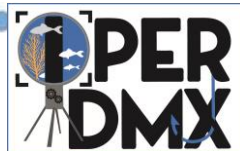


Projet IPERDMX : Description des usages et des pressions de pêche dans les Aires Marines Protégées de La Réunion

Rapport final n°2/3 du volet 3



**Indicateurs Populationnels et Ecosystémiques pour une gestion
durable des Ressources en poissons DéMersauX à La Réunion**

Volet 3 - «Prise en compte des activités de pêche dans les aires marines protégées»



FEAMP (mesure 40) Convention n° OSIRIS PFEA400018DM0980001

Référence Ifremer : 18/2216451



Ifremer / Département Ressources Biologiques et Environnement (RBE) / Délégation Océan Indien (DOI)
Réserve Naturelle Marine de La Réunion (RNMR)

Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins (CRPMEM) de La Réunion

LEPETIT Camille • BOYMOND-MORALES Romane • PAYET Fanny • BARICHASSE Eliott • RUNGASSAMY Tévamie • ROOS David

Novembre 2022

Fiche documentaire

Titre du rapport : Projet IPERDMX : Description des usages et des pressions de pêche dans les Aires Marines Protégées de La Réunion	
Référence interne : R.RBE/DOI/2022-019	Date de publication : Novembre 2022 Version : 1.0.0
Diffusion : <input checked="" type="checkbox"/> libre (internet) <input type="checkbox"/> restreinte (intranet) – date de levée d’embargo : AAA/MM/JJ <input type="checkbox"/> interdite (confidentielle) – date de levée de confidentialité : AAA/MM/JJ	Référence de l’illustration de couverture <i>RNMR/Observation des pratiques de pêches au sein de la RNMR</i> Langue(s) : Français
Résumé/ Abstract: Le projet “Indicateurs populationnels et écosystémiques pour une gestion durable des ressources en poissons démersaux récifaux et profonds (1 - 500 m) à La Réunion (IPERDMX)” vise à établir un état des connaissances sur l’état des stocks de poissons démersaux récifaux et profonds à La Réunion. Le volet 3 de ce projet vise à décrire les activités de pêche au sein des aires marines protégées. Cent-vingt-sept sorties standardisées ont permis d’observer, décrire et quantifier l’effort de pêche dans la Réserve Naturelle Marine de La Réunion par comptage visuel aux jumelles et au drone depuis le trait de côte, ainsi que deux sorties embarquées dans la Réserve Naturelle de Sainte-Rose. Les pêches les plus pratiquées sont la pêche à pied, à la canne à pêche au moulinet ou à la gaulette traditionnelle, suivie des pêches embarquées professionnelle et de plaisance. La fréquentation est dépendante de facteurs environnementaux (agitation de la mer, intensité du vent, état du ciel, dynamique de la marée) et temporels (moment de la journée, jour de la semaine, saison). La répartition spatiale des pêcheurs est déterminée par le niveau de réglementation, l’accessibilité et les conditions environnementales.	
Mots-clés/ Key words : Effort de pêche, pêche professionnelle, pêche récréative, pêche loisir, pêche embarquée, pêche à pied, pêche dans les lagons, pêche sous-marine, comptage de pêcheur, La Réunion, aire marine protégée, AMP, Réserve Naturelle Marine de La Réunion, Réserve Naturelle de Sainte-Rose, IPERDMX	
Comment citer ce document : Lepetit Camille, Boymond-Morales Romane, Payet Fanny, Barichasse Elliott, Rungassamy Tévamie, Roos David. 2022. Projet IPERDMX : Description des usages et des pressions de pêche dans les Aires Marines Protégées de La Réunion. p43. R.RBE/DOI/2022-019. https://doi.org/10.13155/88543	
Disponibilité des données de la recherche : Ifremer	
DOI : 10.13155/88543	

Commanditaire du rapport : Sans objet	
Nom / référence du contrat : Convention n° OSIRIS PFEA400018DM0980001 Référence Ifremer : 18/2216451	
<input type="checkbox"/> Rapport intermédiaire (réf. bibliographique : XXX) <input checked="" type="checkbox"/> Rapport définitif (réf. interne du rapport intermédiaire : R R.RBE/DOI/2022-019)	
Projets dans lesquels ce rapport s'inscrit (programme européen, campagne, etc.) : IPERDMX (P107-0014), FEAMP (mesure 40)	
Auteur(s) / adresse mail	Affiliation / Direction / Service, laboratoire
LEPETIT Camille camille.lepetit@reservemarinereunion.fr	Réserve Naturelle Marine de La Réunion (RNMR)
BOYMOND-MORALES Romane romane.boymond-morales@reservemarinereunion.fr	Réserve Naturelle Marine de La Réunion (RNMR)
PAYET Fanny fpayet@crpmem.re	Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins (CRPMEM)
BARICHASSE Eliott eliott.barichasse@reservemarinereunion.fr	Réserve Naturelle Marine de La Réunion (RNMR)
RUNGASSAMY Tévamie tevamie.rungassamy@reservemarinereunion.fr	Réserve Naturelle Marine de La Réunion (RNMR)
ROOS David david.roos@ifremer.fr	Ifremer / RBE / DOI
Encadrement(s) : ROOS David, RUNGASSAMY Tévamie	
Destinataires :	
<ul style="list-style-type: none"> • Partenaires • Parties intéressées • Communauté scientifique 	
Validé par : DUVAL Magali, CERUTTI Florencia (Ifremer / RBE / DOI)	

Table des matières

1	Introduction	7
2	Méthode de suivi.....	10
3	Inventaire et description des usages et pratiques de pêche observés	12
3.1	Pêche embarquée.....	12
3.2	Pêche sous-marine	14
3.3	Pêche à pied	15
3.3.1	Pêches à pied dans les lagons.....	15
3.3.2	Pêche côtière depuis la côte rocheuse ou les plages de sable noir	16
4	Quantification des efforts de pêche au sein de la RNMR	18
4.1	Fréquentation totale par sortie	18
4.2	Fréquentation totale selon l'activité	18
4.3	Effet des variables environnementales sur la fréquentation des pêcheurs.....	20
4.3.1	Fréquentation selon l'agitation de la mer	20
4.3.2	Fréquentation selon l'intensité du vent	21
4.3.3	Fréquentation selon l'état du ciel	21
4.3.4	Fréquentation selon la dynamique de la marée	23
4.3.5	Fréquentation selon la phase lunaire	23
4.4	Effet des variables temporelles sur la fréquentation	24
4.4.1	Fréquentation selon le jour de la semaine	24
4.4.2	Fréquentation selon le moment de la journée.....	25
4.4.3	Fréquentation selon les mois de l'année	25
4.4.4	Fréquentation selon les saisons	27
4.5	Utilisation de l'espace	29
4.5.1	Utilisation des systèmes géomorphologiques.....	29
4.5.2	Fréquentation selon les secteurs	31
4.5.2.1	Fréquentation selon les niveaux de protection.....	31
4.5.2.2	Fréquentation selon les secteurs de la RNMR.....	32
4.5.3	Distance des bateaux à la côte	36
5	Observations dans le secteur de Sainte-Rose	37
6	Discussion	38
6.1	Pêche et pêcheurs dans l'ouest de La Réunion	38
6.2	Influence des conditions environnementales et temporelles.....	38
6.3	Utilisation de l'espace	39
6.4	Pertinence de la méthode	40
6.5	Evolutions et perspectives.....	40
7	Bibliographie	42

8 Annexes 45

1 Introduction

L'île de La Réunion est située par 21° S et 55° 30' E, isolée à l'ouest de l'archipel des Mascareignes à 180 km et 850 kilomètres de ses îles-sœurs, Maurice et Rodrigues, et à plus de 650 kilomètres à l'est de Madagascar (Figure 1). Sous les latitudes du tropique du Capricorne, La Réunion est soumise à un climat tropical, avec des températures chaudes et d'amplitudes faibles. Deux saisons s'opposent : la saison sèche pendant l'hiver austral, de juin à septembre, est venteuse et relativement fraîche, la saison humide, de décembre à mars, est chaude et pluvieuse, avec plusieurs phénomènes cycloniques se développant dans la région chaque année (Jumaux *et al.* 2011). D'un point de vue océanographique, La Réunion est située au niveau du gyre oligotrophique de l'Océan Indien subtropical (McClain *et al.* 2004).

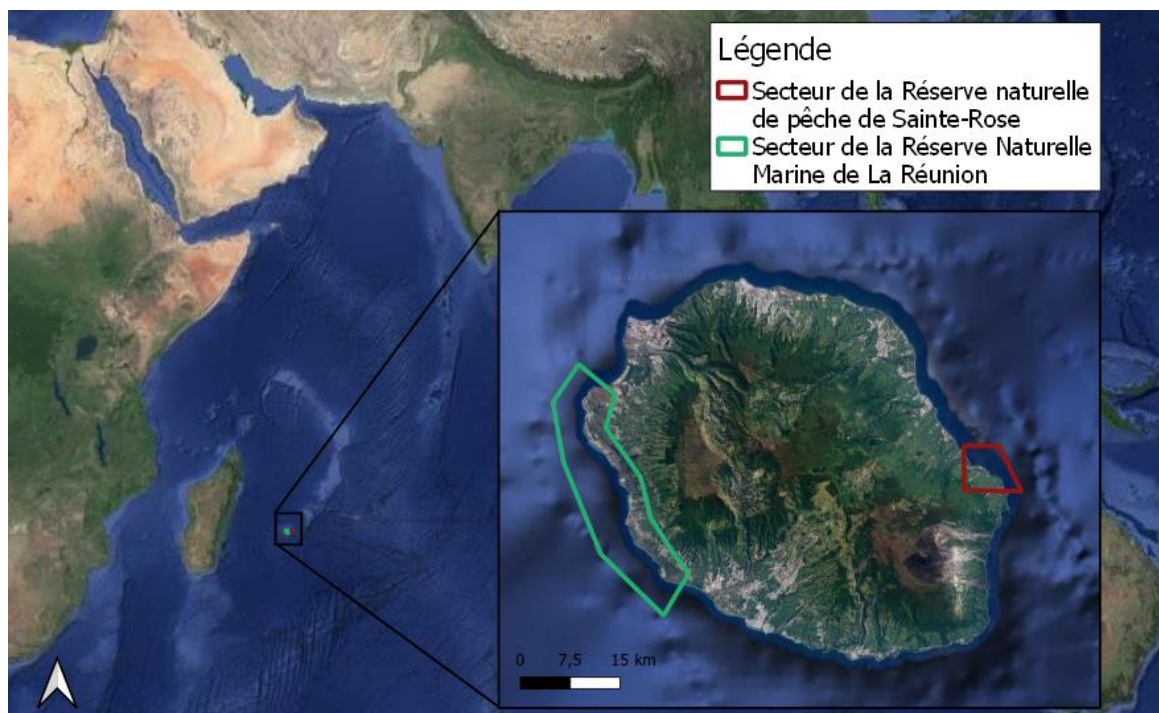


Figure 1 : Localisation de l'île de La Réunion et représentation des secteurs associés à la Réserve Marine de La Réunion et à la réserve naturelle de pêche de Sainte-Rose.

La position et le climat de La Réunion en ont fait un environnement propice au développement de récifs coralliens et des écosystèmes associés. L'île et les eaux environnantes ont été incluses dans les points chauds de biodiversité marine identifiés par Roberts *et al.* (2002). En particulier, la côte sous le vent abrite plusieurs lagons qui ont motivé la création d'un Parc Marin en 1997, transformé en une Réserve Nationale Naturelle Marine de 35 km² en 2007 (RNMR, Décret n° 2007-236 du 21 février 2007). Du côté de la côte au vent, la Réserve naturelle de pêche de Sainte-Rose a été mise en place en 2010 (Arrêté n°748 du 30 mars 2010). L'objectif de la RNMR est de protéger les récifs coralliens et les écosystèmes associés. Sa mise en place s'est accompagnée de la création d'une cellule de surveillance chargée de l'application de la réglementation. A Sainte-Rose, la réserve mise en place vise à créer un sanctuaire où la ressource ne subit pas de pression, mais aucune structure n'est chargée de la gestion de cette réserve de pêche. Les Aires Marines Protégées (AMP) mises en place dans le monde ont démontré leur intérêt pour préserver les espèces, augmenter les abondances et les tailles dans les zones à fort niveau de protection mais aussi, par

débordement ou “spill-over”, dans les zones à proximité (Roberts *et al.* 2001; Boudouresque *et al.* 2005; Goñi *et al.* 2008).

Par l'étroitesse de son plateau insulaire, la forte composante venteuse de son climat générant des mers dures avec des houles importantes, le peu de sites abrités et l'histoire de sa population, La Réunion a historiquement été une île peu maritime (Biais 1991; Roos *et al.* 1998). La pêche à La Réunion s'est récemment développée, avec un doublement du parc d'embarcation dans les années 1970 (Biais and Taquet 1992), la mise en place de DCP ancrés (Dispositif de concentration de poissons) dans les années 1980 insufflant une nouvelle dynamique (Detolle *et al.* 1998), et le développement du vire-ligne électrique dans les années 1990 permettant d'exploiter des ressources profondes dont le potentiel a été mis en lumière en 2001 (Roos *et al.* 2001). Malgré tout, le secteur de la pêche réunionnaise reste limité à l'échelle des autres territoires insulaires tropicaux français ou de l'océan Indien. En effet, d'après les données du système d'information halieutique (SIH), en 2019, La Réunion, qui est pourtant la plus peuplée des îles françaises d'outre-mer, comptait par exemple seulement 225 navires professionnels contre 748 en Guadeloupe, 901 en Martinique, 455 à Mayotte (données DMSOI) ou encore 442 en Polynésie française (données DRM). Bien que la comparaison soit plus délicate dans les autres pays du fait de la distinction entre pêcheurs professionnels et pêcheurs de plaisance faite en France, dans l'océan Indien, Maurice comptait 2 047 bateaux de pêche artisanale en 2006 (données The World Bank), et 1 821 pour Rodrigues en 2018 (données FAO), tandis que la Seychelles Fishing Authority recensait 460 bateaux professionnels en 2018.

Si la biomasse de grands poissons pélagiques au large des côtes, comme les thons, est faible au regard du reste de l'océan Indien (Kaplan *et al.* 2014), les eaux côtières de La Réunion abritent néanmoins de nombreuses espèces de poissons pélagiques, démersales et récifales, dont plus de 200 font l'objet d'un intérêt pour la pêche (Biais and Taquet 1992; Evano 2021). Ces espèces sont ciblées par les pêcheurs professionnels et plaisanciers, embarqués ou depuis la côte. Les activités de pêche sont encadrées et réglementées par la Direction de la Mer Sud Océan Indien (DMSOI, Arrêtés 1742-2008 et 1743-2008). Les pêcheurs professionnels exploitant ces stocks sont ceux du segment professionnel de pêche artisanale (ou petite pêche côtière), caractérisé par des petites embarcations (moins de 12 mètres, qui représentent plus de 80% des navires de pêche professionnelle à La Réunion), et des marées courtes (moins de 24 heures, moins de 20 milles nautiques des côtes). Ils disposent d'une licence et sont accompagnés et suivis administrativement par le Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins (CRPMEM) et scientifiquement par l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (Ifremer), ce qui permet de disposer de données annuelles fiables et variées. A l'inverse, les pêcheurs plaisanciers, aussi bien en bateaux qu'à pied le long de la côte, ne font pas l'objet de recensement ni de suivi de leur activité par des observateurs, à l'exception des pratiquants de la pêche à pied, dite « traditionnelle » dans les lagons de la Réserve Marine de La Réunion (Rapports PECHTRAD Ifremer ; Roos *et al.* 2018; Roos 2019; Roos *et al.* 2020). Les pressions exercées par les pêcheurs plaisanciers dans l'exploitation des ressources halieutiques réunionnaises sont donc méconnues, bien que considérées comme très importantes, et sujettes à de nombreuses tensions avec les pêcheurs professionnels (pression sur la ressource, utilisation des dispositifs de concentration de poissons, revente illégale, etc.). En effet, dans les années 1990, plus de 30 % de la production totale de la petite pêche était estimée provenir des captures des plaisanciers en bateau, et une grande partie d'entre elles rejoignaient le marché de consommation par des réseaux parallèles de commercialisation (Biais and Taquet 1992; Tessier 1995; Roos *et al.* 1998).

Plusieurs études sur la pêche ont été menées à La Réunion depuis la fin des années 1980. L'Ifremer s'est appliqué à décrire les pratiques de pêche dans la société réunionnaise de l'époque et à situer la place de ce secteur dans l'économie de l'île. La mise en place d'observateurs au débarquement

en 1988 a permis d'étudier les prises et d'apporter des informations plus fines que les données déclaratives de captures disponibles depuis 1949 (Biais and Taquet 1991; Biais 1991; Biais and Taquet 1992; Fontana *et al.* 1993). A la fin des années 1990, Roos *et al.* (1998), mettent en évidence l'importante évolution des flottilles et l'augmentation de l'effort de pêche et des rendements, en réussissant à distinguer professionnels et non-professionnels. Plusieurs études ont mis en avant les potentiels de nouveaux modes d'exploitation comme les dispositifs de concentration de poissons (DCP, e.g. Tessier 1995; Tessier 1997; Detolle *et al.* 1998; Roos *et al.* 2000) ou l'utilisation des ressources très profondes (> 200 m, Roos *et al.* 2001). Suite au nouvel engouement pour la pêche profonde, deux programmes scientifiques de suivis des pêches démersales profondes (ANCRE-DMX 1 en 2010-2011 et ANCRE-DMX 2 en 2015-2016) ont étudié ces pratiques et émis des premiers diagnostics sur l'état des principaux stocks exploités. A peine dix ans après le développement de cette pratique de pêche, les études ont démontré les premiers signes d'une surpêche des ressources et la nécessité de renforcer les suivis, de diversifier les approches et de mettre en place des mesures de gestion pour une préservation durable des ressources (Fleury *et al.* 2012; Roos *et al.* 2015). De la même façon, les suivis de la pêche traditionnelle dans les lagons réalisés depuis 1999 (rapports PECHTRAD, e.g. Roos *et al.* 2000; Fleury and Cadet 2010; Roos *et al.* 2017; Roos 2019; Roos *et al.* 2020) mettent en évidence l'importance d'une gestion raisonnée et fondée sur des indicateurs biologiques et halieutiques pour la préservation de la ressource et des activités.

