

COHAB

Pour une cohabitation durable du trafic maritime
et de la mégafaune marine dans les eaux
côtières françaises protégées de l'océan Indien

Rapport de projet



Cofinancé par
l'Union européenne

Le projet COHAB a été cofinancé par l'Union européenne, dans le cadre du programme BESTLIFE 2030. Les points de vue et les opinions exprimés sont toutefois ceux des acteurs et ne reflètent pas nécessairement ceux de l'Union Européenne ou de CINEA. Ni l'Union Européenne, ni l'autorité subventionnaire ne peuvent être tenues pour responsables.

Citation du rapport : Plot V & Dulau V (2026) COHAB – Pour une cohabitation durable du trafic maritime et de la mégafaune marine dans les eaux côtières françaises protégées de l'océan Indien. Rapport scientifique. GLOBICE Réunion. 119 p.

Sommaire général

Préambule	iii
Remerciements	iv
Crédits des photos & des illustrations.....	iv
Liste des figures & des tables	v
Liste des acronymes & des abréviations	vii
Partie 1 - Le trafic maritime des navires récréatifs côtiers à La Réunion, ses pressions et menaces associées pour les cétacés et les tortues marines	1
Partie 2 - Apport de connaissances sur le trafic des navires récréatifs côtiers, la mégafaune marine, et les enjeux associés dans la Réserve Naturelle Marine de La Réunion	19
Partie 3 - Perception des usagers de la mer des réglementations sur le plan d'eau à La Réunion et des enjeux pour la mégafaune marine	41
Partie 4 - Mesures d'atténuation des risques induits par le trafic maritime côtier pour la mégafaune marine à La Réunion.....	64
Partie 5 - Initiation du suivi du trafic maritime dans les eaux de Mayotte	88
Annexe	100

Préambule

La tendance à l'accroissement du trafic maritime côtier constitue une menace majeure pour les cétacés et les tortues marines. Par leur présence, leur pratique, et les bruits qu'ils émettent, les navires, perturbent les comportements et les activités vitales des individus, peuvent induire des collisions et dégradent les habitats de ces espèces. Ces menaces peuvent avoir des conséquences à l'échelle des populations, en particulier si celles-ci sont déjà vulnérables.

Les mesures visant à réduire les menaces induites par le trafic maritime sur la mégafaune marine impliquent une meilleure gestion des usages, basée par exemple sur une séparation dans le temps et l'espace des navires et des espèces menacées, ou une réduction de la vitesse des navires. Ces mesures relèvent de la compétence des gestionnaires et des décideurs.

L'établissement de mesures d'atténuation des risques induits par le trafic maritime pour la mégafaune marine requiert des connaissances précises sur le trafic maritime et les zones à risque pour les espèces concernées. De plus, des mesures restrictives pouvant être économiquement et socialement préjudiciables, il est nécessaire d'appréhender la perception des usagers sur de potentiels changements pouvant les impacter.

Dans les eaux côtières françaises de La Réunion et de Mayotte, ces connaissances sont encore incomplètes, voire inexistantes. Pourtant, les gestionnaires et les décideurs ont besoin d'éléments concrets pour renforcer les mesures d'atténuation des risques du trafic maritime côtier pour les cétacés et les tortues marines.

Le projet COHAB propose de contribuer à atténuer ces risques dans les eaux côtières de La Réunion et de Mayotte, qui incluent deux aires marines protégées. A La Réunion, en apportant des éléments robustes pour appuyer la modification et la mise en place de mesures de gestion adaptées dans les eaux côtières et dans La Réserve Naturelle Marine de La Réunion (données précises sur les zones à enjeux, la perception des usagers, la réduction potentielle des risques). A Mayotte, en initiant l'acquisition des premières données sur trafic maritime côtier et les pressions qu'il génère dans les eaux du Parc Naturel Marin de Mayotte.

Le présent rapport présente l'ensemble des résultats obtenus dans le cadre du projet COHAB.

Remerciements

Nous remercions chaleureusement nos partenaires : la Réserve Naturelle Marine de La Réunion, le Centre d'Etude et de Découverte des Tortues Marines, RMR-Kélonia et Céta'Maore, qui ont contribué à la réalisation du projet COHAB.

Nous remercions également les différentes structures consultées lors de l'élaboration et de la mise en œuvre du projet : le Parc National Marin de Mayotte, la DEAL Réunion et l'OFB, coordinateur des projets financés par le BESTLIFE.

Enfin, nous remercions l'UMR Entropie de l'Université de La Réunion pour le prêt des GPS utilisés pour l'étude pilote à Mayotte.

Crédits des photos & des illustrations

Page de garde : Jean-Marc Gancille, GLOBICE Réunion

Page 1 : Virginie Plot, GLOBICE Réunion

Page 19 : Virginie Plot, GLOBICE Réunion

Page 41 : TCO, Communauté d'agglomération des territoires de la côte Ouest (<https://www.tco.re/>)

Page 64 : Jean-Marc Gancille, GLOBICE Réunion

Page 82 : Virginie Plot, GLOBICE Réunion

Page 87 : Mayotte Tourisme

Page 90 : Virginie Plot, GLOBICE Réunion

Page 92 : Mathilde Facon

Liste des figures & des tables

Figures

Fig. 1.1. Situation de la zone d'étude	4
Fig.1.2. Indice de pressions (IP) du trafic maritime généré par les navires récréatifs côtiers	7
Fig.1.3. Probabilité de collision mortelle (PCM) associée au trafic maritime généré par les navires récréatifs côtiers	7
Fig.1.4. Abondance relative (ind.km-1) de la mégafaune marine dans les eaux côtières de la zone d'étude	9
Fig.1.5. Indice d'exposition aux menaces du trafic maritime généré par les navires récréatifs côtiers pour la baleine à bosse dans la zone d'étude	10
Fig.1.6. Indice d'exposition aux menaces du trafic maritime généré par les navires récréatifs côtiers pour le dauphin long bec dans la zone d'étude	11
Fig.1.7. Indice d'exposition aux menaces du trafic maritime généré par les navires récréatifs côtiers pour le grand dauphin de l'Indo-Pacifique dans la zone d'étude	11
Fig.1.8. Indice d'exposition aux menaces du trafic maritime généré par les navires récréatifs côtiers pour les tortues marines dans la zone d'étude	12
Fig. 1.9. Zones potentielles de risque de collision	13
Fig.1.10. Zones à enjeux pour la conservation de la mégafaune marine face aux menaces induites par le trafic maritime des navires récréatifs côtiers	15
Fig.2 .1. La Réserve Naturelle Marine de La Réunion	22
Fig. 2.2. Distance parcourue par les navires dans le périmètre de la RNMR, résumée en classes de vitesse de 1 Nd par type de navire	25
Fig.2.3. Indice de pressions (IP) générées par les navires récréatifs côtiers dans le périmètre de la RNMR	25
Fig.2.4. Probabilité de collision mortelle (PCM) associée au trafic des navires récréatifs côtiers dans le périmètre de la RNMR	26
Fig. 2.5. Abondance relative moyenne de la baleine à bosse dans le périmètre de la RNMR	27
Fig.2.6. Répartition des activités pratiquées par les individus baleine à bosse observés lors des suivis en mer dans (anneaux intérieurs) et hors (anneaux extérieurs) du périmètre de la RNMR	28
Fig.2.7. Temps quotidien passé par classe de profondeur de femelles baleine à bosse accompagnées de leur baleineau lors de leur séjour dans les eaux réunionnaises	29
Fig. 2.8. Utilisation de la RNMR par le dauphin long bec	30
Fig. 2.9. Utilisation de la RNMR par le grand dauphin de l'Indo-Pacifique	31
Fig. 2.10. Abondance relative moyenne des tortues marines dans le périmètre de la RNMR	32
Fig. 2.11. Indice moyen d'exposition aux menaces du trafic maritime généré par les navires récréatifs côtiers dans le périmètre de la RNMR pour la mégafaune marine	34
Fig. 2.12. Zones potentielles de risque de collision mortelle dans la RNMR	36
Fig. 2.13. Zones à enjeux et de potentielle opportunité pour la conservation des cétacés et des tortues marines dans la RNMR	38
Fig. 3.1. Diffusion de l'enquête auprès des usagers	44
Fig. 3.2. Profil des usagers	45
Fig. 3.3. Activité principale pratiquée par les usagers	46
Fig. 3.4. Cartes proposées aux usagers interviewés pour les aider définir la(les) zone(s)	

géographique(s) dans laquelle ils pratiquent leur activité principale	47
Fig. 3.5. Vitesses pratiquées par les usagers interviewés	49
Fig. 3.6. Préférence de différents moyens de diffusion pour porter à la connaissance des usagers de la mer les réglementations	53
Fig. 3.7. Perception des usagers des potentiels risques induits par le trafic maritime pour la mégafaune marine	55
Fig. 3.8. Perception des usagers des facteurs relatifs aux navires pouvant augmenter les risques induits par le trafic maritime pour la mégafaune marine	56
Fig. 3.9. Perception des usagers sur les potentiels changements relatifs aux pratiques en mer à adopter	57
Fig. 3.10. Propositions des usagers de la zone à choisir pour limiter la vitesse à 10 Nd	58
Fig. 3.11. Acceptation des usagers d'une limitation de vitesse à 10 Nd sur le plan d'eau réunionnais	60
Fig.4.1. Trajets réalisés par les navires suivis par GPS dans une zone de niveau de protection 3 (NP3) de la RNMR (le sanctuaire de l'Hermitage)	68
Fig.4.2. Délimitations géographiques des zones de limitation de vitesse temporaire définies par les AP n°944 (article 6) et n°1098 (Article 1) de 2025	70
Fig.4.3. Différence de surface des habitats préférentiels des espèces de la mégafaune marine inclus dans les zones de limitation de vitesse définies par les AP n°944 et n°1098 de 2025	70
Fig.4.4. Effet des mesures de limitation de vitesse sur la probabilité de collision mortelle dans les zone de restriction	73
Fig.4.5. Effet des mesures de limitation de vitesse sur la probabilité de collision mortelle dans les habitats préférentiels des espèces de la mégafaune marine	74
Fig.4.6. Partie de la zone de limitation de vitesse Z-AP944 (supplémentaire à la Z-AP1098), préférentiellement utilisée par l'ensemble des espèces suivies de la mégafaune marine	77
Fig.4.7. Exemple de sticker d'information qui pourrait être apposé sur les navires côtiers à La Réunion	82
Fig. 5.1. Session de formation au suivi du trafic des navires avec le chargé de missions de Ceta'Maore et une bénévole	91
Fig. 5.2. Déploiement des GPS sur les navires pratiquant l'observation des cétacés à Mayotte	92
Fig. 5.3. Suivi des navires dans les eaux de Mayotte	93
Fig. 5.4. Distribution spatiale des paramètres associés au trafic maritime généré par les navires suivis par GPS sur l'étendue des eaux territoriales de Mayotte	95
Fig. 5.5. Indice de pressions (IP) associées au trafic maritime des navires suivis par GPS	95

Tables

Table 4.1. Variation de la probabilité de collision mortelle (Δ PCM, en %) entre le trafic normal et le trafic régulé (simulé) des navires récréatifs côtiers dans les zones de restriction correspondantes aux mesures testées	73
Table 4.2. Variation de la probabilité de collision mortelle (Δ PCM, en %) entre le trafic normal et le trafic régulé (simulé) des navires récréatifs côtiers dans les habitats préférentiels de la mégafaune marine	75
Table 4.3. Mesures d'atténuation des risques du trafic pour la mégafaune marine recommandées à La Réunion	84
Table 5.1. Informations sur les navires suivis par GPS	92

Liste des acronymes & des abréviations

AIS	Automatic Identification System
AP	Arrêté Préfectoral
AMP	Aire Marine Protégée
CEDTM	Centre d'Etude et de Découverte des Tortues Marines
CINEA	European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency
CROSS	Centre Régional des Opérations de Surveillance et de Sauvetage
DEAL	Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
DMSOI	Direction de la Mer Sud Océan Indien
GPS	Global Positioning System
IP	Indice de Pressions (induites par le trafic maritime)
IM	Indice d'exposition aux Menaces (associées au trafic maritime)
NP	Niveau de Protection (de la RNMR)
OFB	Office Français de la Biodiversité
OMI	Organisation Maritime Internationale
PCM	Probabilité de Collision Mortelle
PNMM	Parc National Marin de Mayotte
RNMR	Réserve Naturelle Marine de La Réunion
RMR-Kélonia	Réunion des Musées Régionaux - Kélonia
UICN	Union International pour la Conservation de la Nature
VNM	Véhicule Nautique à Moteur
WW	Whale-Watching
ZEE	Zone Exclusive Economique

Le trafic maritime des navires récréatifs côtiers à La Réunion, ses pressions et menaces associées pour les cétacés et les tortues marines

