

A LA DÉCOUVERTE DE LA FAUNE DES ANTILLES FRANÇAISES

Rapport technique

Citation recommandée : Beaufort O., Kap Natirel, 2024, A la découverte de lanj des antilles françaises, rapport technique.

Contact : Beaufort Océane, Association Kap Natirel, oceane.beaufort@kapnatirel.org.

Ce projet est réalisé dans le cadre des actions du :



Ce projet a été réalisé avec le soutien de :



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

Contexte :

Avec la présence de plus de 50 espèces de requins et de raies, les Antilles françaises abritent une grande diversité d'élasmobranches. Au cours de ces dernières années, les suivis développés ont mis en évidence le rôle important des Antilles françaises dans la protection et la conservation de certaines espèces de requins et de raies. En effet, les eaux abritent des stades vulnérables tels que des juvéniles et des femelles gestantes ainsi que de nombreuses espèces menacées d'extinction.

Parmi ces dernières, la raie léopard, *Aetobatus narinari*, a récemment rejoint la liste rouge des espèces menacées d'extinction avec le statut « En danger ». Espèce côtière, elle est particulièrement vulnérable à certaines menaces comme la pêche côtière et la dégradation des habitats côtiers (pollutions, destruction physique, ...) . Afin de développer des actions et des mesures de conservation adaptées pour cette espèce dans les Antilles françaises, il est essentiel d'améliorer les connaissances notamment en termes d'évolution des populations et de leur répartition spatio-temporelle.

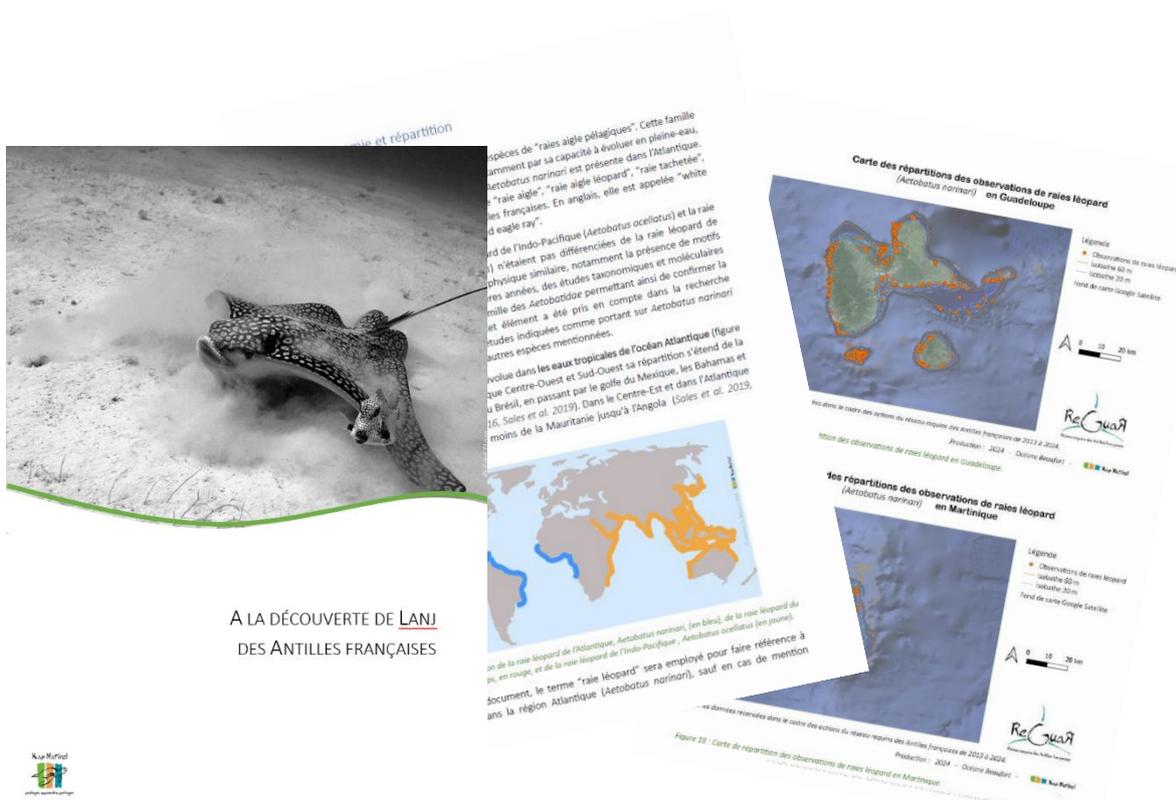
Depuis 2015, Kap Natirel développe des suivis scientifiques pour améliorer les connaissances sur les requins et les raies dans les Antilles françaises via différentes méthodes (dont les campagnes de capture/marquage, l'ADN environnemental, les caméras sous-marines appâtées-BRUVs, les sciences participatives-REGUAR et INA Scuba-). Certaines de ces méthodes ont permis de recueillir de nombreuses données sur la raie léopard (dont les programmes de sciences participatives INA Scuba et REGUAR) qui n'avait, jusqu'à ce jour, pas été entièrement valorisées. De plus, les données acquises par ces méthodes sont restreintes (ex : les données des plongeurs sont obtenues seulement sur les sites de plongée). Il s'avère donc essentiel de valoriser les données existantes et de développer des méthodes complémentaires et adaptées pour améliorer les connaissances sur raie léopard.

Le projet "**À la découverte de Lanj des Antilles françaises**" se structure autour de quatre axes principaux : l'élaboration d'un état des connaissances sur la raie léopard, la valorisation des données disponibles concernant cette espèce dans les Antilles françaises, une phase de test pour deux méthodes complémentaires de suivi, et enfin le développement d'actions de communication spécifiques dédiées à la raie léopard.

Ce rapport technique détaille l'ensemble des actions menées dans le cadre du projet. Il convient de noter que ce document se concentre exclusivement sur les activités réalisées, sans aborder les résultats obtenus (l'état des connaissances et la valorisation des données disponibles). Les informations recueillies concernant la raie léopard sont disponibles dans le rapport "**À la découverte de Lanj des Antilles françaises**", accessible via le lien suivant : https://kapnatirel.org/wp-content/uploads/2024/12/2024_A-la-decouverte-de-lanj-des-AF.pdf

1 – Etat des lieux des connaissances sur la raie léopard

La production de ce document, composé de 39 pages, vise à fournir une synthèse bibliographique exhaustive des connaissances actuelles sur la raie léopard, *Aetobatus narinari*. Cette synthèse compile et valorise les informations disponibles sur l'aire de répartition de l'espèce incluant une section spécifique aux Antilles françaises. Il met en lumière les études antérieures et les résultats obtenus via la valorisation des données disponibles sur les Antilles françaises. Il identifie également les lacunes dans la recherche et propose des axes de développement prioritaires pour approfondir la compréhension et améliorer les stratégies de conservation de l'espèce.



