



MASTER EN SCIENCES – TECHNOLOGIES - SANTE

MENTION BIODIVERSITÉ, ÉCOLOGIE, ÉVOLUTION — ÉCOLOGIE TROPICALE

Première étude sur les facteurs pouvant influencer la répartition des raies léopard (*Aetobatus narinari*) dans la Réserve Naturelle des Ilets de Petite Terre

Clément APPADOO



Responsables de stage : Océane BEAUFORT ; Léa SEBESI

Kap Natirel ; Association TiTè

Mémoire soutenu le : Vendredi 16 février

Résumé

Aetobatus narinari est une raie benthopélagique inscrite En Danger sur la liste rouge des espèces de l'IUCN. La littérature existante se concentre principalement sur des aspects biologiques et de pêche considérant que quelques facteurs environnementaux, cependant aucune étude ne traite de tous les facteurs environnementaux pouvant influencer la distribution de cette espèce. Sur la période de janvier 2024, à raison de 3 missions de 4 jours, nous avons tenté de répondre à ces questions en réalisant 2 prospections par jour en UVC. Au total, 16 observations de raies ont été faites, suggérant la présence d'au moins 2 individus. Les observations de raies léopard étaient principalement sur les transects 4 et 5, et caractérisées par un substrat à débris coralliens (81%). Aucune différence significative n'a été montrée dans la distribution spatio-temporelle. Cette étude a mis en évidence l'influence de certains facteurs environnementaux sur la distribution de la raie léopard dans le lagon de Petite-Terre, soulignant leur importance pour les futures recherches.

Mot-clés : *Aetobatus narinari*, lagon, Caraïbes, distribution, facteurs environnementaux

Abstract

Aetobatus narinari is a benthopelagic ray considered as Endangered by the IUCN red list. Existing literature focuses mainly on biological and fisheries aspects, taking into account a few environmental factors, but no study has addressed all the environmental factors that may influence the distribution of this species. Over the period January 2024, in three 4-day missions, we attempted to answer these questions by carrying out 2 surveys per day in snorkeling. A total of 16 eagle ray sightings were made, suggesting the presence of at least 2 individuals. White-spotted eagle rays were mainly observed on transects 4 and 5, and characterized by a coral debris substrate (81%). No significant differences were found in spatio-temporal distribution. This study highlights the influence of certain environmental factors on leopard ray distribution in the Petite-Terre lagoon, underlining their importance for future research.

Keywords : *Aetobatus narinari*, lagoon, Caribbean, distribution, environmental factors

Table des matières

Résumé	i
Abstract	i
Table des matières	ii
Table des illustrations	iii
Remerciements	iv
1. Introduction	1
2. <i>Matériel et méthode</i>	3
2.1. <i>Site d'étude</i>	3
2.2. <i>Méthode</i>	3
2.2.1. <i>Le protocole de prospection</i>	3
2.2.2. <i>Les données environnementales collectées</i>	5
2.3. <i>Analyses des données</i>	6
3. Résultats	7
3.1. <i>Distribution spatiale</i>	7
3.2. <i>Facteurs environnementaux</i>	8
3.2.1. <i>Le substrat</i>	8
3.2.2. <i>Distribution spatio-temporelle</i>	10
3.2.3. <i>Influence des courants</i>	12
3.2.4. <i>Activités anthropiques</i>	12
4. Discussion	13
4.1. <i>Données biotiques</i>	13
4.2. <i>Données abiotiques</i>	15
4.3. <i>Bilan et perspectives</i>	18
Bibliographie	20
Annexes	

Table des illustrations

<u>Figure 1</u> : Cartographie des transects dans le lagon de Petite-Terre.	4
<u>Tableau 1</u> : Description des différents comportements	5
<u>Figure 2</u> : Carte de chaleur présentant la répartition des raies léopard dans le lagon de Petite-Terre	7
<u>Figure 3</u> : Moyennes des observations de raies léopard le long des 8 transects.	8
<u>Figure 4</u> : Distribution des différents types de substrats selon les transects	9
<u>Figure 5</u> : Fréquences de raies léopard observées selon les substrats.	9
<u>Figure 6</u> : Fréquences des comportements observés.	10
<u>Figure 7</u> : Représentation des observations moyennes sur les prospections de 07:00 et 13:00.	11
<u>Figure 8</u> : Représentation des observations de raies léopard entre les prospections du matin et les prospections du soir.	11
<u>Figure 9</u> : Nombres d'observations de raies léopard en fonction du courant	12
<u>Figure 10</u> : Carte de chaleur présentant la fréquentation touristique dans le lagon de Petite-Terre	13

Remerciements

Je tiens d'abord à adresser mes remerciements à ma tutrice de stage, **Océane BEAUFORT**, cheffe de projet dans l'Association Kap Natirel, qui m'a partagé sa passion pour les raies et les requis mais qui m'a également fait confiance pour ce stage en me montrant que tout n'est pas forcément réalisable.

J'aimerais de même remercier **Léa SEBESI**, chargée de mission scientifique dans l'Association TiTè et également ma tutrice de stage sans qui, toute ces missions de terrain n'aurait pas été réalisées.

Je tiens à exprimer toute ma gratitude aux personnels des associations Kap Natirel et TiTè de m'avoir permis de réaliser un stage de terrain au sein de leurs établissements respectifs.

Je pense également aux gardes (**Sebastien RONADA**, **Jean-Claude LALANNE**, **Grégory MASTON**, **Roby BERCHEL**) qui nous accompagnés lors de ces trois missions de terrain et avec qui nous avons partagé leurs quotidiens de garde en milieu protégé.

De plus, j'ai une attention particulière pour **Apolline CAPELLE**, VSC, qui m'a accompagné dans les eaux froides du matin, qui m'a assisté pour la prise de données et qui a assuré ma sécurité dans le lagon.

Des remerciements s'imposent également à toute l'équipe pédagogique et notamment à **Dominique MONTI**, responsable du Master BEE ECOTROP et **Narcisse ZAHIBO**, chef d'établissement de l'Université des Antilles pôle Guadeloupe, pour m'avoir donné l'opportunité de réaliser un stage de recherche dans le cadre de ce diplôme de Master.

Je remercie, au même titre, toute les personnes de mon entourage proche pour avoir relu à plusieurs reprises ce rapport et sans qui toute cette aventure n'aurait pas été possible.

1. Introduction

Avec 1200 espèces décrites, dont plus de la moitié sont des raies (Naylor *et al*, 2012), les élastombranches occupent tous les océans de la planète. Famille représentée par les requins et raies, ils font partie des groupes d'animaux marins les plus menacés d'extinction. Selon l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (*“International Union for Conservation of Nature”* en anglais, abrégée IUCN), ce sont 17% des espèces qui seraient menacées d'extinction (CR, EN, VU¹), et 23% qui sont considérées à l'abri des menaces d'extinction (LC¹) (Dulvy *et al*, 2021a ; Campana *et al*, 2016). Cependant, l'autre moitié des espèces ne présente pas de classification due à un sévère manque de données sur l'abondance et la distribution de ces espèces (Campana *et al*, 2016 ; IUCN, 2019). Les raies font partie de la catégorie des élastombranches les plus en dangers. C'est notamment le cas de la raie aigle léopard (*Aetobatus narinari*) (Euphrasen, 1790) qui est considérée en danger (EN) avec une population en déclin (Dulvy *et al*, 2021b).

A. narinari est une raie benthopélagique répartie dans l'océan Atlantique subtropical de la surface jusqu'à 60 mètres de profondeur (Last *et al*, 2016). Elle est fréquemment retrouvée près des récifs coralliens, des plages ou des lagons (moins de 10 m de profondeur ; Cuevas-Zimbrón, 2011 ; Ajemian *et al*, 2012). De récentes avancées génétiques ont découvert que le genre *Aetobatus* ne faisait pas référence à une seule espèce du genre, mais bien à un complexe d'espèces comprenant au moins 5 espèces réparties autour du globe (Naylor *et al*, 2012, Sales *et al*, 2019). Les raies aigles ont, tout comme la majeure partie des élastombranches, des attributs écologiques influençant la dynamique des écosystèmes marins (Lázaro Rincón, 2018 ; Kiszka *et al*, 2014). En tant que mésoprédateur, les raies léopard occupent aussi bien la place de proies que de prédateurs, influant directement sur les communautés de mollusques et de crustacés présentes sur le site (Serrano-Flores *et al*, 2019).

La documentation autour du cycle de vie et des comportements de cette espèce reste rare, et limitée à des spécimens décédés suite à des opérations de pêches (Cuevas-Zimbrón,

¹CR : En danger critique ; EN : En danger ; VU : Vulnérable ; LC : Peu concernée

Influences des facteurs sur les raies léopard (*Aetobatus narinari*)

2011 ; Tagliafico, 2012 ; Cuevas, 2013). On sait que *A. narinari* est un espèce vivipare avec une fécondité faible (entre 1 et 4 petits chaque année ; Frisk *et al*, 2001 ; Schluessel *et al*, 2010 ; Dulvy *et al*, 2021b). Ces raies léopard mettent plusieurs années avant d'atteindre la maturité sexuelle et pourraient vivre jusqu'à 14 ans dans la nature et plus de 20 ans en aquarium (Boggio-Pasqua *et al*, 2022).