Dans ce contexte, l'Ifremer, la RNMR et le CRPMEM se sont associés pour mener une étude spécifique visant à décrire et à quantifier les pratiques de pêche au sein de la Réserve Naturelle Marine de La Réunion et du cantonnement de pêche de Sainte-Rose.

L'objet du présent rapport est de répondre aux objectifs du volet 3 du projet IPERDMX : "Prise en compte des activités de pêche dans les aires marines protégées", Working Package 2 : "Description et identification des usages et des pressions de pêche sur les espèces et leurs habitats dans les AMP de La Réunion", Action 1 : "Etat des connaissances sur les pratiques de pêche à La Réunion : inventaire et description des usages et des pratiques de pêches (métiers); Quantification des efforts de pêches au sein des Aires Marine Protégées (AMP)".

Ce rapport détaille le protocole d'observation et le plan d'échantillonnage mis en place et décrit les activités de prélèvement halieutiques observées dans les AMP de La Réunion. Par la suite, une analyse quantifiée de l'effort de pêche relevé est proposée pour étudier la répartition des pêcheurs selon l'activité, les facteurs influençant la pression de pêche et la distribution spatiale des pêcheurs.

2 Méthode de suivi

Le protocole mis en place a pour but de décrire et de quantifier l'ensemble des usages et des pressions de pêche appliquées sur les espèces côtières et leurs habitats dans le périmètre des aires marines protégées de La Réunion, dans un cadre professionnel ou non. L'ensemble de cette méthode est détaillé dans un document dédié (Boymond-Morales *et al.* 2022).

Dans le secteur ouest, le suivi s'effectue en binôme, à pied et en voiture, en se rendant sur 30 points d'observations le long du périmètre de la RNMR (du Cap La Houssaye jusqu'au Gouffre de l'Etang-Salé). A chaque point de vue, toutes les activités de prélèvement sont dénombrées aux jumelles (Figure 2) et décrites avec un maximum de précision (e.g. engin utilisé, secteur, type de bateau de pêche, distance à la côte estimée, action effectuée au moment de l'observation). Les bateaux de loisirs ne pratiquant pas la pêche (e.g. bateaux de plongée, observation de cétacés, travaux, voiliers de croisière) ne sont pas comptabilisés.

Pour estimer les distances, les observateurs s'aident des balises de la RNMR (souvent entre 800 mètres et 1500 mètres de la côte) et prennent des repères de distances à partir du point de vue du Cap La Houssaye en associant des lieux remarquables à leur distance réelle comme la commune du Port (environ 7.7 kilomètres pour la pointe Sud de la Rivière des Galets) ou le ponton du débarcadère dans la Baie de Saint-Paul (environ 3.4 kilomètres). Les observateurs se confrontent et s'étalonnent entre eux pour homogénéiser les estimations d'un binôme à l'autre et entre les sorties. Selon les points de vue et l'agitation de la mer, il est estimé qu'il devient très difficile d'identifier sans confusion les bateaux de pêche artisanale distants de plus de 5 à 6 kilomètres de la côte environ (3 milles nautiques), et la distance relevée au cours de ce suivi pour les bateaux semblant les plus éloignés est donc de 6000 mètres. Les observations de ce suivi ne concernent pas les activités de pêche ayant lieu à plus de 6000 mètres (environ 3.2 milles nautiques) des côtes de La Réunion.



Figure 2 : Les observateurs relèvent aux jumelles les activités de pêche.

Les conditions environnementales comme la météo, la dynamique de la marée, l'état de la mer, la phase du cycle lunaire et l'intensité du vent sont également relevées à chaque point d'observation.

Certains secteurs difficilement accessibles à pied, comme les falaises rocheuses, sont également prospectés à l'aide du drone lorsque les conditions le permettent. Huit points de décollage ont

été identifiés et sont au départ de survols d'environ 5 minutes parcourant approximativement 1 kilomètre de linéaire côtier.

Ce suivi a été inauguré en mars 2020 puis réalisé pendant 13 mois consécutifs à partir de mai 2020, avec l'objectif d'effectuer une sortie le matin (6:00-10:00) et une sortie l'après-midi (13:00-17:00) par semaine, ainsi que deux jours de week-end par mois (un samedi et un dimanche, 6:00-10:00). Le suivi s'est déroulé par tous types de conditions météorologiques, à l'exception de grosses pluies.

Depuis la mise en place du suivi, 127 sorties standardisées (passant par tous les points déterminés et respectant les plages horaires prédéfinies) ont pu être effectuées, dont 9 avec déploiement du drone (Tableau 1).

Tableau 1 : Plan d'échantillonnage du suivi depuis la côte au niveau de la RNMR

Mois	Mars 2020	Avril 2020	Mai 2020	Juin 2020	Juil. 2020	Août 2020	Sept. 2020	Oct. 2020	Nov. 2020	Déc. 2020	Jan. 2021	Fév. 2021	Mars 2021	Avril 2021	Mai 2021	Totaux
Nombre sorties matin	1	0	4	6	5	5	6	3	6	7	4	3	5	4	4	63
Dont drone											1		1	2	2	6
Nombre sorties après-midi	0	0	0	1	1	7	2	6	5	4	2	4	5	4	5	46
Dont drone												1	1		1	3
Nombre sorties week-end	0	0	0	0	1	3	0	2	1	2	1	2	2	2	2	18
Total sorties standards	1		4	7	7	15	8	11	12	13	7	9	12	10	11	127
Dont drone											1	1	2	2	3	9

Dans le secteur de Sainte-Rose, le protocole consiste à observer et dénombrer les navires de pêche depuis un bateau. Les observateurs embarquent depuis le port de Sainte-Rose et se dirigent vers la zone de pêche. Ils relèvent ainsi la fréquentation observée en mer et sur la côte. Pour des raisons logistiques et météorologiques, ce suivi n'a pu être mis en place qu'à partir de septembre 2021.

Les données de terrain sont enregistrées dans une base de données Access, puis vérifiées. Par la suite, les données sont analysées sur R¹ et QGIS². Les secteurs utilisés correspondent à une version simplifiée et adaptée du référentiel spatial disponible à la RNMR (version 13).

Le drone n'ayant pas pu être déployé pour toutes les sorties réalisées, les observations effectuées uniquement grâce au drone ont été exclues de ces analyses quantitatives pour que les résultats correspondent à une unique méthode d'observation mise en place pour toutes les sorties, celle aux jumelles.

¹ R est un environnement logiciel libre pour les analyses statistiques et les graphiques (<https://www.r-project.org/about.html>).

² QGIS est un Système d'Information Géographique (SIG) libre d'accès (<https://www.qgis.org/fr/site/>)

3 Inventaire et description des usages et pratiques de pêche observés

3.1 Pêche embarquée

Les bateaux de pêche observés au cours de ce suivi de la fréquentation appartiennent aux catégories professionnelles ou plaisance sans qu'il soit possible de les distinguer depuis la côte.

Les pêcheurs professionnels et plaisanciers se partagent l'espace maritime côtier et sont soumis à des réglementations différentes, établies par la DMSOI (Arrêtés 1742-2008 et 1743-2008). Les professionnels doivent respecter le cadre réglementaire général ainsi que celui du secteur de la petite pêche côtière (durée des marées, distance d'éloignement) et disposer des licences du CRPMEM pour certains métiers (e.g. utilisation des DCP, pêche à la senne de plage à capucin dans les lagons), tandis que l'activité des plaisanciers s'inscrit dans un cadre plus strict visant à différencier l'activité de loisir non rémunératrice de l'activité professionnelle, soumise à des taxes et cotisations. En particulier, les plaisanciers ont l'interdiction de vendre leurs captures et d'utiliser les palangres verticales. Ils sont autorisés à disposer d'un unique vire-ligne électrique par navire et s'engagent à ne l'utiliser que les week-ends et jours fériés. Leur utilisation des DCP est également réglementée.



Figure 3 : Différents types d'embarcations de pêche observés : canot traditionnel (gauche), zodiac (haut), vedette (bas), kayak (droite).

Les navires observés se répartissent en plusieurs types (Figure 3, Figure 4, Figure 5). Les canots traditionnels en bois et en résine, non pontés, peuvent accueillir une à deux personnes, et sont généralement moins pourvus en électronique d'aide à la pêche comme des sondeurs. Les bateaux pneumatiques ou "zodiac" sont des semi-rigides caractérisés par des flotteurs pneumatiques. Les vedettes sont des bateaux pontés, plus spacieux, pouvant embarquer plus de matériel. Elles possèdent pour certaines des cabines offrant un abri. Certaines vedettes sont également dotées de tangons servant à écarter les lignes entre elles. Les vedettes de pêche professionnelle sont souvent équipées de technologie de pointe et notamment des sondeurs couplés à des GPS et des radars facilitant l'analyse des fonds marins et la détection d'oiseaux marins et d'objets indiquant la présence potentielle de grands poissons pélagiques. Les gros navires de pisciculture sont souvent remarquables par leur capacité d'accueil et leur cabine à niveaux. Les mini-longliniers pêchent dans la bande côtière des 12 à 20 milles nautiques, souvent au départ des ports de la

Pointe des Galets et de Saint-Gilles et n'ont pas été observés, leur activité étant nocturne. Les kayaks peuvent également constituer des embarcations de pêche et sont prisés ces dernières années.



Toutes ces embarcations sont de petite taille (inférieure à 12 mètres) et visibles depuis la côte et aux jumelles jusqu'à environ 6 kilomètres (un peu plus de 3 milles marins) selon les conditions météo, les bateaux et les points de vue. Les navires ont été observés à l'arrêt, à proximité de bouées ou non, en mouvement à allure modérée associé à de la pêche à la traîne ou en déplacement rapide.

La diversité des pratiques observées témoigne de celle des espèces ciblées et des différents engins de pêche disponibles et autorisés. Les pêcheurs exploitent les stocks de poissons de fond à la palangrotte (ligne en nylon comportant plusieurs hameçons appâtés et espacés), à l'aide d'une canne à moulinet ou souvent à la ligne à la main pour les pêcheurs en canot traditionnel. Pour pêcher par de grandes profondeurs (au-delà de 150 mètres), la pratique mécanisée, avec l'usage du vire-ligne ou du moulinet électrique, s'est généralisée. Ces pratiques de pêche au fond peuvent correspondre à celles des bateaux observés à l'arrêt.

Figure 4 : Un pêcheur remonte sa ligne avec un vivaneau rouge profond remonté au moulinet électrique.

Les pêcheurs qui ciblent les poissons pélagiques mettent des lignes à la dérive ou à la traîne ou pratiquent le « jig » dans la colonne d'eau. La pose de palangre et l'utilisation de filets sont également des pratiques autorisées pour les pêcheurs professionnels et sont repérables depuis la côte par les bouées associées à ces engins. La pêche à la traîne est repérable par la vitesse de déplacement relativement lente des bateaux équipés de canne à l'arrière, tandis que le « jig » et la pose ou la relève de palangre se font à l'arrêt.



Figure 5 : Palangre déployée en mer (gauche) et canne au moulinet manuel en traîne depuis un bateau (droite).

Les langoustes sont pêchées au filet par les professionnels. Les crevettes profondes sont exploitées aux casiers et les crabes girafes à la balance sur fond sableux. S'il n'est pas toujours possible de différencier ces engins lors des comptages, ils restent repérables par des bouées de surface réglementaires, et leur pose et leur relève se font à l'arrêt.

L'activité de pêche embarquée est fortement dépendante des conditions de mer, et la saison des alizés et de fortes houles d'hiver austral constitue une période creuse, particulièrement pour les pêcheurs du sud et de l'est de l'île, très exposés. Pour pallier cela, certains pêcheurs professionnels changent de port d'accueil pour pouvoir exercer pendant cette saison.

Au sein de la RNMR, la pêche embarquée est autorisée en fonction du niveau de réglementation. Elle est autorisée à tous en niveau 1 (ZPG, Zone de protection générale). La pêche est interdite en niveau 2A (ZPR, zone de protection renforcée), sauf pour la pêche à la traîne professionnelle, et autorisée en niveau 2B pour les autres activités professionnelles (ZPR adapté à la pêche professionnelle). Toutes les activités sont interdites dans les sanctuaires (zone de protection intégrale) de niveau 3. La RNMR s'étend du Cap La Houssaye jusqu'à la Roche aux Oiseaux à l'Etang-Salé. Elle s'étend au large sur des fonds allant jusqu'à environ 40 mètres de profondeur, ce qui correspond à des distances de 800 mètres à 1500 mètres à la côte selon le secteur. Au-delà de ces limites, les pêcheurs ne sont plus soumis à la réglementation de la RNMR.

Dans la Réserve de pêche de Sainte-Rose, toutes les pratiques de prélèvement sont interdites.

3.2 Pêche sous-marine

La pêche sous-marine est une activité de pêche en apnée autorisée uniquement en loisir (Figure 6). Le pêcheur se met à l'eau depuis la côte, ou directement au large depuis un bateau. La pêche se fait au moyen d'un fusil-harpon (ou arbalète).



Figure 6 : Un pêcheur sous-marin en pêche, facilement repérable grâce à sa bouée.

Le pêcheur se doit de signaler sa présence avec une bouée flottante de couleur vive. Les espèces ciblées sont les poissons récifaux et pélagiques, les langoustes et les céphalopodes. Les pêcheurs doivent respecter, comme les pêcheurs embarqués, les tailles minimales de prise autorisées et les périodes d'ouverture de pêche.

La pêche sous-marine est autorisée au sein de la RNMR dans les zones de réglementation générale (zone 1) mais interdite dans les zones de protection renforcée (niveau 2) et dans les zones de protection intégrale (niveau 3), ainsi que dans les passes de l'Ermitage, Trois Bassins et des Colimaçons. Cependant, il est autorisé de traverser ces 3 zones de passe afin d'atteindre les zones

de niveau 1 à condition de tenir l'arbalète visible et non chargée. L'utilisation d'une foène ou d'un engin similaire (pic) n'est pas autorisée pour cette pratique. Chaque pêcheur sous-marin peut pêcher jusqu'à 5 kg de poisson maximum par jour, en respectant les tailles minimales de prélèvement de chaque espèce. La pêche de nuit ainsi que les concours ou compétitions ne sont pas autorisés pour cette pratique.

3.3 Pêche à pied

3.3.1 Pêches à pied dans les lagons

Les pêches à pied dans les lagons, qu'elles soient professionnelles ou de loisir (dite « traditionnelle »), constituent une activité réglementée dans différents secteurs des lagons de l'Ermitage, la Saline, Trois-Bassins, Saint-Leu et l'Etang-Salé (Figure 7). Les huit cents pêcheurs de loisir détenteurs d'une carte de pêche annuelle délivrée par la RNMR peuvent ainsi exploiter les poissons et les poulpes de la dépression d'arrière-récif (DAR) et du platier jusqu'au front récifal. Ils doivent respecter des secteurs autorisés, des spécifications d'engins, des jours et périodes d'ouverture, des horaires, des quotas journaliers et des tailles et poids minimaux de capture (Arrêté 3416-2019). Les suivis annuels menés sur la pêche traditionnelle permettent d'établir des diagnostics et des recommandations pour adapter au besoin la réglementation à l'état de santé des ressources et de leur habitat face à la pression de pêche. Trois types de pêche sont ainsi réglementés et suivis dans les lagons de la RNMR : la pêche à la senne de plage aux capucins nains, la pêche à la gaulette et la pêche au bâton (ciblant le poulpe).

La pêche aux capucins nains se pratique à la senne de plage pour cibler les juvéniles d'une seule espèce de Mullidae, *Mulloidichthys flavolineatus* (Figure 7). Elle se pratique généralement en équipe de 2 ou 3 personnes, avec un petit filet de maille de 16 millimètres étirées et de 10 mètres de long maximum. Les pêcheurs loisirs peuvent également utiliser l'épuisette. L'usage de la lampe ou du masque n'est pas autorisé pour les pêcheurs de loisir. Les pêcheurs professionnels sont quant à eux autorisés à utiliser des palmes, masque et tuba. La pêche à la senne de plage exploite la dépression d'arrière-récif, soit la bande sableuse située à moins de 25 mètres du bord de plage, où se regroupent les juvéniles durant la nuit. Cette pêche peut être pratiquée du 1^{er} février au 30 avril, du mercredi au dimanche, sauf jours fériés, de 5h00 à 9h00 du matin (à partir de 4h pour les professionnels). Le poids total des prises est limité à 4 kilogrammes de capucins nains par pêcheur loisir et par jour. Les professionnels sont également autorisés à pratiquer cette pêche, avec une réglementation adaptée (Arrêté préfectoral n°1742-2008).



Figure 7 : Des pêcheurs de capucins nains à la senne de plage qui remontent leur filet.



La pêche du poulpe, ou « zourite » en créole, (principalement *Octopus cyanea*) est une pêche de loisir au bâton pratiquée dans les habitats rocheux et coralliens du lagon (Figure 8). Les pêcheurs repèrent les zourites ou leur cache depuis la surface (sans masque) puis utilisent un bâton de bois pour extraire l'animal de son anfractuosité. Elle est autorisée du 1^{er} février au 31 octobre, du mercredi au samedi, à l'exception des jours fériés, de 5 heures du matin à midi. Il est autorisé de prélever 5 poulpes au maximum par jour, chacun devant peser au minimum 1 kilogramme, et même si le poids total individuel excède les 5 kilogrammes.

Figure 8 : Un pêcheur cherche des zourites

sur le platier à marée basse.