1.1. Synthèse bibliographique

Le travail de recherche bibliographique sur la raie léopard a mobilisé une analyse approfondie de plus de 50 articles scientifiques, couvrant divers domaines essentiels pour une compréhension holistique de l'espèce. Cette synthèse englobe l'étude de son aire de répartition, la délimitation de sa taxinomie, ainsi que l'examen de ses déplacements et de son régime alimentaire. Par ailleurs, une attention particulière a été portée à l'analyse de son habitat, à l'identification des menaces auxquelles elle est confrontée et à son rôle au sein des écosystèmes. Cette synthèse vise à fournir une base de connaissances solide pour orienter les futures recherches et stratégies de conservation de la raie léopard dans les Antilles françaises.

1.2. Valorisation des connaissances disponibles

Les données valorisées dans le cadre de cette étude proviennent principalement des programmes de sciences participatives menés par Kap Natirel : REGUAR et INA Scuba. Parmi les différents suivis effectués sur les élasmobranches, ceux-ci apportent les informations les plus détaillées concernant les raies léopard. D'autres méthodes, telles que les caméras appâtées sous marines (également appelées "BRUV"), se sont révélées moins adaptées (Beaufort, 2023).

- **Observateurs du REGUAR:** Ce programme recense depuis 2013 les observations ponctuelles de requins et de raies dans les Antilles françaises. Chaque observateur peut transmettre ses observations, incluant la date, le lieu, l'espèce et, si possible, une photo ou une vidéo.
- **INA Scuba :** Initialement créé en 2004 pour le suivi des tortues marines, ce programme a été adapté en 2019 pour le suivi des requins et raies par Kap Natirel. Il incorpore une notion d'effort d'échantillonnage. Les clubs de plongée participants voient leurs moniteurs formés à un protocole de collecte de données et à l'identification des espèces à recenser. Lors de chaque plongée, ils consignent diverses informations, telles que la date, le lieu, le site de plongée ainsi que la présence ou l'absence des espèces ciblées.

Ces programmes constituent des sources précieuses pour la compréhension de la répartition, de l'écologie et des menaces pesant sur la raie léopard dans les Antilles françaises.



Visuels du poster du programme d'observateurs du REGUAR et du carnet d'observations du programme INAScuba

1.2.1. Valorisation des données obtenues par le programme INA Scuba

1.2.1.1. Inventaire des données

Entre 2019 et 2023, **près de 14 000 plongées** ont été répertoriées sur l'ensemble des Antilles françaises dans le cadre du programme INA Scuba. Parmi ces plongées, seules les plongées diurnes ont été prises en compte pour l'analyse, en raison des différences de détectabilité entre les plongées diurnes et nocturnes. Au total, **près de 12 800 plongées ont été utilisées pour l'analyse**, réparties comme suit : 598 à Saint-Martin (représentant 4,67 % des plongées totales), 329 à Saint-Barthélemy (soit 2,57 %), 7669 en Guadeloupe (soit 59,91 %) et 4170 en Martinique (soit 32,58 %).

Il convient de noter que seules les données recueillies par l'association Kap Natirel ont été incluses dans cette première analyse. En effet, depuis 2023, le bureau d'études Aquasearch, prestataire du Parc naturel marin de la Martinique pour animer le programme INA Scuba (tortues marines, requins et raies), a également collecté des données. Cependant, en raison d'une différence dans le protocole (plusieurs palanquées d'une même plongée peuvent participer au programme, entraînant une notion de réplicats qui est absente dans les autres données disponibles), il a été décidé de ne pas inclure ces données dans cette première analyse. Ces nouvelles données pourront être valorisées lors des analyses futures.

En complément, afin d'agrandir l'échelle de temps pour l'analyse de l'évolution des observations de raies léopard au fil du temps, il a été envisagé de coupler des données issues des programmes INA Scuba et REGUAR. Le club Eden plongée, situé à Port-Louis en Guadeloupe, recense ses observations de requins et de raies depuis bien avant la création du programme REGUAR. Lors de la mise en place du programme REGUAR, le club a transmis toutes ses observations ponctuelles et a été le premier à participer au programme INA Scuba pour le suivi des requins et des raies en 2019.

Dans le but d'agrandir l'échelle temporelle de l'analyse, nous avons essayé de coupler les données d'effort (obtenues via les feuilles de palanquée du club de plongée, contenant notamment la date, l'heure, le site de plongée et le type de plongée) avec celles des observations de raies (observations ponctuelles transmises pour le programme REGUAR).

Au total, **932 feuilles de palanquées**, récoltées auprès du club Eden Plongée pour les années 2012 à 2015, ont été saisies dans un tableur et couplées avec les observations ponctuelles transmises dans le cadre du programme REGUAR. Cela visait à constituer une base de données similaire à celle du programme INA Scuba. Ainsi, un total de 932 plongées, effectuées entre janvier 2012 et décembre 2015, ont été saisies selon un format similaire à celui d'INA Scuba, **permettant d'obtenir une base de données couvrant la période de 2012 à 2023**.

Cependant, au cours de l'analyse, il a été constaté que la transposition des données issues des fiches de palanquées et celles du programme REGUAR ne permettait pas d'obtenir des données suffisamment fiables pour être incluses dans l'analyse finale. **Par conséquent, l'évolution des observations sera exclusivement basée sur les données collectées entre 2019 et 2023.**

DATE : 03/05/2015

Site Matin : Pointe d'Antigues				Site Après-midi : Eden			
GP : Christophe Jouanolle				GP : Antoine Diego			
1	Rege Korb	PE: 2		1	Dominique Simoncini	PA20	
2	Yfane Lenoux	PE: 2		2	Niriele Peonh	PA20	
3	Jean Roger	PA20		3	Charles Bassier	PA20	
4				4			
Max : 20m	T : 50'	P : 12m		Max : 20 m	T : 54'	P : 20m	
GP : Christophe Jouanolle				GP : Christophe Jouanolle			
1				1	Faoual Meunier	PA20	
2				2	Erosini Doucas	PA20	
3				3			
4				4			
Max : 20m	T :	P :		Max : 20 m	T : 50'	P : 20m	
GP : Christophe Jouanolle				GP : Christophe Jouanolle			
1				1			
2				2			
3				3			
4				4			
Max : 20m	T :	P :		Max : 20m	T :	P :	
Baptêmes 25 - 6m				Baptêmes 25 - 6m			
1			6	1			6
2			7	2			7
3			8	3			8
4			9	4			9
5			10	5			10

PE: 12 : 10habitus --- PE: 20 : N1 --- PA 20 : Open Water / N2 --- PE: 10 --- PA 40 --- PE 60 --- PA 60
I2 (N1 max.) --- I3 (MFI) --- I3 (M2) --- Ns : Plongeur Nitrox

Exemple de fiche de palanquée.

