* 2018). Ces données de suivi vidéographique associées aux données de piégeage ont su confirmer que les populations de mangoustes étaient plus importantes en session 1 qu'en session 2 et 3 (Figure 13.B ; Figure 14.B). Sur les pointes Rouge et à Bibi et sur l'anse Trabaud, la première session a même permis d'éliminer la quasi-totalité des individus. Ces différences significatives confirment l'efficacité de la campagne de régulation de 2021 en prouvant que la taille des populations réduit après six jours de piégeage (Coblentz et Coblentz 1985) et qu'elles ne se régénèrent pas totalement entre deux sessions.

Les données vidéographiques et les données de piégeage ont également prouvé que la population des anses du nord est plus importante, ou a une plus forte capacité de résilience que celles des deux autres sites (Figure 13.A ; Figure 14.A). En accord avec d'autres travaux (Marshall *et al.* 2008; Pitt *et al.* 2015; Owen 2017), elles confirment aussi une préférence de la mangouste pour les knacks (Figure 13.C). Outre son taux de réussite, il s'agit de l'appât le plus pratique à manipuler sur le terrain et dans les ratières (ONF, 2020a), c'est donc celui qui présente les meilleurs avantages dans le cadre de la lutte contre *Urva auropunctata*. En ce qui concerne les habitudes temporelles de la mangouste, nos résultats apportent une nouvelle preuve du caractère strictement diurne de la mangouste, déjà très bien reconnu par la communauté scientifique (Baldwin *et al.* 1952; Nellis et Small 1983; Coblentz et Coblentz 1985; Barun *et al.* 2011) et indique qu'elle exploite le site de manière régulière et constante tout au long de la journée. Ces résultats apportent donc de nouvelles connaissances sur les populations d'*Urva auropunctata* des trois sites étudiés qui seront utiles aux prochaines campagnes de lutte.

III. Modélisation de l'occupation des sites par la petite mangouste indienne et de son abondance.

Le modèle final de l'estimation de l'abondance d'*Urva auropunctata* suggère que l'appétence de l'appât diminue au fil du temps (Figure 15.A), réduisant ainsi la probabilité de détection de la mangouste. Les mangoustes ayant une forte aversion envers la pluie (Hays et Conant 2007; Barun *et al.* 2011; Owen 2017), une forte pluviométrie réduit donc la probabilité de les détecter (Figure 15.B). Elles sont plus abondantes à proximité de plages (Figure 15.C)

où elles trouvent la majorité de leur alimentation (Leighton *et al.* 2008) et à bonne distance de l'Homme (Figure 15.D) qu'elles ont tendance à éviter (Quinn *et al.* 2006; Leighton *et al.* 2008, 2010; Guzmán-Colón *et al.* 2019).

En revanche, aucune des variables testées n'a impacté la probabilité d'occupation d'un site par la mangouste et ni la formation végétale ni la couverture végétale n'influencent son abondance. Cela indique que la petite mangouste indienne s'adapte et se répartit dans une grande diversité d'habitats dans ses zones d'introduction (Baldwin *et al.* 1952; Coblentz et Coblentz 1985; Hays et Conant 2007; Owen 2017; Louppe *et al.* 2021). Cette espèce n'a pas de prédateurs et peu de concurrents par son caractère exotique envahissant et diurne. Ces constats mettent l'accent sur la pression de prédation non sélective (Pitt *et al.* 2015) que peut exercer cette EEE dans tous types de milieux et sur ses impacts considérables sur la faune terrestre et indigène (Nicolaus et Nellis 1987; Roy *et al.* 2002 ; Lorvelec *et al.* 2004; Hays et Conant 2007; Lewis *et al.* 2011), notamment sur l'avifaune et l'herpétofaune locale (Lorvelec *et al.* 2004; Lowe *et al.* 2007).

IV. Adaptations et perspectives.

Tous ces résultats permettent de tirer des conclusions quant à l'adaptation du protocole pour les futures campagnes de régulation d'*Urva auropunctata*. La knack étant l'appât le plus pratique à employer, les résultats et la littérature ayant prouvé une préférence de la mangouste pour celui-ci, il s'agira maintenant du seul employé. Les E2A24 seront appâtés avec du beurre de cacahuètes, plus efficace et moins coûteux que les cartouches chocolatées vendues par le fournisseur. Une nouvelle tentative sera faite avec les DOC250 en remplaçant la planche qui les ferme par-dessus par du grillage afin de réduire l'impression d'espace clos et opaque et donc la timidité des mangoustes à leur égard. Ce nouveau test sera effectué sur l'anse Charpentier (Sainte-Marie), car c'est un important site de ponte de tortues luth sur lequel des prédateurs de nids ont été signalés (Moutamalle, communication personnelle, 2021), la plage est peu fréquentée et est accessible via un parking situé à proximité. En ce qui concerne les tunnels à empreintes, imaginer et mettre en place des solutions contre la pluie, les bernard-l'hermite et la réticence des mangoustes à y pénétrer serait trop chronophage. Le suivi vidéographique ayant de plus largement porté ses fruits, ils ne seront plus utilisés. Les données de capture et les données vidéographiques ont démontré l'importance de la population de mangoustes dans les anses du Nord en comparaison des autres sites. Il s'agit de plus d'un site de ponte de tortues marines majeur en Martinique, ce qui met l'accent sur l'importance des enjeux de la régulation d'*Urva auropunctata* sur ces plages reculées. Le Parc Naturel Régional de la Martinique

(PNRM) piège également la mangouste sur les pointes Rouge et à Bibi pour protéger les nids du moqueur à gorge blanche. Une concertation est prévue afin de combiner les efforts de piégeage sur ce site, ce qui permettra d'y réduire la régulation afin de la développer sur les anses du Nord. La modélisation de la détection, de l'occupation et de l'abondance d'*Urva auropunctata* suggère que pour atteindre une meilleure efficacité dans la régulation et le suivi de cette espèce, le matériel doit être disposé dans la mesure du possible proche des plages ciblées, loin des zones de passages humain et par beau temps. L'appât des caméras doit être changé au moins une fois durant les 5 jours de suivi afin d'éviter la réduction de l'appétence et la baisse de probabilité de détection des mangoustes. Afin de mieux connaître la distribution de la petite mangouste indienne, il serait intéressant d'intégrer de nouvelles variables pouvant l'impacter comme le taux de fréquentation des sites par l'Homme ou encore le nombre de pontes de tortues marines à proximité.