Le complexe d'espèces *Aetobatus spp* présente un réel atout socio-économique partout dans le monde avec notamment un développement pour le tourisme (González-Pérez & Cubero-Pardo, 2010 ; Cerutti-Pereyra *et al*, 2018 ; Conan *et al*, 2023). Cependant, les raies aigles sont aussi victimes de la pêche de loisir et de la pêche ciblée (GEPOG & Réserve du Grand-Connétable, 2019, Beaufort, O., *comm. pers*) ou de captures involontaires (Dulvy *et al*, 2021a ; Wosnick *et al*, 2023) qui ne seront pas ou peu valorisés par la suite — dans les Antilles françaises, les raies et les requins sont vendus en poissonneries ou sur les ports de pêche à un prix compris entre 7 et 12 euros/Kg en moyenne (Beaufort, 2018). Autre part, notamment dans la partie Est du Venezuela, la raie léopard est considérée comme une ressource de grande valeur pour un mets traditionnel (Tagliafico *et al*, 2012). Outre la pêche, la raie léopard fait également face à d'autres nombreuses atteintes telles que les pollutions marines (Parton *et al*, 2019 ; Carrasco-Puig *et al*, 2024), les changements climatiques (Schlaff *et al*, 2014 ; Osgood *et al*, 2021), ainsi que la perte d'habitat (Knip *et al*, 2010 ; Ferreti *et al*, 2010). Or, la combinaison des facteurs biologiques de cette espèce face aux facteurs biotiques et abiotiques rend cette espèce particulièrement sensible à tous changements (Lotze *et al*, 2006)

Depuis 2023, un partenariat entre les gestionnaires de la Réserve Naturelle de Petite-Terre (l'association TiTè et l'Office National des Forêts) et l'association Kap Natirel a été conclu afin d'acquérir des connaissances sur les raies léopard dans l'archipel guadeloupéen, en vue de proposer des mesures de conservation adaptées localement à cette espèce menacée d'extinction. Afin de mieux protéger la raie léopard, il est important de comprendre les facteurs influençant sa distribution et son abondance. L'objectif de l'étude a été d'identifier

les facteurs biologiques, naturels et anthropiques influençant la distribution des raies aigle léopard dans le lagon de Petite-Terre en Guadeloupe

2. Matériel et méthode

2.1. Site d'étude

L'étude a été réalisée dans le lagon de la Réserve Naturelle des Ilets de Petite-Terre (16° 10' 15" N ; 61° 06' 55" W ; WGS 84 ; Annexe – *Figure 1*). Située en Guadeloupe, plus précisément sur la commune de La Désirade, la réserve est co-gérée par l'association TiTè et l'Office National des Forêts (ONF). Au total, la superficie de ce territoire couvre 990 ha dont 842 ha appartenant au domaine marin et 148 ha répartis entre les deux îlets – respectivement 117 ha pour Terre de Bas et 31 ha pour Terre de Haut (*Stegastes Consulting, 2020*). Véritable havre de biodiversité, le lagon, autant que les îlets de Terre de Haut et Terre de Bas, abrite de nombreuses espèces animales et végétales. La biodiversité de ce lagon en fait un lieu attractif, bien qu'il soit soumis à de nombreuses activités, notamment celles liées au tourisme (Miththapala, 2013 ; El Mahradi *et al*, 2022) : en 2022, plus de 70.000 visiteurs ont fréquenté le lagon de Petite-Terre (Association TiTè & ONF, 2022), ce qui pourrait avoir une influence sur la biodiversité. En dépit d'une forte fréquentation touristique, des zones d'herbier et de récifs protégées ont été créées et la réglementation restreint la fréquentation entre 17:00 et 08:00. Seuls les gardes sont autorisés à rester sur les îlets.

2.2. Méthode

2.2.1. Le protocole de prospection

La méthode utilisée lors de cette étude est basée sur un recensement visuel sous-marin (appelé UVC pour Underwater Visual Census) en suivant la méthode de transect en ligne par plongée Palme-Masque-Tuba (PMT) (Ward-Paige & Lotze, 2011). Les transects ont été tracés en suivant la méthode en *Zigzag* décrite par Strindberg & Buckland (2004). Ce sont au total huit transects qui ont été définis dans le lagon de Petite-Terre, situés entre les deux îlets. Les prospections se sont déroulées en Janvier 2024, à raison de 3 missions de terrain de 4 jours chacune avec, en moyenne, 6 prospections par mission. Une prospection totale correspond à

l'inspection consécutives de 8 transects, numérotés de 1 à 8 en partant par la droite (Annexe – *Tableau 1*). La portée visuelle était de 10 mètres de chaque côté, soit 20 mètres de perspective visuelle (*Fig.1*). L'aire totale explorée du lagon était d'environ 46 940 m² (~20% du lagon).

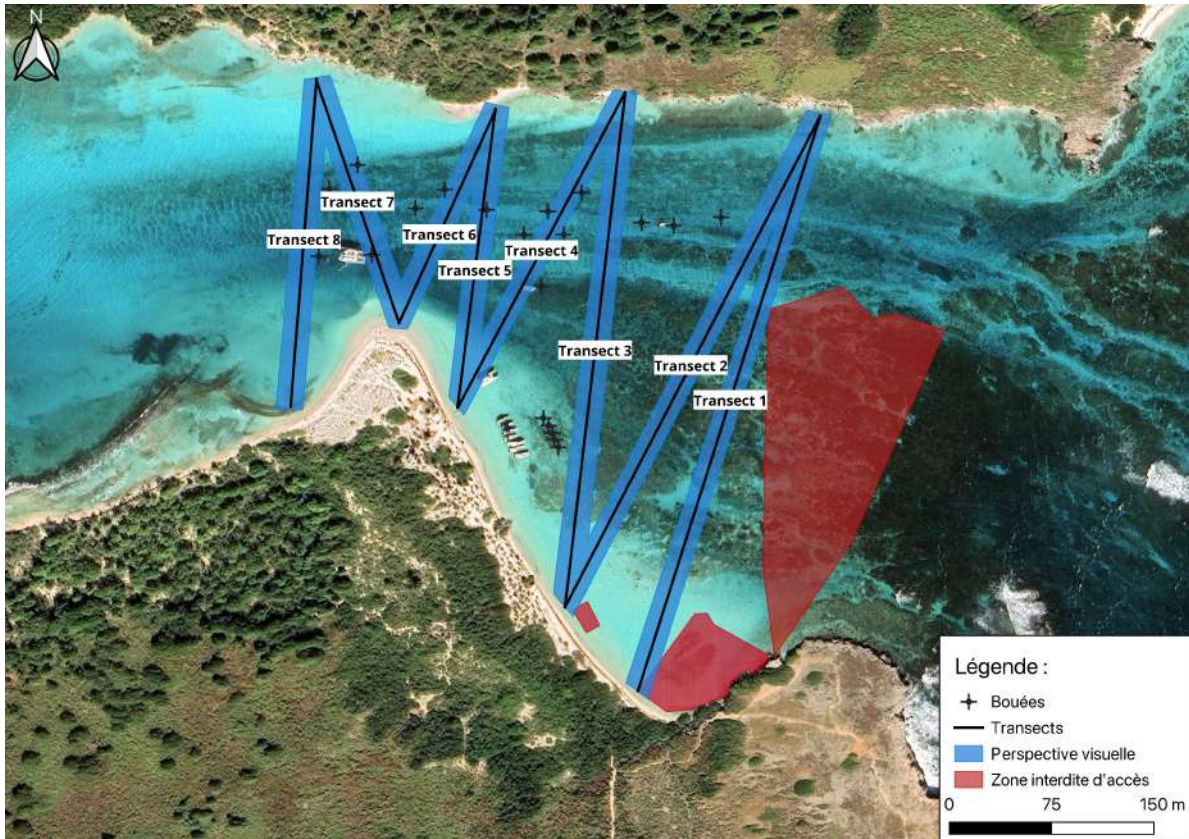


Figure 1 : Cartographie montrant les transects et la perspective visuelle dans le lagon de Petite-Terre.

Ce sont deux prospections totales par jour qui ont été réalisées : une prospection de 07:00 à 09:00 (de T8 à T1) et une prospection de 13:00 à 15:00 (de T1 à T8). Ces créneaux horaires doivent permettre d'identifier l'influence du cycle intertidale, des variations de températures et de l'activité anthropique sur la distribution de la raie léopard dans le lagon. Il est important de noter que le sens des prospections (à contre-courant ou dans le sens du courant) sont susceptible de varier en fonction de certaines conditions, notamment le trafic maritime et la puissance du courant. Si l'une de ces deux contraintes avait un impact sur les prospections, alors celles-ci devaient être annulées. Enfin, lors de chaque sortie, les deux nageurs étaient munis d'une bouée orange, ainsi qu'un Lycra® de couleur orange afin d'assurer leur sécurité dans le lagon.

2.2.2. Les données environnementales collectées

Lors de chaque prospection, des données temporelles telles que l'heure de début et l'heure de fin (heure, minutes), ainsi que la date (jour, mois, année) de la prospection ont été notées. La marée a été notée haute ou basse et le courant a été estimé en Faible [+]; Modéré [++]; Fort [+++] selon l'intensité du palmage et le déplacement à l'objectif ciblé. Partant du principe que le substrat reste constant au cours de l'étude, une seule prise vidéo a été effectuée à l'aide d'une GoPro Hero 11® pour d'identifier les types de substrats présents sur chaque transects.

À chaque observation de raie léopard, des données de localisation dans le lagon ont été estimées en se basant sur des repères visuels; des données comportementales ont été enregistrées (Tableau 1); des données de classe d'âge (juvénile ou sub-adulte/adulte); ainsi que des données de substrat.

Tableau 1 : Description des différents comportements (modifié de Berthe *et al*, 2018)

<u>Comportements</u>		<u>Description</u>
<u>Comportement de l'individu lors de l'observation</u>	Mouvement	Individu ou groupe d'individus nageant contre le courant
	Nutrition	Individu cherchant à s'alimenter dans le substrat (plis labiaux écartée, le rostre forme un plateau(similaire à un bec de canard))
	Interaction avec des conspécifiques	Individu interagissant avec d'autres individus (ex. Lutte)
	Interaction avec des hétérospécifiques	Individu interagissant avec d'autre espèces
<u>Comportement de l'individu à la présence des nageurs.</u>	Fuite	Individu réalisant un mouvement rapide à l'approche d'un bateau ou d'un nageurs
	Interaction avec le nageurs	Individu s'approchant des nageurs
	Pas de changement	Individu ne modifiant pas son activité principale

Influences des facteurs sur les raies léopard (*Aetobatus narinari*)

Des données complémentaires ont été enregistrées, comme la température en profondeur, la fréquentation touristique dans le lagon, ainsi que des données de photo-identification. La température a été prise en profondeur à l'aide d'une sonde multi-paramètres, à trois points le long de chaque transects : proche de la côte de Terre de Bas ; au milieu du lagon ; et proche de la côte de Terre de Haut. L'utilisation du lagon par les baigneurs a été estimée visuellement, ainsi qu'à l'aide d'un appui photographique afin de voir les zones les plus utilisées. Enfin, la zone dorsale de la raie léopard, tachetée de nombreux motifs, est différente d'un individu à l'autre. La photo-identification, soutenue dans le cadre du projet de photo-identification du programme REGUAR, peut permettre grâce à ces tâches d'identifier les individus. Les données ont été obtenues lors des deux prospections UVC aléatoire : l'une de 10:00 à 12:00, l'autre à 15:30 à 17:00. Lors de chaque prospection les nageurs étaient munis d'appareils photographiques sous-marin (Olympus Tough TG-5 ou Tough TG-6).