La pêche à la gaulette est une pêche de loisir avec une canne traditionnelle sans moulinet, généralement en bambou ou en fibre synthétique, Figure 9). Les pêcheurs ciblent les poissons récifaux, et en particulier les très prisés macabits (petits mérous marbrés, principalement *Epinephelus merra* et *Epinephelus hexagonatus*). Cette pratique est autorisée toute l'année, à l'exception des jours fériés, de cinq heures à midi. Elle se pratique sur les fonds des chenaux naturels situés entre les massifs coralliens. Les prises maximales de la pêche à la gaulette sont limitées à cinq kilogrammes par pêcheur détenteur d'une carte et par jour.



Figure 9 : Un pêcheur à la gaulette en activité dans le lagon.

3.3.2 Pêche côtière depuis la côte rocheuse ou les plages de sable noir

En dehors des pratiques encadrées dans les lagons, la pêche à pied depuis la côte est une activité de loisir très répandue à La Réunion. Dans le périmètre de la RNMR, elle se pratique depuis le bord de falaises ou depuis les plages de sable noir, seulement s'il n'y a pas de bordures récifales face au pêcheur (interdiction de pêcher dans le lagon) (Figure 10). La pêche est interdite de nuit dans la RNMR.



Figure 10 : Des pêcheurs à la canne à pêche à moulinet en activité sur la côte rocheuse.

Cette pêche du bord se pratique généralement avec une canne à pêche à moulinet ou traditionnelle (gaulette), ou directement avec une ligne à la main (Figure 11). Cette activité s'accompagne parfois de la recherche d'appâts à l'épuisette ou de ramassage à la main de crustacés (petits crabes, carabosses *Hippa ovalis*) ou mollusques destinés à faire de l'appât ou à être consommés.

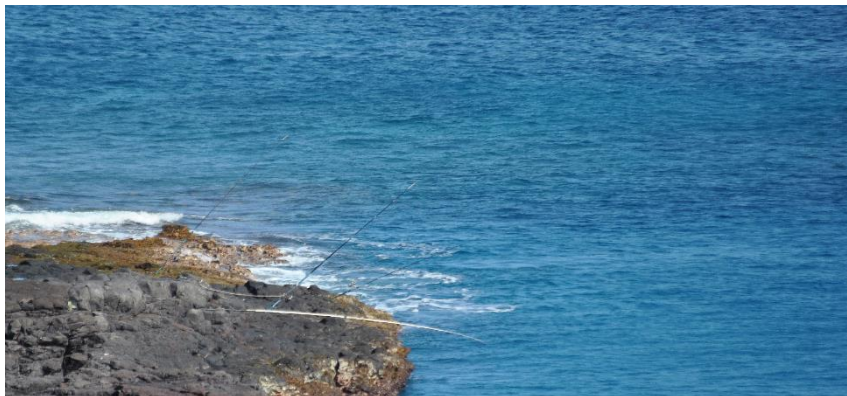


Figure 11 : Des cannes à pêche montées à la cale.

La pêche au moulinet se pratique de plusieurs manières : à la « cale », posée sur le bord en attendant une prise (Figure 11), ou animée en agitant sa ligne (e.g. mouvement de traîne ou de jig). En fonction de leur engin, de leur montage et de leurs mouvements, les pêcheurs peuvent viser aussi bien des poissons pélagiques de toutes tailles, que des poissons de fond. Les pêcheurs à la canne choisissent parfois le “no kill”, qui consiste à remettre à l'eau leurs prises.

Certains pêcheurs utilisent des drones pour repérer leurs cibles en mer et déposer leur ligne directement à proximité. Cette pratique étant interdite à la fois par le décret de création de la réserve (2007) qui interdit le vol de drone dans tout le périmètre de la RNMR et par un règlement de l'Union européenne qui interdit le largage d'objet (UAS Unmanned Aircraft Systems (EU) 2019/947 article 4.1 (f)), cette activité n'est pas considérée dans le cadre de cette étude. Pour information, 6 pêcheurs en drone ont toutefois été observée durant les enquêtes de terrain.

4 Quantification des efforts de pêche au sein de la RNMR

4.1 Fréquentation totale par sortie

Au cours des 127 sorties standardisées réalisées entre mars 2020 et mai 2021 le long de la côte de la RNMR, 10462 activités de pêche ont été recensées aux jumelles, ce qui correspond à une moyenne de 82.38 observations par sortie. La médiane est en réalité plus basse (73) puisque certaines journées ont été marquées par des nombres d'observations extrêmes (maximum de 304 observations). Le minimum relevé est de 9 observations en une sortie. La **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** illustre la dispersion journalière des observations de fréquentations totales relevées.

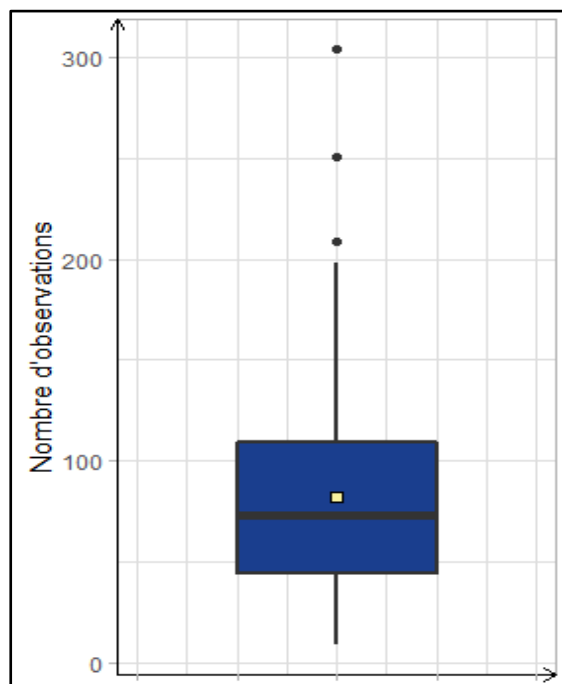


Figure 12 : Dispersion du nombre d'observations par sortie. La moyenne est symbolisée par le carré jaune.

4.2 Fréquentation totale selon l'activité

La répartition du nombre total d'observations selon le type d'activité (Figure 13) fait ressortir deux pratiques majoritaires : la pêche embarquée et la pêche à la canne à moulinet du bord. Ces deux types de pêche regroupent près de 4 000 observations chacun (3922 et 3916 respectivement) sur un total de 10 462, soit près de 75% de l'effort de pêche total observé. La pêche à la gaulette (sur la côte rocheuse ou dans le lagon) est la troisième pratique principale avec plus de 1600 observations, suivie par la pêche sous-marine et la pêche au zourite (416 et 368 observations respectivement). Les autres pratiques de pêche (ligne à la main à pied, pêche à pied de ramassage, pêche au capucin, palangres en mer) représentent moins de 1% des pratiques observées sur la période de l'étude.

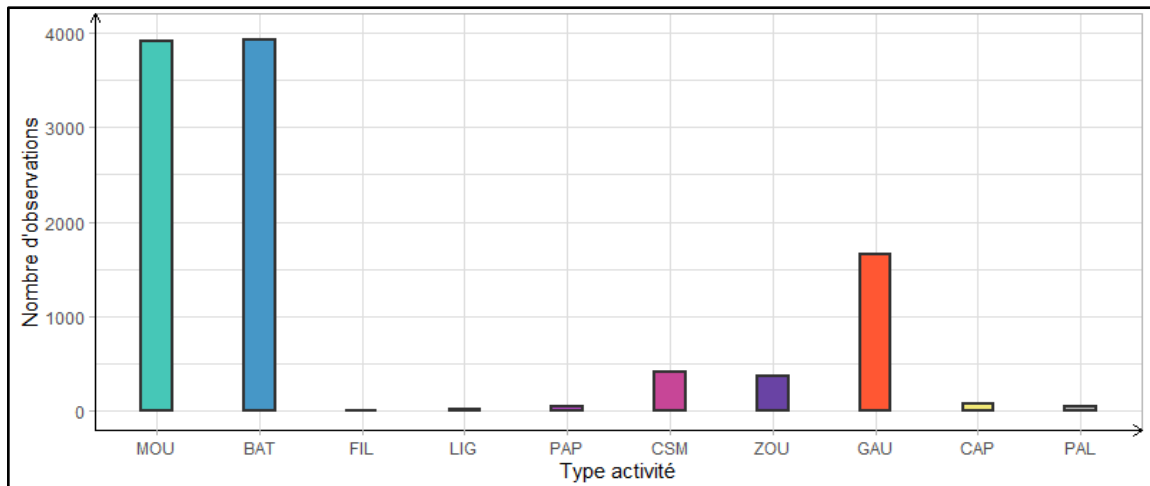


Figure 13 : Distribution des observations selon le type d'activité. MOU : canne à moulinet, BAT : bateau, FIL : senne de plage, LIG : ligne à la main, PAP : pêche à pied autre (ramassages divers), CSM : pêche sous-marine, ZOU : pêche au bâton (zourite), GAU : pêche à la gaulette, CAP : pêche au capucin, PAL : palangres/balances.

La Figure 14 met en évidence deux activités majeures au sein de la RNMR, que sont la pêche en bateau et la pêche au moulinet du bord (environ 30 à 40 observations par sortie avec des valeurs journalières maximales pouvant être 3 à 4 fois supérieures. Avec 11 pêcheurs en moyenne par jour (55 au maximum), la pêche à la gaulette depuis la côte et dans les lagons est la troisième activité la plus représentée. Les pêcheurs de zourite sont moins régulièrement observés (aucune observation dans 50% des sorties) mais peuvent se retrouver ponctuellement en grand nombre lorsque les conditions de pêche sont optimales (jusqu'à 44 pêcheurs au bâton sur une seule journée). A l'échelle annuelle, les autres activités de pêche autorisées, de jour, affichent de faibles niveaux de fréquentations journalières, au regard des 3 principales pratiques, sur le secteur de la RNMR.

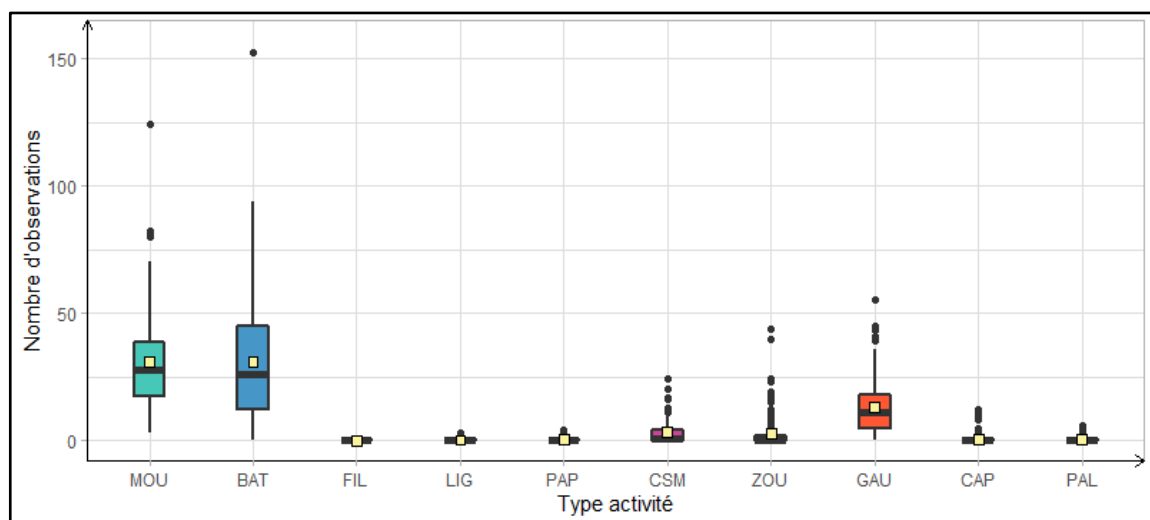


Figure 14 : Dispersion du nombre d'observations par sortie selon le type d'activité. MOU : canne à moulinet, BAT : bateau, FIL : filet, LIG : ligne à la main, PAP : pêche à pied autre (ramassages divers), CSM : pêche sous-marine, ZOU : pêche au bâton (zourite), GAU : pêche à la gaulette, CAP : pêche au capucin, PAL : palangres/balances crabe. La moyenne est symbolisée par le carré jaune.

4.3 Effet des variables environnementales sur la fréquentation des pêcheurs

La pêche est une activité dépendante des conditions de mer (courant, marée...) et météorologiques. S'il semble évident que la météo influence l'effort de pêche, aucune étude à ce jour n'a démontré statistiquement les effets de contraintes environnementales sur la fréquentation à La Réunion.

4.3.1 Fréquentation selon l'agitation de la mer

L'expression de la variable d'agitation de la mer a été codée selon trois valeurs graduelles : « calme », « moyen », « agité ». Une forte corrélation positive entre l'agitation de la mer au large et l'agitation de la mer à la côte a été identifiée (Chi2, p-value < 2.2e-16 ; table de corrélation en Annexe). Nous avons cherché à expliquer la variation du nombre d'observations par sortie en fonction de l'agitation de la mer.

Pour la mer au large, en enlevant les valeurs extrêmes (une sortie de 251 observations et une autre de 304 observations), la normalité du modèle et l'homogénéité des variances ont été acceptées. Dans ces conditions, l'ANOVA de Fisher à un facteur a été réalisée pour évaluer si la distribution de l'effort de pêche était identique pour les 3 degrés d'agitation de la mer au large : 1 pour calme (n = 15 sorties), 2 pour moyen (n = 51 sorties) et 3 pour agitée (n = 59 sorties).

L'effort de pêche est le plus important lorsque la mer au large est calme (médiane = 139). Il est moins important quand son état est moyen (médiane = 90) et il est le plus faible quand la mer est agitée (médiane = 48) (Figure 15, gauche). La distribution de l'effort de pêche est significativement différente (p < 0.0001) entre les différents niveaux d'agitation de la mer au large : plus la mer au large est agitée et moins il y a d'activités de pêche observées.

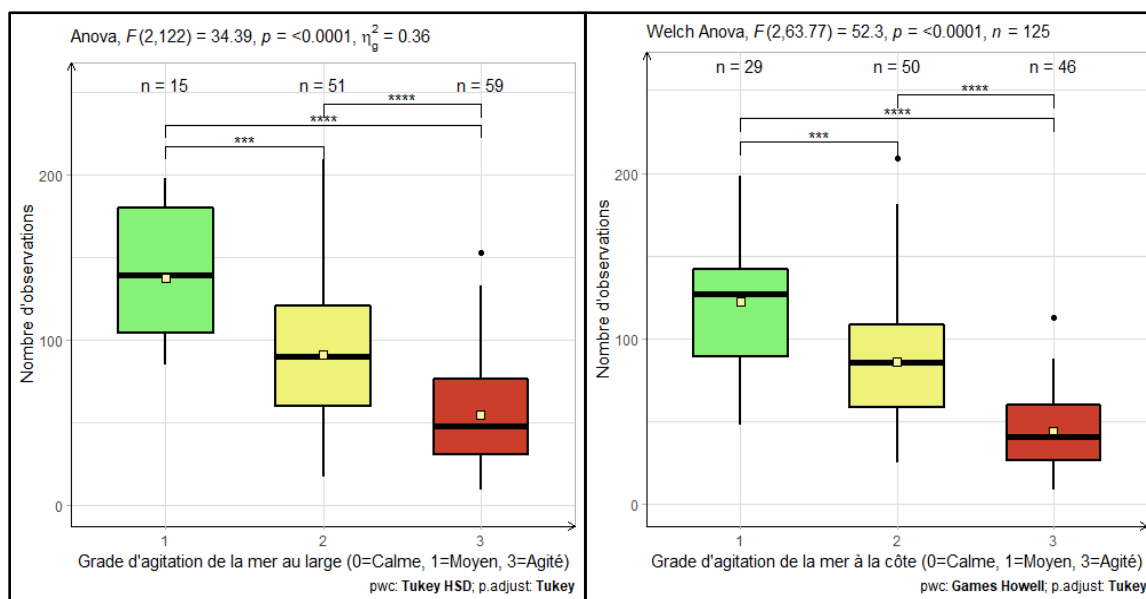


Figure 15 : Répartition du nombre d'observations par sortie selon l'agitation de la mer au large (gauche) ou à la côte (droite). « n » indique le nombre de sorties composant l'effectif. Les moyennes sont symbolisées par les carrés jaunes. Les tests statistiques et leurs résultats sont indiqués.

Pour la mer à la côte, en enlevant les mêmes valeurs extrêmes, la normalité du modèle est acceptable mais pas l'homogénéité des variances. Dans ces conditions, l'ANOVA de Welch³ à un

³ L'ANOVA de Welch est utilisée comme une alternative à l'ANOVA de Fisher lorsque les variances ne sont pas égales.

facteur a été réalisée pour évaluer si la distribution de l'effort de pêche était différente pour les 3 degrés d'agitation de la mer à la côte : 1 pour « calme » (n = 29 sorties), 2 pour « moyen » (n = 50 sorties) et 3 pour « agité » (n = 46 sorties).

L'effort de pêche est le plus important quand la mer à la côte est calme (médiane = 127). Il est moins important quand son état est moyen (médiane = 85.5) et il est le plus faible quand la mer est agitée (médiane = 41) (Figure 15, droite). La distribution de l'effort de pêche est significativement différente ($p < 0.0001$) entre les différents niveaux d'agitation de la mer à la côte : plus la mer à la côte est agitée et moins il y a d'activités de pêche observées.

Le fait que l'agitation de la mer influe négativement sur l'effort de pêche est intuitif et confirmé oralement par tous les pêcheurs rencontrés au cours du projet. L'observation statistique de cette réalité dans les données récoltées tend à valider la méthode et sa finesse pour détecter les variations d'effort de pêche en fonction de l'état de la mer.

4.3.2 Fréquentation selon l'intensité du vent

L'expression de la variable intensité du vent a été convertie selon trois valeurs graduelles (de 1 à 3). Une forte corrélation entre l'intensité du vent et l'agitation de la mer au large a été identifiée (Chi2, p-value = $4.91e-06$ pour la mer au large et p-value = 0.01305 pour la mer à la côte ; table de corrélation en Annexe). La variation du nombre d'observations par sortie a été testée en fonction de l'intensité du vent relevé. En enlevant les valeurs extrêmes, la normalité du modèle et l'homogénéité des variances ont été acceptées.