CONCLUSION

Les résultats issus de cette étude ont su confirmer que la campagne de régulation de 2020 s'est avérée particulièrement efficace en réduisant considérablement la taille des populations de mangoustes entre 2020 et 2021. Ils confirment également l'efficacité de la campagne de régulation de 2021 en prouvant la réduction des populations de mangoustes après une session de piégeage et la faible régénération entre deux sessions. Une population plus importante dans les anses du Nord ainsi qu'une préférence alimentaire de la mangouste pour les knacks ont été mis en évidence. La modélisation de l'abondance et de l'occupation suggère que la petite mangouste indienne se répartit dans une grande diversité de milieux et peut donc exercer une forte pression de prédation dans de nombreux écosystèmes. Elle indique également qu'elle est plus abondante à proximité des plages où elle trouve son alimentation, loin de l'Homme et qu'elle a tendance à éviter la pluie. Nos conclusions permettent ainsi d'adapter le protocole pour le rendre plus efficace : modification des appâts employés, réduction du piégeage sur les pointes Rouge et à Bibi et intensification sur les anses du Nord, intégration de l'anse Charpentier comme site de piégeage, disposition des pièges par beau temps, proche de la plage et loin des zones de passages humains. Ce projet a ainsi permis d'évoluer vers une méthode rigoureuse, reproductible et efficace de lutte, d'évaluation de cette lutte et de suivi de l'activité de la petite mangouste indienne. Par la protection des nids de tortues marines sur la totalité d'une saison de ponte, cette étude apporte de nouvelles connaissances écologiques sur *Urva auropunctata* et propose des améliorations aux stratégies de gestion pour le contrôle de cette espèce ou d'autres petits prédateurs exotiques envahissants.

REFERENCES

- Angin, B. (2017). *Plan National d'Actions pour le rétablissement de l'iguane des petites Antilles, Iguana delicatissima, 2018-2022*. Ardops Environnement. <https://www.iguanes-antilles.org/le-plan-national-dactions>
- Arrêté du 14 octobre 2005 fixant la liste des tortues marines protégées sur le territoire national et les modalités de leur protection (2005). <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000424977>
- Arrêté du 16 mars 1993 fixant la liste des tortues marines protégées dans le département de la Martinique (1993). <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000528118>
- Baldwin, P.H., Schwartz, C.W., & Schwartz, E.R. (1952). Life History and Economic Status of the Mongoose in Hawaii. *Journal of Mammalogy*, **33**(3), 335-356.
- Barton, K. (2020). MuMIn: Multi-Model Inference. R package version 1.43.17.
- Barun, A., Hanson, C.C., Campbell, K.J., & Simberloff, D. (2011). A review of small Indian mongoose management and eradications on islands. *Island Invasives: Eradication and Management*, 17-25.
- Baudry, T., Becking, T., Goût, J.P., Arqué, A., Gan, H.M., Austin, C.M., Delaunay, C., Smith-Ravin, J., Roques, J.A.C., & Grandjean, F. (2020). Invasion and distribution of the redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus*, in Martinique. *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems*, **421**(50), 1-10.
- Baudry, T., Mauvisseau, Q., Goût, J.P., Arqué, A., Delaunay, C., Smith-Ravin, J., Sweet, M., & Grandjean, F. (2021). Mapping a super-invader in a biodiversity hotspot, an eDNA-based success story. *Ecological Indicators*, **126**, 1-9.
- Callaway, R.M., & Ridenour, W.M. (2004). Novel weapons: Invasive success and the evolution of increased competitive ability. *Frontiers in Ecology and the Environment*, **2**(8), 436-443.
- Capt, S., Blant, M., & Marchesi, P. (2014). L'utilisation de tunnels à traces pour le monitoring des petits mammifères (carnivores, rongeurs). *Bulletin de la Murithienne*, **132**, 113-119.
- Coblentz, B.E., & Coblentz, B.A. (1985). Control of the Indian Mongoose *Urva auropunctata* on St John, US Virgin Islands. *Biological Conservation*, **33**(3), 281-288.
- Coolman, A. (2016). Finding effective bait for trapping small Indian mongoose in Haiti. Honor thesis, Ball State University, Muncie
- Corn, J.L., & Conroy, M.J. (1998). Estimation of Density of Mongooses with Capture-Recapture and Distance Sampling. *Journal of Mammalogy*, **79**(3), 1009-1015.
- Cottaz, C. (2015). *Analyse de la prédation de la petite mangouste indienne *Urva auropunctata* sur les pontes de tortues marines*. Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage Antilles françaises.
- Crillon, J., Cuzange, P.A., Tollu, G., & Girard, C. (2018). *Plan national d'actions en faveur des tortues marines des Antilles françaises, 2020-2029*. Impact Mer. <https://www.tortues-marines-antilles.org/le-plan-national-dactions>
- Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de la Martinique. (2020). *Connaissances des EEE végétales*. <http://www.martinique.developpement-durable.gouv.fr/connaissances-des-eee-vegetales-a1534.html>
- Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de la Martinique. (2021a). *L'iguane rayé, Un envahisseur introduit en Martinique!* [Brochure]. http://www.martinique.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/bat_flyer_ic.pdf
- Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de la Martinique. (2021b). *Miconia, Miconia calvescens* [Brochure]. http://www.martinique.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/flyer_miconia_a5_2version_finale.pdf
- Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de la Martinique. (2021c). *Connaissances des EEE animales*. <http://www.martinique.developpement-durable.gouv.fr/connaissances-des-eee-animales-a1605.html>
- Fiske, I., Chandler, R. (2011). unmarked: An R Package for Fitting Hierarchical Models of Wildlife Occurrence and Abundance. *Journal of Statistical Software*, **43**(10), 1-23.
- Funakoshi K., Kubo S., Nakumo S., Shioya K., & Okada S. (2007). The distribution of invasive small Indian mongooses, *Herpestes javanicus*, on Amami-Oshima Island based on the use of tracking-tunnels. *Japanese Journal of Conservation Ecology*, **12**(2), 156-162.
- Guzmán-Colón, D., Roloff, G.J., & Montgomery, R.A. (2019). Environmental features associated with trapping success of mongoose (*Urva auropunctata*) in eastern Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science*, **49**(2-3), 141-149.