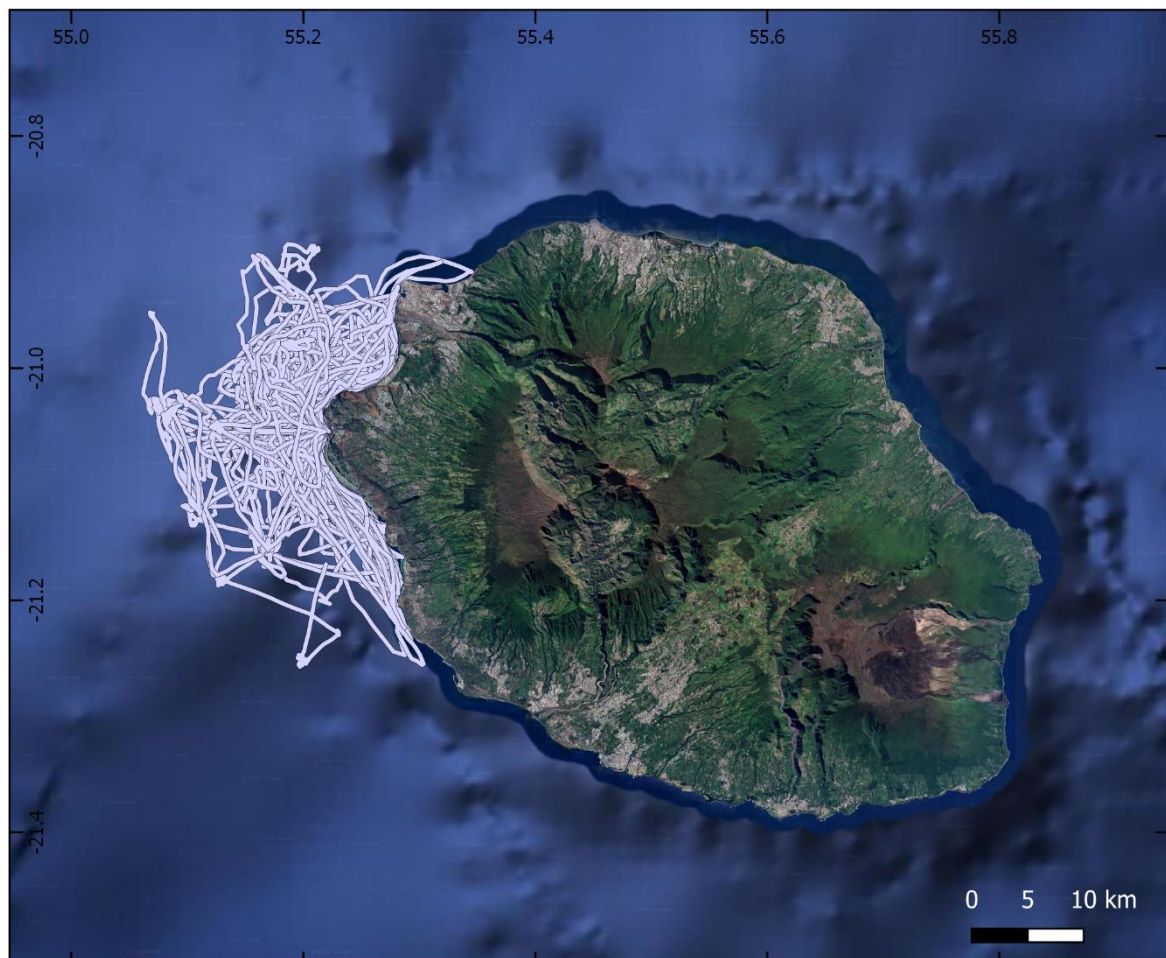


Table des matières – Partie 1

Introduction.....	3
1. Caractérisation spatiale fine du trafic maritime des navires récréatifs côtiers réunionnais	4
2. Distribution spatiale des cétacés et des tortues marines dans les eaux côtières de La Réunion ...	8
3. Evaluation des menaces générées par le trafic maritime des navires récréatifs côtiers pour la mégafaune marine	9
3.1. Exposition aux menaces	9
3.2. Risque de collision mortelle	12
Conclusions.....	14
Références citées	16

Introduction

Un quart du trafic maritime mondial est opéré dans l'océan Indien (Bezamat-Mantes 2014). L'une des plus importantes routes maritimes de cet océan relie le cap de Bonne-Espérance au détroit de Malacca (*i.e.*, la route Afrique du Sud/Asie) et concentre le trafic en provenance et à destination de l'océan Atlantique (Tournadre 2014, Rostaing 2022, Rostaing & Buzaud 2022). L'île de La Réunion est située le long de cette route maritime très fréquentée. A l'image de la croissance mondiale et régionale du trafic maritime (Tournadre 2014, Sardain et al. 2019, Frémont 2019, Halpern et al. 2019, UNCTAD 2023), le trafic dans les eaux réunionnaises a explosé ces dernières années (Rostaing 2022, Rostaing & Buzaud 2022) et devrait continuer à augmenter, compte tenu du contexte régional et du plan stratégique des autorités locales en matière de développement maritime (DSBMSOI 2019, GPMR 2019).

Cette tendance a aussi des conséquences dans les eaux plus côtières, avec la présence d'un trafic intense aux abords des ports les plus importants de La Réunion, notamment du port de commerce (Plot et al. 2025). A ce trafic, s'ajoute celui des activités commerciales et plaisancières, qui se sont développées et intensifiées ces 10-15 dernières années dans les eaux côtières de La Réunion, en particulier l'observation des cétacés (aussi nommé whale-whatching, WW, Chazot et al. 2020). Conjointement à la croissance exponentielle de ces activités côtières, des conséquences délétères pour la mégafaune marine sont de plus en plus observées. Parmi elles, ont été rapportés : des comportements agonistiques des baleines à bosse (*Megaptera novaeangliae* ; Hoarau et al. 2020), des blessures d'hélice sur baleineau et dauphins côtiers (GLOBICE), des modifications comportementales du dauphin long bec (*Stenella longirostris* ; Quintana Martín-Montalvo et al. 2021) et une augmentation du nombre de collision avec les tortues marines (Barret et al. 2026). Avec des taux survie post-collision de 0% et 12% selon l'espèce (tortue imbriquée, *Eretmochelys imbricata* et tortue verte, *Chelonia mydas*, respectivement), les collisions sont devenues la première cause de mortalité des tortues marines à La Réunion (Barret et al. 2026). L'isolement géographique de l'île et ses reliefs abruptes induit un fort niveau de sédentarité des populations de dauphins côtiers (dauphin long bec et grand dauphin de l'Indo-Pacifique, *Tursiops aduncus*), des effectifs relativement faibles, et un domaine vital relativement restreint (Dulau et al. 2017a, Estrade & Dulau 2020), rendant ces populations particulièrement vulnérables aux dérangements répétés liés aux activités humaines. L'ensemble de ces constats suscitent une inquiétude importante au regard de la conservation des cétacés et des tortues marines dans les eaux côtières réunionnaises.

Pourtant, jusqu'à récemment, le trafic maritime dans les eaux réunionnaises était encore mal connu. Le projet SCAN'R (2021-2022, financé par le programme LIFE4BEST) a permis d'acquérir les premières données spatialisées sur le trafic maritime dans les eaux territoriales et côtières de La Réunion, et de constater une co-occurrence spatiale importante entre les cétacés et les navires, impliquant un risque

non négligeable pour ces espèces (Plot 2022, Plot et al. 2025). Cependant, l'approche de cette première étude basée sur une combinaison de données du suivi automatique (par AIS, Automatic Identification System) du trafic maritime de navires de grande capacité (*e.g.*, cargos, tankers, navires de croisières,..) dans les eaux territoriales et de données du suivi participatif (par GPS) du trafic maritime de petits navires récréatifs côtiers (*e.g.*, navires de plongée) n'ont pas permis d'apporter des éléments précis à l'échelle très côtière. De plus, l'évaluation des risques induits par le trafic maritime concernait uniquement les cétacés.

Le projet COHAB propose de revaloriser les données sur le trafic maritime des petits navires récréatifs côtiers acquises pendant le projet SCAN'R et d'intégrer des données complémentaires sur la distribution et le comportement des cétacés et des tortues marines, afin de mettre à jour l'évaluation des enjeux de conservation de la mégafaune marine à La Réunion.

1. Caractérisation spatiale fine du trafic maritime des navires récréatifs côtiers réunionnais

Grâce à un suivi participatif impliquant les opérateurs des activités commerciales et récréatives à La Réunion, 26 petits navires récréatifs côtiers ont été suivis par GPS (voir Plot 2022 pour plus de détails). Parmi ces navires, 7 pratiquaient la plongée, 7 étaient des navires loués aux particuliers pour leurs loisirs en mer (ci-après nommés navires de location), 5 étaient des catamarans pratiquant la promenade en mer ou le WW et 7 navires pratiquaient exclusivement le WW.

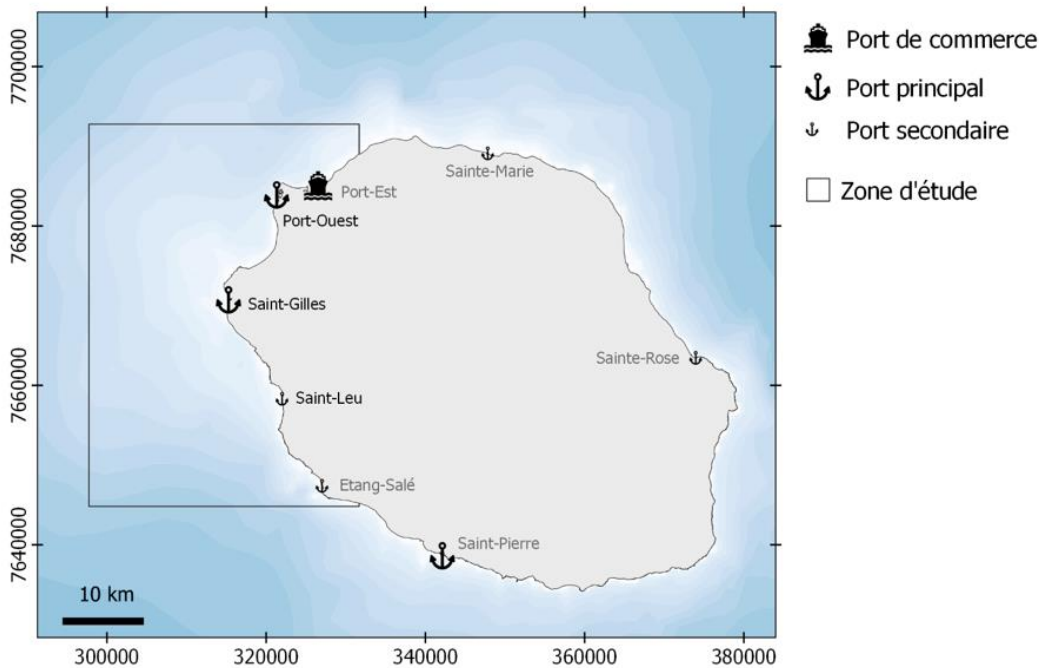


Fig. 1.1. Situation de la zone d'étude. Les navires récréatifs côtiers ont été suivis à partir de trois ports sur la côte Ouest de l'île de La Réunion, parmi les plus fréquentés pour les activités nautiques (Port-Ouest, port de Saint-Gilles et port de Saint-Leu). La zone d'étude, représentée par le rectangle noir, correspond à l'étendue de la distribution spatiale des navires pendant leur suivi.

Le trafic maritime généré par les navires récréatifs côtiers a été présenté en détails dans Plot 2022. Les trajets quotidiens réalisés, les vitesses pratiquées et les distances parcourues par les navires suivis y sont décrit.

La mise à jour des analyses concerne les indices calculés à partir d'une analyse de grille couvrant l'ensemble de la distribution spatiale des navires suivis (*i.e.*, la zone d'étude, **Fig. 1.1.**; voir aussi Plot 2022), selon deux résolutions fines de 1 km et 500 m. A partir des données de localisation GPS des navires un indice de pressions (IP) a été calculé, en multipliant la vitesse moyenne pratiquée et la distance totale parcourue par les navires. Ces deux paramètres sont corrélés aux nuisances sonores et à la fréquence de collision (Dolman et al. 2006, Di-Meglio et al. 2010, Gende et al. 2011, Simard et al. 2016, Erbe et al. 2019). Cet indice représente donc les pressions globales pouvant être générées par les navires. En complément, un indice spécifique aux collisions a été calculé, et représente, en cas de collision, la probabilité de collision mortelle (PCM). Cet indice est basé sur la relation entre la vitesse pratiquée par les navires et la probabilité de létalité lors d'une collision (Conn & Silber 2013), pondérée par la distance parcourue par les navires à différentes vitesses (Redfern et al. 2024). Brièvement, pour chaque trajet (t) entre deux localisations, la probabilité de blessure mortelle dû à la vitesse (vit) est calculée par l'équation suivante selon (Conn & Silber 2013) :

$$P_v = \frac{1}{1 + \exp(-1,905 + 0,217 \times vit)} \quad (1)$$

Puis la probabilité de blessure mortelle dû à la vitesse est pondérée par la distance parcourue ($dist$) selon l'équation : $P_{vd} = P_v \times dist$ (Redfern et al. 2024). Pour l'ensemble des trajets de chaque cellule de la grille, la probabilité de collision mortelle est calculée ainsi : $PCM = \sum_{i=1}^t Pvd$. Afin de représenter cet indice graphiquement et d'identifier les zones avec une forte probabilité de collision mortelle associée au trafic des navires suivis, la PCM a été normalisée (*i.e.*, les valeurs varient de 0 à 1).

Bien que très intéressant pour évaluer les risques liés aux collisions, cet indice présente certains biais. La corrélation établie entre la vitesse et la probabilité de blessure mortelle repose sur des rapports de collisions entre grands navires et grandes baleines (Conn & Silber 2013). Hors dans notre étude nous considérons des petits navires dont la longueur est comprise entre 7 et 22m. A ce jour c'est la seule équation dont nous disposons. Bien qu'une étude récente se soit intéressée aux collisions avec des navires de différentes gammes de taille, aucune équation n'a été partagé (Garrison et al. 2025). De fait il est possible que notre indice PCM soit surestimé.

Toutefois, plusieurs études ont observé des blessures sévères et mortelles avec des petits navires (<20 m) et s'accordent sur le fait que les probabilités de mortalité lors de collisions entre des cétacés et des petits navires sont significatives à 10 Nd (Wiley et al. 2016, Moore et al. 2020, Kelley et al. 2021, Garrison et al. 2025).