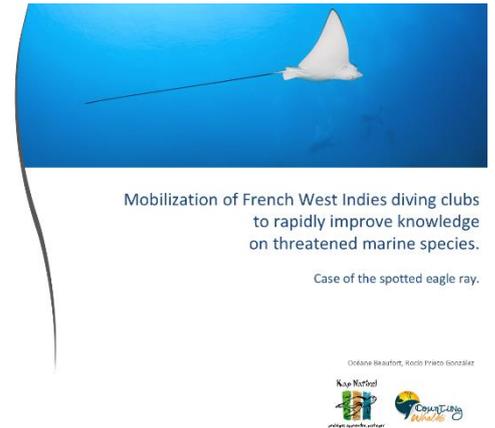
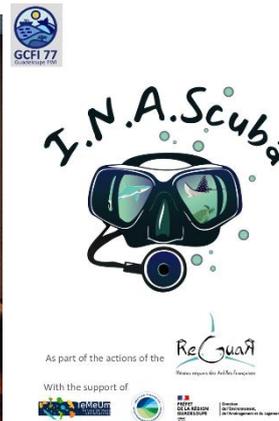
1.2.1.2. Méthode d'analyse utilisée

Pour prendre en compte les nombreux facteurs susceptibles d'influencer les populations de raies léopard et les observations associées, un modèle statistique avancé intégrant plusieurs variables a été utilisé. L'utilisation d'un modèle linéaire généralisé (GLM) offre une approche plus complète et flexible pour analyser les données en prenant en compte plusieurs variables simultanément, tandis que d'autres outils statistiques comme l'ANOVA et le test de Kruskal-Wallis sont des outils plus simples pour comparer les moyennes ou les distributions entre groupes, mais sans considérer l'influence d'autres facteurs.

Les facteurs inclus dans le modèle ont été restreints en fonction de la disponibilité des données. Par exemple, la qualité des fonds marins pourrait avoir une influence sur les populations de raies léopard (notamment si les populations de proies sont moins abondantes). Cependant, malgré diverses recherches et tentatives d'utilisation des cartes des biocénoses disponibles pour les Antilles françaises ainsi que des données collectées par l'association via d'autres suivis, les informations sur la qualité des habitats n'ont pas été suffisamment exploitables pour cette analyse. Afin de garantir la robustesse du modèle utilisé, un statisticien spécialisé dans les comptages de la mégafaune a été consulté (Dr Rocio Prieto Gonzalez).

1.2.1.3. Valorisation et productions

Les résultats obtenus sont présentés dans le rapport du projet, accessible via le lien suivant https://kapnatirel.org/wp-content/uploads/2024/12/2024_A-la-decouverte-de-lanj-des-AF.pdf. En complément, une partie de ces résultats a été présentée en novembre 2024 lors de la 77^e édition de la conférence de l'Institut des Pêches du Golfe du Mexique et de la Caraïbe (GCFI). Par ailleurs, une publication dans une revue scientifique est en cours de préparation afin de favoriser la dissémination des résultats à l'échelle internationale.



Conférence à la 77^{ème} édition du GCFI.

2. Développement de méthodes de suivis complémentaires

2.1. Les comptages aériens

Le comptage aérien, par des drones ou depuis des avions légers (ULM), peut être une méthode précieuse pour le suivi des populations de raies. Elle offre plusieurs avantages, notamment une couverture étendue des zones d'étude et la possibilité de collecter des données en réduisant la perturbation des animaux.

Dans le cadre du projet, il s'agissait de tester l'utilisation de l'ULM pour le suivi des populations de raies léopard. Il s'agit notamment d'identifier l'utilité, les limites et les possibilités de déploiements sur d'autres secteurs des Antilles françaises.

2.1.1. Type d'ULM

Sur l'archipel guadeloupéen, plusieurs classes d'ULM sont disponibles, notamment le pendulaire, le multiaxe et l'autogire. En tenant compte des éléments de divers rapports d'étude et publications scientifiques sur les survols aériens¹ et après des échanges avec des pilotes, le choix s'est porté sur l'hydravion, un ULM multiaxe équipé de flotteurs. Dans le cadre de cette phase de test, près de 6 heures de vol ont été réalisées.



Fédération française d'ULM

Différentes classes d'ULM.

Avantages de l'hydravion

- **Capacités de vol** : l'hydravion peut voler au-dessus de la mer à une altitude inférieure à 100 m avec l'accord des autorités, grâce à son statut particulier d'engin volant et flottant. Ca permet notamment de perdre de l'altitude afin d'assurer l'identification des animaux observés, si besoin.
- **Manœuvrabilité et stabilité** : équipé d'une double aile, l'hydravion utilisé en Guadeloupe offre une stabilité accrue, favorisant des conditions optimales pour les sessions de comptage. La manœuvrabilité de l'engin permet de réaliser un transect en zigzag en suivant un tracé précis sous des conditions météorologiques optimales.



L'hydravion utilisé.

¹ Kessel et al, 2013, Kizska et al, 2016, Certain, 2008, Safi et al, 2024, Dorémus et al, 2020, Jean et al, 2010, Desgarnier et al, 2022, Lauriano et al, 2011, Smultea et al, 2014, Robbins et al, 2014, Edwards et al, 2007

Limitations de l'hydravion

- **Champ de vision de l'observateur** : situé sur le côté droit du pilote, l'observateur ne peut observer que le côté droit du transect. Cela doit être pris en compte lors de la création des transects pour assurer une couverture suffisante de la zone d'étude. Ce point est également à prendre en compte lors de la définition des transects et des périodes et heures de prospection pour minimiser les effets négatifs des angles de réverbération des rayons solaires sur la mer, ainsi que l'impact du vent sur le trajet et la vitesse de l'ULM.

Parmi les solutions techniques à cette contrainte :

- Le pilote devient observateur et prospecte la zone située à gauche de l'hydravion. Le pilote assure la sécurité et le maintien de l'ULM sur la trajectoire des transects. Il semble peut envisageable de pouvoir assurer ces tâches prioritaires tout en assurant l'effort de prospection nécessaire pour ce type de suivi. Ça pourrait mettre en danger l'équipe mais également entraîner des biais dans les données récoltées.
- L'utilisation de l'autogire. Dans cet engin, l'observateur est situé à l'arrière du pilote, lui permettant de prospecter à droite et à gauche. Cependant, pour maintenir un effort d'observation constant, il est préférable que l'observateur regarde exclusivement d'un seul côté.
- L'installation d'une caméra pour filmer la zone située à gauche de l'ULM. Une caméra a été installée sous une aile sur le côté de l'observateur pour réaliser un test. La comparaison avec les observations relevées par l'observateur ont mis en évidence une détectabilité des raies qui est plus complexe sur les enregistrements vidéos (notamment en raison de la lentille de la caméra de type "GoPro" qui réduit la taille perçue des animaux observés). Cette différence de détectabilité des raies induira un biais dans les données obtenues.
- Prendre en compte cette contrainte dans la création du plan d'échantillonnage et dans le planning des prospections. Cela doit être pris en compte lors de la création des transects pour assurer une couverture suffisante de la zone d'étude. Ce point est également à prendre en compte lors de la définition des transects et des périodes et heures de prospection pour minimiser les effets négatifs des angles de réverbération des rayons solaires sur la mer, ainsi que l'impact du vent sur le trajet et la vitesse de l'ULM.