- Hays, W.S.T., & Conant, S. (2007). Biology and Impacts of Pacific Island Invasive Species. 1. A Worldwide Review of Effects of the Small Indian Mongoose, *Herpestes javanicus* (Carnivora : Herpestidae). *Pacific Science*, **61(1)**, 3-16.
- Johnson, S.R., Berentsen, A.R., Ellis, C., Davis, A., & Vercauteren, K.C. (2016). Estimates of small Indian mongoose densities : Implications for rabies management: Density Indices and Rabies. *The Journal of Wildlife Management*, **80(1)**, 37-47.
- King, C.M., & Edgar, R.L. (1977). Techniques for trapping and tracking stoats (*Mustela erminea*); a review, and a new system. *New Zealand Journal of Zoology*, **4(2)**, 193-212.
- Leighton, P.A., Horrocks, J.A., & Kramer, D.L. (2010). Conservation and the scarecrow effect : Can human activity benefit threatened species by displacing predators? *Biological Conservation*, **143(9)**, 2156-2163.
- Leighton, P.A., Horrocks, J.A., Krueger, B.H., Beggs, J.A., & Kramer, D.L. (2008). Predicting species interactions from edge responses : Mongoose predation on hawksbill sea turtle nests in fragmented beach habitat. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, **275(1650)**, 2465-2472.
- Lewis, D.S., van Veen, R., & Wilson, B.S. (2011). Conservation implications of small Indian mongoose (*Urva auropunctata*) predation in a hotspot within a hotspot : The Hellshire Hills, Jamaica. *Biological Invasions*, **13(1)**, 25-33.
- Lorvelec, O., Delloue, X., Pascal, M., & Mège, S. (2004). 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. *Revue d'Ecologie*, **59**, 293-307.
- Loupe, V., Herrel, A., Pisanu, B., Grouard, S., & Veron, G. (2021). Assessing occupancy and activity of two invasive carnivores in two Caribbean islands : Implications for insular ecosystems. *Journal of Zoology*, **313(3)**, 182-194.
- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S., & De Poorter, M. (2007). *100 Espèces Exotiques Envahissantes parmi les plus néfastes au monde*. International Union for Conservation of Nature, Auckland.
- MacKenzie, D.I. & Bailey, L.L. (2004). Assessing the fit of site occupancy models. *Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics*, **9**, 300-318.
- Marshall, S., Hughes, G.D., & Koazar, K. (2008). *Small, non-native mammal inventory in Kalaupapa National Historical Park*. Pacific Cooperative Studies Unit.
- Miloslavich, P., Diaz, J.M., Klein, E., Alvarado, J.J., Diaz, C., Escobar-Briones, E., Cruz-Motta, J.J., Weil, E., Robertson, R., Zapata, F., Martin, A., Castillo, J., & Ortiz, M. (2010). Marine Biodiversity in the Caribbean : Regional Estimates and Distribution Patterns. *PLoS ONE*, **5(8)**, 1-25.
- Mittermeier, R., Gil, P., Hoffmann, M., Pilgrim, J., Brooks, T., Mittermeier, C., Lamoreux, J., & Fonseca, G. (2004). *Hotspots revisited : Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*. CEMEX, Mexico.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., da Fonseca, G.A.B., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, **403(6772)**, 853-858.
- Nellis, D.W., & Small, V. (1983). Mongoose Predation on Sea Turtle Eggs and Nests. *Biotropica*, **15(2)**, 159-160.
- Nellis, D. W., et C. O. R. Evrerard. 1983. « The biology of the mongoose in the Caribbean ». *Studies on the Fauna of Curaçao and other Caribbean Islands*, **64(1)**, 1-162.
- Nicolaus, L.K., & Nellis, D.W. (1987). The first evaluation of the use of conditioned taste aversion to control predation by mongooses upon eggs. *Applied Animal Behaviour Science*, **17(3-4)**, 329-346.
- Nishimoto, M. (2011). Predator trap efficiencies at Kealia Pond National Wildlife Refuge. *Hawaii Wetland Monitor*, **5**, 9-11.
- Office National des Forêts. (2020a). *Récapitulatif des actions menées sur la lutte mangouste Martinique/Guadeloupe*. Directions territoriales de la Martinique et de la Guadeloupe [Rapport interne].
- Office National des Forêts. (2020b). *Comité technique n°3 du Plan National d'Actions en faveur des tortues marines des Antilles françaises - Synthèse des actions menées en 2020*. Direction territoriale de la Martinique [Rapport interne].
- Office National des Forêts. (2020c). *Bilan des campagnes de régulations de la petite mangouste indienne sur Port-Louis*. Direction territoriale de la Guadeloupe [Rapport interne].
- Office National des Forêts. (2021a). *Base de données du suivi des traces de pontes de tortues marines*. Direction territoriale de la Martinique. [Base de données interne].
- Office National des Forêts. (2021b). *Bilan du suivi des traces de pontes des tortues marines sur le littoral martiniquais - Saison 2020*. Direction territoriale de la Martinique [Rapport interne].