Par ailleurs, les collisions avec les petites espèces telles que les delphinidés ou les tortues marines sont sous-reportées (Schoeman et al. 2020). En conséquence, aucune équation n'a été établie spécifiquement pour ces espèces. Les dauphins pourraient être moins vulnérables aux collisions que les grands cétacés, notamment en raison de leur plus grande agilité et de capacités d'évitement potentiellement plus importantes. L'indice PCM pourrait alors être surestimé pour ces espèces. En ce qui concerne les tortues marines, dont la problématique de collision est bien moins étudiée que pour les cétacés, malgré son importance, il a été montré qu'à des vitesses $> 4 \text{ Nd}$, la probabilité d'évitement d'un navire est faible, et que dès 4 Nd , la probabilité de blessure mortelle est forte (Hazel et al. 2007, Work et al. 2010). De fait notre indice PCM est probablement sous-estimé pour les tortues marines. En l'absence d'autres études, notre indice PCM est pertinent pour la présente évaluation des risques de collision.

Les pressions générées par les navires récréatifs côtiers et la probabilité de collision mortelle associée à leur trafic sont présentées **Fig. 1.2 et 1.3**. Pour les navires de plongée, les cellules présentant des valeurs fortes de l'IP ($IP > 0,7$) étaient situées du Port-Ouest jusqu'au cap La Houssaye, le long de la côte au Nord et au Sud du port de Saint-Gilles et le long de la côte au Nord et au Sud du port de Saint-Leu, jusqu'à 2 MN (**Fig. 1.2.B**). Elles représentent 21% des cellules avec des pressions générées par leur trafic ($IP > 0$) et sont réparties en deux zones occupant une surface totale de 31 km^2 . Ces zones sont cohérentes avec les voies de navigation empruntées par les navires entre leur port d'attache et les spots de plongée essentiellement utilisés. Pour les navires de location, les cellules présentant des valeurs fortes de l'IP (12% des cellules avec $IP > 0$) couvrent une zone de 65 km^2 allant de la côte jusqu'à 3 MN, depuis la moitié Sud de la baie de Saint-Paul jusqu'au Sud de Saint-Gilles, et particulièrement au niveau des secs de Saint-Paul et Saint-Gilles (**Fig. 1.2.C**). Pour les catamarans, les cellules présentant des valeurs fortes de l'IP (23% des cellules avec $IP > 0$) se situaient de la côte jusqu'à 3M depuis le Port-Ouest jusqu'au Sud de Saint-Gilles, en particulier entre le Port- Ouest et le Cap La Houssaye (**Fig. 1.2.D**). Elles couvrent une zone de 78 km^2 . Pour les navires de WW, les cellules présentant des valeurs fortes de l'IP (24% des cellules avec $IP < 0$) étaient localisées sur une zone de 77 km^2 allant de la côte jusqu'à 3 MN, depuis le Port-Ouest jusqu'au Sud de Saint-Gilles (**Fig. 1.2.E**).

L'indice de pression moyen était significativement différent selon le type de navire (test de Kruskal-Wallis, $p > 0,01$) : l'IP des navires de plongée était le plus faible. L'IP des catamarans et des navires de WW n'étaient pas significativement différents (tests de Wilcoxon deux à deux, $p > 0,05$), mais étaient significativement supérieurs à l'IP des navires de plongée et significativement inférieurs à l'IP des navires de location (tests de Wilcoxon deux à deux, $p < 0,05$).

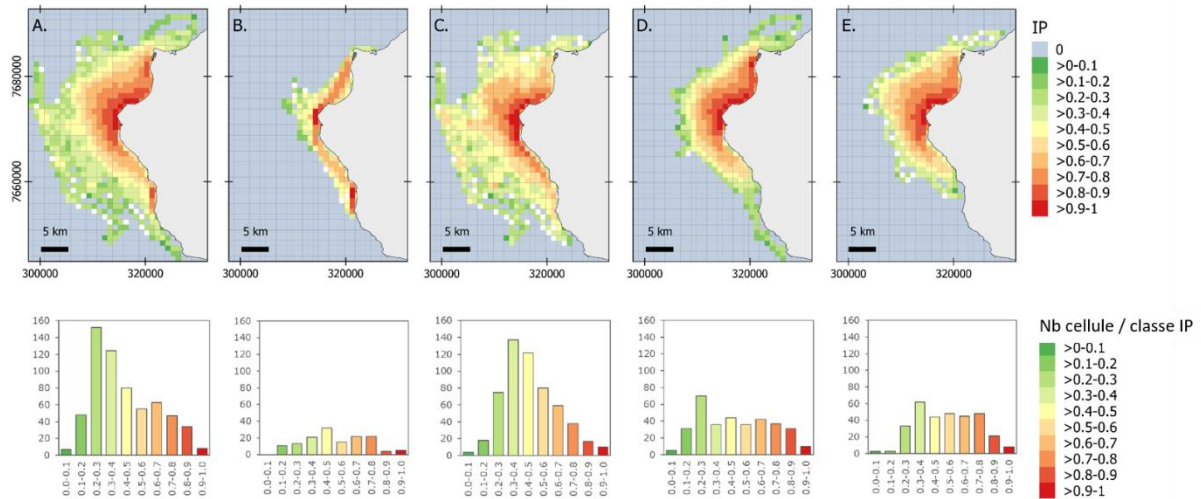


Fig.1.2. Indice de pressions (IP) du trafic maritime généré par les navires récréatifs côtiers par cellule de 1km x 1 km sur la période de suivi GPS. A) tous les navires ; B) navires de plongée ; C) navires de location ; D) catamarans ; E) navires de WW. Les cellules blanches sont des cellules pour lesquelles l'IP n'a pas pu être calculé, du fait de l'absence d'information sur la vitesse moyenne des navires.

Les zones présentant une forte probabilité de collision mortelle ($PCM > 0,7$) associée au trafic des navires suivis suivent celles présentant un fort indice de pressions, mais sont distribuées plus près des côtes, jusqu'à 2 MN au maximum (Fig. 1.3.). Ces zones couvrent logiquement des surfaces légèrement plus petites, allant de 17 km² pour les navires de plongée à 45 km² pour les catamarans. En moyenne, la PCM était significativement différente selon le type de navire (test de Kruskal-Wallis, $p < 0,01$) : la PCM des navires de plongée était le plus faible. Les PCM des catamarans et des navires de WW n'étaient pas significativement différentes (tests de Wilcoxon deux à deux, $p > 0,05$), mais étaient significativement supérieures à la PCM des navires de plongée et significativement inférieures à la PCM des navires de location (tests de Wilcoxon deux à deux, $p < 0,01$).

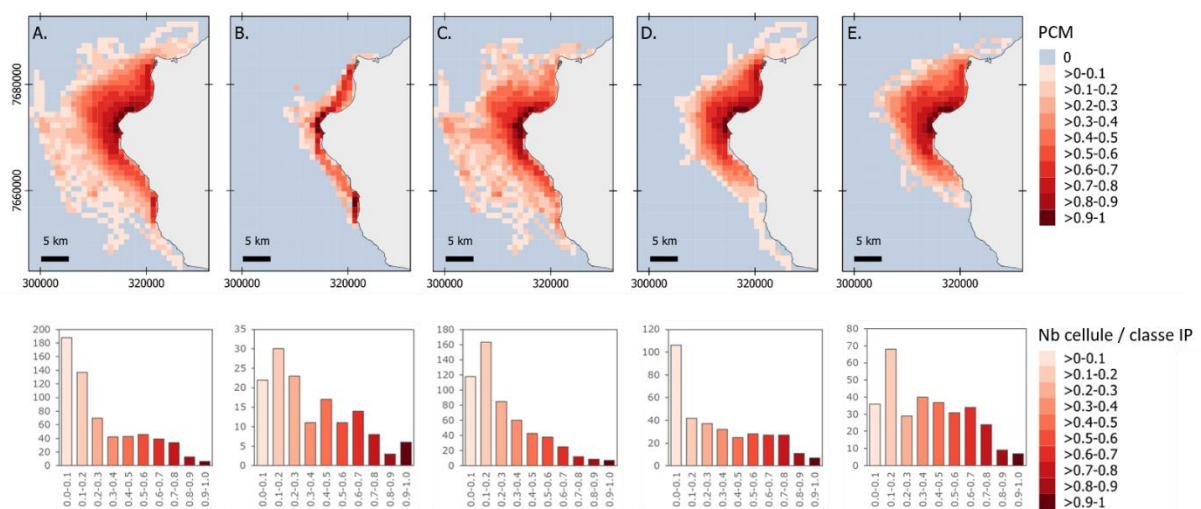


Fig.1.3. Probabilité de collision mortelle (PCM) associée au trafic maritime généré par les navires récréatifs côtiers par cellule de 1km x 1 km sur la période de suivi GPS. A) tous les navires ; B) navires de plongée ; C) navires de location ; D) catamarans ; E) navires de WW.

2. Distribution spatiale des cétacés et des tortues marines dans les eaux côtières de La Réunion

La distribution spatiale de la mégafaune marine est basée sur les données d'observation collectées par suivi en mer (depuis un navire, par GLOBICE) entre 2010 et 2023 pour les cétacés et par suivi aérien (depuis un ULM, par RMR-Kélonia et le CDTEM) entre 2008 et 2023 pour les tortues marines (Laforge et al 2025). Contrairement aux cétacés, les données d'observation ne permettent pas de distinguer l'espèce pour les tortues marines. Toutefois, compte tenu des espèces observées régulièrement en mer, on peut considérer qu'il s'agit de la tortue verte et de la tortue imbriquée. Au total, 107906 km ont été parcourus lors des suivis en mer et 10572 km lors des suivis aériens, au cours desquels 10561 baleines à bosse, 41033 dauphins long bec, 7214 grands dauphins de l'Indo-Pacifique et 8128 tortues marines ont été observés.

Afin de caractériser la distribution spatiale de la mégafaune marine, une approche par analyse de grille a été utilisée. La grille présentait la même emprise spatiale que celle utilisée pour les navires *i.e.*, la zone d'étude, **Fig.1.1.**), et était composée de cellules de 1 km x 1 km, les données collectées par ULM ne permettant pas de travailler à une résolution plus fine. L'indice utilisé pour représenter la distribution spatiale des espèces est l'abondance relative, calculé à partir du nombre estimé d'individus observés cumulé par cellule et de l'effort de prospection réalisé par cellule selon la formule suivante :
$$\frac{\sum Nb\ individu}{\sum Effort\ de\ prospection\ (distance\ totale\ parcourue)}$$
. L'abondance relative (ind.km⁻¹) est un paramètre communément calculé pour rendre compte spatialement de la présence des cétacés en considérant le biais inhérent à l'effort de prospection (Gannier 1995, Di-Meglio 1999).

La **Fig. 1.4.** présente l'abondance relative des trois espèces de cétacés considérées dans cette étude (la baleine à bosse, le dauphin long bec et le grand dauphin de l'Indo-Pacifique) et des tortues marines (tortue verte et tortue imbriquée confondues). Ces cartes nous permettent d'identifier les habitats préférentiels de chaque espèce (cellules présentant une forte abondance relative, illustrées en rouge). L'ensemble des données d'observation montre que l'habitat préférentiel de la baleine à bosse était situé au large de Saint-Paul sur une zone qu'on appelle le « sec », où les fonds ne vont pas à plus de 200 m de profondeur. L'habitat préférentiel du dauphin long bec était situé au Sud de celui de la baleine à bosse, sur le sec de Saint-Gilles. Le dauphin de l'Indo-Pacifique privilégiait un habitat dans les zones très côtières et peu profondes (60 m max) de la Baie de Saint-Paul et de la Baie de La Possession. L'habitat préférentiel des tortues marines était situé sur une zone très côtière entre le port de Saint-Gilles et Trois Bassins. Les habitats préférentiels identifiés pour les cétacés et les tortues marines sont cohérents avec ceux précédemment rapportés (Dulau-Drouot et al. 2012, Condet & Dulau-Drouot 2016, Estrade & Dulau 2020, Laforge et al. 2025). Il faut noter l'absence d'information sur l'abondance relative des tortues marines au-delà d'une bande côtière de 1,5 MN maximum dû à

l'absence de prospection plus au large (voir Laforge et al. 2025). De fait, cela n'indique pas une absence de tortues marines plus loin de la côte, mais une absence de données sur leur présence dans ces zones.

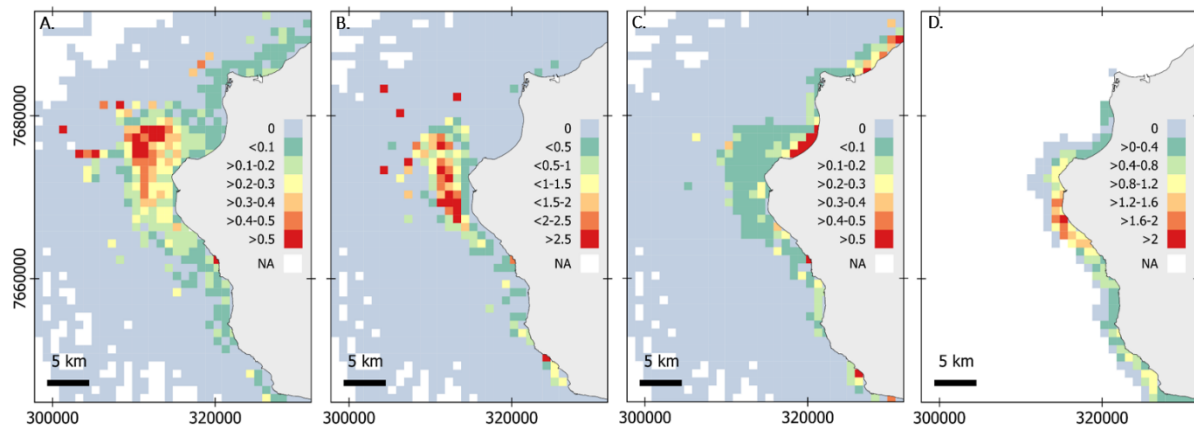


Fig.1.4. Abondance relative (ind.km⁻²) de la mégafaune marine dans les eaux côtières de la zone d'étude par cellule de 1 km x 1 km. A) baleine à bosse ; B) dauphin long bec ; C) grand dauphin de l'Indo-Pacifique ; D) tortues marines. Les cellules blanches correspondent aux cellules n'ayant pas été prospectées lors des suivis, donc pour lesquelles l'abondance relative n'a pas pu être calculée.