D'autres données telles que la présence d'autres élasmobranches (Raie pastenague américaine, Requin citron adulte, Requin nourrice) ou de tortues vertes ont été relevées mais ne seront pas interprétées dans le cadre de cette étude.

2.3. Analyses des données

Le logiciel RStudio a été employé afin de réaliser un test non paramétrique dépendant (Test de Wilcoxon) pour trouver une corrélation entre la présence de raies léopard et le courant, ainsi que la présence de raies léopard et les différents transects. Un test non paramétrique indépendant (Test de Kruskal-Wallis), ainsi qu'un test de Khi2 ont été réalisés pour comparer les moyennes des observations de raies léopard dans le lagon sur les prospections de 07:00 et 13:00. Ces tests seront notamment utilisés pour étudier l'influence de la fréquentation touristique et des bateaux sur la distribution temporelle. Enfin, des données graphiques sur l'occurrence des comportements, ainsi que l'occurrence des substrats ont été réalisées. Par ailleurs, le logiciel QGIS 3.34, ainsi que le *plugin* Analyse de densité ("*Density Analysis*") et le fond de carte Google Earth ont été utilisés afin de cartographier la distribution spatiale des baigneurs dans le lagon, ainsi que la distribution dans le lagon des raies léopard.

3. Résultats

Lors des 3 missions de terrain qui ont eu lieu courant Janvier 2024, 16 observations d'*A. narinari* ont été faites dans le lagon de Petite-Terre, suggérant la présence d'au moins 2 individus. Parmi ces observations, uniquement des sub-adultes et des adultes ont été recensés. Aucune observation de juvéniles n'a été recensée durant la période d'étude.

3.1. *Distribution spatiale*

Lors des 18 prospections réalisées durant la période d'étude, 13 observations de raies léopard ont été faites dans le lagon. La figure 2, montre un regroupement des observations autour des transects 4 et 5 et une absence d'observation le long des transects 1 à 3.

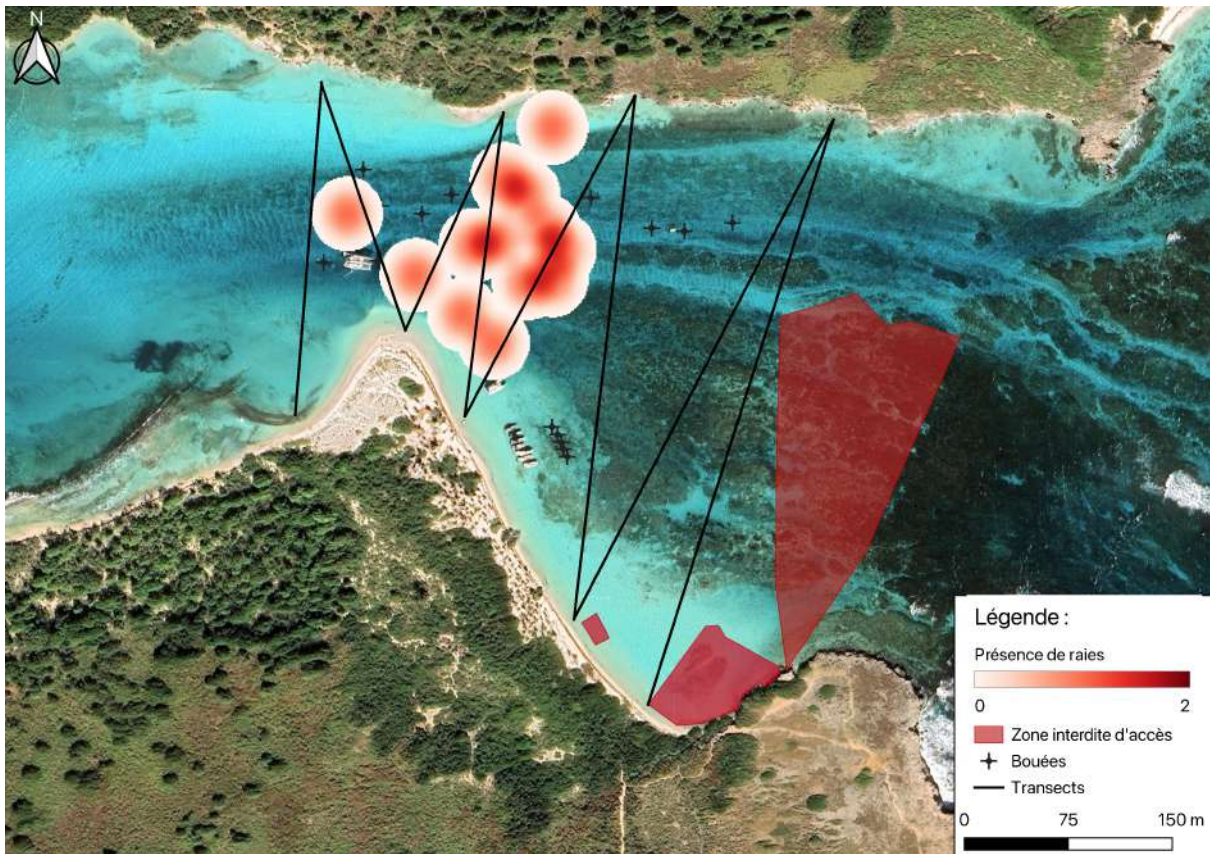


Figure 2 : Carte de chaleur présentant la répartition des raies léopard dans le lagon de Petite-Terre (*rayon de Kernel = 27 m*)

Ce constat est confirmé par les résultats illustrés en figure 3. On remarque une tendance haute pour les transects 4 et 5 avec des moyennes respectives de 0.33 ± 0.69 et 0.28 ± 0.58 . Au même titre que la figure 2, on retrouve une absence d'observation au niveau des transect 1 à 3. Le test de Wilcoxon montre de façon significative une différence sur le nombre d'observations en fonction des transects ($p_{value} = 0.009$, $\alpha = 0.05$). Le test de comparaison multiple de Dunn-Bonferroni montre des différences significatives entre les p_{value} des transects (Annexe — *Tableau 2*).

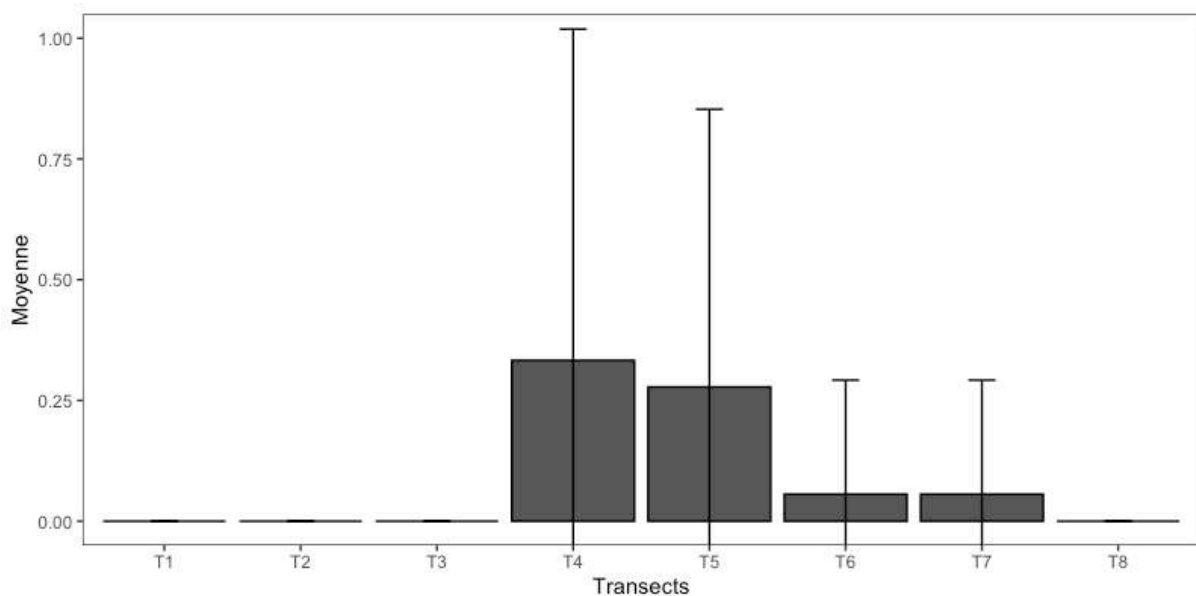


Figure 3 : Moyennes des observations de raies léopard le long des 8 transects.

3.2. Facteurs environnementaux

3.2.1. Le substrat

Les données relatives au substrat ont été collectées à l'aide de l'outil de mesure intégré au logiciel QGIS (Annexe — *Tableau 1*). Elles révèlent une prédominance du substrat "Débris coralliens" sur les transects 3 à 6, du substrat "Sable" sur les transects 7 et 8, et du substrat "Récif" (récifs à peuplements coralliens) sur les transects 1 et 2 (*Fig.4*). Aucun herbier n'a été observé le long des transects.