L'ANOVA de Fisher à un facteur a été utilisée pour évaluer si la distribution de l'effort de pêche était différente pour les 3 degrés d'intensité du vent : 1 pour faible (n = 20), 2 pour moyen (n = 50) et 3 pour fort (n = 55). Les données sont présentées sous forme de boxplots (En revanche, le nombre de sortie en mer des bateaux est significativement dépendant de l'intensité du vent (Anova, p-value = 0.011), la fréquentation des bateaux diminuant lorsque l'intensité du vent augmente.) sur l'ensemble de l'effort de pêche relevé, toutes pratiques confondues. En revanche, le nombre de sortie en mer des bateaux est significativement dépendant de l'intensité du vent (Anova, p-value = 0.011), la fréquentation des bateaux diminuant lorsque l'intensité du vent augmente. Bien que les valeurs médianes de fréquentation diminuent avec l'augmentation de l'intensité du vent (de 91 pour vent fort à 74.5 pour vent moyen et 64 pour vent faible), la distribution de l'effort de pêche n'est pas significativement différente entre les différents niveaux d'intensité du vent ($p = 0.161$). L'intensité du vent n'influe pas significativement sur l'ensemble de l'effort de pêche relevé, toutes pratiques confondues. En revanche, le nombre de sortie en mer des bateaux est significativement dépendant de l'intensité du vent (Anova, p-value = 0.011), la fréquentation des bateaux diminuant lorsque l'intensité du vent augmente.

4.3.3 Fréquentation selon l'état du ciel

L'expression de la variable état du ciel a été convertie selon trois valeurs : « Ciel clair », « Nuages » et « Pluie ». Cette variable est corrélée dans notre jeu de données à la variable agitation de la mer à la côte (Chi2, p-value = 0.02285 ; table de corrélation en Annexe). La variation du nombre d'observations par sortie a été testée en fonction de l'état du ciel.

En enlevant les valeurs extrêmes, la normalité du modèle est acceptable mais pas l'homogénéité des variances. L'ANOVA de Welch à un facteur a été réalisée pour évaluer si la distribution de l'effort de pêche était différente pour les 3 degrés d'état du ciel : Ciel clair (n = 76), Nuages (n = 44) et Pluie (n = 6). L'effort de pêche est le plus important quand le ciel est clair (médiane = 86) que lorsqu'il est nuageux (médiane = 62.5) ou pluvieux (médiane = 64.5) (Figure 17).

La distribution de l'effort de pêche n'est pas significativement différente entre les différents états du ciel ($p = 0.065$). Le faible effectif dans le groupe "Pluie" rend l'interprétation du test pour l'ensemble des groupes délicat. Néanmoins, les analyses post-hoc de Games Howell ont révélé

que la diminution de fréquentation entre ciel clair et nuages était significative ($p = 0.032$). Cela signifie qu'il y a plus d'activités de pêche lorsque le ciel est clair que lorsqu'il est nuageux.

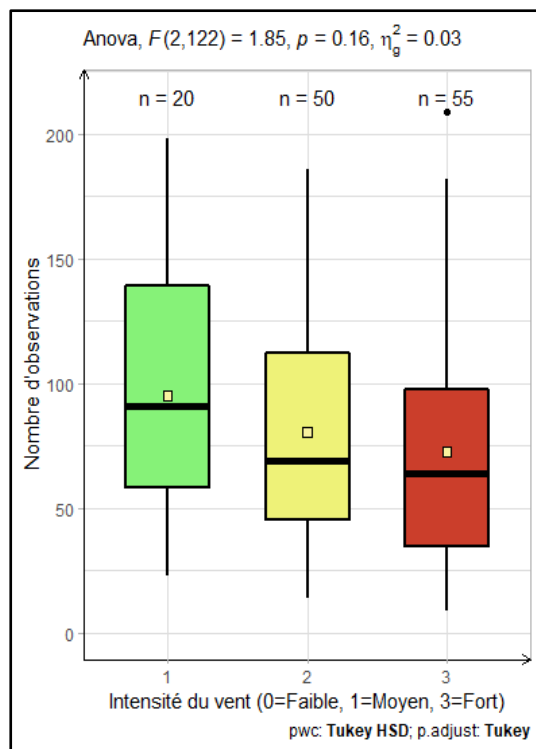


Figure 16 : Répartition du nombre d'observations par sortie selon l'intensité du vent. « n » indique le nombre de sorties composant l'effectif. Les moyennes sont symbolisées par les carrés jaunes. Les tests statistiques et leurs résultats sont indiqués.

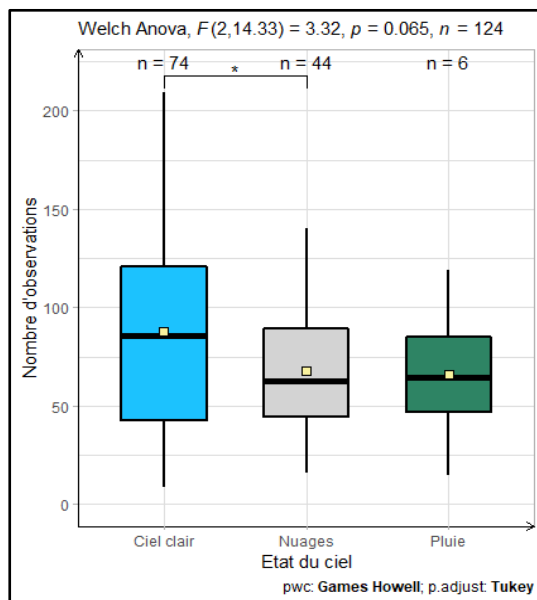


Figure 17 : Répartition du nombre d'observations par sortie selon l'état du ciel. « n » indique le nombre de sorties composant l'effectif. Les moyennes sont symbolisées par les carrés jaunes. Les tests statistiques et leurs résultats sont indiqués.

4.3.4 Fréquentation selon la dynamique de la marée

L'expression de la variable dynamique de la marée a été définie selon deux valeurs : « montante » ou « descendante ». Si le suivi comprenait une partie montante et une partie descendante de même durée, cette variable n'était pas renseignée. Elle n'est pas corrélée avec les autres variables environnementales ou temporelles dans notre jeu de données (table de corrélation en Annexe). La variation du nombre d'observations par sortie a été testée en fonction de la dynamique de la marée.

En enlevant les valeurs extrêmes, la normalité du modèle est acceptable mais pas l'homogénéité des variances. L'ANOVA de Welch à un facteur a été réalisée pour évaluer si la distribution de l'effort de pêche était différente selon la dynamique de la marée : Descendante ($n = 58$) ou Montante ($n = 57$). Toutes activités confondues, l'effort de pêche se révèle significativement plus important ($p = 0.046$) lorsque la marée est descendante (médiane=82) que durant sa phase montante (médiane=70) (Figure 18).

La marée a tout particulièrement un effet significatif sur l'effort de pêche en bateau (Welch Anova, p -value = 0.026) et au zourite (Welch anova, p -value = 0.012, en ne considérant que les jours et heures autorisées à la pêche), avec plus de pêcheurs pendant la marée descendante. Cette relation ne se retrouve pas pour les autres types de pêche.

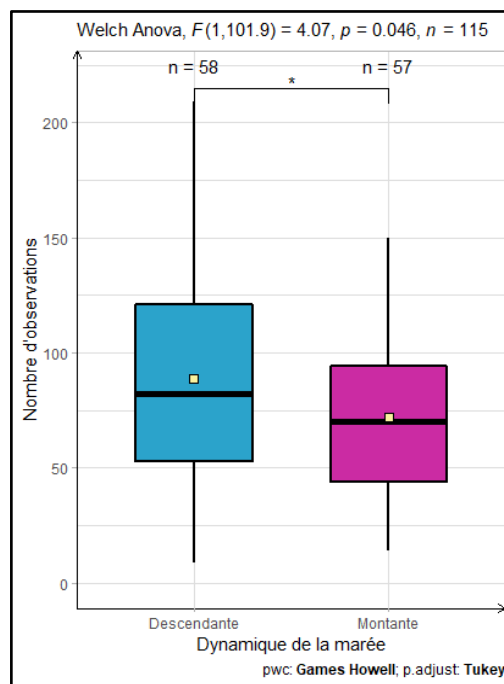


Figure 18 : Répartition du nombre d'observations par sortie selon la dynamique de la marée. « n » indique le nombre de sorties composant l'effectif. Les moyennes sont symbolisées par les carrés jaunes. Les tests statistiques et leurs résultats sont indiqués.

4.3.5 Fréquentation selon la phase lunaire

L'expression de la variable phase lunaire a été définie selon le quartier lunaire visible la nuit précédant la sortie. Cette variable n'est pas corrélée avec les autres variables environnementales ou temporelles dans notre jeu de données (table de corrélation en Annexe). Nous avons cherché à expliquer la variation du nombre d'observations par sortie en fonction de la phase lunaire.

En enlevant les valeurs extrêmes, la normalité du modèle et l'homogénéité des variances ont été acceptées. L'ANOVA à un facteur a été réalisée pour évaluer si la distribution de l'effort de pêche était différente pour les différentes phases du cycle lunaire : « 0 » pour la nouvelle lune ($n = 7$),

« 1 » pour $\frac{1}{4}$ de la lune visible ($n = 34$), « 2 » pour $\frac{1}{2}$ lune visible ($n = 36$), « 3 » pour $\frac{3}{4}$ de lune visible ($n = 29$) et « 4 » pour la pleine lune ($n = 16$). Toutes activités confondues, l'effort de pêche n'est pas significativement influencé par les phases lunaires ($p = 0.579$) (Figure 19).

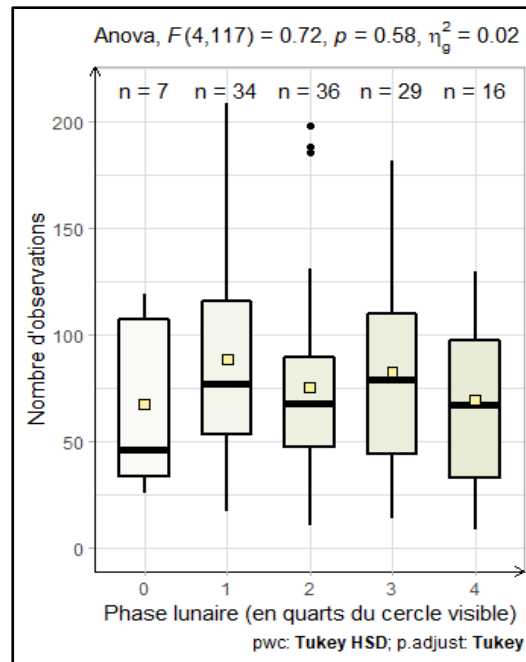


Figure 19 : Répartition du nombre d'observations par sortie selon la phase lunaire. « n » indique le nombre de sorties composant l'effectif. Les moyennes sont symbolisées par les carrés jaunes. Les tests statistiques et leurs résultats sont indiqués.

4.4 Effet des variables temporelles sur la fréquentation

4.4.1 Fréquentation selon le jour de la semaine

L'expression de la variable « jour de la semaine » a été définie selon deux modalités : « semaine » ou « week-end ». Les sorties de l'après-midi en semaine ont été exclues (plusieurs activités y sont interdites) pour comparer uniquement les sorties matin semaine et matin week-end. Cette variable est corrélée avec la variable état du ciel (Ch2, p -value = 0.03066, 69% de ciel clair en semaine contre 83% le week-end ; table de corrélation en Annexe). La variation du nombre d'observations par sortie a été testée en fonction du type de jour. La normalité du modèle est acceptée mais pas l'homogénéité des variances. L'ANOVA de Welch à un facteur a été réalisée pour évaluer si la distribution de l'effort de pêche était différente selon le type de jour échantillonné : Semaine ($n = 63$) ou Week-end ($n = 18$) (Figure 20). L'effort de pêche est plus important en week-end (médiane = 108) qu'en semaine (médiane = 85), mais la différence observée n'est pas significative ($p = 0.106$).

En revanche, si on s'intéresse aux différentes activités, la pêche à la canne au moulinet est significativement moins pratiquée en semaine qu'en week-end (Welch-ANOVA, $p = 0.007$). Il n'y a pas de différence significative pour les bateaux (Welch-ANOVA, $p = 0.321$).

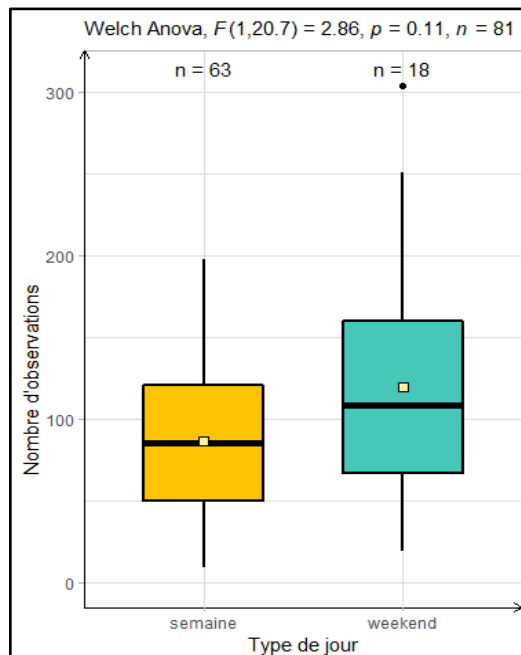


Figure 20 : Répartition du nombre d'observations par sortie selon le type de jour. « n » indique le nombre de sorties composant l'effectif. Les moyennes sont symbolisées par les carrés jaunes. Les tests statistiques et leurs résultats sont indiqués.

4.4.2 Fréquentation selon le moment de la journée

L'expression de la variable plage horaire a été définie selon deux modalités : matin ou après-midi. Les sorties du week-end ont été exclues pour comparer uniquement les sorties matin semaine et après-midi semaine. Cette variable est corrélée avec les variables agitation de la mer à la côte (Chi2, p-value = 0.0038), agitation de la mer large (Chi2, p-value = 0.001093), intensité du vent (Chi2, p-value = 0.005918) et état du ciel (Chi2, p-value = 0.001063). Il y a plus de nuages, d'agitation de la mer et d'intensité du vent l'après-midi par rapport au matin. Nous avons cherché à expliquer la variation du nombre d'observations par sortie en fonction de la plage horaire.

La normalité du modèle est acceptée mais pas l'homogénéité des variances. L'ANOVA de Welch à un facteur a été réalisée pour évaluer si la distribution de l'effort de pêche était différente selon le moment de la journée : matin (n = 63) ou après-midi (n = 46).

La distribution de l'effort de pêche est significativement différente entre les deux plages horaires (p = 0.002). Il y a plus d'activités de pêche observées le matin que l'après-midi (Figure 21)..

4.4.3 Fréquentation selon les mois de l'année

L'expression de la variable mois a été définie selon douze valeurs correspondant aux douze mois de l'année. Les sorties précédant le mois de juin 2020 ont été exclues car l'effectif par mois était trop faible (1 et 4) et ne comptaient pas de sorties de l'après-midi. Les effectifs de sortie par mois étant faibles, il est difficile de déceler des corrélations avec les variables environnementales. La variation du nombre d'observations par sortie a été testée en fonction du mois de l'année, sur douze mois allant de juin 2020 à mai 2021.

La répartition du nombre d'observations par sortie selon le mois est représentée sous forme de boxplots (Figure 22). La distribution des observations est non normale. Compte-tenu des faibles effectifs d'observations mensuelles, les valeurs extrêmes n'ont pas été exclues des données, notamment pour février 2020. L'alternative non paramétrique utilisée est le test de la distribution de Kruskal-Wallis. La p-value est de 0.2731, ce qui signifie qu'il n'y a pas un mois qui est statistiquement différent de tous les autres mois au seuil de 95% du point de vue de la distribution du nombre d'observations par sortie.

Des tests de Mann-Whitney réalisés deux à deux pour tous les mois permettent d’identifier que le mois de juillet compte significativement moins d’observations par sortie que les mois de janvier, mars, avril, août, septembre, octobre, novembre et décembre (p -value < 0.05). Les autres mois ne sont pas significativement différents entre eux au seuil de 95%.

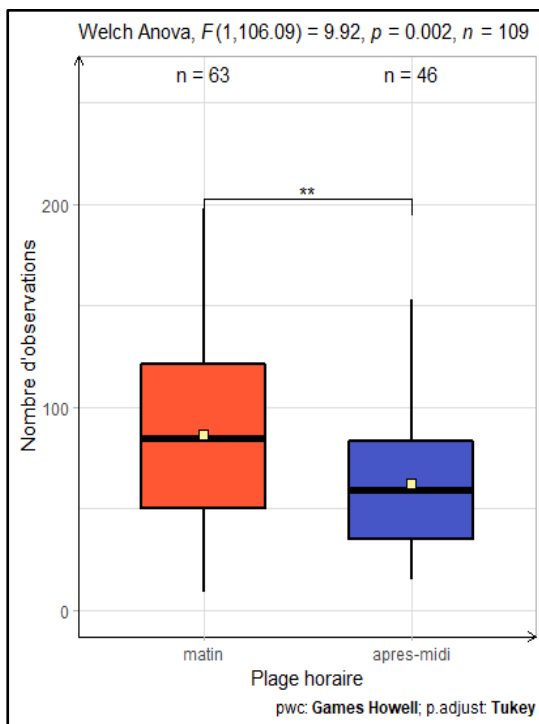


Figure 21 : Répartition du nombre d’observations par sortie selon le moment de la journée. « n » indique le nombre de sorties composant l’effectif. Les moyennes sont symbolisées par les carrés jaunes. Les tests statistiques et leurs résultats sont indiqués.