3. Evaluation des menaces générées par le trafic maritime des navires récréatifs côtiers pour la mégafaune marine

3.1. Exposition aux menaces

Nous avons considéré que le niveau de menaces auquel les espèces de la mégafaune marine peuvent être exposées dépend principalement du niveau de pressions générées par les navires (représenté par l'indice de pressions IP) et de la densité des espèces (représentée par l'abondance relative) (Plot et al. 2025). Le niveau de menaces a été représenté spatialement en calculant un indice d'exposition aux menaces (IM). L'IM a été calculé en multipliant l'indice de pressions du trafic maritime par l'abondance relative des espèces pour chaque cellule de la grille. Les valeurs obtenues ont été normalisées, de sorte qu'elles varient de 0 à 1.

Notre évaluation a mis en évidence les zones où les cétacés et les tortues marines étaient exposées aux menaces induites par le trafic maritime des navires récréatifs côtiers. Dans l'ensemble, les zones avec une importante exposition aux menaces (IM > 0,7) correspondaient aux habitats préférentiels des espèces étudiées (Fig. 1.5-1.8.). Pour la baleine à bosse, la partie extérieure du plateau insulaire au large de Saint-Paul (*i.e.*, le sec de Saint-Paul) représentait une zone importante d'exposition aux menaces du trafic généré par les navires de location, les catamarans et les navires de WW sur une surface de 17 à 20 km² (Fig. 1.5. A,C,D,E). La zone d'exposition aux menaces du trafic des navires de plongée est majoritairement restreinte entre la côte et 1 MN entre le Cap La Houssaye et La Saline sur 7 km² (Fig. 1.5. B). Pour le dauphin long bec, la zone importante d'exposition aux menaces du trafic

général par l'ensemble des navires était localisée sur la partie extérieure du plateau insulaire au large de Saint-Gilles (*i.e.*, le sec de Saint-Gilles) sur une surface de 5-8 km² entre 1 et 4 MN du littoral (**Fig. 1.6.**). Pour le grand dauphin de l'Indo-Pacifique, une zone importante d'exposition aux menaces du trafic généré par les navires très limitée (1 à 3 km²) était située dans les eaux côtières peu profondes de la Baie de Saint-Paul jusqu'à 0,5 MN de la côte (**Fig. 1.7.**). Concernant les tortues marines, les zones importantes d'exposition aux menaces du trafic étaient localisées sur une bande de 1 MN au maximum de la côte, depuis le Cap La Houssaye jusqu'à Trois Bassins recouvrant une surface de 8 à 13 km² selon le type de navire (**Fig. 1.8.**).

Pour la baleine à bosse, en moyenne l'IM était significativement différent selon le type de navire (test de Kruskal-Wallis, $p < 0,01$). L'IM des navires de plongée était le plus faible et significativement inférieur à celui des autres types de navire (tests de Wilcoxon deux à deux, $p \leq 0,01$ dans tous les cas). Les IM des catamarans, des navires de WW, et des navires de location n'étaient pas significativement différents (tests de Wilcoxon deux à deux, $p > 0,05$). Bien que l'IM moyen pour les dauphins long bec et les tortues marines soit significativement différent selon le type de navire (test de Kruskal-Wallis, $p < 0,05$), seul l'IM moyen des navires de plongée est significativement inférieur à celui des navires de location (tests de Wilcoxon deux à deux, $p < 0,05$). Les IM des catamarans, des navires de WW, et des navires de location n'étaient pas significativement différents (tests de Wilcoxon deux à deux, $p > 0,05$). Pour le grand dauphin de l'Indo-Pacifique, il n'y a aucune différence significative de l'IM selon le type de navires (test de Kruskal-Wallis, $p > 0,05$).

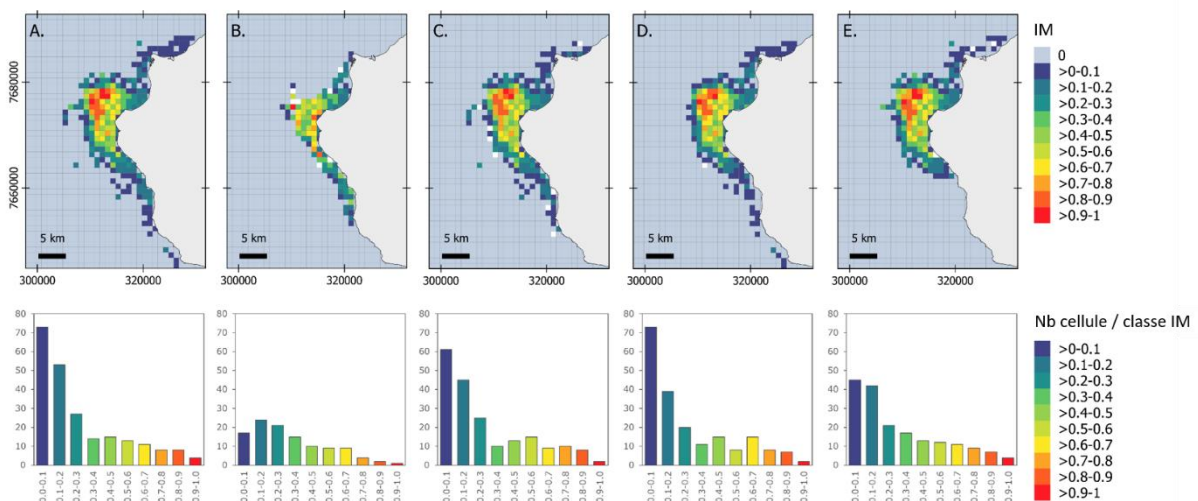


Fig.1.5. Indice d'exposition aux menaces du trafic maritime généré par les navires récréatifs côtiers pour la baleine à bosse dans la zone d'étude par cellule de 1 km x 1 km. A) tous les navires ; B) navires de plongée ; C) navires de location ; D) catamarans ; E) navires de WW. Les cellules blanches sont des cellules pour lesquelles l'IM n'a pas pu être calculé, du fait de l'absence d'information l'IP.

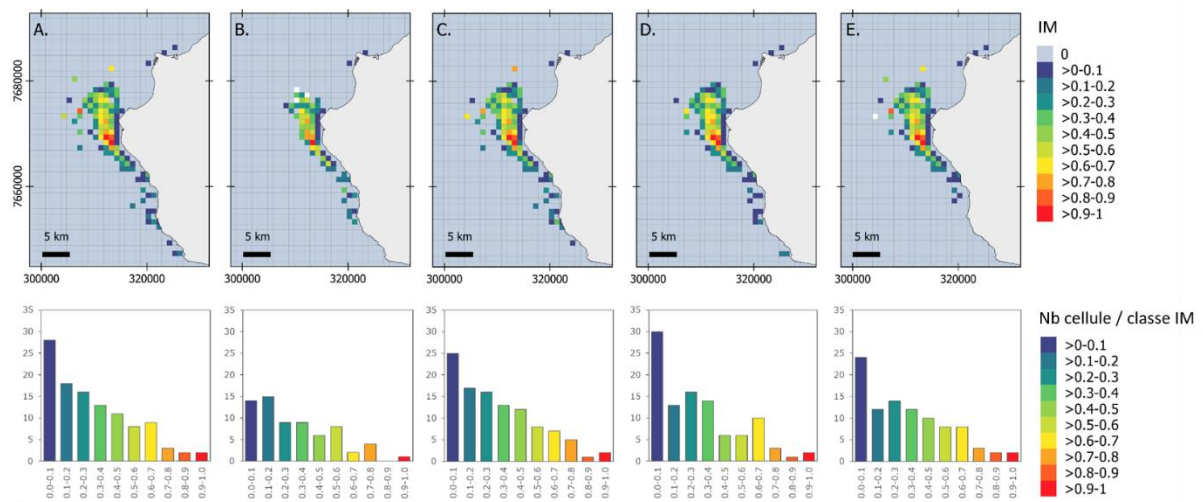


Fig.1.6. Indice d'exposition aux menaces du trafic maritime généré par les navires récréatifs côtiers pour le dauphin long bec dans la zone d'étude par cellule de 1 km x 1 km. A) tous les navires ; B) navires de plongée ; C) navires de location ; D) catamarans; E) navires de WW. Les cellules blanches sont des cellules pour lesquelles l'IM n'a pas pu être calculé, du fait de l'absence d'information l'IP.

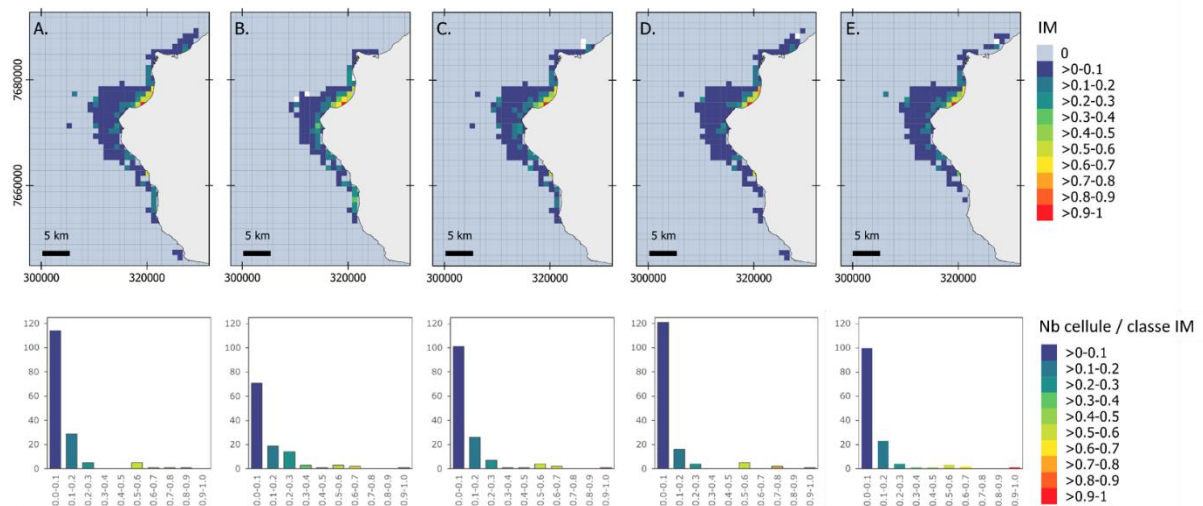


Fig.1.7. Indice d'exposition aux menaces du trafic maritime généré par les navires récréatifs côtiers pour le grand dauphin de l'Indo-Pacifique dans la zone d'étude par cellule de 1 km x 1 km. A) tous les navires ; B) navires de plongée ; C) navires de location ; D) catamarans; E) navires de WW. Les cellules blanches sont des cellules pour lesquelles l'IM n'a pas pu être calculé, du fait de l'absence d'information l'IP.

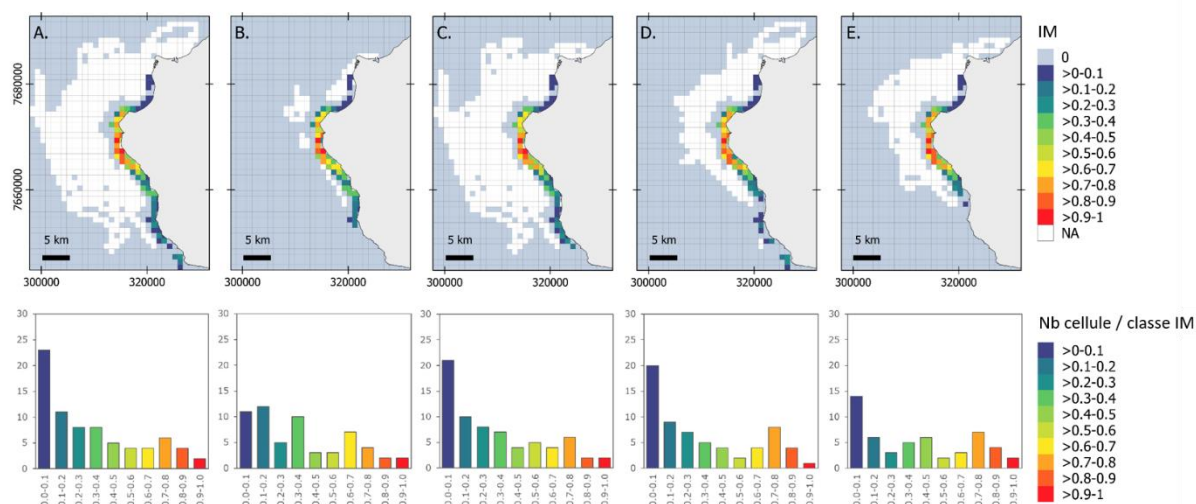


Fig.1.8. Indice d'exposition aux menaces du trafic maritime généré par les navires récréatifs côtiers pour les tortues marines dans la zone d'étude par cellule de 1 km x 1 km. **A)** tous les navires ; **B)** navires de plongée ; **C)** navires de location ; **D)** catamarans ; **E)** navires de WW. Les cellules blanches sont des cellules pour lesquelles l'IM n'a pas pu être calculé, du fait de l'absence d'information l'IP ou de l'absence de prospection pour le suivi des tortues marines.