Influences des facteurs sur les raies léopard (Aetobatus narinari)

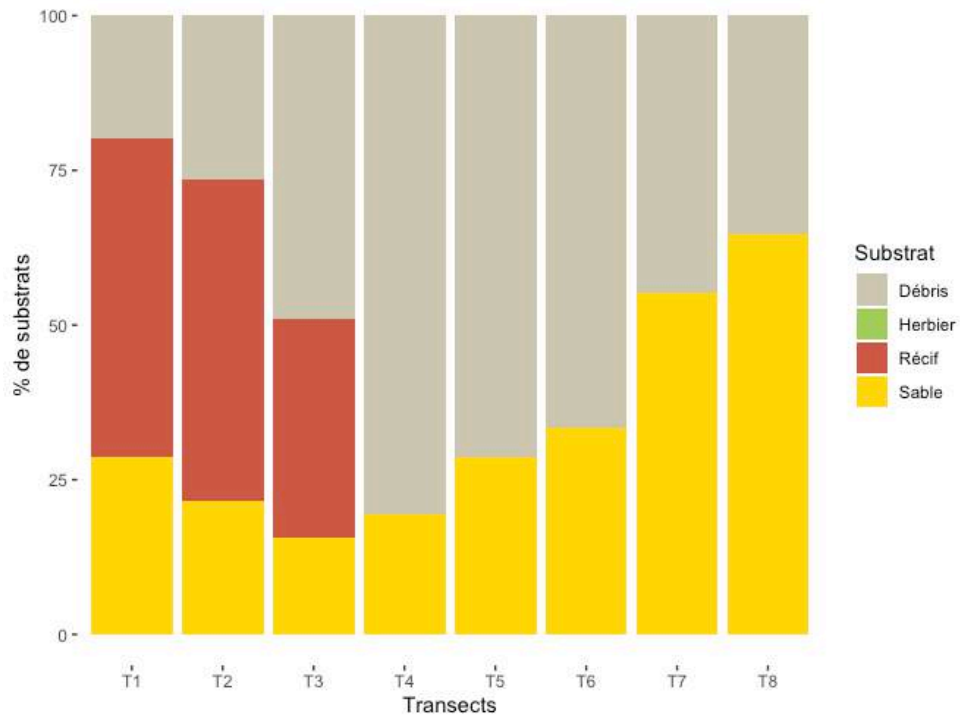


Figure 4 : Distribution des différents types de substrats selon les transects

D'après, la figure 5, on observe que les raies ont principalement été observées sur des zones de débris, ainsi que des zones sableuses avec respectivement 81.25% et 18.75%. Il n'y a pas eu d'observation sur les zones de récifs à peuplements coralliens.

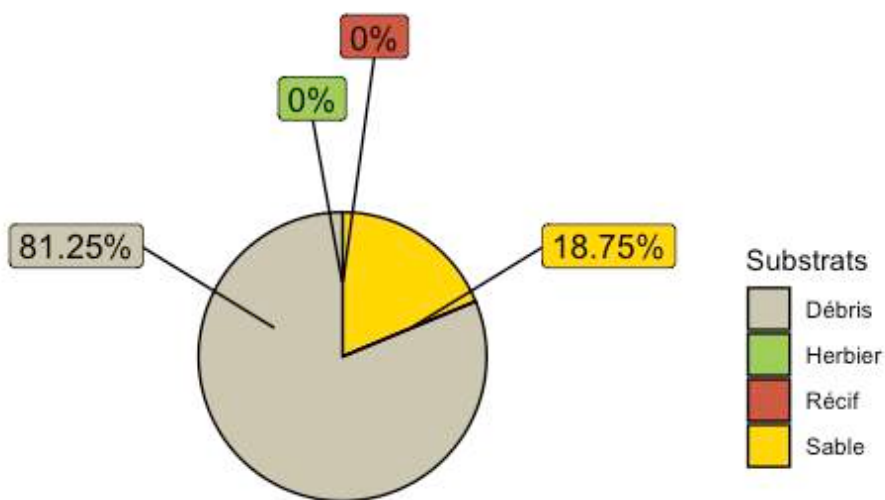


Figure 5 : Fréquences de raies léopard observées selon les substrats.

Influences des facteurs sur les raies léopard (Aetobatus narinari)

Enfin, parmi les 16 observations, deux comportements ont été fréquemment observés : le comportement de nutrition, où les individus déploient leurs fentes labiales lors de la phase d'alimentation, qui s'est produit chez 9 individus (56%) et le comportement de mouvement, où les individus se déplacent contre le courant, qui a eu lieu chez 7 individus (44% ; Fig.6). Les comportements d'interactions (conspecifics et hétérospécifiques) n'ont pas été observés. De plus, les comportements de fuite et d'interactions avec des nageurs sont des réactions possibles en réponse à leurs arrivées. Seul le comportement de fuite a été observé.

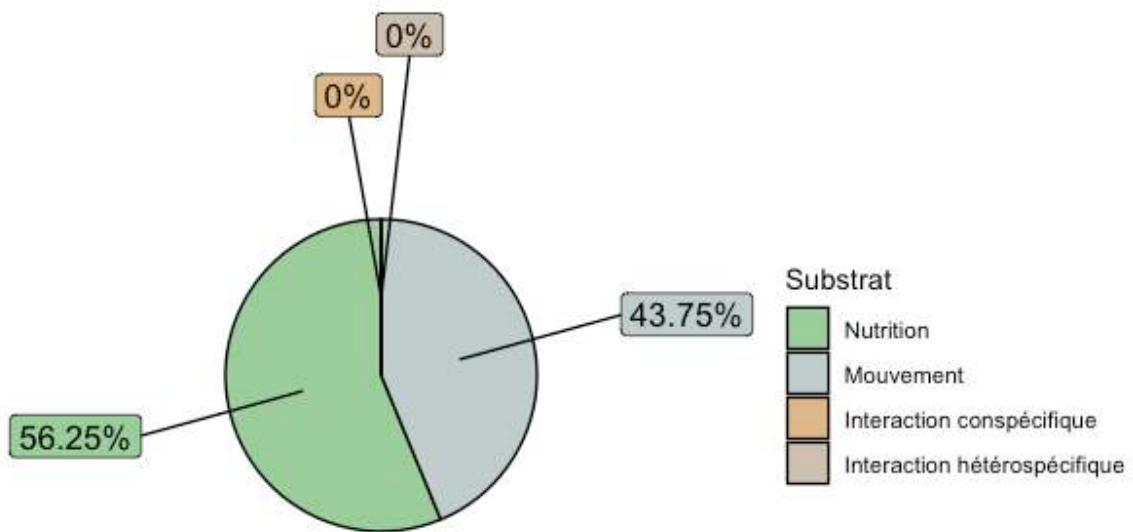


Figure 6: Fréquences des comportements observés.

3.2.2. Distribution spatio-temporelle

Au cours des 18 prospections totales, 9 prospections ont été réalisées à 07:00, ainsi que 9 prospections à 13:00. On remarque, d'après la figure 7, qu'il y a 6 individus observés le matin et 7 observés l'après midi. Les données récoltées ne montrent aucune différence entre les prospections de 07:00 et de 13:00, respectivement 6 et 7 individus (Kruskal-Wallis : $p_{value} = 1$, $\alpha = 0.05$).

Influences des facteurs sur les raies léopard (Aetobatus narinari)

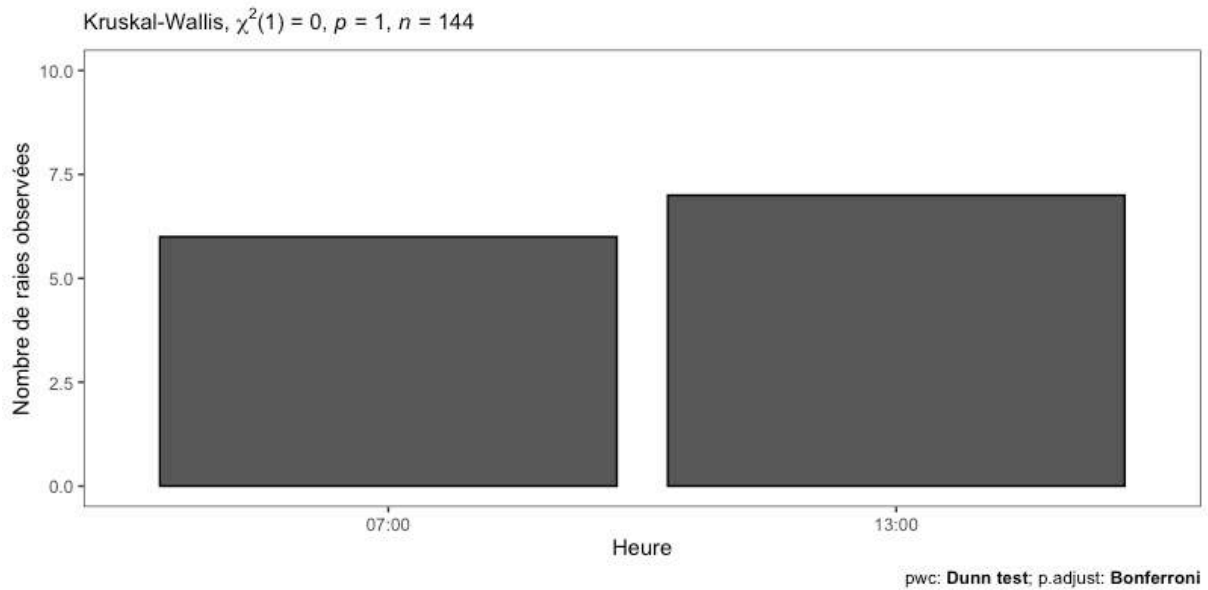


Figure 7 : Représentation des observations sur les prospections de 07:00 et 13:00.

D'après la figure 8, l'analyse de chaque transect montre, qu'en moyenne, il y a modérément plus de raies sur les transects réalisés l'après-midi. On observe également une concentration des observations sur les transects 4 et 5 l'après-midi, alors qu'elles sont plus distribuées le matin (transects 4 à 7). Le test Khi2 (χ^2) ne révèle pas de différence significative entre les transects ($\chi^2 = 3.61, p_{value} = 1, \alpha = 0.05$).