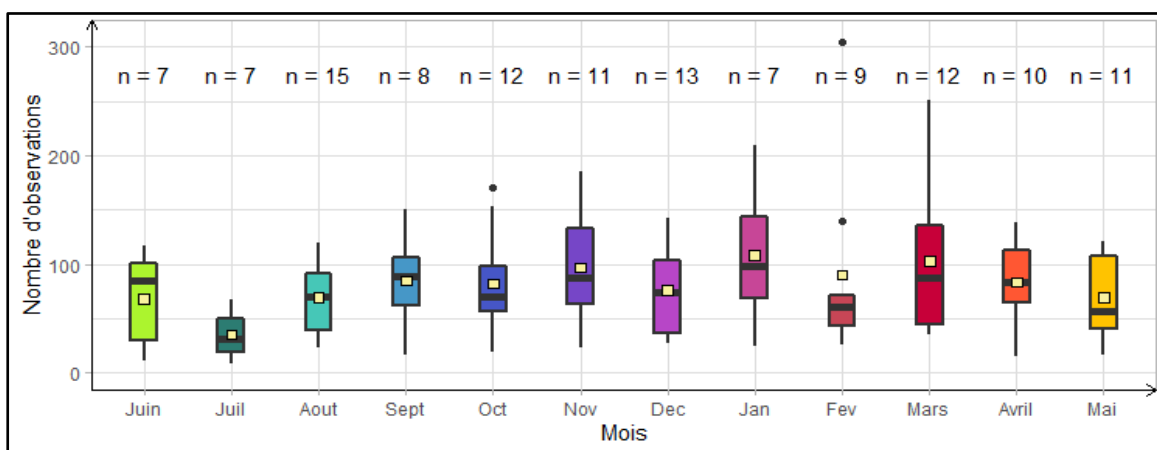


Figure 22 : Répartition du nombre d’observations par sortie selon le mois, de juin 2020 à mai 2021. « n » indique le nombre de sorties composant l’effectif. Les moyennes sont symbolisées par les carrés jaunes.

En s’intéressant uniquement aux bateaux (Figure 23), on constate une grande amplitude de variation à l’intérieur de chaque mois, et aucun mois n’est différent d’aucun autre (Mann-Whitney, toutes les p -values > 0.05).

Pour les cannes à moulinet, l'amplitude de variation est moins importante au sein de chaque mois (Figure 24). Les mois d'intersaison (septembre, octobre, novembre, mars, avril) semblent être ceux associés à une plus grande fréquentation. Le test de la distribution de Kruskal-Wallis montre une différence significative de la fréquentation selon le mois (p -value = 0.01639) : il y a au moins un mois qui est différent de tous les autres. Les tests de Mann-Whitney effectués deux à deux montrent que le mois de juillet est différent de tous les autres mois au seuil de 95%. Les mois de juin et août sont également différents du mois de novembre (Mann-Whitney, p -value < 0.05). La pêche au zourite et au capucin montrent également une influence du mois qui est liée aux périodes d'ouverture de la pêche (février à octobre pour le zourite et février à avril pour les capucins nains).

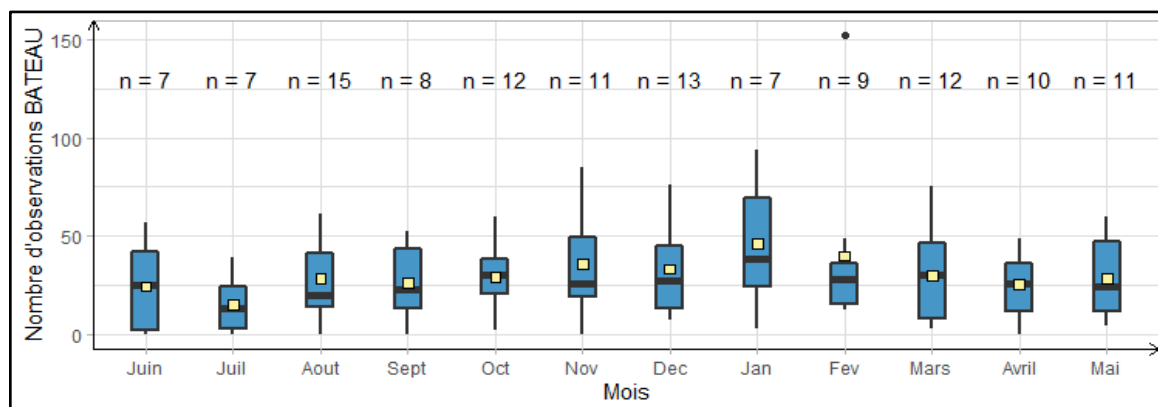


Figure 23 : Répartition du nombre d'observations de bateaux par sortie de juin 2020 à mai 2021. « n » indique le nombre de sorties composant l'effectif. Les moyennes sont symbolisées par les carrés jaunes.

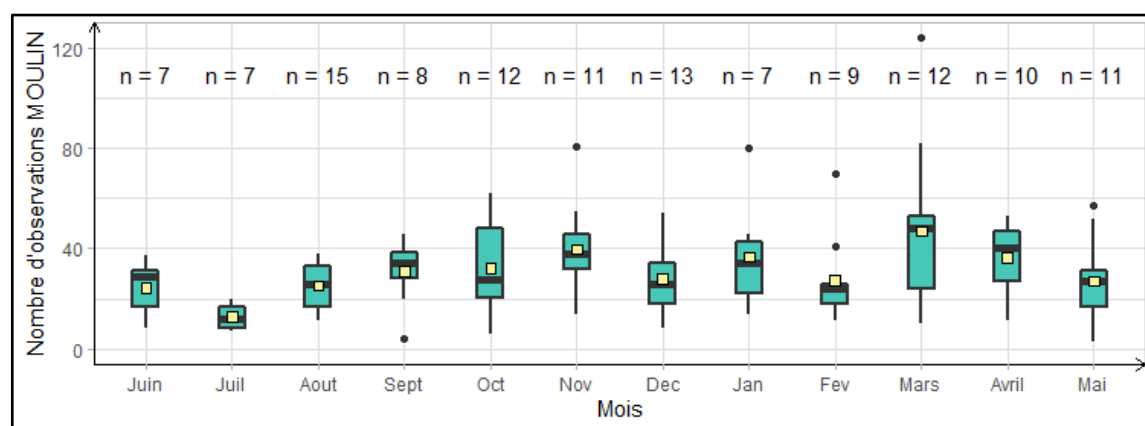


Figure 24 : Nombre d'observations de cannes à moulinet par sortie de juin 2020 à mai 2021. « n » indique le nombre de sorties composant l'effectif. Les moyennes sont symbolisées par les carrés jaunes.

4.4.4 Fréquentation selon les saisons

Les effectifs de sorties par mois étant faibles, ils ont été regroupés selon la variable saison. L'expression de la saison a été définie selon quatre valeurs correspondant à un découpage de l'année en parties de trois mois chacune : première partie de l'été de novembre à janvier, deuxième partie de l'été de février à avril, première partie de l'hiver de mai à juillet, deuxième partie de l'hiver d'août à octobre. Les sorties précédant le mois de juin 2020 ont été exclues car les sorties de l'après-midi n'avaient pas encore été mises en place. Cette variable est corrélée avec

l'état du ciel (Chi2, p-value=0.0092). Nous avons cherché à expliquer la variation du nombre d'observations par sortie en fonction de la saison, sur douze mois allant de juin 2020 à mai 2021.

En enlevant les valeurs extrêmes (sorties de 304 et 251 observations), la normalité du modèle et l'homogénéité des variances sont acceptées. L'ANOVA à un facteur a été réalisée pour évaluer si la distribution de l'effort de pêche était différente selon la saison : début de l'été (n = 31), fin de l'été (n=29), début de l'hiver (n=25) fin de l'hiver (n = 35).

L'effort de pêche est le plus important la première partie de l'été (médiane =87) et le plus faible en début d'hiver (médiane = 51) (Figure 25). La distribution de l'effort de pêche n'est pas significativement différente pour l'ensemble des saisons (p = 0.067). Néanmoins, les analyses post-hoc de Tukey ont révélé que la diminution de fréquentation entre le début de l'été et celle du début de l'hiver est significative (p = 0.0409), il y a plus d'activités de pêche recensées au début de l'été qu'au début de l'hiver.

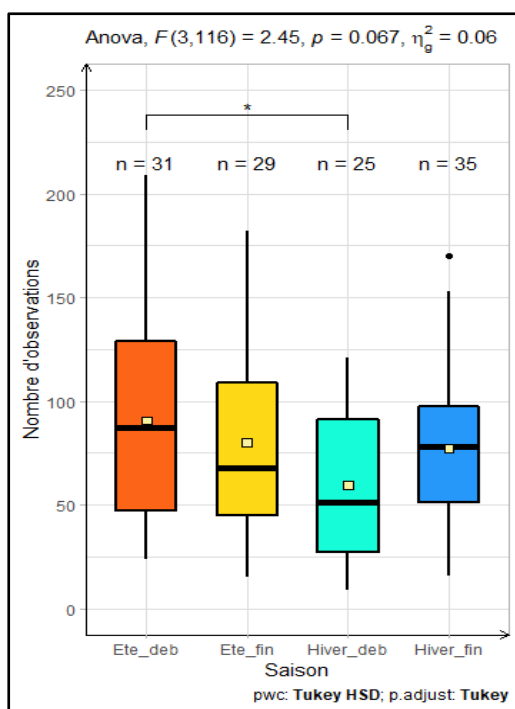


Figure 25: Répartition du nombre d'observations par sortie selon la saison, de juin 2020 à mai 2021. n indique le nombre de sorties composant l'effectif. Les moyennes sont symbolisées par les carrés jaunes. Les tests statistiques et leurs résultats sont indiqués

La répartition des niveaux d'agitation de la mer à la côte selon la saison (Tableau 2) montre que le début de l'été correspond aux sorties avec les plus faibles agitations de la mer à la côte tandis que le début de l'été et la fin de l'hiver correspond aux conditions de mer observées les plus difficiles, ce qui correspond aux médianes de fréquentation observées respectivement élevées pour le début de l'été et faibles pour la fin de l'été et le début de l'hiver.

Tableau 2 : Répartition de la proportion de sorties selon les conditions de mer à la côte et la saison.

		Saison			
		Ete_deb	Ete_fin	Hiver_deb	Hiver_fin
Mer à la cote	1				
	2				
	3				

4.5 Utilisation de l'espace

4.5.1 Utilisation des systèmes géomorphologiques

Le type géomorphologique exploité a été classé en cinq catégories. Le milieu dit « côtier » correspond aux activités de pêche à pied depuis la côte, sans lagon et platier en vis-à-vis. Le milieu « pente externe » correspond aux activités directement en pleine mer, à l'extérieur des lagons, par les bateaux et les pêcheurs sous-marins. Le milieu « passe » correspond aux activités exploitant les passes des lagons. La « Dépression d'arrière récif » correspond à la bande sableuse à l'arrière des récifs frangeant, bordant les plages. Le « platier » correspond ici à la zone corallienne des lagons.

Le type géomorphologique le plus exploité est l'espace côtier sans récif en vis-à-vis (Figure 26, 4432 observations) qui regroupe principalement des pêcheurs pratiquant la canne au moulinet et/ou la gaulette, des pêcheurs à la ligne à la main, et quelques pêcheurs à pied ramassant à la main de petits crustacés ou des mollusques. La pente externe est le deuxième milieu le plus exploité (4374 observations), par des bateaux, des pêcheurs sous-marins et des filières de palangres ou de balance à crabe girafe. Le platier est le troisième espace le plus exploité (1493 observations), avec en particulier les pêcheurs de loisir dit « traditionnels » à la gaulette et au zourite.

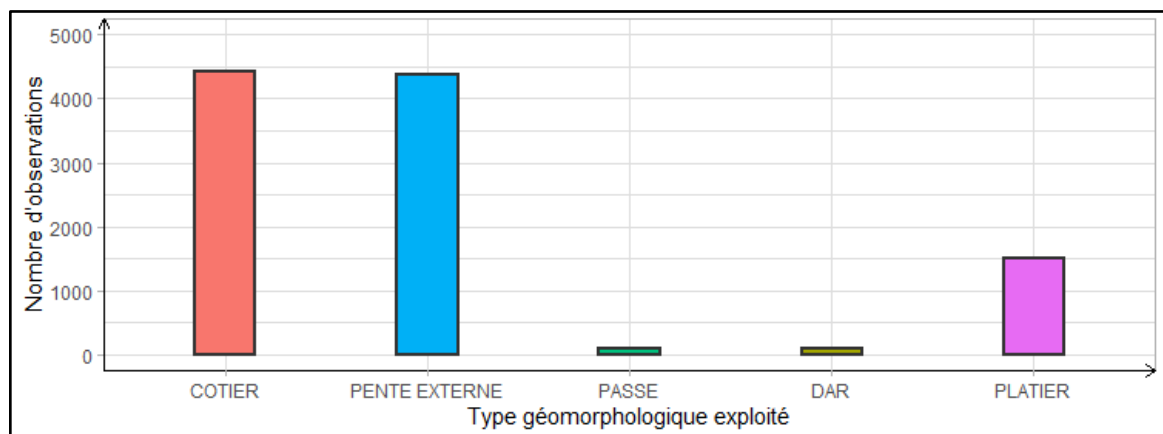


Figure 26 : Distribution des observations selon le type géomorphologique exploité. DAR : Dépression d'Arrière Récif.

C'est aussi le milieu où des pêcheurs en situation de braconnage à la canne à pêche à moulinet et en pêche sous-marine ont été relevés. Les passes représentent de faibles surfaces, exploitées surtout par des pêcheurs à la canne à moulinet, et les dépressions d'arrière récif sont surtout exploitées par les pêcheurs de capucins à la senne de plage pendant la saison de pêche autorisée, mais aussi par d'autres pêcheurs gaulette et zourite.

La Figure 27 met en évidence l'importance des activités en pente externe et plus globalement à la côte, par rapport aux autres milieux exploités au sein de l'espace lagunaire.

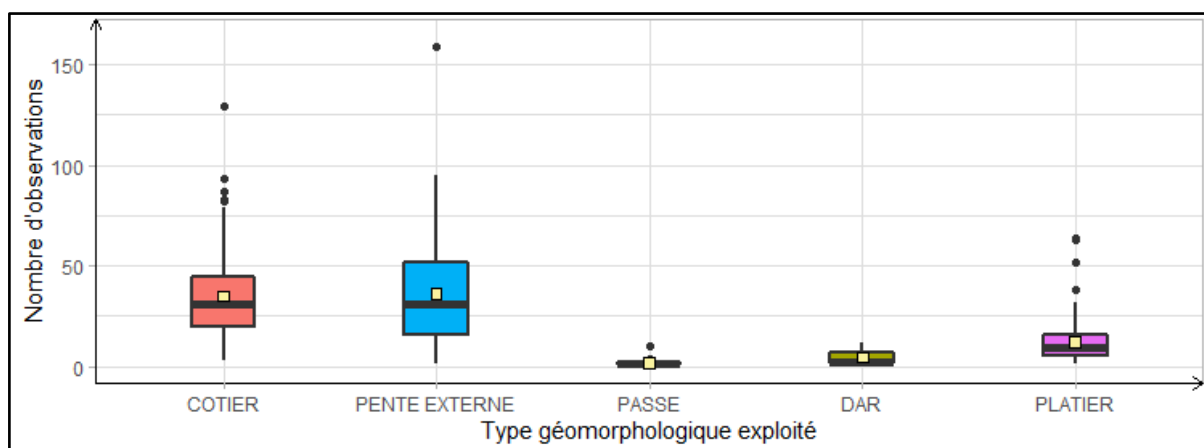


Figure 27 : Dispersion du nombre d'observations par sortie selon le type géomorphologique exploité (DAR : Dépression d'Arrière Récif). Les moyennes sont symbolisées par les carrés jaunes.

A partir d'une mesure cartographique sur logiciel de SIG (référentiel RNMR/SEXTANT⁴), pointage SIG, environ 44 km), et en considérant la fragmentation de la côte, le linéaire côtier observable lors entre le sud de la baie de Saint-Paul et la côte au sud du Gouffre de l'Etang-Salé représente environ 46.6 km, dont environ 44.2 km RNMR et 2.4 km au nord de la RNMR.

Ainsi, environ 25.7 km de ce linéaire côtier observable font face à la pente externe, environ 20.3 km font face à du platier, et environ 600 m font face à une passe (Tableau 3). Rapporté à ce linéaire, la densité médiane de pêcheurs côtiers face à la pente externe est de 1.21 pêcheurs/km, maximum observé de 5.01 pêcheurs/km (Figure 28, gauche).

Tableau 3. Linaires, surfaces et densités de pêcheurs observés selon le milieu

	Pente externe	Lagon
Linéaire de côte observé	25.7 km	20.3 km
Surface maritime observée	27 000 ha	463 ha
Densité médiane de pêcheurs	1.21 pêcheurs à pied/km de côte 0.001 pêcheur en mer/ha	0.02 pêcheur/ha

Les lagons (platiers et dépressions d'arrière-récif réunis) représentent une surface d'approximativement 463 ha. La densité médiane de pêcheurs dans le lagon est de 0.02 pêcheur ou équipe/ha de lagon, maximum observé de 0.14 pêcheur ou équipe/ha (Figure 28, centre).

La surface de mer observable entre la côte ou la barrière de corail et environ 6 km au large est estimée à environ 27 000 ha. La densité médiane de pêcheurs en pente externe est de 0.001 pêcheur/ha, maximum de 0.006 pêcheur/ha (Figure 28, droite).