3.2. Risque de collision mortelle

Afin d'identifier et quantifier le risque de collision mortelle entre les navires et les espèces de la mégafaune marine, une analyse de kernel a été réalisée. Les localisations des observations des dauphins (**Section 2**) et des suivis télémétriques réalisés sur les femelles baleine à bosse (12 individus avec baleineau ; 2013, 2019, 2022), les femelles reproductrices tortue verte (2 individus ; 2018, 2019) et les juvéniles tortue verte (21 individus ; 2010-2019) ont été utilisées. Les données télémétriques disponibles pour ces espèces (Dulau et al. 2017b, GLOBICE données non publiées, Chambault et al. 2021, CEDTM, RMR-Kélonia données non publiées) présentent une résolution plus fine que les localisations issues des observations, et ont donc été privilégiées pour cette analyse. De plus, concernant les tortues marines, les données d'observation ne permettent pas de distinguer l'espèce et la classe d'âge, contrairement aux données de suivi télémétrique collectées sur des tortues vertes adultes femelles et juvéniles. Ces données donnent également accès à des catégories d'individus plus vulnérables aux pressions du trafic maritime, du fait de leur présence dans les eaux réunionnaises pendant une période sensible de leur cycle de vie car énergétiquement exigeante (*i.e.*, la reproduction), de leur comportement en surface plus marqué, pouvant les exposer directement aux navires, et/ou de leur très faible effectif (*i.e.*, femelles reproductrices tortue verte, Lauret-Stepler et al. 2023).

La valeur de l'indice PCM préalablement calculé et normalisé (**Section 1**) a été attribué à chaque localisation. Les kernels ont été estimés à partir des localisations pour lesquelles une PCM élevée (*i.e.*, $PCM \geq 0,7$) a été attribué. Ainsi, la zone globale et la zone principale de collision mortelle entre les

navires et les espèces (contours de densité de kernel 90% (k90) et 50% (k50), respectivement ; Calenge 2019) ont pu être identifiées.

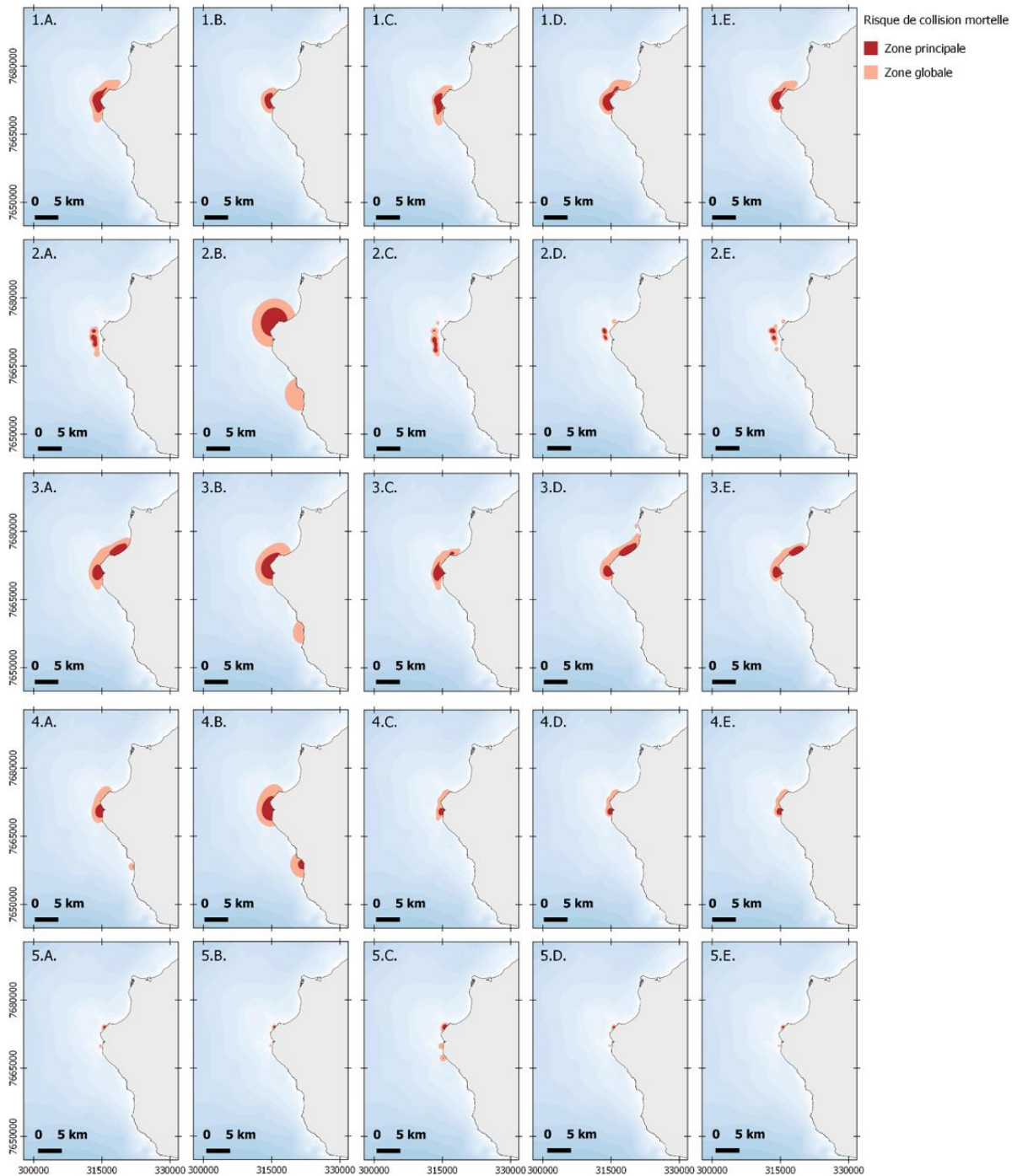


Fig. 1.9. Zones potentielles de risque de collision mortelle pour 1) la baleine à bosse ; 2) le dauphin long bec ; 3) le grand dauphin de l'Indo-Pacifique ; 4) la tortue verte adulte femelle et 5) la tortue verte juvénile, induites par le trafic A) de tous les navires ; B) des navires de plongée ; C) des navires de location ; D) des catamarans ; et E) des navires de WW. La zone globale de risque et la zone principale de risque sont définies respectivement par les contours du kernel 90 et du kernel 50 estimés à partir des localisations des espèces de cétacés suivies correspondant à des fortes valeurs de PCM.

Il convient de rappeler que bien qu'il soit communément considéré que les petits cétacés, comme les dauphins, sont moins susceptibles de subir des collisions, du fait de leur petite taille, de leur agilité voire même de leur comportement volontaire proche des navires (à la proue ; « bow-riding », Würsig 2009), plusieurs études ont rapporté des événements de collision entre les navires et des petites espèces de cétacés (Schoeman et al. 2020) dont le grand dauphin de l'Indo-Pacifique (Kemper et al. 2005, Van Waerebeek & Leaper 2008, Byard et al. 2012), et localement, des traces de blessures d'hélices ont été observé sur plusieurs espèces de dauphins (GLOBICE, données non publiées). Ce risque ne devrait donc pas être écarté des évaluations.

Les zones potentielles de risque de collision mortelle induites par le trafic des navires récréatifs côtiers pour les cétacés et les tortues vertes sont présentées **Fig. 1.9**. Dans l'ensemble, les zones potentielles de risque de collision entre les navires suivis et la mégafaune marine se situaient dans les 2 MN depuis la côte, au niveau du Cap Lahoussaye, Boucan Canot, le port de Saint-Gilles, la Saline selon les espèces considérées. Plus au Sud, seule une zone de risque est observée au niveau de Saint-Leu, entre les navires de plongée et les dauphins et la tortue verte adulte (**Fig. 1.9, 2B, 3BC, 4B**). Les zones de risque de collision mortelle pouvaient être très localisées, couvrant des surfaces très limitées $\leq 1 \text{ km}^2$ pour les tortues vertes juvéniles, ou beaucoup plus vastes, couvrant jusqu'à 79 km^2 pour le dauphin long bec.

Conclusions

L'analyse fine et complémentaire des données de suivi du trafic maritime des navires récréatifs côtiers combinée aux données sur la distribution des cétacés et des tortues marines permet de mettre à jour l'évaluation des enjeux de conservation de la mégafaune marine dans les eaux côtières de La Réunion. Leur identification repose sur le croisement entre les zones où les pressions générées par le trafic sont importantes, où la probabilité de collision mortelle est élevée et où les densités de cétacés et de tortues marines sont fortes (**Sections 1 et 2**). Elles correspondent aux zones importantes d'exposition aux menaces induites par le trafic et aux zones principales à risque de collision mortelle (**Section 3**). Nos résultats mettent en évidence une zone à enjeux entre la pointe des galets et Saint-leu, de la côte à l'isobathe de 100m (**Fig. 1.10**). A cette zone s'ajoute une zone potentielle d'enjeux localisée dans la Baie de La Possession (**Fig. 1.10**). En effet, le suivi des navires a montré qu'une partie d'entre eux s'est dispersée dans cette baie, jusqu'à la Grande Chaloupe. Bien que moins utilisée que d'autres zones, la baie de La Possession a été utilisée par dix navires différents (1 navire de plongée, 3 navires de location, 2 catamarans et 4 navires de WW) au départ du Port-Ouest et du port de Saint-Gilles, soit plus d'un tiers des navires suivis, démontrant un intérêt certain pour cette zone. Les eaux peu profondes de la

baie de La Possession sont un des habitats préférentiels du grand dauphin de l'Indo-Pacifique (**Section 2**, Condet & Dulau-Drouot 2016), classé en danger d'extinction à La Réunion (IUCN-France 2013) du fait de sa petite taille de population (estimée à 70 individus), son isolement génétique et qu'il soit résident des eaux réunionnaises (Dulau et al. 2017a, Dulau non publié), et donc particulièrement vulnérable à des menaces croissantes.

L'ensemble de ces résultats peuvent renforcer le processus d'évolution des réglementations des activités récréatives nautiques à La Réunion initié par les services de l'Etat en 2025 et plus globalement les réglementations en lien avec la navigation dans les eaux Réunionnaises (voir **Partie 4**) pour tendre vers une cohabitation durable entre les navires et la mégafaune marine.

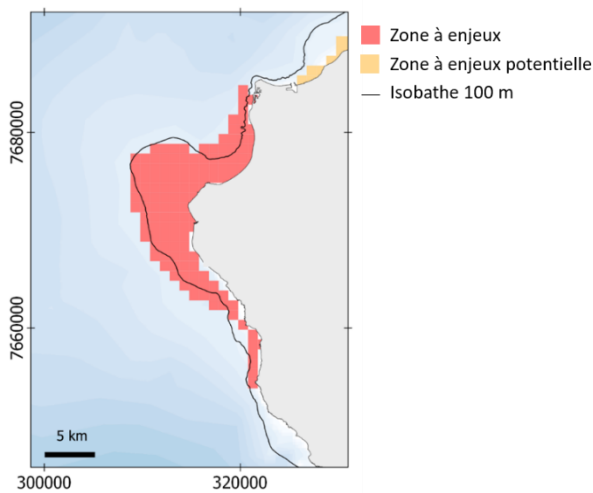


Fig.1.10. Zones à enjeux pour la conservation de la mégafaune marine face aux menaces induites par le trafic maritime des navires récréatifs côtiers.

Références citées – Partie 1

- Barret M, Scheinder F, Ragé A, Ciccione S (2026) Two decades of rehabilitation data reveal threats faced by sea turtles in Reunion island. *Endang Species Res*:5–9.
- Bezamat-Mantes C (2014) Geopolitique de l’océan Indien. *Diploweb.com : la revue géopolitique*.
- Byard RW, Winskog C, Machado A, Boardman W (2012) The assessment of lethal propeller strike injuries in sea mammals. *Journal of Forensic and Legal Medicine* 19:158–161.
- Calenge C (2019) Home Range Estimation in R: the adehabitatHR Package.
- Chambault P, Hattab T, Mouquet P, Bajjouk T, Jean C, Ballorain K, Ciccione S, Dalleau M, Bourjea J (2021) A methodological framework to predict the individual and population-level distributions from tracking data. *Ecography* 44:766–777.
- Chazot J, Hoarau L, Carzon P, Wagner J, Sorby S, Ratel M, Barcelo A (2020) Recommendations for Sustainable Cetacean-Based Tourism in French Territories: A Review on the Industry and Current Management Actions. *Tourism in Marine Environments* 15:211–235.
- Condet M, Dulau-Drouot V (2016) Habitat selection of two island-associated dolphin species from the south-west Indian Ocean. *Continental Shelf Research* 125:18–27.
- Conn PB, Silber GK (2013) Vessel speed restrictions reduce risk of collision-related mortality for North Atlantic right whales. *Ecosphere* 4:art43.
- Di-Meglio N (1999) Distribution comparée des cétacés et des oiseaux marins de Méditerranée nord-occidentale en période estivale. Relation avec les conditions environnementales. EPHE, Paris
- Di-Meglio N, David L, Capoulade F, Gambaiani D, Mayol P, McKenzie C, McKenzie E, Schneider M (2010) Synthèse des connaissances sur l’impact du trafic maritime. Groupement d’Intérêt Scientifique Mammifères Marins de Méditerranée.
- Dolman S, Williams-Grey V, Asmutis-Silvia R, Isaac S (2006) Vessel collisions and cetaceans: What happens when they don’t miss the boat. *WDSC*.
- DSBMSOI (2019) Document stratégique de bassin maritime Sud océan Indien. Conseil maritime ultramarin du bassin Sud océan Indien.
- Dulau V, Estrade V, Fayon J (2017a) Identifying key demographic parameters of a small island-associated population of Indo-Pacific bottlenose dolphins (Reunion, Indian Ocean). *PLoS ONE* 12:e0179780.
- Dulau V, Pinet P, Geyer Y, Fayon J, Mongin P, Cottarel G, Zerbini A, Cerchio S (2017b) Continuous movement behavior of humpback whales during the breeding season in the southwest Indian Ocean: on the road again! *Movement Ecology*:5–11.
- Dulau-Drouot V, Fayon J, Mouysset L, Boucaud V (2012) Occurrence and residency patterns of humpback whales off Réunion Island during 2004–10. *JCRM* 12:255–263.
- Erbe C, Marley SA, Schoeman RP, Smith JN, Trigg LE, Embling CB (2019) The Effects of Ship Noise on Marine Mammals—A Review. *Front Mar Sci* 6:606.
- Estrade V, Dulau V (2020) Abundance and site fidelity of bottlenose dolphins off a remote oceanic island (Reunion Island, southwest Indian Ocean). *Mar Mam Sci* 36:871–896.
- Frémont A (2019) Le transport maritime depuis 1945 : facteur clé de la mondialisation: *Entreprises et histoire* n° 94:16–29.