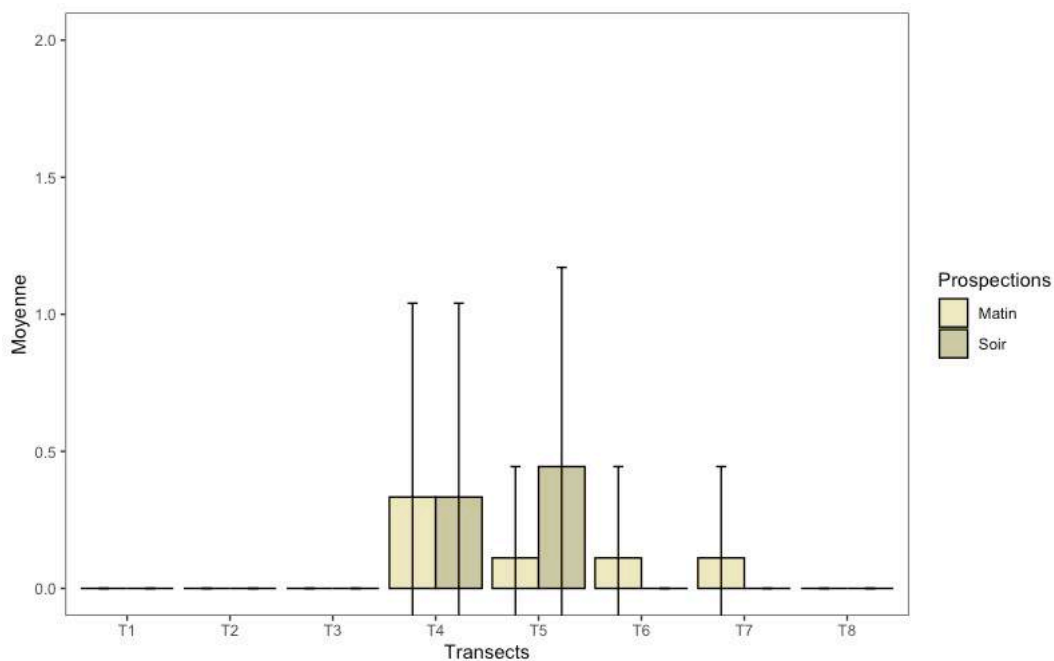


Figure 8 : Représentation des moyennes d'observations de raies léopard entre les prospections du matin et les prospections du soir.

3.2.3. Influence des courants

Au cours des 18 prospections, 144 transects ont été prospectés avec des intensités de courant différentes. D'après la figure 9, le test de Wilcoxon, nous informe que le nombre de raies n'est pas corrélé à la force du courant ($p_{value} > 0.05$). On remarque néanmoins, qu'en moyenne, il y a plus d'individus lorsque le courant est fort (1.12 ± 0.99) comparé aux autres intensités (modéré : 0.57 ± 1.13 ; faible : 0).

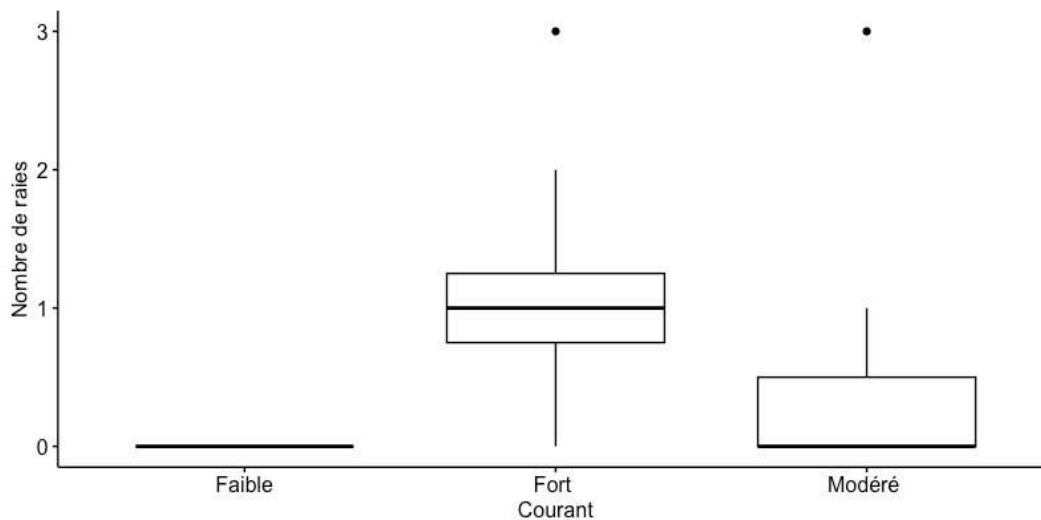


Figure 9: Nombres d'observations de raies léopard en fonction du courant

3.2.4. Activités anthropiques

À l'aide de photographies, ainsi que par l'estimation visuelle, il a été déterminé l'utilisation du lagon par les touristes (Fig.10). On remarque que les touristes ont une utilisation assez restreinte du lagon. La fréquentation touristique est principalement agrégée aux abords des plages et le long des zones d'herbier et de récif protégées. De plus, on remarque également que la fréquentation est moins forte dans les zones récifales affleurantes (partie centrale de la zone d'étude) et les zones à fort courant (partie haute de la zone d'étude : chenal).

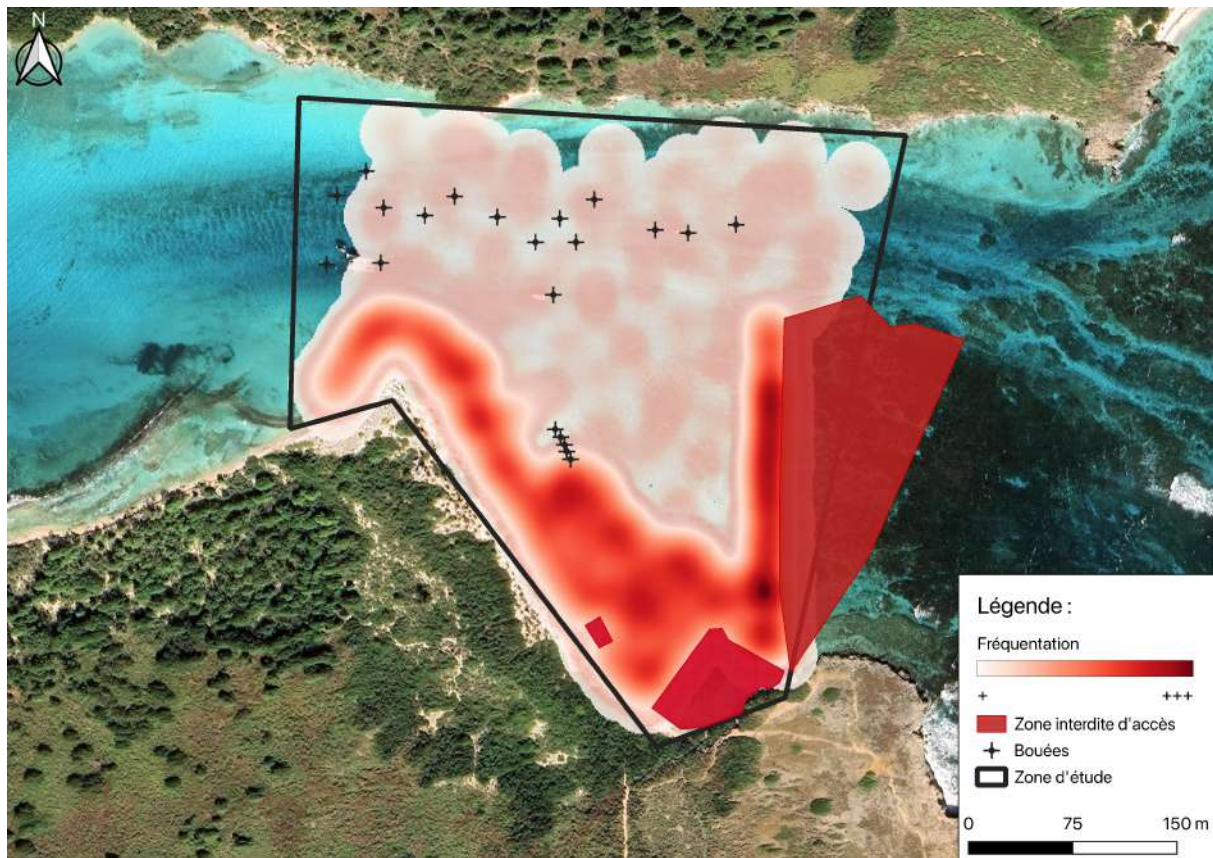


Figure 10 : Carte de chaleur présentant la fréquentation touristique dans le lagon de Petite-Terre (*rayon de Kernel = 25 m*)

4. Discussion

4.1. Données biotiques

Les données de l'étude ont permis de mettre en évidence que la raie aigle léopard montre une préférence pour les substrats de type "Sable" et de type "Débris". Aucune information disponible dans cette étude ne permet de montrer une utilisation des autres types d'habitats (récifs, herbiers). Cependant, lors des UVC ponctuelles, deux raies ont été observées sur un substrat de transition entre une zone de récif et une zone sableuse, dont la profondeur était de moins de 2 mètres. La présence de raies sur ces substrats serait en lien avec la présence de proies potentielles. Ajemian *et al* (2012) et Serrano-Flores *et al* (2019) trouvent une présence de proies plus élevées lorsque le transect est peu profond (2.7-8.7 m) et lorsque la couverture sableuse est plus importante. On sait que les bivalves et les gastéropodes sont des mollusques que l'on retrouve principalement dans des substrats sableux ou rocheux.

Influences des facteurs sur les raies léopard (*Aetobatus narinari*)

Ce sont également des proies faisant partie du régime alimentaire du genre *Aetobatus spp* (Randall, 1967 et Ajemian *et al*, 2012 et Serrano-Flores *et al*, 2019 pour *A. narinari*; Schuessel *et al*, 2010 pour *A. ocellatus*, ; Yamaguchi *et al*, 2005 pour *A. flagellum*). Au long de cette étude, uniquement des données de substrats ont été collectées, ne permettant pas de déterminer la composition des communautés benthiques. Cependant, on sait qu'en 2013, les herbiers de Petite-Terre abritaient d'importantes colonies de lambis juvéniles (*Strombus spp* ; Beaufort, O., Lalanne, J-C., & pêcheurs de La Désirade ; *comm.pers*). Il a été rapporté que les raies léopard pouvaient les comprendre dans leur régime alimentaire (Randall, 1967 à Virgin Island ; Iversen *et al*, 1986 au Bahamas). Des études complémentaires sur les communautés benthiques de la Réserve Naturelle de Petite-Terre, ainsi que le régime alimentaire de la raie léopard pourraient être réalisées afin d'apporter de nouveaux éléments.