- Owen, M.A. (2017). Ecology, evolution, and sexual selection in the invasive, globally distributed small Indian mongoose (*Urva auropunctata*). PhD thesis, City College of New York, New York.
- Peters, D., Wilson, L., Mosher, S., Rohrer, J., Hanley, J., Nadig, A., Silbernagle, M., Nishimoto, M., & Jeffrey, J. (2011). Small Indian mongoose – management and eradication using DOC 250 kill traps, first lessons from Hawaii. *Island Invasives: Eradication and Management*, 225-227.
- Pitt, W.C., Sugihara, R.T., & Berentsen, A.R. (2015). Effect of travel distance, home range, and bait on the management of small Indian mongooses, *Urva auropunctata*. *Biological Invasions*, **17**(6), 1743-1759.
- Pollock, C.G., & Hairston, J. (2013). Mongoose trap preference at Sandy Point National Wildlife Refuge, US Virgin Islands. *Marine Turtle Newsletter*, **139**, 3-6.
- Quinn, J.H., Whisson, D.A., & Cano, F. (2006). Managing the Small Indian Mongoose (*Herpestes javanicus*) in the Midst of Human Recreation : What is the Optimal Approach? *Proceedings of the Vertebrate Pest Conference*, **22**, 393-398.
- Rendall, A.R., Sutherland, D.R., Cooke, R., & White, J. (2014). Camera Trapping : A Contemporary Approach to Monitoring Invasive Rodents in High Conservation Priority Ecosystems. *PLoS ONE*, **9**(3), e86592.
- Roy, S.S., Jones, C.G., & Harris, S. (2002). An ecological basis for control of the mongoose *Herpestes javanicus* in Mauritius : Is eradication possible? *Turning the Tide : The Eradication of Invasive Species*, 266-273.
- Seaman, G.A., & Randall, J.E. (1962). The Mongoose as a Predator in the Virgin Islands. *Journal of Mammalogy*, **43**(4), 544-546.
- Shiels, A.B., Lombard, C.D., Shiels, L., & Hillis-Starr, Z. (2020). Invasive rat establishment and changes in small mammal populations on Caribbean Islands following two hurricanes. *Global Ecology and Conservation*, **22**, 1-9.
- Shiels, A.B., Piaggio, A.J., Bogardus, T., Lombard, C.D., Angeli, N.F., & Hopken, M.W. (2018). Non-trapping, non-invasive, rapid surveillance sampling using tracking tunnels, trail cameras, and eDNA to determine presence of pest predator species. *Proceedings of the Vertebrate Pest Conference*, **28**(28), 287-294.
- Shiels, A.B., & Ramirez de Arellano, G. (2018). Invasive Rats (*Rattus* sp.), but not always Mice (*Mus musculus*), are Ubiquitous at All Elevations and Habitats within the Caribbean National Forest, Puerto Rico. *Caribbean Naturalist*, **48**, 1-14.
- Soubeyran, Y., Caceres, S., & Chevassus, N. (2011). *Les vertébrés terrestres introduits en outre-mer et leurs impacts : Guide illustré des principales espèces envahissantes*. Comité français de l'UICN, ONCFS, Paris
- Thioulouse, J., Dray, S., Dufour, A., Siberchicot, A., Jombart, T., Pavoine, S. (2018). Multivariate Analysis of Ecological Data with ade4. *Springer*.
- Tomich, P.Q. (1969). Movement Patterns of the Mongoose in Hawaii. *The Journal of Wildlife Management*, **33**(3), 576-584.
- UICN Comité français, OFB & MNHN (2020). *La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitres Faune de Martinique*. Union Internationale pour la Conservation de la Nature, Paris
- Underwood, J.G., Silbernagle, M., Nishimoto, M., & Uyehara, K.J. (2014). Non-native Mammalian Predator Control to Benefit Endangered Hawaiian Waterbirds. *Proceedings of the Vertebrate Pest Conference*, **26**, 32-39.
- Williams, J.R. (1954). The biological control of weeds. *Commonwealth Institute of Entomology*, 95-98.

TABLE DES ANNEXES

Annexe I - Synthèse des actions du PNA en faveur des tortues marines des Antilles françaises.....	1
Annexe II - Plans de piégeage et coordonnées GPS associées.....	2
Annexe III : Plans des dispositifs de suivi et coordonnées GPS associées.....	6
Annexe IV - Matériel nécessaire lors des journées de piégeage.....	9
Annexe V - Matériel nécessaire lors de la pose des pièges photographiques et des tunnels à empreintes.....	10
Annexe VI : Tunnel à empreintes parasité par des bernard-l'hermite à la suite d'une pluie ...	11
Annexe 7 – Papiers révélateurs de deux tunnels à empreintes.....	12

Annexe I - Synthèse des actions du PNA en faveur des tortues marines des Antilles françaises.

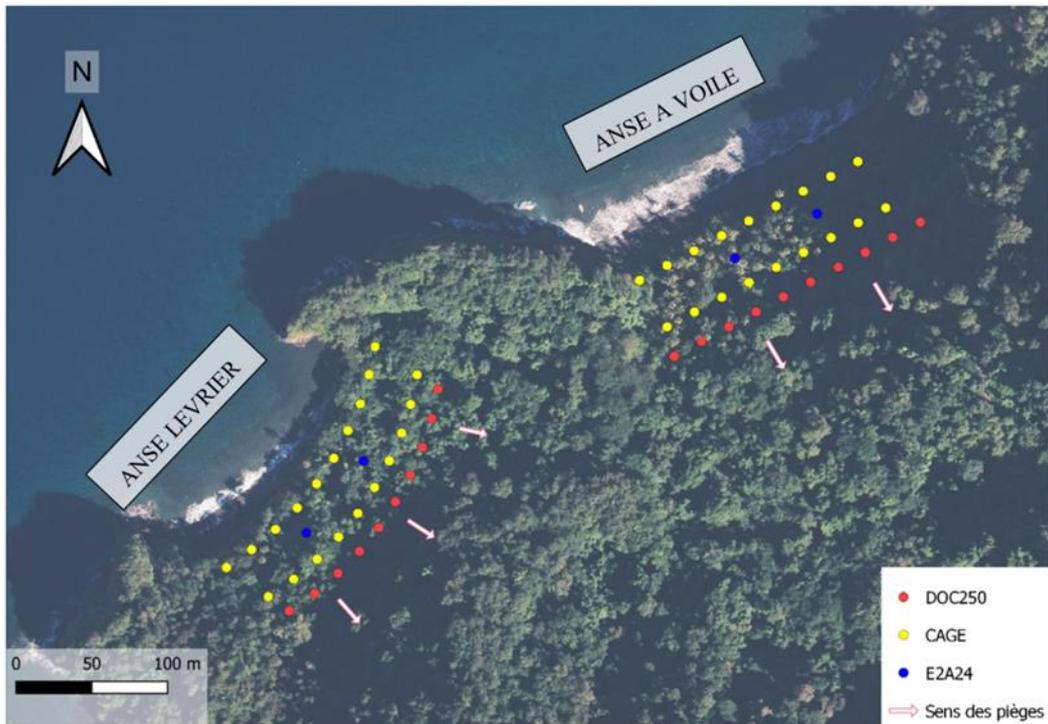
ENJEUX	OBJECTIFS	N°ACTION	ACTIONS
VOLET MISE EN ŒUVRE ET ORGANISATION DU PNA			
Bonne mise en œuvre du PNA	Animer et suivre la mise en œuvre du PNA	1	Assurer la coordination des actions du plan et le montage des projets
		2	Rechercher des financements pour la réalisation du PNA et accompagner les porteurs de projets
	Impliquer les collectivités territoriales et d'autres partenaires dans la mise en place du PNA	3	Prendre en compte le PNA dans les politiques territoriales et sectorielles
		4	Favoriser le partenariat pour le montage, le financement et la mise en œuvre des actions
Réseau structuré et renforcé des acteurs	Renforcer le réseau d'acteurs de Guadeloupe, Martinique et Saint-Martin	5	Formaliser le réseau tortues marines
		6	Animer le réseau d'acteurs
		7	Former les acteurs de terrain
	S'engager dans la coopération régionale et internationale	8	Participer aux travaux régionaux et internationaux liés aux tortues marines
		9	Partager et valoriser les données et connaissances sur les tortues marines des Antilles françaises auprès des acteurs et partenaires du PNA
VOLET CONSERVATION			
Rétablissement des populations de tortues marines du territoire	Réduire les captures accidentelles liées à l'activité de pêches	10	Accompagner l'évolution de la réglementation de la pêche
		11	Accompagner les professionnels dans la recherche et la mise en place de techniques de pêche alternatives
		12	Localiser et procéder à l'enlèvement des engins de pêche fantômes et des engins non réglementaires
		13	Former les professionnels de la pêche à la « réanimation » des tortues
	Lutter contre le dérangement par l'homme	14	Encadrer l'approche des tortues marines
		15	Encadrer les activités susceptibles d'impacter les tortues marines
	Lutter contre les infractions à la protection des tortues marines	16	Renforcer les actions de surveillance et de police
	Lutter contre la prédation par les espèces exotiques et domestiques	17	Limiter la présence de prédateurs exotiques et domestiques à proximité des sites de ponte
	Renforcer les capacités de prise en charge des tortues marines en détresse	18	Organiser les interventions de terrain sur les situations de détresse
19		Assurer les soins aux tortues marines sur l'ensemble des territoires	
Bonne qualité des habitats prioritaires des tortues marines	Lutter contre les infractions à la protection des habitats des tortues marines	16	Renforcer les actions de surveillance et de police
		20	Restaurer et maintenir en bon état les sites de pontes identifiés comme prioritaires
	Encadrer les aménagements et activités susceptibles d'impacter les habitats des tortues marines	21	Lutter contre le mouillage forain sur les herbiers et les communautés coralliennes
		22	S'assurer de la compatibilité des activités et aménagements littoraux avec la préservation des habitats côtiers des tortues marines