⁴ <https://sextant.ifremer.fr/ocean-indien/Acces-aux-donnees/Acces-au-catalogue#/metadata/06296532-11b8-48da-b33a-ee51824e91cd>

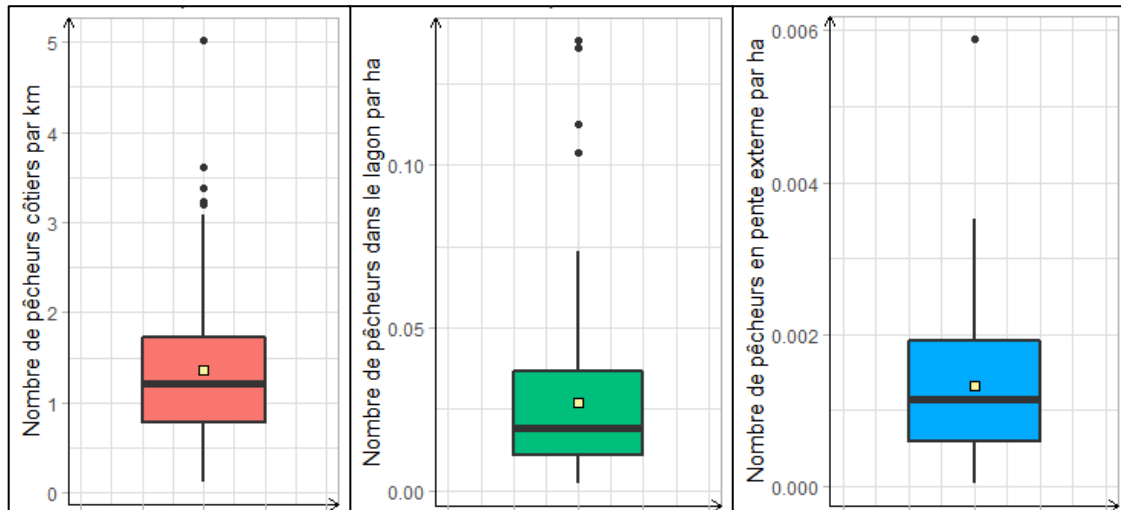


Figure 28: Dispersion des densités de pêcheurs observés par sortie selon le type géomorphologique exploité (gauche : pente externe depuis la côte à pied; centre : lagon; droite : pente externe depuis la mer). Les moyennes sont symbolisées par les carrés jaunes.

4.5.2 Fréquentation selon les secteurs

4.5.2.1 Fréquentation selon les niveaux de protection

Les activités observées ont été placées dans le contexte des différents niveaux de réglementation pêche de la RNMR (Figures 29, 30 et 31). Seuls les bateaux situés à moins de 2000 m ont été conservés pour cette analyse, les autres étant jugés trop au large pour pouvoir avoir un lien avec les différents niveaux de réglementation.

Dans le tiers nord de la RNMR (Figure 29, droite), les observations sont surtout concentrées en mer au niveau du port de Saint-Gilles qui correspond à une zone de protection générale, et sur la côte du Cap La Houssaye, les platiers de la Saline et de l'Ermitage en zones de protection

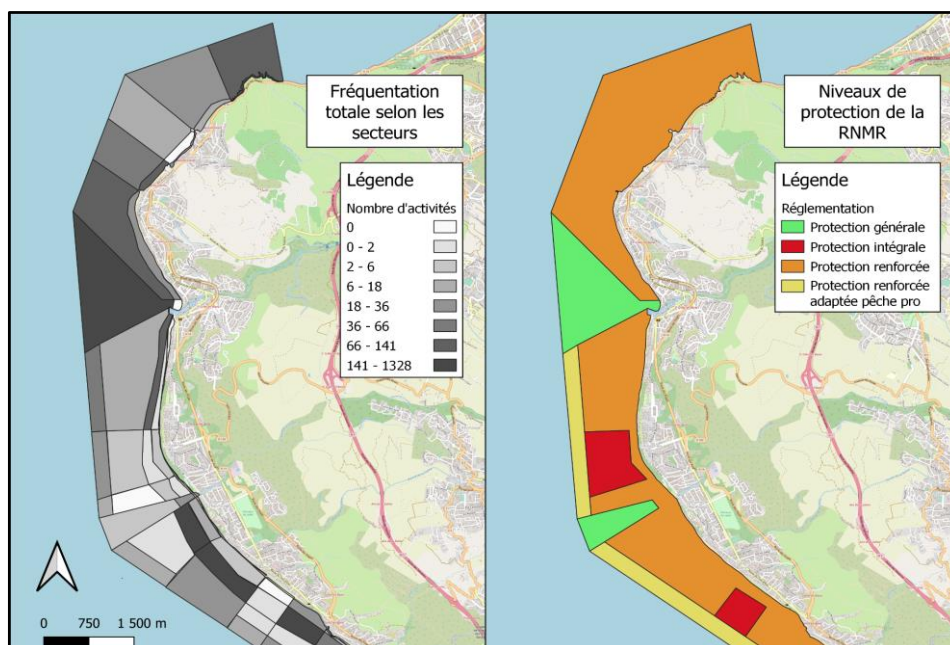


Figure 29 : Répartition du total des observations dans chaque secteur (gauche) et délimitation des zones selon les niveaux de réglementation (droite) dans le tiers nord de la RNMR.

renforcées. Les platiers fréquentés de la Saline entourent une zone de protection intégrale, mais il est difficile d'affirmer que les pêcheurs sont attirés par sa proximité car ces derniers semblent simplement se concentrer dans les zones autorisées (nord du sanctuaire de l'Ermitage et de la passe de l'Ermitage jusqu'à Trou d'eau, à l'exception du sanctuaire de La Saline). La dépression d'arrière récif face au sanctuaire est d'ailleurs moins fréquentée que les parties situées juste au nord et juste au sud de celui-ci, alors que toutes ces zones sont ouvertes à la pêche au capucin. Dans le tiers central de la RNMR (Figure 30), les observations sont surtout concentrées dans les zones de protection générale et au niveau du port de Saint-Leu.

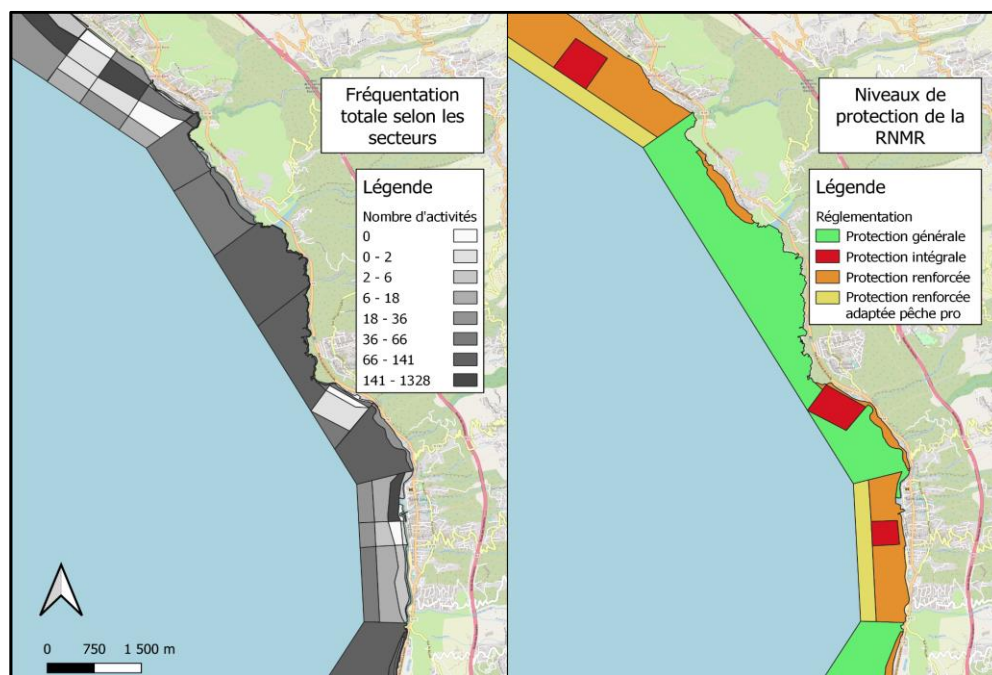


Figure 30 : Répartition du total des observations dans chaque secteur (gauche) et délimitation des zones selon les niveaux de réglementation (droite) dans le tiers central de la RNMR.

Dans le tiers sud de la RNMR (Figure 31), les observations sont également majoritairement situées dans la très grande zone de protection générale. Le lagon du Bassin Pirogue à l'Etang-Salé est cependant très fréquenté.

De manière générale, la fréquentation des secteurs suit les niveaux de protection qui y sont associés : plus ils sont élevés et moins d'activités y sont recensées, plus il y a de pratiques autorisées et plus il y a de pêcheurs. Il ne semble pas y avoir de phénomène d'attraction autour des zones à fort niveau de protection.

4.5.2.2 Fréquentation selon les secteurs de la RNMR

Les petites zones hétérogènes délimitées ont été regroupées en neuf secteurs de tailles comparables pour synthétiser l'information. Le secteur au Nord de la RNMR (Nord_Res) correspond à ce qui est observable au nord-est du Cap La Houssaye et qui ne fait pas partie de la RNMR. Le secteur de Saint-Paul s'étend du Cap La Houssaye jusqu'à la Pointe des Aigrettes. Le secteur de Saint-Gilles va de Grand Fond à la digue sud du port de Saint-Gilles. Le secteur Ermitage va de la plage des Brisants jusqu'à la passe de l'Ermitage. Le secteur de la Saline est compris entre les passes de l'Ermitage et de Trois-Bassins. Le secteur de Trois-Bassins (TBASSINS) s'étend de la passe de Trois-Bassins jusqu'à la Pointe des Châteaux. Le secteur de Saint-Leu centre (SLECENTRE) va de la Pointe des Châteaux jusqu'à la Pointe au Sel. Le secteur du sud de Saint-Leu (SUDSLE)

s'étend de la Pointe au Sel jusqu'à la Pointe des Avirons. Le secteur des Avirons/Etang-Salé (AVI_ETS) va de la Pointe des Avirons jusqu'à la Roche aux Oiseaux.

Tous types d'activités confondus (Figure 32), ce sont les secteurs de Saint-Paul et du sud de Saint-Leu qui regroupent le plus d'observations (fréquentations médianes de 16 et 12 respectivement usagers par sortie). Les secteurs au nord de la RNMR et de l'Ermitage sont ceux dans lesquels les observations ont été les plus faibles (de 0 et 3 observations par sortie).

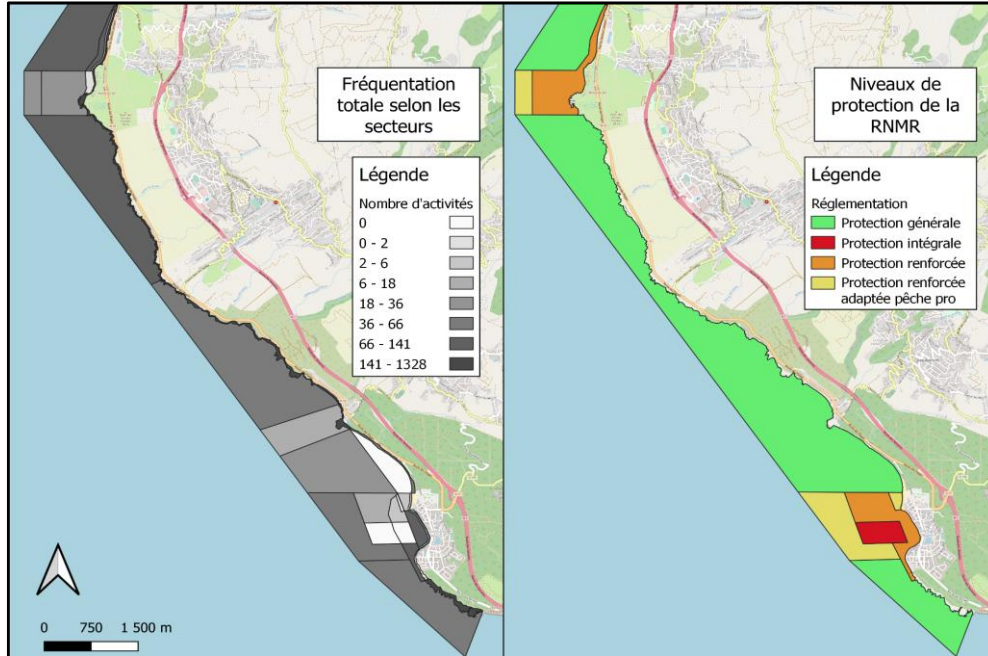


Figure 31 : Répartition du total des observations dans chaque secteur (gauche) et délimitation des zones selon les niveaux de réglementation (droite) dans le tiers sud de la RNMR

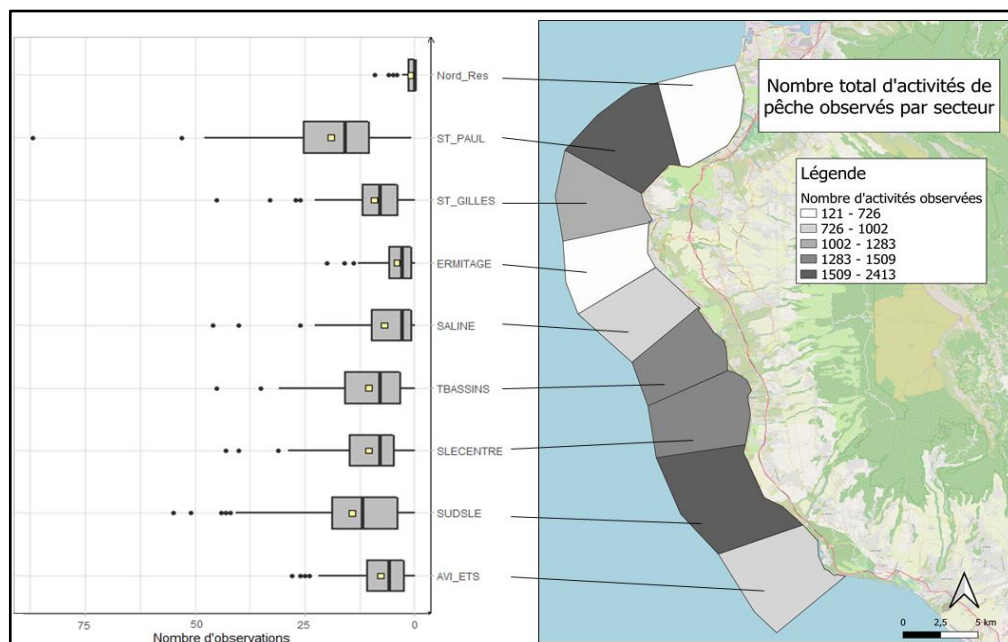


Figure 32 : Dispersion du nombre d'activités observées par sortie selon le secteur (gauche) et carte du nombre total d'activités observées selon le secteur (droite). Les moyennes sont symbolisées par les carrés jaunes.

En s'intéressant uniquement aux bateaux de pêche (Figure 33), on constate que les secteurs les plus fréquentés sont ceux de Saint-Paul et de Saint-Gilles (valeurs médianes de 5 et 4 observations par sortie), suivis de Saint-Leu centre et de Trois-Bassins (3 observations par sortie). Pour les bateaux, les sites les plus fréquentés sont ceux situés à proximité des ports de Saint-Gilles et de Saint-Leu. La partie au nord de Saint-Gilles correspond souvent à un secteur avec des conditions de mer et de vent plus favorables.

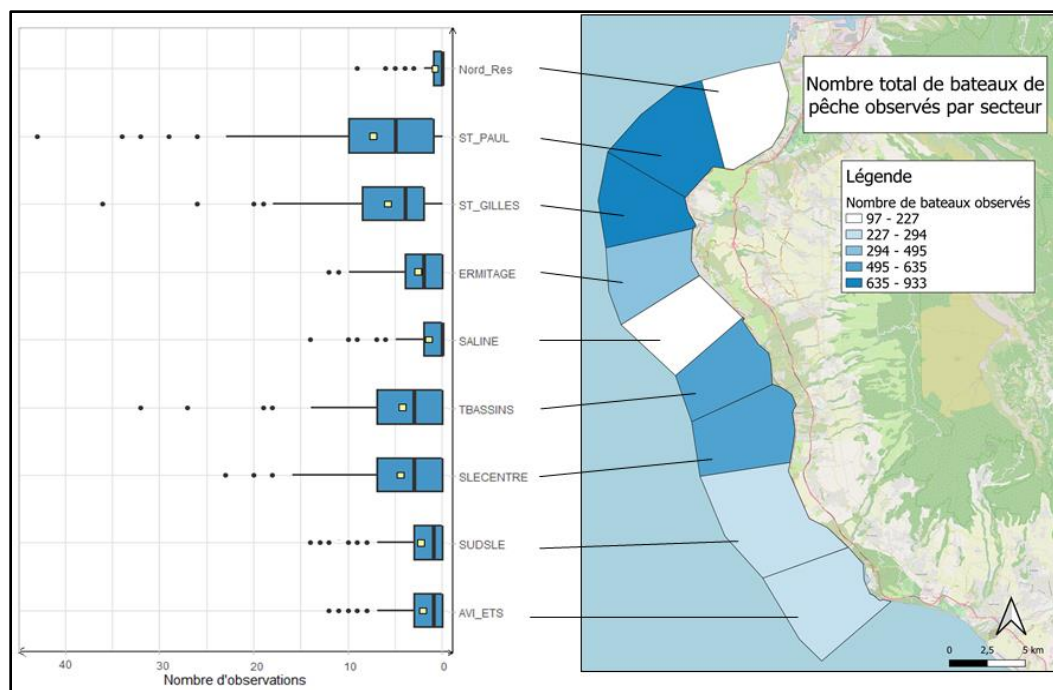


Figure 33 : Dispersion du nombre de bateaux de pêche observés par sortie selon le secteur (gauche) et carte du nombre total de bateaux de pêche observés selon le secteur (droite). Les moyennes sont symbolisées par les carrés jaunes.

Les pêcheurs sous-marins sont plus nombreux dans la partie sud de la RNMR (Figure 34), conformément à la réglementation, en particulier dans les secteurs de Saint-Leu. Néanmoins, ils sont absents des zones de pêche dans 50% des observations et seulement 1 à 2 équipes lorsque présents. Quelques journées dans l'année semblent plus attractives que d'autres, favorisant des fréquentations exceptionnelles.