Gannier A (1995) Les cétacés de Méditerranée nord-occidentale : estimation de leur abondance et mise en relation de la variation saisonnière de leur distribution avec l'écologie du milieu. Ecole Pratique des Hautes Etudes, Montpellier

Garrison LP, Lisi NE, Gahm M, Patterson EM, Blondin H, Good CP (2025) The effects of vessel speed and size on the lethality of strikes of large whales in U.S. waters. *Front Mar Sci* 11.

Gende SM, Hendrix AN, Harris KR, Eichenlaub B, Nielsen J, Pyare S (2011) A Bayesian approach for understanding the role of ship speed in whale–ship encounters. *Ecological Applications* 21:2232–2240.

GPMR (2019) *Projet Stratégique GPMR 2019-2023*.

Halpern BS, Frazier M, Afflerbach J, Lowndes JS, Micheli F, O'Hara C, Scarborough C, Selkoe KA (2019) Recent pace of change in human impact on the world's ocean. *Sci Rep* 9:11609.

Hazel J, Lawler IR, Marsh H, Robson S (2007) Vessel speed increases collision risk for the green turtle *Chelonia mydas*. 10.

Hoarau L, Dalleau M, Delaspre S, Barra T, Landes A-E (2020) Assessing and Mitigating Humpback Whale (*Megaptera Novaeangliae*) Disturbance of Whale-watching Activities in Reunion Island. *Tourism in Marine Environments* 15:173–189.

IUCN-France (2013) *La Liste rouge des espèces menacées en France - Faune de La Réunion*. IUCN-France, MNHN, SEOR, ARDA, Insectarium de La Réunion, GLOBICE, Kélonia, Paris, France.

Kelley DE, Vlastic JP, Brilliant SW (2021) Assessing the lethality of ship strikes on whales using simple biophysical models. *Marine Mammal Science* 37:251–267.

Kemper C, Flaherty A, Gibbs S, Hill M, Long M, Byard R (2005) Cetacean captures, strandings and mortalities in South Australia 1881-2000, with special reference to human interactions. *Aust Mammalogy* 27:37–47.

Laforge A, Ballorain K, Landes A-E, Bourjea J, Ciccione S, Jean C (2025) Tracking trends in foraging sea turtle aggregations at Reunion Island using aerial and photo-ID surveys (2008-2023). *Endangered Species Research* 56:323–337.

Lauret-Stepler M, Jean C, Barret M, Gaud P, Ciccione S (2023) Une nouvelle saison de ponte illustre la fragilité de la reproduction des tortues vertes à La Réunion. *Bulletin Phaethon*:11–14.

Moore MJ, Mitchell GH, Rowles TK, Early G (2020) Dead Cetacean? Beach, Bloat, Float, Sink. *Front Mar Sci* 7.

Plot V (2022) *Rapport_LIFE4BEST_2020-IO-24_Action_1_VF*. GLOBICE Réunion.

Plot V, Estrade V, Martin J, Rostaing T, Collins T, Dulau V (2025) Assessing marine traffic and related pressures and threats to cetacean populations to support vessel management in the Mascarene Important Marine Mammal Area. *Marine Policy* 176:106632.

Quintana Martín-Montalvo B, Hoarau L, Deffes O, Delaspre S, Delfour F, Landes A-E (2021) Dolphin Watching and Compliance to Guidelines Affect Spinner Dolphins' (*Stenella longirostris*) Behaviour in Reunion Island. *Animals (Basel)* 11:2674.

Rostaing T (2022) *Smart VTM : making critical maritime routes safer and more secure in the age of data*. Middlesex University of London, Lloyd's Maritime Academy

Rostaing T, Buzaud C (2022) *RUNRisks: Evaluation et maîtrise des risques d'accident maritime au large de La Réunion*. Direction de la mer Sud Océan Indien (DMSOI), Centre Régional Opérationnel de Surveillance et de SAuvetage Sud Océan Indien (CROSS).

Sardain A, Sardain E, Leung B (2019) Global forecasts of shipping traffic and biological invasions to 2050. *Nat Sustain* 2:274–282.

- Schoeman RP, Patterson-Abrolat C, Plön S (2020) A Global Review of Vessel Collisions With Marine Animals. *Front Mar Sci* 7:292.
- Simard Y, Roy N, Gervaise C, Giard S (2016) Analysis and modeling of 255 source levels of merchant ships from an acoustic observatory along St. Lawrence Seaway. *The Journal of the Acoustical Society of America* 140:2002–2018.
- Tournadre J (2014) Anthropogenic pressure on the open ocean: The growth of ship traffic revealed by altimeter data analysis. *Geophys Res Lett* 41:7924–7932.
- UNCTAD (2023) Review of Maritime Transport 2023 -Towards a green and just transition. United Nations, Geneva.
- Van Waerebeek K, Leaper R (2008) Second Report of the IWC Vessel Strike Data Standardisation Working Group.
- Wiley DN, Mayo CA, Maloney EM, Moore MJ (2016) Vessel strike mitigation lessons from direct observations involving two collisions between noncommercial vessels and North Atlantic right whales (*Eubalaena glacialis*). *Marine Mammal Science* 32:1501–1509.
- Work PA, Sapp AL, Scott DW, Dodd MG (2010) Influence of small vessel operation and propulsion system on loggerhead sea turtle injuries. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 393:168–175.
- Würsig B (2009) Bow-Riding. In: *Encyclopedia of Marine Mammals*. Academic Press, p 133–134.

Apport de connaissances
sur le trafic des navires récréatifs côtiers,
la mégafaune marine, et les enjeux associés
dans la Réserve Naturelle Marine de La Réunion



Table des matières – Partie 2

Introduction.....	21
1. Utilisation de la RNMR par les navires récréatifs	22
1.1. Fréquentation.....	23
1.2. Vitesses pratiquées.....	24
1.3. Pressions générées par le trafic.....	24
1.4. Probabilité de collision mortelle	26
2. Utilisation de la RNMR par les cétacés et les tortues marines.....	26
2.1. La baleine à bosse.....	27
2.2. Le dauphin long bec.....	29
2.3. Le grand dauphin de l’Indo-Pacifique.....	30
2.4. Les tortues marines	31
3. Evaluation des menaces générées par le trafic maritime des navires pour la mégafaune marine dans la RNMR	32
3.1. Exposition aux menaces	32
3.2. Risque de collision mortelle	33
Conclusions.....	35
Références citées	39

Introduction

Dans les eaux côtières de La Réunion, vingt-trois zones marines remarquables en terme d'habitat et de biodiversité ont été identifiées lors du dernier inventaire ZNIEFF-mer (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique) mené en 2016. A ces zones d'importance écologique, s'ajoute le récif corallien frangeant qui longe une partie de la côte Ouest de La Réunion et qui abrite une grande biodiversité (Bourmaud et al. 2005). Les eaux côtières réunionnaises accueillent également les populations résidentes de dauphin long bec et du grand dauphin de l'Indo-Pacifique (Dulau-Drouot et al. 2008). Elles représentent un site d'alimentation et de croissance pour les tortues vertes juvéniles et les tortues imbriquées juvéniles (Chassagneux et al. 2013) et abritent les dernières femelles reproductrices tortue verte (Lauret-Stepler et al. 2023). Chaque hiver austral, les baleines à bosse fréquentent les eaux réunionnaises pendant leur période de reproduction, les femelles et leur baleineau favorisant les eaux côtières (Dulau-Drouot et al. 2012).

La zone côtière de La Réunion est soumise à d'importantes pressions anthropiques (Magnan & Duvat 2018), pouvant nuire au bon état de conservation des espèces présentes. Pour faire face à la dégradation des écosystèmes coralliens réunionnais, et préserver les récifs coralliens et les communautés associées (herbiers de phanérogames, poissons de récifs, tortues marines, cétacés...) la Réserve Naturelle Marine de La Réunion (RNMR) a été créée en 2007 (Décret n°2007-236).

D'une superficie de 35 km² entre Saint-Paul et Etang-Salé (**Fig. 2.1.**), la RNMR est le seul espace marin côtier de La Réunion bénéficiant de mesures de gestion des différents usages qui peuvent y être pratiqués (à l'exception de la Réserve de pêche de Sainte-Rose, où seule la pêche est règlementée ; Arrêté préfectoral n°2010-748, Arrêté préfectoral n°2010-749). Les différentes pêches (traditionnelle, loisirs, professionnelle) et les activités nautiques récréatives (plongée, navigation, surf, kayak...) y sont règlementées selon trois zones de niveau de protection croissant. Toutefois, mise à part au sein des zones de protection intégrale (niveau de protection 3/3), dites « sanctuaire », où toute activité est interdite, la circulation des navires (< 20 m) est autorisée dans la RNMR.

Dans son dernier plan de gestion (2021-2030 ; Dedeken & Pothin 2020), la RNMR vise à améliorer les connaissances au sein de son périmètre, incluant celles sur la mégafaune marine et les usages ; à réduire les pressions des usages sur les habitats des tortues marines et des cétacés ; et à améliorer la compatibilité des pratiques nautiques avec la fragilité des écosystèmes marins. Compte tenu du contexte de développement des activités commerciales et plaisancières côtières, de croissance du trafic maritime côtier, et de l'augmentation des observations des impacts négatifs de celui-ci sur les cétacés et les tortues marines (voir **Introduction, Partie 1**), la RNMR envisage de modifier ses mesures de gestion. Cependant, elle manque d'éléments concrets pour appuyer leur mise en place auprès des

services compétents et des usagers. En effet, des connaissances précises sur la fréquentation de la RNMR par les navires, le trafic maritime qu'il génère au sein de son périmètre et les menaces qu'il induit pour les espèces fréquentant ses eaux sont nécessaires.

Le projet COHAB propose de 1) Caractériser l'utilisation de la RNMR par la mégafaune marine et les navires récréatifs ; 2) Estimer les pressions et menaces générées par leur trafic et 3) Identifier, si elles existent, des zones à enjeux dans le périmètre de la RNMR.

1. Utilisation de la RNMR par les navires récréatifs

L'utilisation de la RNMR par les navires récréatifs a été évalué à partir de données GPS acquises pour 26 navires grâce à un suivi participatif impliquant les opérateurs des activités nautiques commerciales à La Réunion (Plot 2022 ; voir **Section 1, Partie 1**). Parmi ces navires, 7 pratiquaient le plongée, 7 étaient des navires loués aux particuliers pour leurs loisirs en mer (ci-après nommés navires de location), 5 étaient des catamarans pratiquant la promenade en mer ou le whale-watching (WW) et 7 navires pratiquaient exclusivement le WW. L'utilisation de la RNMR a été caractérisée en termes de fréquentation, de vitesses pratiquées, de pressions générées par le trafic des navires et de probabilité de collision mortelle associée, à l'échelle du périmètre de la RNMR, de ses niveaux de protection et de ces différents secteurs (voir **Fig. 2.1.**).

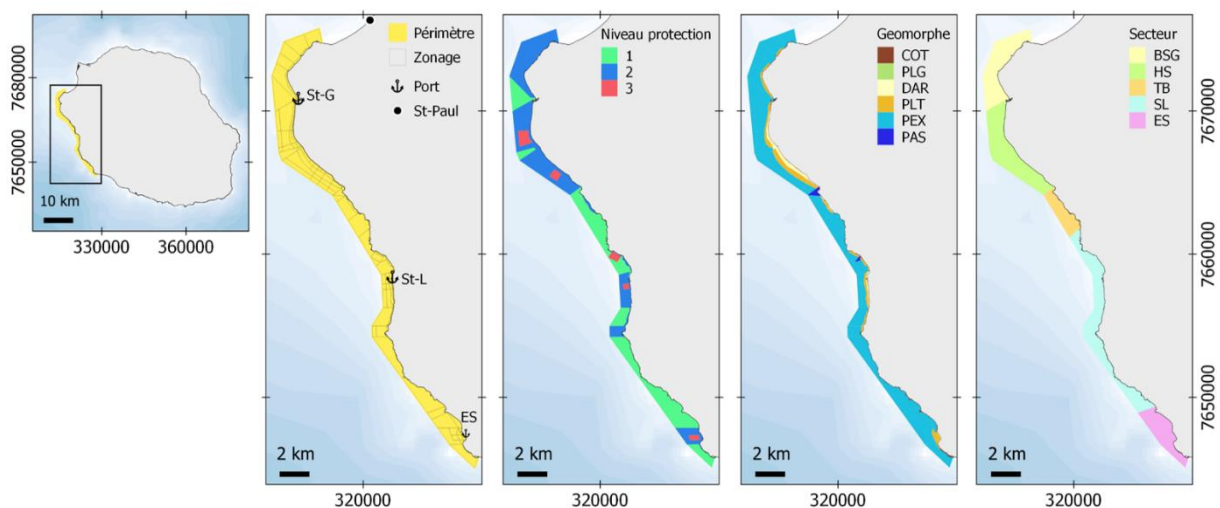


Fig. 2.1. La Réserve Naturelle Marine de La Réunion. Située le long de la côte Ouest de l'île, son périmètre (illustré en jaune) s'étend du cap La Houssaye à Saint-Paul jusqu'à la Roche aux Oiseaux à Etang-Salé, incluant trois ports : Saint-Gilles (St-G), Saint-Leu (St-L) et Etang-Salé (ES). Les réglementations s'organisent selon trois niveaux de protection (NP1, NP2, NP3). Des unités géomorphologiques sont différenciées au sein du périmètre (COT : côte, hors RNMR ; PLG : plage ; DAR : dépression d'arrière récif ; PLT : platier ; PEX : pente externe et PAS : passe). La RNMR est composée de 5 secteurs géographiques (du Nord au Sud, BSG : Boucan/Saint-Gilles ; HS : Hermitage/La Saline ; TB : Trois Bassins ; SL : Saint-Leu et ES : Etang-Salé). Le référentiel spatial (v13, 2019) a été utilisé.