ENJEUX	OBJECTIFS	N°Action	ACTIONS
VOLET CONNAISSANCE			
Connaissance des populations et habitats des tortues marines	Connaître les tendances d'évolution des populations de tortues marines en ponte et en alimentation dans les Antilles françaises	23	Organiser une réflexion sur les protocoles scientifiques, les suivis participatifs et leur mise en œuvre
		24	Assurer un suivi des populations de tortues marines en reproduction aux Antilles françaises
		25	Assurer un suivi des populations de tortues marines en alimentation aux Antilles françaises
	Améliorer les connaissances sur l'écologie des tortues marines	26	Identifier les sites d'alimentation majeurs des tortues marines dans les Antilles françaises
		27	Déterminer les routes de dispersion à l'échelle océanique
		28	Etudier les conséquences des phénomènes climatiques sur les populations de tortues marines
Connaissance des menaces s'exerçant sur les tortues marines	Comprendre les impacts liés aux activités humaines	29	Etudier les conséquences sur les tortues marines des activités humaines développées sur les sites d'alimentation
		30	Contribuer aux études sur les impacts des activités humaines sur la santé des tortues marines
Visibilité et partage des données et connaissances	Développer la recherche et les partenariats scientifiques à l'échelle régionale et internationale	8	Participer aux travaux régionaux et internationaux liés aux tortues marines
		31	Elaborer et diffuser une synthèse régionale des connaissances acquises sur les tortues marines dans les Antilles françaises
	Améliorer la visibilité, le partage et l'analyse des données existantes	32	Organiser les données régionales
VOLET SENSIBILISATION			
Partage des connaissances sur les tortues marines	Sensibiliser un large public aux enjeux de conservation des tortues marines et de leurs habitats	33	Poursuivre les actions de sensibilisation auprès du grand public et des scolaires
		34	Créer et animer un site internet et/ou des réseaux sociaux « tortues marines » communs pour l'ensemble des territoires du PNA
	Sensibiliser et former les professionnels et décideurs	35	Mettre en place des outils et actions spécifiques pour les élus, techniciens des collectivités, les professionnels de la pêche, du nautisme et du tourisme
Valorisation socio-économique de la présence des tortues marines	Connaître la valeur économique des tortues marines sur les territoires du PNA	36	Etudier les aspects socio-économiques des tortues marines et valoriser les données auprès des décideurs

Annexe II - Plans de piégeage et coordonnées GPS associées.