2.1.2. Données et informations recueillies

Les survols aériens sont une méthode efficace pour **recenser** et **géolocaliser** les raies léopard sur de vastes zones d'étude tout en minimisant les risques de perturbation des animaux. Pour obtenir des données exploitables, plusieurs méthodes peuvent être utilisées, notamment :

- **Transect en Bande** (Strip Transect) : cette méthode consiste à effectuer des prospections le long de transects prédéfinis et à compter les animaux observés dans une bande de largeur fixe.
- **Échantillonnage à distance** (Distance Sampling) : dans cette méthode, les animaux sont également comptabilisés le long de transect, mais en plus de compter les animaux observés dans une bande de largeur fixe, la distance entre l'observateur et chaque animal est mesurée. Cette méthode repose sur le principe que la probabilité de détecter un animal diminue avec la distance.

Les comptages et géolocalisations obtenus grâce à ces méthodes peuvent fournir des informations précieuses sur :

- la présence ou l'absence de l'espèce,
- la répartition géographique de l'espèce,
- l'indice d'abondance (abondance relative, densité),
- l'évolution de l'abondance au fil du temps,
- les différents stades du cycle de vie présents.

2.1.3. Complémentarités avec d'autres suivis et activités

En 2023, l'Office National des Forêts a initié une étude de calibration et de mise en œuvre d'un protocole de suivi aérien des tortues marines en Guadeloupe et à Saint-Martin, dans le cadre des actions du Réseau Tortues Marines Guadeloupe (RTMG) (*Safi et al, 2024*). Dans un objectif de complémentarité, il a été envisagé de coupler les suivis des tortues marines et des raies léopard. Cependant, le protocole retenu pour les tortues marines n'est pas adapté pour le suivi des raies léopard. En raison de la plus faible détectabilité des tortues marines dans les eaux d'une profondeur inférieure à 5 m, les prospections seront réalisées dans des zones où la profondeur est supérieure à 5 m (*Safi et al, 2024*). Or, la raie léopard est une espèce rarement observée en surface, contrairement aux tortues marines qui doivent remonter régulièrement pour respirer de l'air. L'habitat de la raie léopard et son comportement de nage, généralement à proximité du substrat et en pleine eau, rendent la détectabilité optimale dans les eaux de moins de 5 m de profondeur. C'est donc précisément dans ces zones peu profondes que la détection de cette espèce est la plus efficace avec la méthode des survols aériens.

Toujours dans un objectif de complémentarité, il a été envisagé de mettre en place un programme de sciences participatives avec des opérateurs d'ULM. Situés dans différents secteurs des Antilles françaises, ces opérateurs réalisent presque quotidiennement des survols en suivant les mêmes plans de vol, conditions idéales pour instaurer un suivi participatif avec les opérateurs intéressés.

Deux options ont été envisagées :

- **un carnet d'observation** à compléter à chaque vol, sur le même principe que le programme INA Scuba. À chaque vol, il serait indiqué la date, le jour, le parcours du vol (*ex : Saint-François, Désirade et Petite-Terre*), ainsi que le nombre de raies léopard observées et les coordonnées géographiques des sites d'observation.
- **l'installation d'une caméra sous l'engin**, laquelle serait utilisée sur certains vols réalisés par l'opérateur, avec les enregistrements vidéos transmis pour analyse.

Cependant, après avoir effectué des tests en vol et discuté avec les opérateurs sur leur activité et leur mode de fonctionnement, ces deux options ne semblent pas adaptées pour obtenir des données suffisamment précises pour estimer des abondances (notamment via la méthode du distance sampling).

Pour obtenir des données fiables pour l'estimation de l'abondance, le protocole doit être particulièrement rigoureux (idéalement, le même trajet doit être réalisé à quelques mètres près, à une altitude et une vitesse précises, ...). Il faudrait notamment que les conditions de vol et l'effort d'observation soient constants tout au long de chaque vol et pour tous les vols réalisés dans le cadre du suivi participatif. Or, les activités des opérateurs étant axées sur le tourisme, ils peuvent ajuster l'altitude et la vitesse pour satisfaire leurs clients, d'autant qu'imposer au pilote d'avoir un effort d'observation constant n'est pas réalisable. De ce fait, il semble difficile d'imposer ces contraintes strictes dans un programme participatif.

Du point de vue organisationnel, la seconde option implique également des contraintes supplémentaires, telles que la gestion du chargement des batteries et la gestion des enregistrements vidéo. De plus, détecter les raies sur les enregistrements vidéo peut être complexe selon la caméra utilisée (notamment les GoPro), les conditions environnementales et les conditions de vol (altitude, vitesse, etc.). Par conséquent, cette option ne s'avère pas adaptée dans ce contexte.

La complémentarité avec le suivi des tortues marines et/ou les prestations touristiques des opérateurs ne semblent pas réalisables en raison des contraintes imposées par un suivi rigoureux nécessaire pour étudier l'abondance des populations de raies léopard dans les Antilles françaises. Cependant, les observations ponctuelles de raies léopard réalisées dans le cadre de ces activités pourraient apporter des informations intéressantes. Il ne s'agira donc pas de coupler les suivis aériens, mais **de proposer à ces acteurs de participer au programme des**

observateurs du REGUAR, visant à recenser les observations ponctuelles de requins et de raies dans les Antilles françaises.

2.1.4. Stratégie pour le suivi aérien des raies léopard dans les Antilles françaises

Le suivi aérien des raies léopard peut être réalisé à l'aide d'un ULM ou d'un drone. Plusieurs paramètres doivent être pris en considération pour déterminer le choix entre ces deux engins :

- **budget disponible** : le drone est généralement moins coûteux.
- **taille du site d'étude** : l'ULM permet de couvrir une zone plus étendue.
- **accès au site** : l'ULM facilite l'accès à des sites difficilement accessibles depuis la terre.
- **réglementations en vigueur** : les règles varient en fonction des zones et du type d'engin utilisé.
- **conditions météorologiques** : l'usage des drones est limité à des vents inférieurs à 15 nœuds.

La figure ci-dessous présente les secteurs recommandés pour les suivis sur les îles de la Martinique et de la Guadeloupe. Ces secteurs ont été définis en tenant compte de plusieurs critères dont la profondeur (principalement dans des eaux de moins de 5 mètres de profondeur) et la transparence de l'eau (évitement des zones connues pour leurs eaux troubles, telles que les zones de déversement des eaux terrestres et les principales zones d'accumulation de sargasses).



Carte des sites potentiels pour le suivi aérien des populations de raies léopard en Guadeloupe.



Carte des sites potentiels pour le suivi aérien des populations de raies léopard en Martinique.

Dans le cadre du projet "**Lanj, vers des actions adaptées pour la conservation de la raie léopard dans les Antilles françaises**", lauréat du programme de financement BESTLIFE2030, un suivi aérien est prévu en Guadeloupe et en Martinique de 2025 à 2027. Les premiers comptages devraient être réalisés au cours du premier semestre 2025. En tenant compte des contraintes logistiques et budgétaires, deux campagnes de comptages seront menées chaque année sur un site d'étude par territoire (une campagne en saison sèche et une en saison humide). Des sites complémentaires pourront être ajoutés au plan d'échantillonnage en fonction des budgets disponibles.