1.1. Fréquentation

L'ensemble des navires récréatifs suivis a parcouru un total de 68311 km dont 24718 km dans le périmètre de la RNMR (soit 36,2%). Les navires de WW ont parcouru le plus de distance au total dans la RNMR (9640 km, soit 36,6% des distances enregistrées lors du suivi), mais ce sont les navires de plongée, qui relativement à la distance totale parcourue pendant leur suivi, ont le plus utilisé la RNMR, avec 75,7% des distances parcourues réalisées dans la RNMR (4239 km). Les navires de location ont parcouru 3004 km dans la RNMR (29,1% des distances enregistrées), et les catamarans 7835 km (30,1% des distances enregistrées).

En terme d'occurrence relative (nombre de localisations enregistrées dans la RNMR par rapport au nombre total de localisations enregistrées pendant le suivi), les navires de plongée présentaient 81,7% d'occurrence relative dans la RNMR. Les occurrences relatives dans la RNMR pour les navires de location, les catamarans et les navires de WW étaient respectivement de 17,7%, 31,9% et 36,8%.

Globalement, que le port d'attache des navires suivis soit situé dans la RNMR (ports de Saint-Gilles et de Saint-Leu) ou hors de la RNMR (Port-Ouest, à 10 km au Nord de la RNMR), tous les navires suivis ont pratiqué leurs activités dans le périmètre de la RNMR. L'utilisation de la RNMR était cependant variable selon le type de navire récréatif suivi. Les navires de plongée ont le plus utilisé la RNMR lors du suivi. Ce résultat reflète le fait que plus de la moitié des sites de plongée (69 des 129 sites répertoriés) sont situés dans le périmètre de la RNMR. Les trajets jusqu'aux spots de plongée sont de fait majoritairement réalisés dans la RNMR.

Les navires suivis ont plus pratiqué leurs activités dans les zones de niveau de protection 2 (NP2) avec 66% à 73% des occurrences relatives dans la RNMR enregistrées dans les zones NP2 selon le type de navire, et 17597 km parcourus dans les NP2 (soit 70% des distances parcourues dans la RNMR). Les zones de protection intégrale (NP3) ont rarement été utilisées, avec 0,2% des occurrences relatives enregistrées pour tous les navires et 65 km parcourus au total, la majorité dans le sanctuaire de l'Hermitage. Cela reflète un respect élevé de ces zones sanctuaires par l'ensemble des navires utilisant la RNMR. Il faut toutefois noter que les navires de location ont parcouru 50 km dans les zones NP3, soit 77,5% des distances parcourues dans ces zones par l'ensemble des navires. Cela suggère que les usagers loisirs (*i.e.*, les loueurs de bateaux) connaîtraient peu ou pas le zonage et les réglementations de la RNMR, en comparaison des usagers professionnels (*i.e.*, les capitaines des navires de plongée, des catamarans et des navires de WW).

Bien que tous les secteurs de la RNMR aient été utilisés par les navires suivis, le secteur Boucan/Saint-Gilles était le secteur de la RNMR le plus fréquenté par les navires suivis avec 81,7% des occurrences relatives enregistrées (de 50% à 88,3% selon le type de navire) et 20181 km parcourus au total. Le deuxième secteur le plus utilisé par les navires de location, les catamarans et les navires de WW était

le secteur Hermitage/La Saline, et le secteur Saint-Leu pour les navires de plongée. Il faut toutefois noter que seuls des navires de plongée étaient suivis depuis le port de Saint-Leu.

1.2. Vitesses pratiquées

Dans la RNMR les vitesses moyennes enregistrées étaient de $7,7 \pm 5,5$ Nd (vitesse maximale enregistrée : 26,4 Nd) pour les navires de plongée, $7,5 \pm 4,6$ Nd pour les navires de location (max 26,3 Nd), $4,7 \pm 1,4$ Nd pour les catamarans (max 9,5 Nd) et $9,2 \pm 4,0$ Nd pour les navires de WW (max 34,1 Nd). La vitesse moyenne pratiquée dans la RNMR était significativement différente selon le type de navire (test de Kruskal-Wallis, $p < 0,01$). Les navires de WW pratiquaient en moyenne des vitesses significativement supérieures à celles pratiquées par les autres types de navire (tests de Wilcoxon deux à deux, $p < 0,01$ dans tous les cas). Les vitesses moyennes pratiquées par les navires de location et les navires de plongée n'étaient pas significativement différentes entre elles (test de Wilcoxon, $p < 0,01$), mais étaient supérieures à celle pratiquée par les catamarans (tests de Wilcoxon deux à deux, $p < 0,01$).

La distribution des distances parcourues dans la RNMR par classe de 1 Nd de vitesse est représentée **Fig. 2.2** pour chaque type de navire. Sur l'ensemble des distances parcourues dans la RNMR par les navires de plongée 13,7% étaient pratiquées à des vitesses ≤ 5 Nd, 34,8% à des vitesses entre 5,1 Nd et 10 Nd et 51,5% à des vitesses > 10 Nd. Les navires de location ont parcouru 12,1% des distances parcourues dans la RNMR à des vitesses ≤ 5 Nd, 41,4% à des vitesses entre 5,1 Nd et 10 Nd et 46,6% à des vitesses > 10 Nd. Les catamarans ont parcouru 49% des distances parcourues dans la RNMR à des vitesses ≤ 5 Nd et 51% à des vitesses entre 5,1 Nd et 10 Nd. Les navires de WW ont parcouru 5,6% des distances parcourues dans la RNMR à des vitesses ≤ 5 Nd, 35% à des vitesses entre 5,1 Nd et 10 Nd et 59,4% à des vitesses > 10 Nd. Une majorité des distances parcourues dans la RNMR par les navires récréatifs suivis étaient donc pratiquées à des vitesses relativement importantes (> 10 Nd), à l'exception des catamarans, pratiquant des vitesses plus modérées.

1.3. Pressions générées par le trafic

L'indice de pressions générées par le trafic calculé à partir des données du suivi des navires récréatifs (en multipliant la distance parcourue par la vitesse moyenne ; voir **Section 1, Partie 1**) a été extrait dans le périmètre de la RNMR (à l'exception des zones auxquelles les navires n'ont pas accès : PLG, DAR et PLT, voir **Fig.2.1**) et moyenné par secteur et par niveau de protection. Les zones présentant de fortes pressions (IP moyen $> 0,7$) étaient situées dans la partie Nord de la RNMR, dans les secteurs de Boucan/Saint-Gilles et Hermitage/La Saline pour tous les types de navires, et dans le secteur Saint-Leu pour les navires de plongée (**Fig.2.3**). Ces zones étaient des zones de NP1 et NP2 pour l'ensemble des navires, et des zones de NP3 pour les navires de plongée (sanctuaires de la 'Pointe des Châteaux' et de la 'Varangue') et pour les navires de location (sanctuaire 'Hermitage'). On notera également que la

passé de l'Hermitage présentait de fortes pressions notamment générées par les navires de location (Fig. 2.3. C). Les secteurs Sud de la RNMR présentaient moins de pressions.

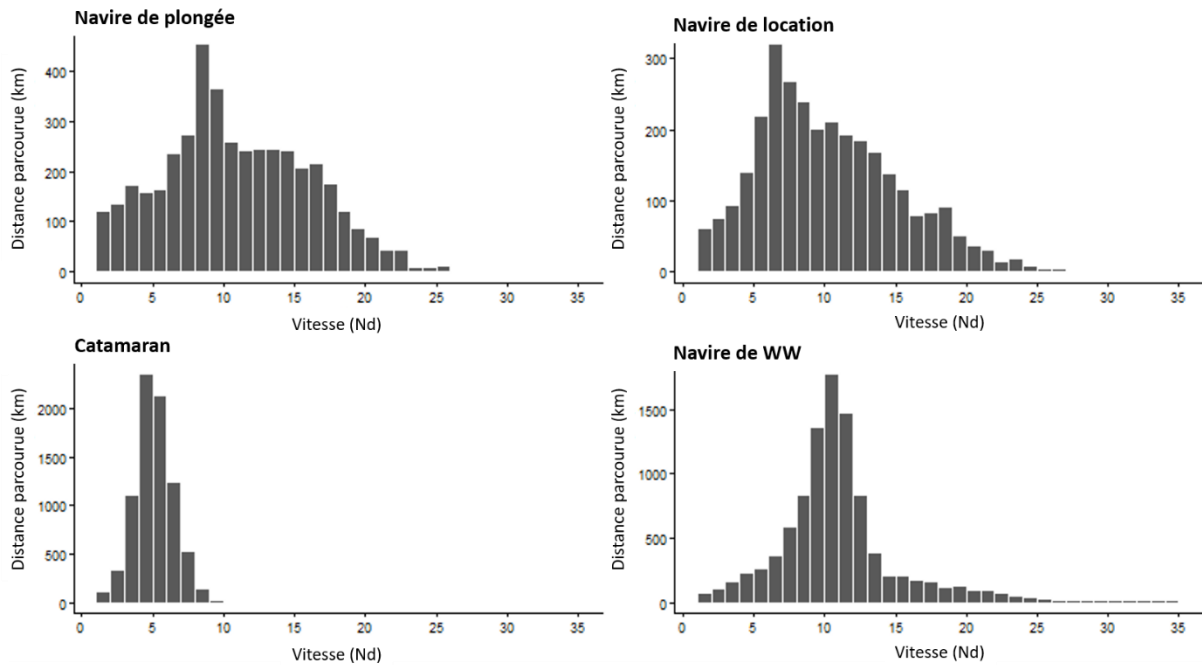


Fig. 2.2. Distance parcourue par les navires dans le périmètre de la RNMR, résumée en classes de vitesse de 1 Nd par type de navire.

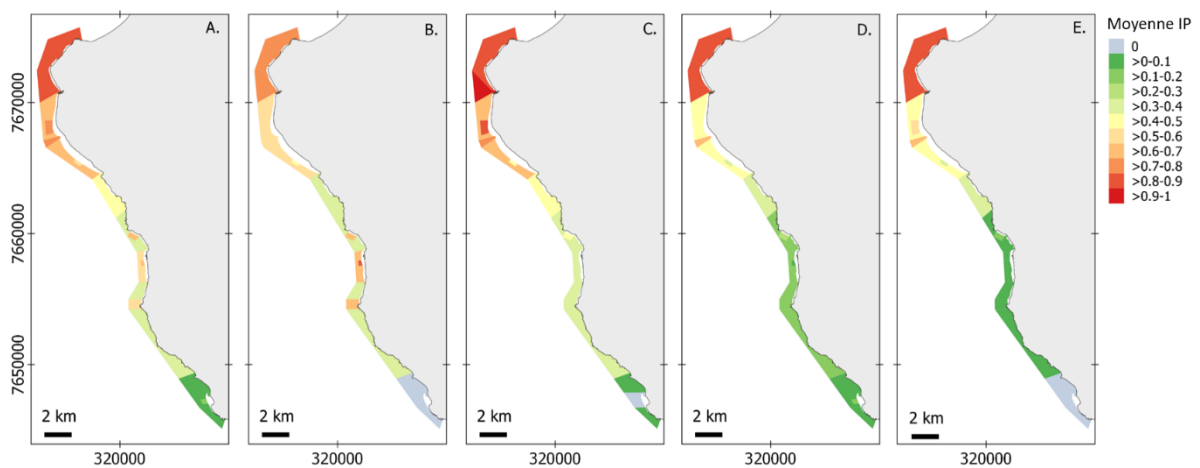


Fig.2.3. Indice de pressions (IP) générées par les navires récréatifs côtiers dans le périmètre de la RNMR. A) tous les navires ; B) navires de plongée ; C) navires de location ; D) catamarans ; E) navires de WW. La valeur moyenne de l'IP est présentée par secteur et NP de la RNMR.