Par ailleurs, on remarque que la présence de raies dans le lagon de Petite-Terre serait en lien avec leurs phases d'alimentation. Comme l'a montré la figure 6, le comportement dominant a été celui de la nutrition, présent dans environ 56% des observations. Ce constat vient appuyer les observations réalisées sur le substrat et la disponibilité des proies. Le fait de remarquer que les raies sont majoritairement en phase d'alimentation pourrait suggérer que le lagon est principalement utilisé à des fins nutritives. Par exemple, chez les requins, l'utilisation d'eaux peu profondes fournit de nombreux services dont celui de l'alimentation (Knip *et al*, 2010). De plus, toutes les observations de ce comportement impliquaient un seul individu, laissant supposer que la raie aigle se nourrit seule. Parallèlement à nos observations, une autre étude mentionne également une préférence des raies léopard à s'alimenter seules. (Ajemian *et al*, 2012). Ces auteurs ajoutent que les raies aigles léopard s'alimenteraient probablement seules afin de bénéficier de communautés benthiques plus stables et plus hétérogènes. Enfin, peu de données ont été récoltées sur les comportements à la présence des nageurs. Un seul individu a montré un comportement de fuite à la présence des nageurs. Cela représente 1 observation sur 16 (6%). Compte-tenu du pourcentage relativement bas d'observations, il semblerait indiquer que la méthode de suivi utilisée, dans le cadre de cette étude, est une méthode peu voire pas invasive.

4.2. Données abiotiques

Les facteurs environnementaux peuvent jouer un rôle direct, en changeant des paramètres physiologiques vitaux (digestion, osmorégulation), mais également indirectement, en influant sur la répartition des espèces ou sur la répartition des proies (Schlaff *et al*, 2014). Lors de cette étude, les paramètres environnementaux observés ont été la température, le cycle intertidal, la force du courant, ainsi que des facteurs anthropiques, tels que la fréquentation touristique. Le cycle lunaire a également pu être observé.

La température estimée dans le lagon était en moyenne de 27°C. Selon la littérature, la température a une influence positive sur la présence de raies. Les raies seraient sujettes à préférer des températures plus chaudes (entre 24-28°C, Cuevas *et al*, 2013 ; entre 23 et 31°C, Bassos-Hull *et al*, 2014 ; entre 24 et 29°C, DeGroot *et al*, 2021). En effet, d'un point de vue physiologique, des eaux plus fraîches tendraient à ralentir la croissance (exemple d'une température maintenue entre 24-25°C à l'aquarium GAI Ocean Voyager exhibit ; Boggio-Pasqua *et al*, 2022). Enfin, la température influence également les mouvements et l'utilisation de l'habitat. Cuevas-Zimbrón *et al* (2011) a remarqué que la capture d'*A. narinari* était plus importante lorsque les températures de surface étaient plus froides, correspondant avec des modèles de distribution qui indiquent que les raies se déplacent vers des eaux plus profondes. Cependant, d'autres auteurs ont trouvé une répartition inverse avec aucune observation en hiver et une augmentation des observations en été (Bassos-Hull *et al*, 2014 ; Yamaguchi *et al*, 2005 pour *A. flagellum*). La température aurait ainsi un rôle dans la répartition saisonnière des raies léopard (DeGroot *et al*, 2021). D'autres études, notamment sur ce dernier aspect, seraient pertinentes pour approfondir la compréhension de la répartition saisonnière des raies léopard dans l'archipel guadeloupéen.

Un demi cycle intertidal est d'une durée d'environ 6 heures et 20 minutes. La réalisation de prospections à 07:00 et à 13:00 concorde avec ce changement de marée. Dans le cadre de cette étude, ce paramètre ne semble pas influencer la répartition des raies. Or, l'effet de la marée sur les élaémobranches de moyennes à grandes tailles a très peu été étudié (Guttridge *et al*, 2012), néanmoins, de nombreuses autres études ont été réalisées sur d'autres

Influences des facteurs sur les raies léopard (*Aetobatus narinari*)

espèces d'élasmobranches (Guttridge *et al*, 2012 pour les requins citrons juvéniles (*Negaprion brevirostris*) ; Carlisle & Starr, 2010 pour les requins léopard (*Triakis semifasciata*) ; Smith & Merriner, 1985 pour les mourines américaine (*Rhinoptera bonasus*)). Principalement sur les raies, l'effet du cycle intertidal serait en relation avec la répartition des zones d'alimentation. Lorsque la marée monte, les individus profiteraient de cette hausse pour accéder à des ressources alimentaires et lorsque la marée baisse, les individus seraient forcés à quitter la zone d'alimentation (Davy *et al*, 2005 pour les raies pastenague de mangroves ; Sherman, 2019 pour les raies en général). Afin d'améliorer les connaissances à ce sujet chez les raies en particulier, il serait pertinent d'étudier, à plus long terme, l'impact du cycle intertidal sur les raies léopard.

Par ailleurs, les données obtenues ont montré que les observations de raies étaient plus nombreuses lorsque le courant était d'intensité "Forte" comparé aux courants de plus faibles intensités (Modéré, Faible). Dans le lagon de Petite-Terre, les courants sont induits notamment par un vent d'Est, ainsi que des vagues. De plus, la passe Est augmente sensiblement l'entrée d'eau dans le lagon. Berthe *et al* (2017) explique que les courants et les vagues affectent le choix de l'habitat. Dans le cas de Petite-Terre, le cycle tidal influence également les courants, notamment avec l'entrée d'eau par la passe Est et le chenal. Cette observation confirme nos hypothèses selon lesquelles les raies léopard sont plus présentes lors de fort courant. Les données obtenues lors de l'étude ont été prises uniquement lors des prospections. Il serait intéressant pour la continuité de l'étude de relever cette donnée en complément d'une observation de raie.

Outre le fait que les prospections aient été réalisées en fonction du courant, elles ont également été réalisées en fonction de la présence de bateaux en déplacement dans le lagon. En effet, la prospection de 07:00 a été réalisée avant l'arrivée des bateaux (qui est à 08:00 officiellement) et la prospection de 13:00 a été réalisée avant le départ des bateaux (qui est à 15:30, officiellement). D'après les données, il n'y a pas de différences significatives entre les prospections de 07:00 et celles de 13:00. Une différence significative aurait permis de trouver une influence anthropogénique sur les raies léopard. Ce n'est pas le cas dans cette étude,

Influences des facteurs sur les raies léopard (*Aetobatus narinari*)

certainement dû à un manque de données sur le long terme. Cependant, il a été démontré que les moteurs en action de bateaux avaient un impact négatif sur les comportements de raies aigles (Berthe & Lecchini, 2016), ainsi que sur la répartition des élastombranches en général (Francis & Barber, 2013). D'autres part, les moteurs de bateaux ne sont pas les seuls facteurs anthropogéniques influençant la raie léopard, les touristes le sont également. Petite-Terre est connu comme un endroit très touristique tout au long de l'année (70.000 touristes en 2022 ; Association TiTè & ONF, 2022). Les touristes de Petite-Terre ne s'aventurent pas trop dans le courant et restent proches des côtes, ne dérangeant pas ou peu les activités des raies léopards. En outre, en Equateur, une étude sur les effets à court terme des activités touristiques ne montre pas de résultats significatifs sur les réactions et les comportements de ces raies (González-Pérez & Cubero-Pardo, 2010). Cependant, en Australie, Newsome *et al* (2004) avait évalué les interactions humains-raies, ainsi que les comportements associés. Les auteurs ont trouvé qu'il y avait une évidence claire dans la modification du comportement de nutrition des raies avec des individus plus présents lors de l'arrivée des bateaux et donc lors de l'arrivée des touristes. Sur le long terme, l'étude de cette modification comportementale en fonction des facteurs anthropiques serait un sujet intéressant à explorer.

Enfin, sur le mois de Janvier, les 3 missions ont pu être réalisées en fonction du cycle lunaire. On a remarqué que lorsque la pleine lune est passée, la probabilité d'observer les raies léopard a diminué (passant de 1 à 2 individus par prospections en période de nouvelle lune, à 0 en période de pleine lune). Les gardes et les pêcheurs ont également remarqué cette tendance (Maston, G., Lalanne, J-C., & pêcheurs de La Désirade ; *comm.pers*). Le cycle lunaire est, de façon sûre, un facteur prédictif pour les pêcheurs. En effet, Cuevas *et al* (2013) recensent lors de ces opérations de pêche que le cycle lunaire était déterminant. Lors de la pleine lune, les pêcheurs cessent toutes les opérations, expliquant que la probabilité de capture était très faible. Ceci est dû notamment à l'intensité de lumière trop élevée. A contrario, la probabilité de capture est plus élevée lors de la nouvelle lune, impliquant une intensité de lumière plus faible (Cuevas-Zimbrón *et al*, 2011 ; Tagliafico *et al*, 2012). Chez d'autres espèces d'élastombranches, la pleine lune coïncide avec des profondeurs plus importantes. On peut supposer que la pleine lune aurait un effet similaire sur les raies léopard.

4.3. Bilan et perspectives

Durant cette étude, de nombreux biais et difficultés ont été rencontrés lors des prospections. D'une part, la première difficulté rencontrée fut celle du terrain : la passe à l'Est du lagon entraîne un débit important, car aucune barrière récifale n'arrête le courant. Certaines prospections ont dû être interrompues lorsque le courant était trop fort. En effet, un courant trop puissant entraînerait une fatigue plus rapide pour les nageurs. L'objectif n'était pas de s'épuiser, mais plutôt de mener à bien les prospections. D'autre part, les transects ont été dessinés de manière à couvrir une grande partie du lagon. Cette méthode en *Zigzag* a été choisie par rapport aux transects en ligne basique, notamment pour deux raisons : 1) le transect en ligne ne prend pas en compte les observations réalisées entre les transects, 2) le transect en ligne peut être espacé aléatoirement, ce qui peut fausser les résultats obtenus. Le modèle en *Zigzag* répond alors à ces deux contraintes avec une prise en compte de toutes les observations (point de début d'un transect = point de fin du dernier) et un espacement constant. Cependant, dans le lagon de Petite-Terre, cette dernière n'est pas vraiment respectée : la topographie de Terre de Bas réduit cet espacement. Enfin, le courant a également eu un impact négatif sur les transects. Un courant trop fort peut déplacer le nageur, le forçant à ne plus nager en ligne droite mais à suivre des trajectoires en arc de cercle, ce qui fausse les données récoltées car le transect initial n'est plus respecté.