I. Anses du Nord

I.1. Plan de piégeage



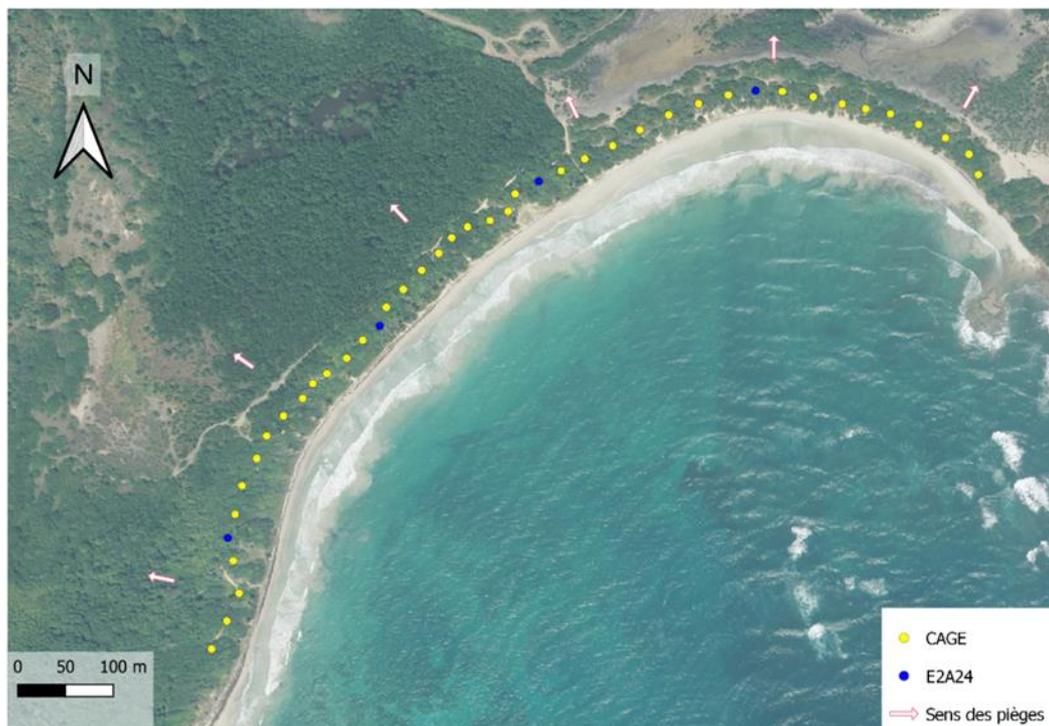
I.2. Coordonnées GPS

RATIERES					
N° de piège	LAT (X)	LONG (Y)	N° de piège	LAT (X)	LONG (Y)
<u>1</u>	-61,21831	14,85535	<u>20</u>	-61,21735	14,84655
<u>2</u>	-61,21821	14,84544	<u>21</u>	-61,21553	14,84708
<u>3</u>	-61,21808	14,84551	<u>22</u>	-61,21564	14,84707
<u>4</u>	-61,21794	14,84563	<u>23</u>	-61,21537	14,8473
<u>5</u>	-61,21777	14,84578	<u>24</u>	-61,21517	14,84732
<u>6</u>	-61,21767	14,84585	<u>25</u>	-61,2151	14,84741
<u>7</u>	-61,21761	14,84602	<u>26</u>	-61,21489	14,84749
<u>8</u>	-61,21751	14,84627	<u>27</u>	-61,21475	14,84757
<u>9</u>	-61,21752	14,8466	<u>28</u>	-61,21462	14,8476
<u>10</u>	-61,21751	14,84646	<u>29</u>	-61,21456	14,84768
<u>11</u>	-61,21808	14,8452	<u>30</u>	-61,2155	14,8468
<u>12</u>	-61,21805	14,84533	<u>31</u>	-61,21544	14,84691
<u>13</u>	-61,21796	14,84546	<u>32</u>	-61,21534	14,84702
<u>14</u>	-61,21782	14,84559	<u>33</u>	-61,21518	14,84714
<u>15</u>	-61,21773	14,84566	<u>34</u>	-61,21502	14,84723
<u>16</u>	-61,21753	14,84581	<u>35</u>	-61,21486	14,84729
<u>17</u>	-61,21742	14,84601	<u>36</u>	-61,21482	14,84735
<u>18</u>	-61,21737	14,84614	<u>37</u>	-61,21466	14,84744
<u>19</u>	-61,21734	14,84632	<u>38</u>	-61,21456	14,84754

DOC250					
N° de piège	LAT (X)	LONG (Y)	N° de piège	LAT (X)	LONG (Y)
<u>1</u>	-61,217999	14,8450605	<u>11</u>	-61,215716	14,8465809
<u>2</u>	-61,217848	14,8451650	<u>12</u>	-61,215553	14,8466697
<u>3</u>	-61,217709	14,8452845	<u>13</u>	-61,215391	14,8467580
<u>4</u>	-61,217582	14,8454166	<u>14</u>	-61,215229	14,8468465
<u>5</u>	-61,217468	14,8455579	<u>15</u>	-61,215068	14,8469361
<u>6</u>	-61,217368	14,8457130	<u>16</u>	-61,214906	14,8470248
<u>7</u>	-61,217281	14,8458715	<u>17</u>	-61,214743	14,8471132
<u>8</u>	-61,217208	14,8460375	<u>18</u>	-61,214582	14,8472021
<u>9</u>	-61,217155	14,8462087	<u>19</u>	-61,214419	14,8472915
<u>10</u>	-61,217117	14,8463856	<u>20</u>	-61,214256	14,8473815
E2A24					
N° de piège	LAT (X)	LONG (Y)	N° de piège	LAT (X)	LONG (Y)
<u>1</u>	-61,217896	14,8455270	<u>3</u>	-61,215356	14,8471660
<u>2</u>	-61,217559	14,8459558	<u>4</u>	-61,214868	14,8474333

II. Anse Trabaud

II.1. Plan de piégeage



II.2. Coordonnées GPS

RATIERES					
N° de piège	LAT (X)	LONG (Y)	N° de piège	LAT (X)	LONG (Y)
<u>1</u>	-60,843306	14,413332	<u>20</u>	-60,848135	14,412928

2	-60,843394	14,413525	21	-60,84826	14,412729
3	-60,843593	14,413714	22	-60,848333	14,412642
4	-60,843867	14,413805	23	-60,848529	14,412441
5	-60,844132	14,413906	24	-60,848715	14,412137
6	-60,844464	14,413907	25	-60,848879	14,412052
7	-60,844586	14,413999	26	-60,849077	14,411758
8	-60,844962	14,414072	27	-60,849217	14,41157
9	-60,845236	14,414111	28	-60,849478	14,411481
10	-60,845687	14,414046	29	-60,84955	14,411414
11	-60,845967	14,414021	30	-60,849836	14,411053
12	-60,846215	14,413896	31	-60,850042	14,410902
13	-60,846463	14,413702	32	-60,850187	14,410664
14	-60,846729	14,413585	33	-60,850225	14,410394
15	-60,846999	14,413435	34	-60,850382	14,410042
16	-60,847275	14,413389	35	-60,850434	14,409761
17	-60,846458	14,413322	36	-60,850304	14,409344
18	-60,847684	14,413085	37	-60,850441	14,409136
19	-60,847883	14,412912	38	-60,850511	14,408852
E2A24					
N° de piège	LAT (X)	LONG (Y)	N° de piège	LAT (X)	LONG (Y)
1	-60,845400	14,4141258	3	-60,848931	14,4119034
2	-60,847437	14,4132691	4	-60,850359	14,4099011