2.2. La photo-identification

2.2.1. Description

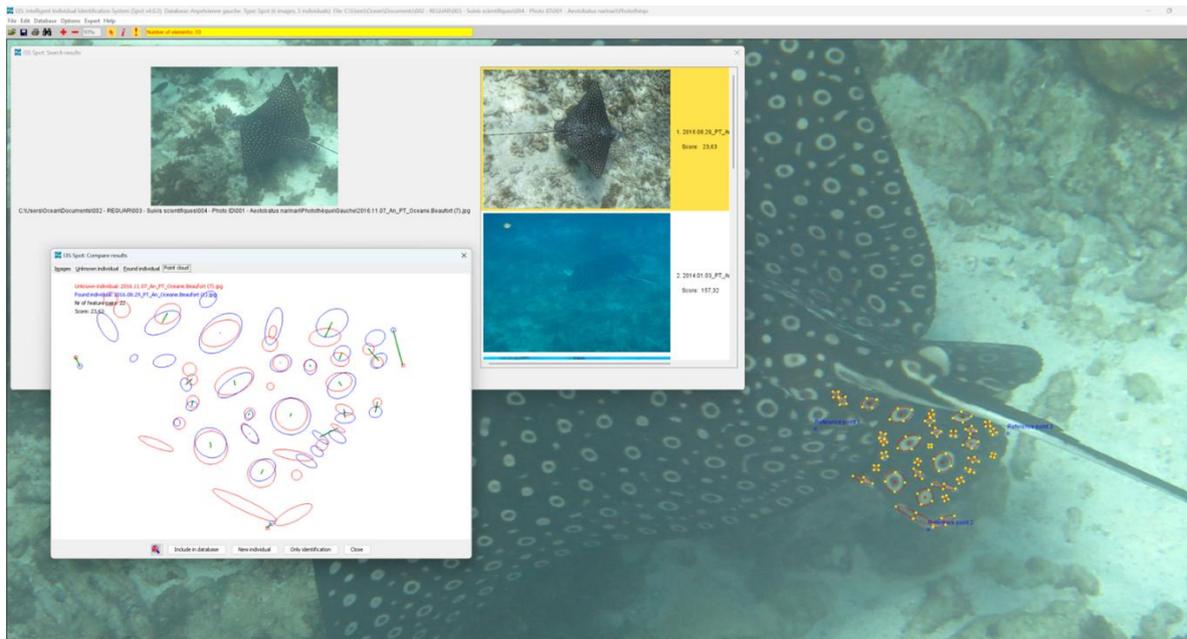
La photo-identification est une technique non invasive couramment utilisée pour l'étude de la mégafaune marine, terrestre et aérienne. Cette méthode repose sur l'analyse des motifs distinctifs et persistants qui caractérisent chaque individu, tels que des taches, cicatrices, formes et couleurs, qui restent stables au fil du temps.

Chez la raie léopard, la photo-identification **s'appuie sur les motifs clairs et distincts présents sur la face dorsale de l'animal**. La zone des nageoires pelviennes est particulièrement avantageuse car elle offre une riche diversité de motifs, qui varient en forme et en nombre, facilitant ainsi une identification précise des individus.

Les photographies sont cataloguées et comparées à une base de données existante pour reconnaître et suivre les individus au fil du temps. Pour faciliter le traitement des photographies, le logiciel I3S Spot est utilisé.

Pour chaque nouvelle photo, les formes arrondies présentes sur les nageoires pelviennes sont contournées manuellement. Le logiciel compare ensuite la position de ces formes avec celles des autres photographies présentes dans le catalogue et produit un indice. Plus cet indice est faible, plus il y a de chances qu'il s'agisse du même individu. Une vérification visuelle entre la nouvelle photographie et celles ayant un score faible permet de déterminer s'il s'agit d'un nouvel individu ou d'un individu déjà saisi dans le catalogue.

Le logiciel nécessite cependant que **les motifs soient nets, correctement délimités, et que les nageoires pelviennes aient une inclinaison similaire** sur toutes les photos pour éviter de biaiser la forme des motifs lors de l'étape de la délimitation des motifs.



Utilisation du logiciel I3S spot pour faciliter le suivi par photo-identification.

2.2.2. Déploiement dans les Antilles françaises

Dans le cadre de ce projet, une phase de test a été initiée dans le lagon de la réserve naturelle de Petite-Terre, en collaboration avec l'association Titè, co-gestionnaire de la Réserve Naturelle de Petite-Terre. Deux méthodes complémentaires ont été utilisées : les prospections spécifiques et les sciences participatives.

2.2.2.1. *Prospections spécifiques*

Sur la durée du projet, **9 missions de terrain d'une durée de 4 jours** (soit 36 jours de terrain) ont été réalisées sur le site de Petite Terre. Au cours de ces missions, un total de **69 prospections du lagon** a été effectué, soit une moyenne de 7 prospections par mission.

Les prospections consistent à explorer l'ensemble du lagon (à l'exception de la zone d'exclusion) tout en maintenant une pression d'observation homogène sur l'ensemble du site.

Un circuit a été établi pour ces prospections, qui peut être parcouru soit de la passe Nord vers la passe Sud, soit dans le sens inverse. Les prospections sont réalisées en snorkeling ou à l'aide de l'annexe, en fonction des conditions météorologiques (notamment du courant) et de la fréquentation du site par les activités touristiques (pour des questions de sécurité, la zone à proximité de la passe nord doit être évitée en snorkeling aux heures où les prestataires du tourisme arrivent et partent du site). Quand les conditions environnementales le permettent, l'ensemble du circuit est prospecté. Au total, **28 observations de raies léopard** ont été enregistrées au cours de ces 69 prospections.



Carte du circuit de prospection dans le lagon de Petite-Terre.

Prospection en nageant à la surface :

C'est une technique efficace qui optimise la détectabilité des raies léopard et favorise la prise de photographies exploitables pour la photo-identification.

Cependant, cette méthode présente certaines contraintes :

- **état physique de l'observateur** : la prospection dépend fortement de la condition physique de l'observateur, qui peut rapidement s'épuiser, surtout dans les zones à fort courant. Une prospection à la nage dure entre 1h30 et 2h00.
- **conditions météorologiques** : les courants intenses, comme ceux allant de la passe sud à la passe nord, peuvent réduire le nombre de prospections réalisables par mission,
- **fréquentation touristique** : le trafic maritime dans la zone de la passe nord peut être dangereux. Les horaires critiques à éviter incluent 8h-10h, autour de 12h, et 15h-16h30.

Prospection en bateau léger :

L'utilisation d'un bateau léger (type annexe) avec faible tirant d'eau permet de réaliser de nombreuses prospections avec moins d'effort physique. Les prospections nécessitent généralement une équipe de trois personnes : le pilote, l'observateur et le photographe (qui se met à l'eau pour les prises de photos en cas d'observation).

Voici les limitations de cette technique :

- **luminosité** : la détectabilité des raies est réduite par une faible luminosité, notamment sous un ciel nuageux, tôt le matin (6h-7h), et en fin de journée (après 16h).
- **vent et clapot** : Le vent doit être faible pour éviter la formation de clapots en surface, ce qui peut compliquer l'identification des espèces,
- **profondeur et coraux** : dans la zone sud du lagon la présence de coraux affleurants peuvent complexifier les prospections à marée basse.