Pour la pêche à la canne à moulinet (Figure 35), les zones les plus exploitées sont celles de Saint-Paul et du sud de Saint-Leu (9 et 7 pêcheurs par sortie dans 50% des observations).

Du fait de la réglementation, les secteurs avec de grandes surfaces de platiers sont les moins utilisés par les pêcheurs à la canne à moulinet, cet engin y étant interdit. A contrario, la côte rocheuse du sud de la RNMR est la plus exploitée à la canne au moulinet.

La pêche à la gaulette est la plus observée sur la côte rocheuse du sud de Saint-Leu (1 pêcheur par sortie), ainsi que dans le secteur de la Saline (Figure 36), représentée par la pratique traditionnelle dans le lagon (322 observations au total, médiane de 1 pêcheur par sortie).

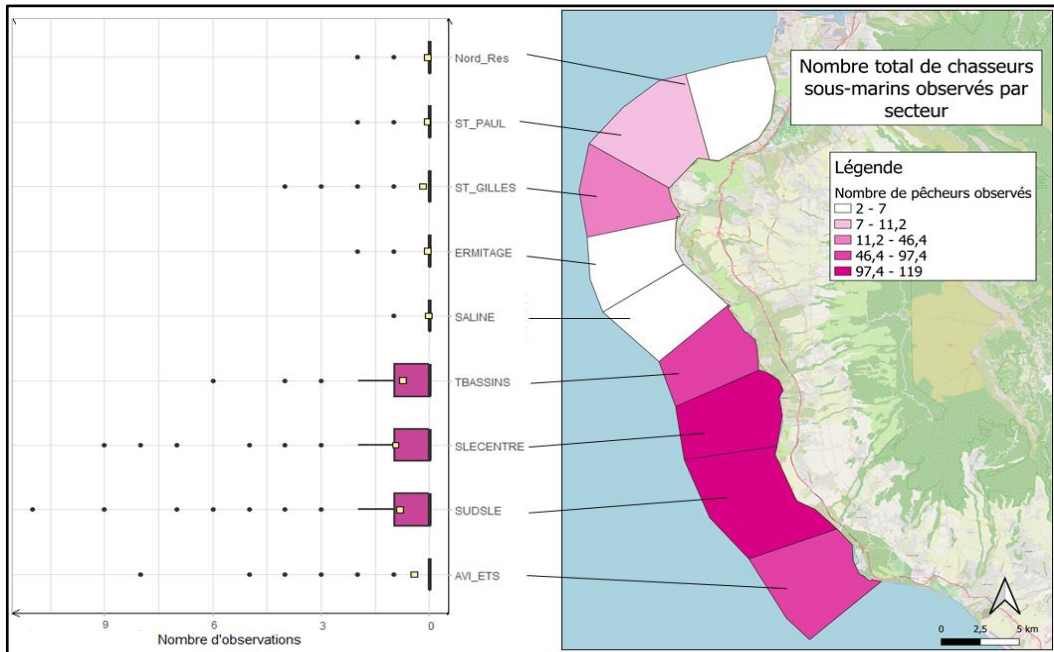


Figure 34: Dispersion du nombre de pêcheurs sous-marins observés par sortie selon le secteur (gauche) et carte du nombre total de pêcheurs sous-marins observés selon le secteur (droite). Les moyennes sont symbolisées par les carrés jaunes.

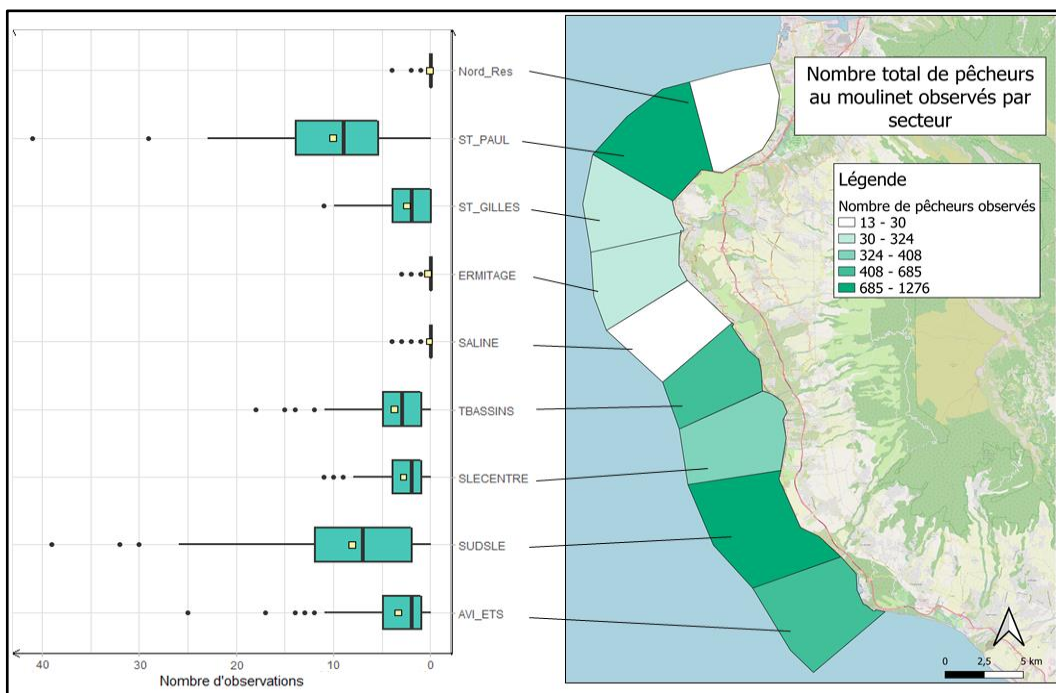


Figure 35 : Dispersion du nombre de pêcheurs à la canne à moulinet observés par sortie selon le secteur (gauche) et carte du nombre total de pêcheurs à la canne à moulinet observés selon le secteur (droite). Les moyennes sont symbolisées par les carrés jaunes.

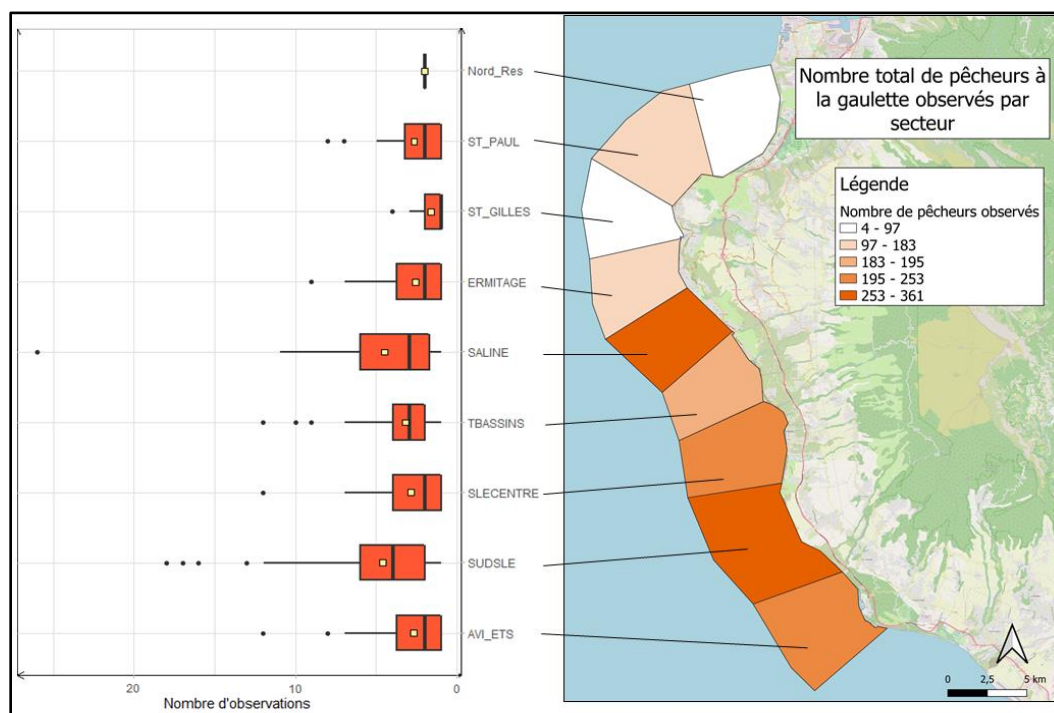


Figure 36 : Dispersion du nombre de pêcheurs à la gaulette observés par sortie selon le secteur (gauche) et carte du nombre total de pêcheurs à la gaulette observés selon le secteur (droite). Les moyennes sont symbolisées par les carrés jaunes.

4.5.3 Distance des bateaux à la côte

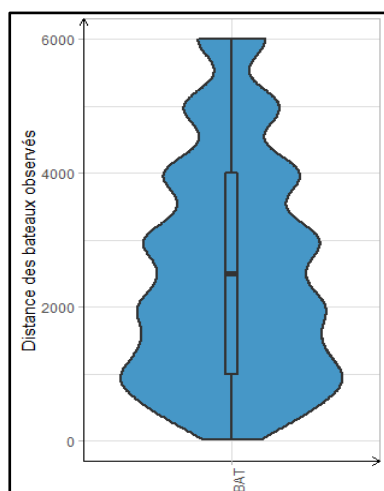


Figure 37: Diagramme en violon et boxplots de la répartition des distances estimées des bateaux de pêche observés à la côte.

La RNMR s'étend au large à 1500 m des côtes au maximum. La distance médiane des bateaux à la côte est de 2500 m (Figure 37). Environ 39% des bateaux observés sont estimés au plus à cette distance médiane de la côte. La majorité des bateaux est donc observée bien au-delà des limites de la RNMR, au large.

5 Observations dans le secteur de Sainte-Rose

La mise en place des suivis de fréquentation à Sainte-Rose a été compliquée par des problèmes logistiques et météorologiques. Deux sorties ont pu avoir lieu en septembre 2021, donnant lieu à l'observation de 3 et 7 bateaux de pêche respectivement. Ces bateaux pêchaient au fond, en dérive ou à la traine aux poissons pélagiques.

Aucune embarcation n'a été observée au sein de la réserve de pêche durant ces deux seules sorties.

Au cours de sorties du volet STAVIRO et pêche du projet IPERDMX, plusieurs observations d'embarcations en action de pêche avaient été relevées au sein de la réserve de Sainte-Rose.

6 Discussion

6.1 Pêche et pêcheurs dans l'ouest de La Réunion

La pêche à La Réunion se caractérise par l'usage de multiples pratiques, la plupart accessibles avec des moyens et des matériaux rudimentaires. En dehors de certains bateaux professionnels et de loisirs pourvus d'équipements spécialisés pour détecter et capturer différentes espèces côtières et profondes, les pêches à pied affichent une dimension populaire marquée, avec souvent comme seuls matériels un bâton ou une gaulette en bambou. Les pêcheurs observés sont en très grande majorité des hommes, de tous âges, originaires des hauts ou des bas des communes où ils pêchent. Le rapport IPSOS réalisé à la demande de la DMSOI sur « l'enquête relative aux activités de pêche maritime de loisir à La Réunion » menée sur un échantillon de 86 pêcheurs en 2021 (Garnier *et al.* 2021) montre des tendances concordantes avec les observations de ce suivi. Certaines pratiques, comme la pêche au capucin ou à la gaulette, sont l'occasion de sorties familiales qui regroupent plusieurs générations.

Les pêcheurs observés dans le cadre de ce suivi sont généralement au fait de la réglementation de la RNMR, et dans la grande majorité des cas, la respectent. Certains actes de braconnages observés sont l'œuvre de pêcheurs qui se méprennent sur la compréhension et l'interprétation de la réglementation, comme au sud du Bassin Pirogue à l'Etang-Salé où des affleurements rocheux bordent des bouts de platier et de front récifaux. D'autres usagers choisissent sciemment d'ignorer la réglementation par défiance et en signe de contestation d'un mode de gestion qu'ils estiment trop contraignant et répressif. Une majorité de pêcheurs observés reconnaissent l'importance de leur rôle pour gérer durablement la ressource, en pratiquant par exemple le "no kill", en préservant les poissons trop petits, mais d'autres préfèrent rejeter la cause de la diminution des ressources sur les autres facteurs affectant l'écosystème récifal exploité dans son ensemble. Si le réchauffement climatique, l'usage des crèmes solaires et la pollution sont souvent évoquées, cette étude a surtout mis en exergue une importante rivalité entre les différentes pratiques de pêche : les pêcheurs de loisir mettent en cause les pêcheurs professionnels et les navires industriels au large ; les pêcheurs professionnels ont quant à eux de nombreux griefs contre les plaisanciers embarqués et les pêcheurs de loisir à pied ciblant les espèces qu'ils exploitent (cas du capucin) ; les pêcheurs à la canne du bord s'en prennent aux pêcheurs sous-marins, etc.

Ainsi, la pêche est finalement peu pratiquée à l'échelle de la population, mais est bien ancrée dans les habitudes chez certaines familles, principalement comme activité de loisir. Certaines pratiques représentent toujours un lien communautaire et familial fort à travers une certaine nostalgie de pêches vivrières de subsistance, empreintes de tradition, et notamment culinaire.

6.2 Influence des conditions environnementales et temporelles

L'analyse de l'effet des conditions environnementales sur la fréquentation a montré que les moments de grande fréquentation sont caractérisés par une mer calme, un ciel clair et une marée descendante. Le calme de la mer facilite la sortie de pêche et la rend plus sécurisée et agréable, ce qui explique l'importance de ce facteur sur la fréquentation. Un ciel nuageux est souvent associé à des conditions météorologiques (vent, mer) dégradées. La dynamique de la marée est importante pour les pêcheurs puisque les poissons ont tendance à se déplacer et à mordre en fonction de la force et de l'orientation des courants (Gibson 1973; Morrison *et al.* 2002). En outre, pour les pêcheurs au bâton dans les lagons, il est beaucoup plus aisé de repérer les poulpes à marée basse, ce qui explique que leur présence le matin est fortement associée à la marée descendante.

Le vent faible favorise également la présence des bateaux, en particulier parce que trop fort, il est à l'origine de dérive trop rapide pour pêcher au fond à la ligne à main, en se calant sur les points poissonneux. La phase lunaire ne montre pas d'influence sur la fréquentation dans le jeu de données récoltées. Plus de données récoltées selon les quartiers lunaires seraient certainement nécessaires pour mieux évaluer l'influence de ce paramètre, l'expérience de terrain mettant en évidence une affinité des pêcheurs pour l'effet lunaire, par exemple les pêcheurs aux capucins qui affectionnent la nouvelle lune. Les matins sont privilégiés par les pêcheurs par rapport aux après-midis, qui sont associés à des conditions moins favorables (vent, nuages, mer plus agitée, chaleur...) et plus globalement à l'interdiction de pêche dans les lagons pour 3 activités. En week-end, la fréquentation de pêcheurs à la canne au moulinet sur la côte augmente significativement, cette activité de loisir étant plébiscitée comme activité pendant les jours de repos.

L'activité de pêche est plus faible pendant certains mois de l'année, ceux qui sont associés aux plus mauvaises conditions de mer : en particulier ceux du début de l'hiver, avec de fortes houles et beaucoup de vent, et également pour l'année 2021, le mois de février, marqué par des conditions de saison des pluies (plusieurs jours consécutifs avec de la pluie, du vent intense et une mer agitée). Selon le découpage en deux grandes saisons défini ici (été austral de novembre à avril, hiver austral de mai à octobre, (Robert and Soulères 1991), les plus grandes fréquentations sont enregistrées au début de l'été. L'étude de Abesamis *et al.* (2006) sur la pêche artisanale aux Philippines démontre également un effet de la saisonnalité sur l'effort de pêche. L'effet de la saisonnalité a également été testé en distinguant le cœur strict des saisons et des mois d'intersaison (e.g. Davy 1988), mais aucune différence significative de fréquentation ne se dégage avec ce découpage (Anova, p-value = 0.093). Les intersaisons ainsi définies (mars à avril et septembre à novembre) sont des périodes très fluctuantes, marquant parfois des étés ou des hivers précoces selon les années.

Les données récoltées sont soumises à la singularité de l'année échantillonnée et il faudrait reproduire le suivi sur d'autres périodes pour lisser la variabilité propre aux conditions météorologiques de chaque année. De la même façon, les données sont soumises au hasard des conditions retrouvées lors des sorties possibles. Le mois de février 2021 est le symbole des particularités annuelles, puisque parmi les 9 sorties réalisées, la médiane de fréquentation est la deuxième plus basse observée (61 observations par sortie, loin des 98 et 87 observations médianes en janvier et mars respectivement), mais aussi le très large record de fréquentation avec 304 observations en une sortie, la deuxième plus grande fréquentation étant de 251 observations lors d'une sortie effectuée en mars. Les sorties de février ont été marquées en majorité par de très mauvaises conditions météorologiques caractérisant la saison des pluies, mais aussi par de belles journées très calmes et ensoleillées.

6.3 Utilisation de l'espace

Au contraire d'autres AMP (Murawski *et al.* 2005; Stelzenmüller *et al.* 2008), l'observation de la répartition des activités de pêche ne semble pas montrer d'attraction des pêcheurs autour des zones à fort niveau de protection de la RNMR pour bénéficier d'un éventuel effet de débordement ("spill-over"), estimé pouvoir opérer sur des distances de l'ordre des centaines de mètres pour les espèces de poissons récifaux (Russ 2002). D'autres études montrent que les pêcheurs ne sont pas attirés par les zones à forts niveaux de protection (Wilcox and Pomeroy 2003; Abesamis *et al.* 2006) et l'expliquent par l'importance des conditions météorologiques selon les secteurs, la préférence traditionnelle vers d'autres zones de pêche, la variabilité des taux de capture, la plus basse valeur marchande des espèces ciblées, le manque d'effet observé de la zone protégée sur l'abondance ou la taille des prises, les pressions sociétales ou le choix personnel de ne pas impacter cette ressource. Les pêcheurs peuvent également craindre de se retrouver en infraction suite à une dérive non maîtrisée en pêchant en bordure de la réserve.