De plus, la seconde difficulté rencontrée a été les bateaux en déplacement et la présence touristique. Lorsque les bateaux arrivaient et que les nageurs étaient à proximité de la côte, la prospection était momentanément interrompue afin que les nageurs ne prennent pas de risque. Or, si les nageurs étaient au cours d'une prospection de transect lorsque les bateaux arrivaient, l'un des nageurs restait à surveiller les bateaux, tandis que l'autre continuait la prospection. Cela crée un biais car lors de chaque transect, les nageurs étaient espacés d'au moins 5 mètres couvrant une aire plus grande, or lors de l'arrivée d'un bateau, cette aire était diminuée. De plus, lors des prospections, certains touristes essayaient de suivre les nageurs créant une possible perturbation pour l'animal.

Influences des facteurs sur les raies léopard (*Aetobatus narinari*)

Enfin, la dernière difficulté a été la notion de biais d'échantillonnage. En effet, la raie léopard est une espèce mobile dans le lagon. Le fait d'avoir une observation de raie léopard sur un transect et d'en avoir une autre sur un autre transect dans une même prospection totale peut signifier deux choses : soit ce sont des individus différents, soit ce sont les mêmes individus. Les photographies, issues du sortie de photo-identification, sont actuellement en cours de traitement par le programme REGUAR afin de nous permettre d'identifier le nombre de raies aigle observées dans le lagon.

Malgré les biais et les difficultés rencontrées, cette étude a tout de même permis d'identifier les premiers facteurs influençant la répartition des raies léopard dans le lagon de la Réserve Naturelle de Petite-Terre. Cependant, la durée de l'étude était trop courte pour observer de réelle différence. En effet, la taille d'échantillon (13 observations) et le nombre de prospections (18) étaient trop faibles : les tests statistiques se sont révélés non significatifs dû au manque de données. Dans un contexte d'augmentation de la population mondiale, les facteurs environnementaux influencent les facteurs écologiques, ce qui entraîne des modifications dans la distribution des espèces. Au cœur d'un tel contexte, perturbant déjà la santé des élasmobranches (Reynolds *et al*, 2005 ; Dulvy *et al*, 2021a), il devient important d'améliorer les connaissances au sujet de la répartition de la raie léopard. D'autres études complémentaires visant à comprendre l'influence du cycle intertidal, du cycle lunaire, de la température, ainsi que les impacts anthropiques sur la raie léopard pourraient être envisagées. Comprendre les modèles de distribution, ainsi que les paramètres influençant la vulnérabilité de cette espèce pourrait permettre aux gestionnaires et à l'association Kap Natirel de prioriser des actions de conservations. Cela pourrait inclure des interdictions de pêche dans l'archipel guadeloupéen, pouvant s'étendre aux Antilles françaises, ainsi que des actions de conservations autour des habitats de la raie léopard. Des actions de sensibilisation auprès du public, en particulier auprès des prestataires du tourisme, pourraient être envisagées afin de réguler les activités à but lucratif dans le lagon de Petite-Terre

Bibliographie

- Ajemian, M. J., Powers, S. P., & Murdoch, T. J. (2012). Estimating the potential impacts of large mesopredators on benthic resources: integrative assessment of spotted eagle ray foraging ecology in Bermuda. *PloS one*, 7(7), e40227.
- Association TiTè., Office National des Forêt. (2022). Rapport d'activité 2022 : Comité consultatif de la Réserve Naturelle Nationale des îlets de Petite Terre. 135p
- Bassos-Hull, K., Wilkinson, K. A., Hull, P. T., Dougherty, D. A., Omori, K. L., Ailloud, L. E., ... & Hueter, R. E. (2014). Life history and seasonal occurrence of the spotted eagle ray, *Aetobatus narinari*, in the eastern Gulf of Mexico. *Environmental biology of fishes*, 97, 1039-1056.
- Beaufort, O. (2018). Suivi de la pêche et de la commercialisation des élastombranches sur l'archipel guadeloupéen. *Association Kap Natirel*. 56p.
- Berthe, C., & Lecchini, D. (2016). Influence of boat noises on escape behaviour of white-spotted eagle ray *Aetobatus ocellatus* at Moorea Island (French Polynesia). *Comptes rendus biologies*, 339(2), 99-103.
- Berthe, C. (2017). First ecological, biological and behavioral insights of the ocellated eagle ray *Aetobatus ocellatus* in French Polynesia.
- Berthe, C., Waqalevu, V. P., Latty, L., Besson, M., Lerouvreur, F., Siu, G., ... & Lecchini, D. (2018). Distribution patterns of ocellated eagle rays, *Aetobatus ocellatus*, along two sites in Moorea Island, French Polynesia. *Cybiurn*, 42(4), 313-320.
- Boggio-Pasqua, A., Bassos-Hull, K., Aeberhard, W. H., Hoopes, L. A., Swider, D. A., Wilkinson, K. A., & Dureuil, M. (2022). Whitespotted eagle ray (*Aetobatus narinari*) age and growth in wild (in situ) versus aquarium-housed (ex situ) individuals: Implications for conservation and management. *Frontiers in Marine Science*, 9, 960822.
- Campana, S. E., Ferretti, F., & Rosenberg, A. (2016). Sharks and other elasmobranchs. The first global integrated marine assessment, World Ocean Assessment I, United Nations, 1437-1451.
- Carlisle, A. B., & Starr, R. M. (2010). Tidal movements of female leopard sharks (*Triakis semifasciata*) in Elkhorn Slough, California. *Environmental Biology of Fishes*, 89, 31-45.
- Carrasco-Puig, P., Colmenero, A. I., Ruiz-García, D., Molera-Arribas, A. J., Hernández-Martínez, A. M., Raga, J. A., & Barria, C. (2024). Heavy metal concentrations in

Influences des facteurs sur les raies léopard (Aetobatus narinari)

- sharks, rays and chimaeras from the western Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 199, 115942.
- Cerutti-Pereyra, F., Bassos-Hull, K., Arvizu-Torres, X., Wilkinson, K. A., García-Carrillo, I., Perez-Jimenez, J. C., & Hueter, R. E. (2018). Observations of spotted eagle rays (*Aetobatus narinari*) in the Mexican Caribbean using photo-ID. *Environmental Biology of Fishes*, 101, 237-244.
- Conan, A., Dennis, M. M., Gilbert, K., Lenain, E., Bruns, S., & Henderson, A. C. (2023). Occurrence of the endangered whitespotted eagle ray *Aetobatus narinari* around the Lesser Antilles island of Saint Kitts: a photo-identification study. *Environmental Biology of Fishes*, 1-10.
- Cuevas-Zimbrón, E., J.C. Pérez-Jiménez & I. Méndez-Loeza. 2011. Spatial and seasonal variation in a target fishery for spotted eagle ray *Aetobatus narinari* in the southern Gulf of Mexico. *Fish. Sci.* 77: 723-730.
- Cuevas, E., Pérez, J. C., & Méndez, I. (2013). Effect of environmental factors and fishing effort allocation on catch of the Spotted Eagle Ray *Aetobatus narinari* (Rajiformes: Myliobatidae) in Southern Gulf of Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 61(3), 1341-1349.
- Davy, L. E., Simpfendorfer, C. A., & Heupel, M. R. (2015). Movement patterns and habitat use of juvenile mangrove whiprays (*Himantura granulata*). *Marine and Freshwater Research*, 66(6), 481-492.
- DeGroot, B. C., Bassos-Hull, K., Wilkinson, K. A., Lowerre-Barbieri, S., Poulakis, G. R., & Ajemian, M. J. (2021). Variable migration patterns of whitespotted eagle rays *Aetobatus narinari* along Florida's coastlines. *Marine Biology*, 168, 1-21.
- Dulvy, N. K., Pacoureau, N., Rigby, C. L., Pollom, R. A., Jabado, R. W., Ebert, D. A., ... & Simpfendorfer, C. A. (2021a). Overfishing drives over one-third of all sharks and rays toward a global extinction crisis. *Current Biology*, 31(21), 4773-4787.
- Dulvy, N. K., Carlson, J., Charvet, P., Ajemian, M. J., Bassos-Hull, K., Blanco-Parra, M. P., ... & Williams, A. B. (2021b). *Aetobatus narinari* (amended version of 2021 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e. T42564343A201613657.
- El Mahrhad, B., Newton, A., & Murray, N. (2022). Coastal Lagoons: Important Ecosystems. *Front. Young Minds*, 10, 637578.
- Euphrasen BA (1790) Raja (*narinari*). kongliga vetenskaps akademiens nya handlingar. Stockholm 11:217–219

Influences des facteurs sur les raies léopard (Aetobatus narinari)

- Ferretti, F., Worm, B., Britten, G. L., Heithaus, M. R., & Lotze, H. K. (2010). Patterns and ecosystem consequences of shark declines in the ocean. *Ecology letters*, 13(8), 1055-1071.
- Francis, C. D., & Barber, J. R. (2013). A framework for understanding noise impacts on wildlife: an urgent conservation priority. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(6), 305-313.
- Frisk, M. G., Miller, T. J., & Fogarty, M. J. (2001). Estimation and analysis of biological parameters in elasmobranch fishes: a comparative life history study. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58(5), 969-981.
- González-Pérez, F., & Cubero-Pardo, P. (2010). Short-term effects of tourism activities on the behavior of representative fauna on the Galapagos Islands, Ecuador. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 38(3), 493-500.
- Groupe d'Étude et de Protection des Oiseaux en Guyane, Réserves Naturelles du Grand-Connétable. (2019). Synthèse des connaissances sur les raies et les requins en Guyane. 70p
- Guttridge, T. L., Gruber, S. H., Franks, B. R., Kessel, S. T., Gledhill, K. S., Uphill, J., ... & Sims, D. W. (2012). Deep danger: intra-specific predation risk influences habitat use and aggregation formation of juvenile lemon sharks *Negaprion brevirostris*. *Marine Ecology Progress Series*, 445, 279-291.
- IUCN (2019). International Union for Conservation of Nature Red List. The IUCN Red List of threatened species
- Iversen, E. S., Jory, D. E., & Bannerot, S. P. (1986). Predation on queen conchs, *Strombus gigas*, in the Bahamas. *Bulletin of Marine Science*, 39(1), 61-75.
- Kiszka, J. J., Charlot, K., Hussey, N. E., Heithaus, M. R., Simon-Bouhet, B., Humber, F., ... & Bustamante, P. (2014). Trophic ecology of common elasmobranchs exploited by artisanal shark fisheries off south-western Madagascar. *Aquatic Biology*, 23(1), 29-38.
- Knip, D. M., Heupel, M. R., Simpfendorfer, C. A. (2010). Sharks in nearshore environments: models, importance, and consequences. *Marine Ecology Progress Series* 402, 1–11. doi:10.3354/meps08498
- Last, P., Naylor, G., Séret, B., White, W., de Carvalho, M., & Stehmann, M. (Eds.). (2016). *Rays of the World*. CSIRO publishing.
- Lázaro Rincón, N. A. (2018). Herramientas genómicas aplicadas a la conservación de megafauna marina: aportes, retos y una mirada hacia su uso en Colombia.