Une troisième technique, l'utilisation d'un kayak, a été envisagée. Malheureusement, les conditions environnementales lors des tests n'ont pas permis d'évaluer pleinement cette méthode.

2.2.2.2. *Sciences participatives*

Cette section a été réalisée en deux parties complémentaires :

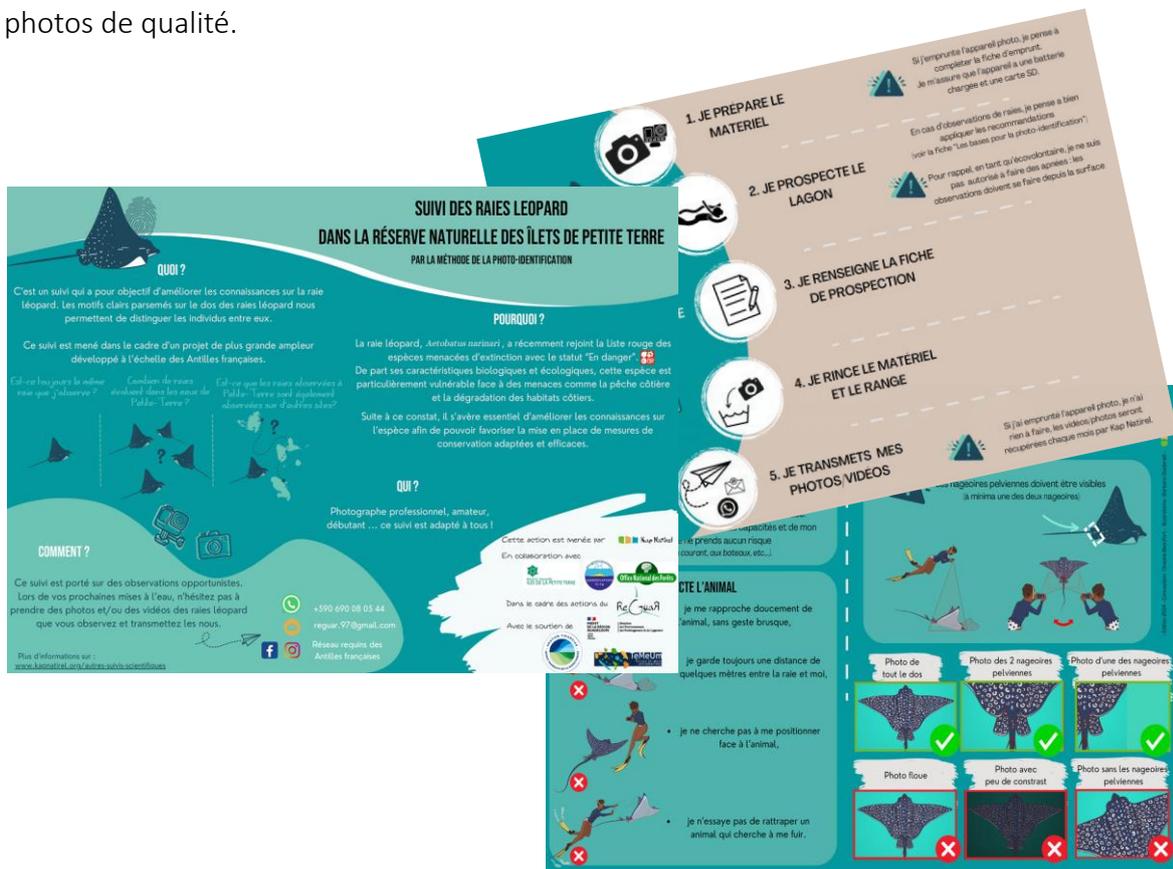
- **une formation** à destination des bénévoles de l'association Titè,
- valorisation des fichiers recensés dans le cadre du programme des observateurs du REGUAR et lors d'une campagne spécifique pour récolter des photographies et à vidéos de raies léopard.

En janvier 2024, **une formation hybride** (présentiel et distanciel) a été organisée dans les locaux de l'Office National des Forêts à Petit-Bourg. Cette formation avait pour objectif de présenter en détail le concept de suivi basé sur la photo-identification pour la raie léopard et de former les bénévoles aux meilleures pratiques pour la réalisation de photographies adaptées à cette méthode. L'accent a été mis sur la sécurité des participants et la minimisation des perturbations pour les raies léopard. Dans le cadre des sciences participatives, il n'est pas question de prospections sur l'ensemble du lagon (comme pour la section précédente) mais seulement de valoriser les observations ponctuelles que les bénévoles pourraient faire. Au total, **31 stagiaires** ont pu suivre cette formation.



Formation des bénévoles de l'association Titè

En complément de cette formation, **un guide complet** de suivi par photo-identification a été élaboré et mis à disposition des bénévoles et des gardes de la réserve, fournissant des directives claires et détaillées sur les procédures à suivre. De plus, **un appareil photo a été mis à disposition** des bénévoles participant aux missions aux côtés des gardes, favorisant ainsi l'acquisition de photos de qualité.



Visuel du guide pour la photo-identification.

Malheureusement, entre janvier et septembre, seulement **une photo de raie léopard a été recensée** par les bénévoles de l'association Tité.

Plusieurs facteurs expliquent ce résultat limité :

- **une participation limitée** : parmi les bénévoles ayant suivi la formation, peu ont pu participer à des missions avec les gardes de la réserve au cours de la période du projet.
- **des conditions environnementales défavorables et des contraintes logistiques** : pour ceux qui ont pu participer, les conditions environnementales n'étaient pas toujours propices pour mener des prospections dans le lagon. De plus, il y a généralement des activités bien précises prévues sur chaque mission, pouvant ainsi réduire le temps disponible pour chercher des raies léopard dans le lagon.
- **l'absence d'observations de raies léopard.**

En parallèle, une campagne d'appels à photos et vidéos de raies léopard dans les Antilles françaises a été menée dans le cadre du programme de recensement des observations de requins et de raies. Diverses actions de communication ont été entreprises sur les réseaux sociaux (stories, posts) et des affiches ont été distribuées dans plusieurs clubs de plongée en Guadeloupe. Les fichiers obtenus ont été ajoutés aux fichiers recueillis ces dernières années par le programme de recensement.

Au total, **180 photographies et vidéos** ont été récoltées. La première étape a consisté à identifier les visuels exploitables pour la photo-identification. Environ 80 % des fichiers obtenus se sont avérés non exploitables en raison de motifs peu ou pas visibles sur les nageoires pelviennes, ou d'un angle de prise de vue trop prononcé.

En raison de contraintes de temps, il n'a pas été possible de traiter l'ensemble des fichiers potentiellement exploitables dans le logiciel I3S Spot. Une priorité a été accordée aux fichiers provenant du lagon de Petite-Terre. Les autres fichiers seront intégrés dans la base de données ultérieurement.



Visuels des appels à photos et à vidéos.