III. Pointe Rouge et pointe à Bibi

III.1. Plan de piégeage



III.2. Coordonnées GPS

RATIERES					
<u>N° de piège</u>	LAT (X)	LONG (Y)	<u>N° de piège</u>	LAT (X)	LONG (Y)
<u>1</u>	-60,934318	14,760625	<u>20</u>	-60,930281	14,7619266
<u>2</u>	-60,9342	14,760652	<u>21</u>	-60,928572	14,762002
<u>3</u>	-60,934085	14,7606637	<u>22</u>	-60,928454	14,7619933
<u>4</u>	-60,933962	14,7606637	<u>23</u>	-60,928319	14,7619856
<u>5</u>	-60,933851	14,7606217	<u>24</u>	-60,92819	14,76198
<u>6</u>	-60,933740	14,7606488	<u>25</u>	-60,928057	14,7619879
<u>7</u>	-60,933661	14,7607016	<u>26</u>	-60,927929	14,7619702
<u>8</u>	-60,933557	14,7607055	<u>27</u>	-60,927826	14,761927
<u>9</u>	-60,933470	14,7607410	<u>28</u>	-60,927721	14,7618993
<u>10</u>	-60,933373	14,7606990	<u>29</u>	-60,927966	14,7618769
<u>11</u>	-60,933268	14,7606555	<u>30</u>	-60,927758	14,7618112
<u>12</u>	-60,933168	14,7606979	<u>31</u>	-60,927654	14,7618349
<u>13</u>	-60,933090	14,7606174	<u>32</u>	-60,927550	14,7618121
<u>14</u>	-60,930964	14,7620394	<u>33</u>	-60,926657	14,7617490
<u>15</u>	-60,930877	14,762004	<u>34</u>	-60,926552	14,7616934
<u>16</u>	-60,93079	14,762036	<u>35</u>	-60,926433	14,7617013
<u>17</u>	-60,930698	14,7620061	<u>36</u>	-60,926343	14,761747
<u>18</u>	-60,930627	14,7619458	<u>37</u>	-60,850441	14,409136
<u>19</u>	-60,930535	14,761928	<u>38</u>	-60,850511	14,408852
E2A24					
<u>N° de piège</u>	LAT (X)	LONG (Y)	<u>N° de piège</u>	LAT (X)	LONG (Y)
<u>1</u>	-60,933919	14,7606238	<u>3</u>	-60,927858	14,7618331
<u>2</u>	-60,930664	14,7619719	<u>4</u>	-60,926359	14,7616786

Annexe III : Plans des dispositifs de suivi et coordonnées GPS associées.

I. Anses du Nord

I.1. Plan des dispositifs de suivi



I.2. Coordonnées GPS

PIEGE PHOTOGRAPHIQUE					
N° de piège	LAT (X)	LONG (Y)	N° de piège	LAT (X)	LONG (Y)
Vidéo 1	-61,214627	14,8475793	Vidéo 5	-61,217473	14,846115
Vidéo 2	-61,215051	14,8472996	Vidéo 6	-61,217779	14,8456533
Vidéo 3	-61,215524	14,8469742	Vidéo 7	-61,218108	14,8454164
Vidéo 4	-61,217423	14,846477			
TUNNELS A EMPREINTES					
N° de piège	LAT (X)	LONG (Y)	N° de piège	LAT (X)	LONG (Y)
Tunnel 1	-61,214807	14,8474272	Tunnel 3	-61,217552	14,8458720
Tunnel 2	-61,215282	14,8471186			

II. Anse Trabaud

II.1. Plan des dispositifs de suivi



II.2. Coordonnées GPS

PIEGE PHOTOGRAPHIQUE					
N° de piège	LAT (X)	LONG (Y)	N° de piège	LAT (X)	LONG (Y)
Vidéo 1	-60,843547	14,413760	Vidéo 5	-60,849067	14,411999
Vidéo 2	-60,844897	14,414082	Vidéo 6	-60,849964	14,410993
Vidéo 3	-60,846386	14,413816	Vidéo 7	-60,850450	14,409663
Vidéo 4	-60,847855	14,413044			
TUNNELS A EMPREINTES					
N° de piège	LAT (X)	LONG (Y)	N° de piège	LAT (X)	LONG (Y)
Tunnel 1	-60,845641	14,4140944	Tunnel 3	-60,849481	14,4115426
Tunnel 2	-60,848450	14,4125098			

III. Pointe Rouge et pointe à Bibi

III.3. Plan des dispositifs de suivi



III.2. Coordonnées GPS

PIEGE PHOTOGRAPHIQUE					
N° de piège	LAT (X)	LONG (Y)	N° de piège	LAT (X)	LONG (Y)
Vidéo 1	-60,926252	14,761858	Vidéo 5	-60,930442	14,760622
Vidéo 2	-60,927010	14,761807	Vidéo 6	-60,931051	14,762028
Vidéo 3	-60,927639	14,761759	Vidéo 7	-60,933661	14,760649
Vidéo 4	-60,928352	14,761994			
TUNNELS A EMPREINTES					
N° de piège	LAT (X)	LONG (Y)	N° de piège	LAT (X)	LONG (Y)
Tunnel 1	-60,927977	14,7618615	Tunnel 3	-60,933755	14,7606285
Tunnel 2	-60,930698	14,7619521			

Annexe IV - Matériel nécessaire lors des journées de piégeage.

MATERIEL	QUANTITE	POSE DES CAGES SESSION 1	POSE DES CAGES AUTRES SESSIONS	JOUR DE PIEGEAGE
Visseuse	1	X		
Embout cruciforme	1	X		
Vis	± 100	X		
GPS ou application smartphone	1	X		
Etiquettes de prévention ratières	38	X		
Ratières	38	X	X	
Antivols	28	X	X	
Antivols python	10	X	X	
Jeu de clés antivols	1	X	X	
Jeu de clés antivols python	1	X	X	
Appâts pour ratières	38	X	X	X
Carabine 19,9J	1	X	X	X
Plombs	1 boîte	X	X	X
Lunettes de protection	1	X	X	X
Glaciaire	1	X	X	X
Sac de contention	1	X	X	X
Peson	1	X	X	X
Décimètre	1	X	X	X
Gants en latex	± 20	X	X	X
Sacs congélation	± 20	X	X	X
Fiche de suivi piégeage	1	X	X	X
E2A24	4	X		
Compteur de coups	4	X		
Etiquettes de prévention E2A24	4	X		
Cartouche de gaz	4	X	X	
Cartouche d'appât	4	X	X	

Annexe V - Matériel nécessaire lors de la pose des pièges photographiques et des tunnels à empreintes.