Si la répartition des pêcheurs dans l'espace semble dépendre de la réglementation de la RNMR, elle est surtout conditionnée par l'autorisation ou l'interdiction de pratiquer la pêche dans certains secteurs (i.e. présence des pêcheurs sous-marins surtout répartie entre Trois-Bassins, Saint-Leu et l'Etang-Salé ; présence des pêcheurs à la canne à pêche au moulinet en dehors des lagons).

Le secteur nord de la RNMR cumule les conditions favorables à la fréquentation puisqu'il correspond à une zone plus abritée du vent et qu'il comprend le port de Saint-Gilles, le plus gros de ceux situés dans la RNMR. La proximité des ports est également un facteur déterminant expliquant la répartition de l'effort de pêche dans d'autres études (Wilcox and Pomeroy 2003; Stelzenmüller *et al.* 2008).

L'évaluation des distances des bateaux a montré que la grande majorité des bateaux repérés se situent bien au-delà des limites de la RNMR. Les pêcheurs pêchent souvent sur des fonds de plus de 40 m ou pratiquent la traîne plus au large, par exemple au niveau des DCP. A La Réunion, la profondeur augmente très rapidement en s'éloignant de la côte. La distance au large est donc un paramètre très fortement corrélé avec la profondeur, qui a été identifiée comme un facteur structurant la répartition de l'effort de pêche (Stelzenmüller *et al.* 2008).

La méthode d'observation et de saisie des données par secteur n'est peut-être pas suffisamment précise pour déceler les patterns de distribution. Une autre méthode consisterait à établir précisément la position de chaque bateau observé, ce qui pourrait donner lieu à des méthodes de statistiques spatiales comme le krigeage pour déceler les tendances de répartition des pêcheurs.

6.4 Pertinence de la méthode

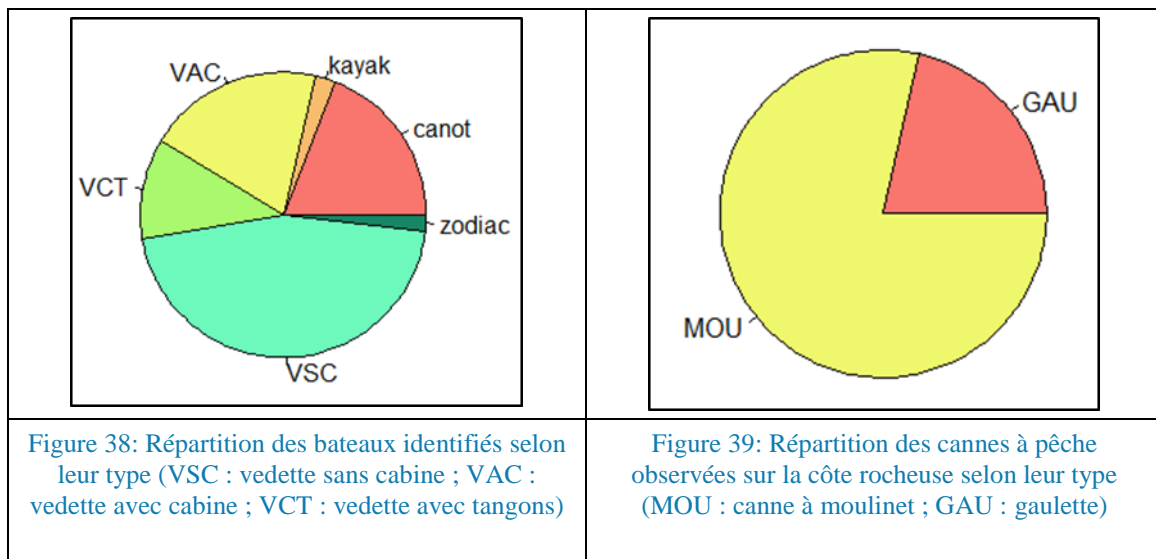
Ces analyses confondent toutes les périodes de l'année, tous les jours et toutes les heures au cours desquels les suivis se sont déroulés. La mise en place des suivis ainsi standardisés a été précédé d'une phase d'élaboration et de stabilisation du protocole de plusieurs semaines, afin de déterminer les différents points de vue, les créneaux horaires et les paramètres relevés.

Si ce suivi devait se poursuivre dans le temps, nous recommanderions de suivre au maximum la méthode appliquée lors de ce projet afin d'obtenir des résultats comparables permettant d'observer d'éventuelles évolutions des pratiques. Il paraît primordial de pouvoir compter sur deux binômes d'observation pour toutes les sorties afin de respecter les plages horaires d'observation.

6.5 Evolutions et perspectives

L'observation des pratiques montre des évolutions par rapport aux précédentes observations (Biais and Taquet 1992; Roos *et al.* 1998). Pour les bateaux, l'essor technologique s'est montré très important, avec des bateaux de mieux en mieux équipés en sondeurs, en systèmes électrique ou hydraulique permettant d'exploiter assidument les ressources profondes (poissons, crevettes). Les canots traditionnels sont devenus minoritaires parmi la flotte observée en activité (Figure 38). L'utilisation des DCP s'est généralisée, causant par ailleurs des conflits d'usages entre pêcheurs de loisir et professionnels. La pêche en kayak s'est également développée et répandue, avec une efficacité dans les captures, décrite par les usagers comme supérieure aux bateaux.

Les cannes à pêche ont également suivi une évolution technologique notable. Elles sont aujourd'hui plus souples, plus résistantes (fibre de carbone), avec des moulinets permettant de lancer les lignes de pêche à plus grandes portées. Ainsi, parmi les cannes à pêche depuis la côte, les gaulettes traditionnelles sont devenues minoritaires au bénéfice des cannes au moulinet (Figure 39). L'émergence de la pêche au drone a forcé les institutions compétentes à légiférer pour interdire cette pratique



La description des usages et des pressions de pêche dans les Aires Marines Protégées de La Réunion a permis de mettre en évidence la prépondérance des activités de plaisance, notamment la pêche à pied à la canne depuis la côte, la pêche sous-marine, et pêche dans le lagon, par rapport aux activités professionnelles (essentiellement représentée par la pêche embarquée). Bien que les niveaux de prélèvement moyens diffèrent entre professionnels et plaisanciers, ce suivi met en évidence l'importance de développer des méthodes d'estimation des prélèvements issus des pratiques de pêche de loisir pour mieux appréhender l'ensemble des pressions subies par les stocks à La Réunion.

Ces résultats constituent une première description de l'effort de pêche à La Réunion par comptage des pratiquants pendant leur activité, dans tous les compartiments du milieu marin et pour toutes les pratiques. Il serait intéressant de reproduire ce suivi des pêcheries dans quelques années pour voir l'évolution de l'effort de pêche.

7 Bibliographie

- Abesamis RA, Alcalá AC, Russ GR (2006). How much does the fishery at Apo Island benefit from spillover of adult fish from the adjacent marine reserve? *Fishery Bulletin* **104**, 360–375. Available at: <http://fishbull.noaa.gov/fcontent.htm>
- Biais G (1991). La pêche artisanale à La Réunion et à Mayotte. In 'Durand Jean-René (ed.), Lemoalle Jacques (ed.), Weber J. (ed.) La recherche scientifique face à la pêche artisanale = Research and small-scale fisheries'. pp. 319-324 (Colloques et Séminaires). (Paris: ORSTOM)
- Biais G, Taquet M (1992). La pêche locale aux abords de la Réunion. *Repères océans*, 81. Available at: <https://archimer.ifremer.fr/doc/00000/1455/>
- Biais G, Taquet M (1991). La pêche locale réunionnaise. , 96. Available at: <https://archimer.ifremer.fr/doc/00104/21496/>
- Boudouresque CF, Cadiou G, Le Diréac'h L (2005). Marine Protected Areas: A Tool for Coastal Areas Management. In 'Strategic Management of Marine Ecosystems'. (Eds E Levner, I Linkov, J-M Proth.) NATO Science Series IV: Earth and Environmental Series. pp. 29–52. (Springer Netherlands: Dordrecht) doi:10.1007/1-4020-3198-X_2
- Boymond-Morales R, Lepetit C, Barichasse E, Payet F, Rungassamy T, Roos D (2022). Projet IPERDMX: Protocole d'évaluation des pratiques de pêches au sein des aires marines protégées de La Réunion par des observations visuelles ou par drone. IFREMER, Réserve Naturelle Marine de La Réunion, La Réunion.
- Davy L (1988). Géographie de l'eau à l'île de La Réunion Ed R Robert. *Annales de Géographie* **97**, 112–116. Available at: <https://www.jstor.org/stable/23452439>
- Detolle J, Tessier E, Roos D, René F, Sacchi J (1998). Les DCP à la Réunion et leurs effets. Dispositif de concentration du poisson, Bulletin d'information de la CPS n° 3.
- Evano H (2021). Guide d'identification des principales espèces marines pêchées à La Réunion - Espèces ciblées, accessoires et accidentelles. Available at: <https://archimer.ifremer.fr/doc/00342/45287/>
- Fleury P-G, Cadet C (2010). Analyse des données de pêches à pied traditionnelles et de chasse sous-marine, pratiquées en 2008 et 2009 dans la Réserve Naturelle Marine de La Réunion. Available at: <https://archimer.ifremer.fr/doc/00005/11615/>
- Fleury P-G, Evano H, Le Ru L, Aureche V (2012). Synthèse de l'étude et des campagnes à la mer 2011 sur l'exploitation aux vire-lignes des espèces démersales profondes autour de La Réunion. Available at: <https://archimer.ifremer.fr/doc/00098/20902/>
- Fontana A, Marin J, Chaboud C, Cayré P (1993). L'halieutique dans le sud ouest de l'Océan Indien : diagnostic sur les pêches maritimes et les besoins de recherche. Brest (FRA) ; Paris : IFREMER ; ORSTOM.
- Garnier A, Panchbhaya S, Vanrietvelde E, Leveneur F (2021). Enquête relative aux activités de pêche maritime de loisir à La Réunion. Rapport d'analyse. DMSOI, IPSOS.

- Gibson RN (1973). The intertidal movements and distribution of young fish on a sandy beach with special reference to the plaice (*Pleuronectes platessa* L.). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **12**, 79–102. doi:10.1016/0022-0981(73)90039-7
- Goñi R, Adlerstein S, Alvarez-Berastegui D, Forcada A, Reñones O, Criquet G, Polti S, Cadiou G, Valle C, Lenfant P, Bonhomme P, Pérez-Ruzafa A, Sánchez-Lizaso JL, García-Charton JA, Bernard G, Stelzenmüller V, Planes S (2008). Spillover from six western Mediterranean marine protected areas: evidence from artisanal fisheries. *Marine Ecology Progress Series* **366**, 159–174. doi:10.3354/meps07532
- Jumaux G, Quetelard G, Roy D (2011). 'Atlas climatique de la Réunion. Météo-France' Direction interrégionale de La Réunion.
- Kaplan DM, Chassot E, Amandé JM, Dueri S, Demarcq H, Dagorn L, Fonteneau A (2014). Spatial management of Indian Ocean tropical tuna fisheries: potential and perspectives. *ICES Journal of Marine Science* **71**, 1728–1749. doi:10.1093/icesjms/fst233
- McClain CR, Signorini SR, Christian JR (2004). Subtropical gyre variability observed by ocean-color satellites. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* **51**, 281–301. doi:10.1016/j.dsr2.2003.08.002
- Morrison MA, Francis MP, Hartill BW, Parkinson DM (2002). Diurnal and Tidal Variation in the Abundance of the Fish Fauna of a Temperate Tidal Mudflat. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **54**, 793–807. doi:10.1006/ecss.2001.0857
- Murawski SA, Wigley SE, Fogarty MJ, Rago PJ, Mountain DG (2005). Effort distribution and catch patterns adjacent to temperate MPAs. *ICES Journal of Marine Science* **62**, 1150–1167. doi:10.1016/j.icesjms.2005.04.005
- Robert R, Soulères O (1991). Présentation de l'île de la Réunion. *BOIS & FORETS DES TROPIQUES* **229**, 9–14. doi:10.19182/bft1991.229.a19701
- Roberts CM, Bohnsack JA, Gell F, Hawkins JP, Goodridge R (2001). Effects of Marine Reserves on Adjacent Fisheries. *Science* **294**, 1920–1923. doi:10.1126/science.294.5548.1920
- Roberts CM, McClean CJ, Veron JEN, Hawkins JP, Allen GR, McAllister DE, Mittermeier CG, Schueler FW, Spalding M, Wells F, Vynne C, Werner TB (2002). Marine Biodiversity Hotspots and Conservation Priorities for Tropical Reefs. *Science* **295**, 1280–1284. doi:10.1126/science.1067728
- Roos D (2019). PECHTRAD 2018. Bilan synthétique des actions de soutien scientifique, de suivi des pêches traditionnelles à pied, de collecte de paramètres biologiques et de la caractérisation des peuplements ichtyologiques au sein de la Réserve Naturelle Marine de La Réunion. Available at: <https://archimer.ifremer.fr/doc/00513/62474/>
- Roos D, Aumond Y, Huet J, Bruchon F (2015). Projet ANCRE-DMX2 : Indicateurs biologiques et écologiques pour une gestion durable des stocks de poissons DÉMersauX profonds (100–700 m) d'intérêt halieutique à La Réunion. Available at: <https://archimer.ifremer.fr/doc/00347/45812/>
- Roos D, Gaboriau M, Huet J, Masse L, Pelletier D (2017). PECHTRAD 2015 & 2016. Analyses des données de pêches traditionnelles à pied et caractérisation des peuplements

- ichtyologiques grâce à un outil de vidéo rotative (STAVIRO), sur le platier récifal interne et sur la pente externe de l'Ermitage, Réserve Naturelle Marine de La Réunion. Rapport de synthèse des travaux confiés par le GIP RNMR à l'Ifremer Délégation Océan Indien pour les années 2015 & 2016. Available at: <https://archimer.ifremer.fr/doc/00410/52122/>
- Roos D, Lepetit C, Boymond-Morales R, Barichasse E, Gentil C, Evano H, Brisset B, Rungassamy T (2020). PECHTRAD 2019. Bilan synthétique des actions de soutien scientifique, de suivi des pêches traditionnelles à pied et de collecte de paramètres biologiques au sein de la Réserve Naturelle Marine de La Réunion. Available at: <https://archimer.ifremer.fr/doc/00661/77292/>
- Roos D, Rungassamy T, Huet J (2018). Bilan des suivis annuels des pêcheries dites traditionnelles sur le secteur de l'Hermitage-La Saline de 1999 à 2018. Available at: <https://archimer.ifremer.fr/doc/00466/57749/>
- Roos D, Tessier E, Berthier P, Berthier L (2000). Les métiers de la pêche à La Réunion (océan Indien): description et évolution des techniques de pêche sur les dispositifs de concentration de poissons (DCP). In Pêche thonière et dispositifs de concentration de poissons, Caribbean-Martinique, 15-19 Oct 1999. Available at: <https://archimer.ifremer.fr/doc/00042/15294/>
- Roos D, Tessier E, Guyomard D (1998). Evolution de l'activité halieutique à La Réunion de 1990 à 1996.
- Roos D, Tessier E, Taquet M (2001). Prospection des ressources côtières démersales profondes autour de La Réunion. Analyse des données des campagnes à la mer réalisées du 23/02/2000 au 28/07/2000. Rapport de synthèse des travaux confiés par le CRPMEM de La Réunion à l'Ifremer Délégation Océan Indien. , 25p. Available at: <https://archimer.ifremer.fr/doc/00410/52117/>
- Russ GR (2002). Yet another review of marine reserves as reef fishery management tools. In 'Coral Reef Fishes: Dynamics and Diversity in a Complex Ecosystem'. pp. 421–443. (Academic Pres Inc: San Diego, CA)
- Stelzenmüller V, Maynou F, Bernard G, Cadiou G, Camilleri M, Crec'hriou R, Criquet G, Dimech M, Esparza O, Higgins R, Lenfant P, Pérez-Ruzafa Á (2008). Spatial assessment of fishing effort around European marine reserves: Implications for successful fisheries management. *Marine Pollution Bulletin* **56**, 2018–2026. doi:10.1016/j.marpolbul.2008.08.006
- Tessier E (1997). Bilan sur la mise en place d'un système de récolte de données sur la pêche artisanale surDCP. Commission de l'Océan Indien No. 34. Association Thonière, Victoria, Seychelles.
- Tessier E (1995). Élaboration d'un suivi des statistiques de pêche pour La Réunion. Rapport Interne. Association thonière CAN Réunion. IFREMER La Réunion.
- Wilcox C, Pomeroy C (2003). Do Commercial Fishers Aggregate around Marine Reserves? Evidence from Big Creek Marine Ecological Reserve, Central California. *North American Journal of Fisheries Management* **23**, 241–250. doi:10.1577/1548-8675(2003)023<0241:DCFAAM>2.0.CO;2

8 Annexes

Table de corrélation des conditions environnementales et temporelles (Chi2).

Table corrélations	Mer côte	Mer large	Vent	Ciel	Marée	Lune	Type_ jour	Plage horaire	Mois	Saison
Mer_côte	1									
Mer_large	< 2.2e-16	1								
Vent	0.0130	4.91E-06	1							
Ciel	0.0228	> 0.05	> 0.05	1						
Marée	> 0.05	> 0.05	> 0.05	> 0.05	1					
Lune	> 0.05	> 0.05	> 0.05	> 0.05	> 0.05	1				
Type_jour	> 0.05	> 0.05	> 0.05	0.01223	> 0.05	> 0.05	1			
Plage_horaire	0.0038	0.0010	0.0059	0.00106	> 0.05	> 0.05	> 0.05	1		
Mois	> 0.05	> 0.05	> 0.05	0.00027	> 0.05	> 0.05	> 0.05	> 0.05	1	
Saison	> 0.05	> 0.05	> 0.05	0.00920	> 0.05	> 0.05	> 0.05	> 0.05	> 0.05	1