2.2.3. Données et informations recueillies

Cette méthode peut apporter différentes informations dont :

- des informations sur la fidélité au site,
- des informations sur des déplacements entre sites étudiés.

Lors de cette première phase de test, **50 photographies exploitables** pour la photo-identification et prises dans le lagon de Petite-Terre ont été saisies dans le logiciel I3S spot. Les photographies ont été prises entre **octobre 2004 et aout 2024**, soit avec 20 années d'écart. Les photographies utilisées ont été principalement réalisées en 2024 (17 observations saisies), en 2017 (7 observations), et en 2022 et 2023 (6 observations).

Année	2004	2011	2012	2014	2016	2017	2018	2019	2022	2023	2024
Nombre d'observations	2	1	1	1	5	7	2	1	6	6	17

Sur un total de 50 photographies, **19 individus différents** de raies léopard ont été identifiés. Durant la période du projet, de décembre 2023 à novembre 2024, **8 individus distincts** ont été observés, dont un mâle.

Le suivi le plus long d'un individu est de **5 ans et 8 mois**, pour une raie léopard observée pour la première fois en août 2016, puis en avril 2017, en janvier 2018 et en mai 2022. Cette information témoigne de la fidélité de cet individu au lagon de Petite Terre. Toutefois, la méthode ne permet pas de déterminer si l'individu est resté sur le site entre les observations ou s'il a migré vers d'autres secteurs, ce qui empêche de conclure à une résidence permanente.

Une analyse plus détaillée des résultats sera réalisée lorsque le nombre de photographies analysées sera plus conséquent.

2.2.4. Stratégie pour le suivi par photo-identification des raies léopard dans les Antilles françaises

Cette phase de test a permis d'essayer différentes méthodes pour récolter des photographies et comprendre les défis rencontrés. Le suivi des raies léopard par photo-identification sera donc poursuivi de manière opportuniste. Des sessions de prospections pourront être réalisées sur Petite Terre en parallèle d'autres suivis programmés sur le site, par exemple en combinant les missions de comptage des requins juvéniles avec des missions de prospection des raies léopard.

La collaboration avec la réserve de Petite Terre et les bénévoles de l'association Tité sera maintenue et renforcée. En complément, le programme de recensement des observations de requins et de raies continuera de collecter les observations ponctuelles, ainsi que les fichiers vidéo et photo. Ces fichiers seront ajoutés au catalogue de photo-identification des raies léopard pour enrichir les données disponibles.

3 - Informer et sensibiliser le public

Dans le cadre de ce projet différentes actions de communication ont été réalisées afin d'informer et de sensibiliser divers publics.

3.1. Série de visuels à destination des réseaux sociaux

Une série de 15 visuels appelée "A la découverte de lanj des Antilles françaises" a été réalisée et diffusée sur les réseaux sociaux de l'association (Réseau requins des Antilles françaises). Ci dessous, quelques exemples des visuels.



ES OU TÉ SAV ?

LANJ

LA RAIE LÉOPARD EST MENACÉE D'EXTINCTION

Depuis 2021, la raie léopard est classée "En danger" sur la Liste rouge des espèces menacées d'extinction.

Les espèces qui sont en danger

Elle se rapproche dangereusement de la disparition ... Agissons ...

ES OU TÉ SAV ?

LANJ

IL EXISTE AU MOINS

5

ESPÈCES DE RAIES AIGLES PÉLAGIQUES DANS LE MONDE !

- Aetobatus laticeps* (R. Desruaux)
- Raie léopard de l'Atlantique
- Aetobatus flagellum* (Roulo Tille)
- Raie léopard du Pacifique
- Raie aigle longue tête
- Raie léopard ocellée
- Aetobatus narinari* (Julie Mellinger)
- Raie aigle de Naru
- Aetobatus ocellatus* (Raffaëlle)
- Aetobatus narutobiei* (Jo Auyven)

ES OU TÉ SAV ?

LANJ

LA RAIE LÉOPARD N'EST PAS BLEUE FONCÉE

LE DOS DE LA RAIE LÉOPARD EST DE COULEUR BRUN À GRISÂTRE, AVEC PARFOIS DES REFLETS BLEUTÉS. IL EST ÉGALEMENT PARSEMÉ DE MOTIFS CLAIRS.

Cette coloration est bien visible sur les individus sortis de l'eau (notamment en cas de pêche).

ES OU TÉ SAV ?

LANJ

LA RAIE LÉOPARD POSSÈDE

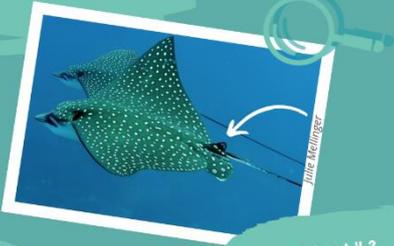
...

UN AILERON !



ReGuay
Réseau régional des Antilles Françaises
Karp Marinel

Et oui, les ailerons (appelés également nageoires dorsales) sont présents chez les requins mais également chez plusieurs espèces de raie, dont la raie léopard.



A quoi lui sert-il ?

Cet aileron aurait un rôle dans la stabilisation.

Chez la raie léopard, ce petit aileron est situé à la base de sa queue !

ES OU TÉ SAV ?

LANJ

COMMENT LA RAIE LÉOPARD FAIT-ELLE POUR SE DÉFENDRE ?



ReGuay
Réseau régional des Antilles Françaises
Karp Marinel

Uniquement quand elle se sent en danger, la raie léopard se sert de ses dards venimeux basés à la base de sa queue en donnant un coup de fouet !

Elle peut posséder 1 à 6 dards ! Un dard est similaire à un harpon*. Il rentre facilement, mais ressort plus difficilement.

Attention, il est entouré de venin. Lorsqu'il rentre dans la chair, le venin s'introduit dans les tissus pouvant entraîner leur nécrose.

Denticule

* Dard en forme d'harpon ressemblant à celui d'une raie léopard



ES OU TÉ SAV ?

LANJ

DE QUOI SE NOURRIT LA RAIE LÉOPARD ?



ReGuay
Réseau régional des Antilles Françaises
Karp Marinel

La raie léopard se nourrit principalement de petites proies, essentiellement des Invertébrés, qui vivent sur le fond des océans.

Sa bouche, située sur la face ventrale, possède une mâchoire composée de dents plates : idéal pour écraser les coquilles.

Menu






ES OU TÉ SAV ?

LA RAIÉ LÉOPARD CHANGE LA FORME DE SA TÊTE RÉGULIÈREMENT



La forme de sa tête change en fonction de son activité.



En déplacement, son rostre ("nez") est en forme de V inversé.

En alimentation, son rostre se déplie pour former un petit plateau (rappelant le bec d'un canard).

Cette modification morphologique est liée au relâchement des **plis labiaux**, des excroissances situées au niveau de rostre de l'animal.

Ainsi, la raié léopard possède un **outil adapté** pour chercher ses proies dans le sable !



ES OU TÉ SAV ?

LA PÊCHE DE LA RAIÉ LÉOPARD EST RÉGLEMENTÉE



A chaque île, sa réglementation !