Influences des facteurs sur les raies léopard (Aetobatus narinari)

- Lotze, H. K., Lenihan, H. S., Bourque, B. J., Bradbury, R. H., Cooke, R. G., Kay, M. C., ... & Jackson, J. B. (2006). Depletion, degradation, and recovery potential of estuaries and coastal seas. *Science*, 312(5781), 1806-1809.
- Miththapala, S. (2013). *Lagoons and estuaries* (Vol. 4). IUCN.
- Naylor, G. J., Caira, J. N., Jensen, K., Rosana, K. A. M., White, W. T., & Last, P. R. (2012). A DNA sequence-based approach to the identification of shark and ray species and its implications for global elasmobranch diversity and parasitology. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 2012(367), 1-262.
- Newsome, D., Lewis, A., & Moncrieff, D. (2004). Impacts and risks associated with developing, but unsupervised, stingray tourism at Hamelin Bay, Western Australia. *International Journal of Tourism Research*, 6(5), 305-323.
- Osgood, G. J., White, E. R., & Baum, J. K. (2021). Effects of climate-change-driven gradual and acute temperature changes on shark and ray species. *Journal of Animal Ecology*, 90(11), 2547-2559.
- Parton, K. J., Galloway, T. S., & Godley, B. J. (2019). Global review of shark and ray entanglement in anthropogenic marine debris. *Endangered Species Research*, 39, 173-190.
- Randall, J. E. (1967). *Food habits of reef fishes of the West Indies* (Vol. 5, pp. 665-847). Coral Gables: Institute of Marine Sciences, University of Miami.
- Reynolds, J. D., Dulvy, N. K., Goodwin, N. B., & Hutchings, J. A. (2005). Biology of extinction risk in marine fishes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 272(1579), 2337-2344.
- Sales, J. B. L., de Oliveira, C. N., dos Santos, W. C. R., Rotundo, M. M., Ferreira, Y., Ready, J., ... & da Silva Rodrigues-Filho, L. F. (2019). Phylogeography of eagle rays of the genus *Aetobatus*: *Aetobatus narinari* is restricted to the continental western Atlantic Ocean. *Hydrobiologia*, 836, 169-183.
- Schlaff, A. M., Heupel, M. R., & Simpfendorfer, C. A. (2014). Influence of environmental factors on shark and ray movement, behaviour and habitat use: a review. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 24, 1089-1103.
- Schluessel, V., Bennett, M. B., & Collin, S. P. (2010). Diet and reproduction in the white-spotted eagle ray *Aetobatus narinari* from Queensland, Australia and the Penghu Islands, Taiwan. *Marine and freshwater research*, 61(11), 1278-1289.
- Serrano-Flores, F., Pérez-Jiménez, J. C., Méndez-Loeza, I., Bassos-Hull, K., & Ajemian, M. J. (2019). Comparison between the feeding habits of spotted eagle ray (*Aetobatus*

Influences des facteurs sur les raies léopard (Aetobatus narinari)

- narinari) and their potential prey in the southern Gulf of Mexico. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 99(3), 661-672.
- Sherman, C. S. (2019). *Ecology of rays on tropical coral reefs* (Doctoral dissertation, James Cook University).
- Smith, J. W., & Merriner, J. V. (1985). Food habits and feeding behavior of the cownose ray, *Rhinoptera bonasus*, in lower Chesapeake Bay. *Estuaries*, 8, 305-310.
- Stegastes Consulting (2020). Plan de gestion 2020-2029. Partie A – Diagnostic de la RNN des îlets de la Petite-Terre, Rapport pour l'Association Titè et l'ONF. 187p et annexes.
- Strindberg, S., & Buckland, S. T. (2004). Zigzag survey designs in line transect sampling. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 9, 443-461.
- Tagliafico, A., Rago, N., Rangel, S., & Mendoza, J. (2012). Exploitation and reproduction of the spotted eagle ray (*Aetobatus narinari*) in the Los Frailes Archipelago, Venezuela. *Fishery Bulletin*, 110(3), 307–316
- Ward-Paige, C. A., & Lotze, H. K. (2011). Assessing the value of recreational divers for censusing elasmobranchs. *PloS one*, 6(10), e25609.
- Wosnick, N., Giaretta, E. P., Leite, R. D., Hyrcena, I., & Charvet, P. (2023). An overview on elasmobranch release as a bycatch mitigation strategy. *ICES Journal of Marine Science*, 80(3), 591-604.
- Yamaguchi, A., Kawahara, I., & Ito, S. (2005). Occurrence, growth and food of longheaded eagle ray, *Aetobatus flagellum*, in Ariake Sound, Kyushu, Japan. *Environmental Biology of fishes*, 74, 229-238.

Annexes

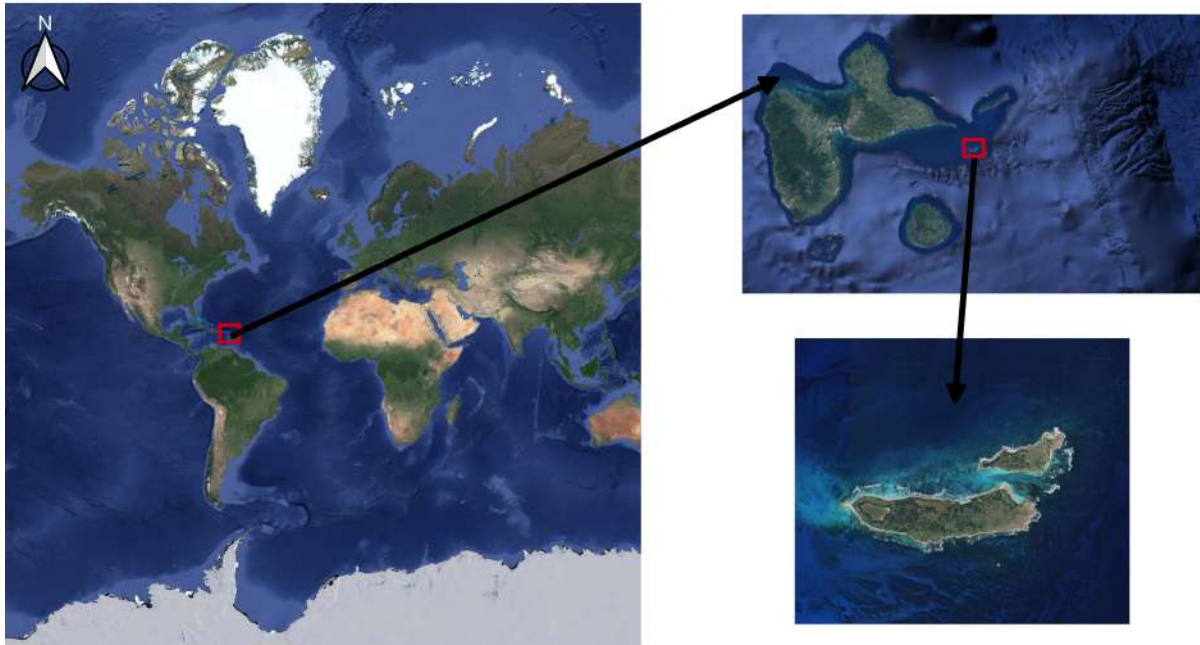


Figure 1 : Carte de localisation de Petite-Terre, Guadeloupe

Influences des facteurs sur les raies léopard (Aetobatus narinari)

Tableau 1 : Répartition des types de substrats par transects

	Sable	Débris coralliens	Récifs à peuplement coralliens	Herbiers	Longueur totale*
T1	130	90	233	0	453
	28,70%	19,87%	51,43%	0,00%	100,00%
T2	86	105	207	0	398
	21,61%	26,38%	52,01%	0,00%	100,00%
T3	58	183	132	0	373
	15,55%	49,06%	35,39%	0,00%	100,00%
T4	47	196	0	0	243
	19,34%	80,66%	0,00%	0,00%	100,00%
T5	76	126	0	0	202
	37,62%	62,38%	0,00%	0,00%	100,00%
T6	53	107	0	0	160
	33,13%	66,88%	0,00%	0,00%	100,00%
T7	96	86	0	0	182
	52,75%	47,25%	0,00%	0,00%	100,00%
T8	160	87	0	0	247
	64,78%	35,22%	0,00%	0,00%	100,00%

**Toute les nombres sont exprimées en mètre (m)*

Tableau 2 : Résultats du Test de Dunn-Bonferroni* pour la comparaison entre les transects

	Groupe 2	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Groupe1									
T1		/	1	1	0.008	0.009	0.523	0.523	1
T2			/	1	0.008	0.009	0.523	0.523	1
T3				/	0.008	0.009	0.523	0.523	1
T4					/	0.964	0.045	0.045	0.008
T5						/	0.045	0.045	0.009
T6							/	1	0.523
T7								/	0.523
T8									/

**Toutes les valeurs de la comparaison sont les p_{value}*