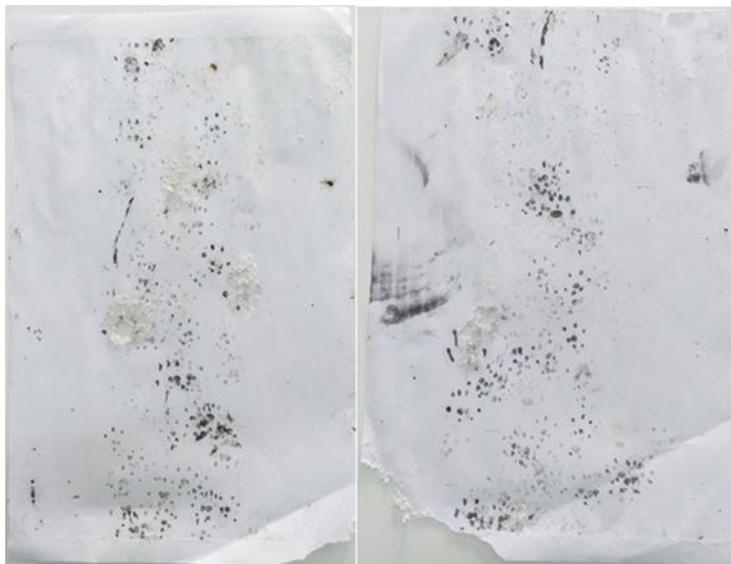
MATERIEL	QUANTITE	SESSION 1	AUTRES SESSIONS
Tunnels	3	X	X
Palettes	3	X	X
Feuilles A4 blanches	6	X	X
Ruban de masquage	1	X	X
Encre de charbon végétal	1	X	X
Knacks	3	X	X
Bouteilles en plastique percées	3	X	
Etiquettes de prévention	3	X	
Pièges photographiques	7	X	X
Boitier de protection	7	X	X
Sangles	7	X	X
Antivols python	7	X	X
Jeu de clés antivol python	1	X	X
Cadenas	7	X	X
Jeu de clés cadeaux	1	X	X
Cartes SD vides	7	X	X
Piles	56	X	X
Knacks	7	X	X
Bouteilles en plastique percées	7	X	
Etiquettes de prévention	7	X	
Visseuse	1	X	
Embout cruciforme	1	X	
Vis	± 20	X	
GPS ou application smartphone	1	X	

Annexe VI : Tunnel à empreintes parasité par des bernard-l'hermite à la suite d'une pluie



Annexe 7 – Papiers révélateurs de deux tunnels à empreintes.

I. Empreintes de mangoustes



II. Empreintes de rats



Résumé : La petite mangouste indienne (*Urva auropunctata*) a la réputation d'être l'un des prédateurs introduits les plus dangereux pour la biodiversité indigène de ses lieux d'introduction. Elle est connue pour être une importante menace pour les tortues marines par sa prédation des œufs sur les sites de ponte. Dans le cadre du Plan National d'Actions en faveur des tortues marines des Antilles françaises, des campagnes de régulation de cette espèce exotique envahissante (EEE) sont menées par l'Office National des Forêts depuis 2012 en Martinique. Cette étude, réalisée à l'occasion de la campagne 2021, a pour but d'établir un protocole rigoureux et reproductible de lutte contre la mangouste et d'évaluer son activité, ses densités de population et de l'efficacité de la régulation grâce à des dispositifs de piégeage vidéographique. Huit sessions de piégeage de six jours réparties sur trois sites ont permis la mise à mort de 48 mangoustes. Les résultats ont permis de confirmer que le nombre de mangoustes est significativement plus faible après une session de régulation et que les populations ne se régénèrent pas totalement entre deux sessions. Une efficacité supérieure de la knack en guise d'appât ainsi qu'une population de mangoustes plus importante sur les anses Lévrier et à Voile ont aussi été mises en évidence. Des modèles suggèrent que la probabilité de détection de la petite mangouste indienne diminue avec l'augmentation de la pluviométrie et que son abondance augmente avec l'éloignement des infrastructures humaines et la proximité d'une plage. Sa probabilité de présence n'est impactée par aucune des variables étudiée, ce qui témoigne de son adaptation à un grand nombre d'habitats. Par la protection des nids de tortues marines, cette étude développe les connaissances écologiques d'*Urva auropunctata* et propose des améliorations aux méthodes de contrôle des EEE.

Mots-clés : Espèce Exotique Envahissante; régulation; *Urva auropunctata*; piégeage vidéographique; distribution.

Abstract : The small Indian mongoose (*Urva auropunctata*) has a reputation as one of the most dangerous introduced predators for the native biodiversity of its introduction sites. It is known to be a major threat to marine turtles through its predation of eggs at nesting sites. Within the framework of the National Action Plan for marine turtles in the French West Indies, campaigns to regulate this Invasive Alien Species (IAS) have been conducted by the Office National des Forêts since 2012 in Martinique. This study, carried out during the 2021 campaign, aims to establish a rigorous and reproducible protocol for the control of the mongoose and to evaluate its activity, population densities and the effectiveness of the regulation through camera trapping devices. Eight six-day trapping sessions at three sites resulted in the killing of 48 mongooses.

Results confirmed that mongoose numbers were significantly lower after a control session and that populations did not fully regenerate between sessions. A higher efficiency of knock as bait and a higher mongoose population on the Lévrier and Voile coves were also found. Models suggest that the probability of detection of the small Indian mongoose decreases with increasing rainfall and that its abundance increases with distance from human infrastructure and proximity to a beach. Its probability of presence is not impacted by any of the variables studied, indicating its adaptation to a wide range of habitats. Through the protection of sea turtle nests, this study expands ecological knowledge of *Urva auropunctata* and suggests improvements to IAS control methods.

Keywords : Invasive Alien Species; control; *Urva auropunctata*; camera trapping; distribution