Pêche Interdite (plaisance et professionnelle)

Pêche Interdite (plaisance)

En cas de capture accidentelle (ex : dans les filets), les raiés doivent être relâchés rapidement et dans les meilleures conditions.

Plus d'informations sur : <https://kapnatrel.org/reglementation>



ES OU TÉ SAV ?

QUELLES SONT LES PRINCIPALES MENACES POUR LA RAIÉ LÉOPARD ?

La **pêche** est l'une des principales menaces



Malgré quelle soit en danger d'extinction, dans certaines régions, notamment en Guadeloupe, la raié léopard est **visée**.

La **dégradation de ses habitats** est une **menace majeure**. Notamment des récifs coralliens et des herbiers marins où elle y retrouve refuge et alimentation.

Le **développement côtier**, la **pollution** et l'**acidification** des océans contribuent à cette **destruction** ...

Comme cette raié nage à proximité des fonds sableux et des herbiers, mais également en pleine eau au dessus des récifs, elle est également **pêchée accidentellement** dans les filets maillants.

La **diminution de ses proies** contribue aussi à son **déclin**.

La **pêche intensive** affecte la chaîne alimentaire en éliminant certaines espèces de poissons et de crustacés qui constituent sa base alimentaire.

La **pollution anthropique** a une influence sur la population marine et ses habitats, notamment due aux pollutions chimiques (métaux lourds, pesticides, carburant, produits cosmétiques ...). Les déchets en mer (7^e continents), la pollution sonore due aux trafics maritime etc ...




3.2. Conférences

3.2.1. Grand public

En mai 2024, deux conférences ont été réalisées pour valoriser l'implication des usagers de la mer et le grand public dans les programmes de sciences participatives² pour l'acquisition de données sur des espèces marines menacées d'extinction comme la raie léopard. Ces conférences ont été réalisées à Terre de Haut, aux Saintes, et à Pointe à Pitre, en collaboration avec les Mairies respectives de ces communes.



Conférence à Terre-de-Haut.

3.2.2. Scientifiques

Les résultats obtenus sur la raie léopard via le programme INA Scuba ont été présentés en novembre 2024 à l'occasion de la 77^{ème} édition du congrès de l'Institut des pêches et de la Caraïbe et du Golfe du Mexique (GCFI). Cet événement réunit chaque année des scientifiques, des gestionnaires ainsi que des usagers de la mer (dont des pêcheurs) provenant des différents pays.



Conférence au GCFI.

² INA Scuba et le programme d'observateurs du REGUAR

4 - Conclusion

Ce projet, réalisé de décembre 2023 à novembre 2024, a **marqué les premières actions spécifiques pour la conservation de la raie léopard dans les Antilles françaises**. La valorisation des connaissances existantes, à travers une synthèse bibliographique et l'analyse des données disponibles, a permis de créer une base de référence détaillée sur l'état des connaissances et des populations de raie léopard dans les Antilles françaises. La phase de test de nouvelles méthodes de suivi a permis d'apporter des informations complémentaires pour identifier les méthodes qui semblent les plus utiles pour acquérir rapidement de nouvelles informations utiles. **Ce projet a également permis d'identifier les lacunes actuelles et de définir les actions prioritaires pour favoriser la conservation de cette espèce.**

Dans les années à venir, de nouvelles analyses seront réalisées sur les données disponibles, notamment celles du programme INA Scuba. Dans le cadre du projet "**Lanj, vers des actions adaptées pour la conservation de la raie léopard dans les Antilles françaises**", lauréat du programme européen BEST, des initiatives seront entreprises pour favoriser la réduction des captures de raies et diminuer le dérangement causé par les activités nautiques. Un travail de concertation sera également mené pour **développer une stratégie de conservation adaptée aux Antilles françaises.**

En complément, le projet "**Pou Pwotèksyon Rèken adan la Karaib, Edition 2**" (2PRK2), financé par l'OFB, la DEAL de Guadeloupe et la DEAL de Martinique, comprend un axe spécifique sur les juvéniles et les femelles gestantes des élasmobranches évoluant dans les eaux côtières, incluant donc la raie léopard. Ce projet pourrait ainsi contribuer à apporter de nouvelles connaissances sur la raie léopard.

Bibliographie

Certain G, Bretagnolle V (2008) Monitoring seabirds population in marine ecosystem: the use of strip-transect aerial surveys. *Remote Sens Environ* 112(8):3314–3322. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2008.01.019>

Desgarnier, D. Mouillot, L. Vigliola, M. Chaumont, L. Mannocci. (2022) Putting eagle rays on the map by coupling aerial video-surveys and deep learning, *Biological Conservation*, Volume 267, 2022, 109494, ISSN0006-3207, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109494>.

Dorémus G., Laran S. & Van Canneyt O. (2020). Guide méthodologique des campagnes d'observation aérienne de la mégafaune marine – Programmes REMMOA (Outremer) & SAMM (France métropole) – Cahier technique de l'Observatoire Pélagis. 60p.

Edwards HH, Pollock KH, Ackerman BB, Reynolds JE, Powell JA (2007) Estimation of detection probability in manatee aerial surveys at a winter aggregation site. *J Wildl Manage* 71(6):2052–2060. <https://doi.org/10.2193/2005-645>

Jean C., Ciccione S., Ballorain K., Georges J-Y & Bourjea J. (2010) Ultralight aircraft surveys reveal marine turtle population increases along the west coast of Reunion Island. *Oryx*. Vol. 44(22), p : 223-229.

Kessel, S. T. , Gruber, S. H., Gledhill, G. S., Bond, M. E., Perkins, R. G.(2013). Aerial Survey as a Tool to Estimate Abundance and Describe Distribution of a Carcharhinid

Species, the Lemon Shark, *Negaprion brevirostris* *Journal of Marine Biology* Volume 2013 (2013), Article ID 597383, 10 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2013/597383>

Kiskza, J.J., Mourier, J., Gastrich, K., Heithaus, M.R. (2016). Using Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) to investigate shark and ray densities in a shallow coral lagoon *Marine Ecology Progress Series*, 560: 237–242 DOI: 10.3354/meps11945

Lauriano G., Panigada S., Casale P., Pierantonio N. & Donovan G.P., (2011). Aerial survey abundance estimates of the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* in the Pelagos Sanctuary, northwestern Mediterranean Sea. *Mar Ecol Prog Ser* 437:291-302.

Robbins WD, Peddemors VM, Kennelly SJ, Ives MC (2014) Experimental evaluation of shark detection rates by aerial observers. *PLoS One* 9(2):e83456. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083456>

Safi M., Bissery C., Pauwels J., Valin C. – (2024) Calibration et mise en oeuvre d'un protocole de suivi aérien des tortues marines en Guadeloupe et à Saint-Martin. Rapport Final 2024. 42 pages.

Smultea M, Smultea J, Thomas A (2014) Changes in relative occurrence of cetaceans in the Southern California Bight: a comparison of recent aerial survey results with historical data sources. *Aquat Mamm* 40(1):32–43. <https://doi.org/10.1578/AM.40.1.2014.32>