1.4. Probabilité de collision mortelle

La probabilité de collision mortelle (PCM) induite par le trafic calculé à partir des données du suivi des navires récréatifs (voir **Section 1, Partie 1**) a été extraite dans le périmètre de la RNMR (à l'exception des zones auxquelles les navires n'ont pas accès : PLG, DAR et PLT, voir **Fig.2.1.**) et moyennée par secteur et par niveau de protection. La PCM tient compte de la distance parcourue par les navires et également de la relation entre la vitesse pratiquée par les navires et la probabilité de mortalité lors d'une collision (Conn & Silber 2013; **Section 1, Partie 1**). Les zones présentant une forte probabilité de collision mortelle (PCM moyenne > 0,7) étaient situées dans le secteur Boucan/Saint-Gilles pour les navires de location, les catamarans et les navires de WW (**Fig.2.4.**). La passe de l'Hermitage dans le secteur Hermitage/La Saline présentait également une forte probabilité de collision mortelle pour les navires de location. Pour les navires de plongée, seule une zone de NP3 du secteur de Saint-Leu (sanctuaire de la 'Varangue') présentait une forte probabilité de collision mortelle (**Fig.2.4. B**). Les secteurs Sud de la RNMR présentaient des probabilités de collision mortelle faibles voire nulles.

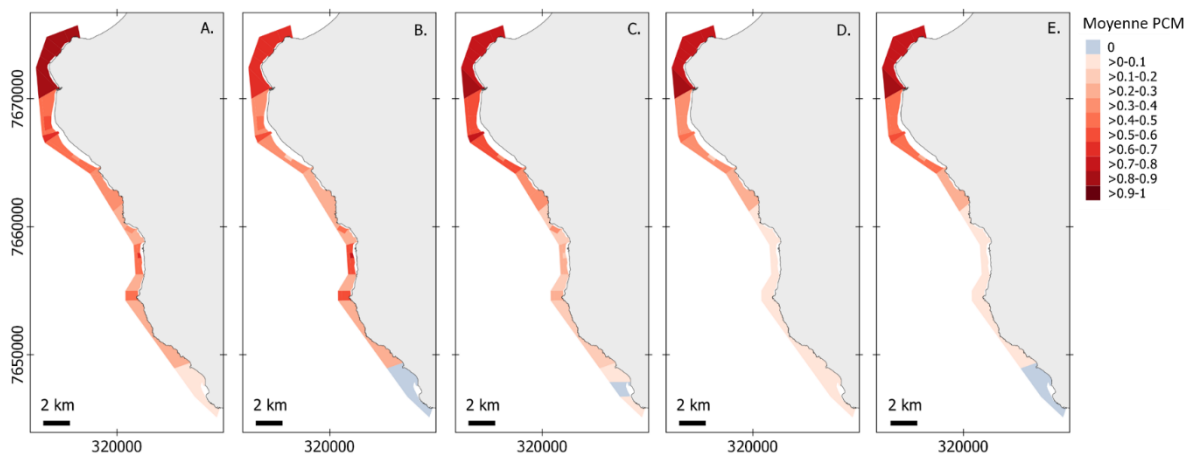


Fig.2.4. Probabilité de collision mortelle (PCM) associée au trafic des navires récréatifs côtiers dans le périmètre de la RNMR. A) tous les navires ; B) navires de plongée ; C) navires de location ; D) catamarans ; E) navires de WW. La valeur moyenne de l'IP est présentée par secteur et NP de la RNMR.

2. Utilisation de la RNMR par les cétacés et les tortues marines

L'utilisation de la RNMR par la mégafaune marine a été évaluée à partir des suivis réalisés en mer pour les cétacés de 2010 à 2023 et des suivis aériens menés de 2008 à 2023 pour les tortues marines (voir **Section 2, Partie 1**). D'autres données, issues des suivis télémétriques réalisés sur les femelles baleine à bosse (12 individus), les femelles reproductrices tortue verte (2 individus) et les juvéniles tortue verte (21 individus) (Dulau et al. 2017, GLOBICE données non publiées, Chambault et al. 2021, CEDTM, RMR-Kélonia données non publiées), ont été utilisées afin d'apporter des informations complémentaires pour caractériser l'utilisation de la RNMR par ces espèces (voir **Section 3.2., Partie 1**).

L'utilisation de la RNMR a été caractérisée par l'occurrence relative (nombre d'observations enregistrées dans la RNMR par rapport au nombre total d'observations enregistrées pendant les suivis), l'abondance relative et la proportion de l'habitat global et principal des espèces (définis par les contours de densité de kernel 90% (k90) et 50% (k50), respectivement ; Calenge 2019). L'abondance relative (nombre estimé d'individus observés pondéré par l'effort de prospection) calculée pour chaque espèce dans les eaux côtières de La Réunion (voir **Section 2, Partie 1**) a été extraite dans le périmètre de la RNMR et moyennée par secteur et niveau de protection (à l'exception des zones auxquelles les espèces n'ont pas accès : PLG, DAR et PLT pour les cétacés ; PLG pour les tortues marines, voir **Fig.2.1.**). De plus, quand les données étaient disponibles, des informations relatives aux activités pratiquées par les individus observés ont été utilisées pour caractériser les comportements majoritaires adoptés dans la RNMR.

2.1. La baleine à bosse

Le suivi en mer de la baleine à bosse montre que 23% des occurrences étaient localisées dans la RNMR. La majorité (62,3%) était localisée dans les zones de NP2 (36,4% dans les zones de NP1 et 1,3% dans les NP3). Le secteur Boucan/Saint-Gilles était le plus utilisé avec 64,4% des occurrences, suivi du secteur Hermitage/La Saline avec 31,3% des occurrences. Les secteurs plus au Sud de la RNMR étaient très peu utilisés (entre 0,2% et 2,2% des occurrences). Les abondances relatives moyennes les plus importantes étaient observées dans les secteurs Nord, en particulier dans le cône face au port de Saint-Gilles, au niveau de la passe de l'Hermitage et à Boucan/Saint-Gilles (**Fig. 2.5.**)

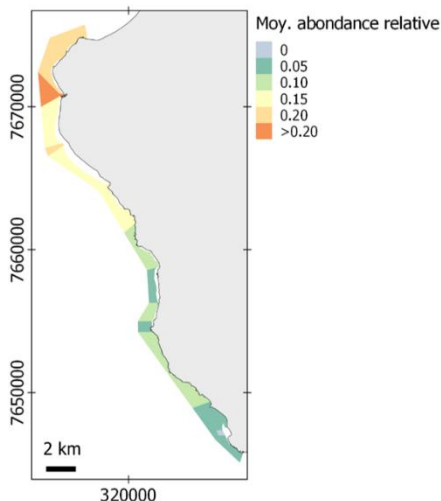


Fig. 2.5. Abondance relative moyenne de la baleine à bosse dans le périmètre de la RNMR.

Lors des observations réalisées pendant les suivis en mer, le type d'activité pratiquée par le ou les individu(s) observé(s) était noté (ex. actif en surface, repos, reproduction, voyage ; **Fig. 2.6.**). Cela permet de montrer que le comportement majoritaire des groupes composés de femelles

accompagnées de leur baleineau était le repos, qu'ils aient été observés dans le périmètre de la RNMR ou hors de celui-ci, alors que celui des autres groupes (sans paires femelle-baleineau) était le voyage (transit). De plus, la proportion d'observations de femelle-baleineau en repos était supérieure dans la RNMR (test de Chi², p < 0,01; **Fig. 2.6.**).

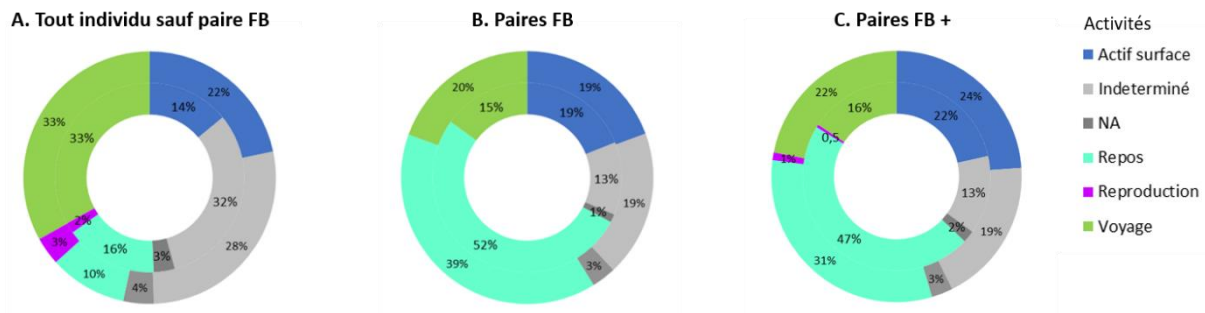


Fig.2.6. Répartition des activités pratiquées par les individus baleine à bosse observés lors des suivis en mer dans (anneaux intérieurs) et hors (anneaux extérieurs) du périmètre de la RNMR. Paires FB correspond à des groupes constitués de femelles accompagnées de son baleineau ; Paires FB+ correspond à des groupes composés de femelle-baleineau et d'autres individus (ex : mâle escorte).

En terme d'habitat, si on considère les données télémétriques des baleines femelles accompagnées de leur baleineau, 7,6% de leur habitat global étaient inclus dans la RNMR (dont 55,3% en NP2, 38,7% en NP1 et 6% en NP3) et 19,6% de leur habitat principal étaient inclus dans son périmètre (dont 78% en NP2, 14,6% en NP1 et 7,3% en NP3).

A partir des données télémétriques, nous avons souhaité caractériser le comportement de surface des femelles équipées. En effet, 5 balises Argos utilisées (2019, 2022) avaient un capteur de profondeur permettant d'analyser le comportement vertical, *i.e.*, en surface et en plongée, des individus. Malheureusement le système de compilation des données de profondeur n'a pas permis d'associer les localisations des individus et leur position en surface. Toutefois, elles indiquent que lorsque les femelles étaient dans les eaux réunionnaises, elles passaient quotidiennement en moyenne $23,1 \pm 21,3$ % (moyenne \pm SD) en surface (à 0 m de profondeur ; entre 4,6% et 98,5% selon les individus) et $78,0 \pm 14,9$ % en surface/sub-surface (de 0 à 15 m de profondeur ; entre 31,4% et 100% selon les individus) (**Fig. 2.7.**). Malgré une forte variabilité inter-individuelle, les comportements en surface et sub-surface étaient importants dans le quotidien des femelles accompagnées de leur baleineau. Cela suggère que lorsqu'elles sont dans les eaux réunionnaises, les femelles baleine à bosse ainsi que leur baleineau pourraient être très exposés aux trafics des navires côtiers. De plus, si l'on considère que le comportement de surface est assimilé à un comportement de repos, nos résultats suggèrent que lorsqu'elles sont en phase de repos dans la RNMR, les paires femelle-baleineau pourraient être particulièrement vulnérables aux navires qui y pratiquent leurs activités.

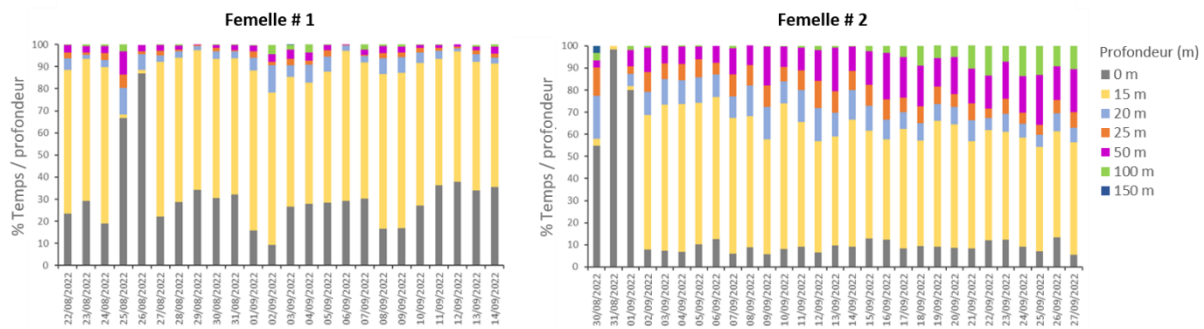


Fig.2.7. Temps quotidien passé par classe de profondeur de femelles baleine à bosse accompagnées de leur baleineau lors de leur séjour dans les eaux réunionnaises. Un exemple pour deux individus est présenté.

Globalement, les baleines à bosse de passage dans les eaux réunionnaises fréquentent la RNMR. Bien que la RNMR ne semble pas être un habitat préférentiel pour cette espèce (voir **Section 2, Partie 1**), du fait de sa localisation très proche de la côte et de sa relativement faible superficie (*i.e.*, 35 km²), elle représente une zone dans laquelle les femelles accompagnées de leur baleineau se reposent. En cette période sensible de leur cycle de vie, la RNMR, et en particulier les secteurs Nord, pourrait représenter une zone privilégiée pour leur repos.

2.2. Le dauphin long bec

L'occurrence relative du dauphin long bec dans la RNMR était de 4,7%. Cette faible occurrence est partagée entre les zones de NP1 (53,1%) et de NP2 (46,9%), réparties sur l'ensemble des secteurs de la RNMR, avec 34,4% d'occurrences relatives dans les secteurs Hermitage/La Saline et Saint-Leu, 18,8% dans le secteur Boucan/Saint-Gilles, 9,4% dans le secteur d'Etang-Salé et 1,1% dans le secteur de Trois Bassins. L'abondance relative moyenne la plus importante était observée au niveau de la passe de l'Hermitage, et des valeurs modérées étaient observées au niveau du cône face au port de Saint-Gilles et dans les secteurs Sud (Saint-leu et Etang-Salé) (**Fig. 2.8. A**).

Le comportement « actif en surface » est le comportement majoritaire relevé lors des observations du dauphin long bec hors RNMR, alors que les individus observés dans la RNMR étaient majoritairement en « voyage » ; **Fig. 2.8. B**). Le comportement de repos a été observé en proportion similaire dans et hors RNMR (16% vs 7 % respectivement ; Test du Chi², $p > 0,05$).

De relativement faibles proportions de l'habitat global (12,3%) et de l'habitat principal (4,6%) du dauphin long bec étaient incluses dans la RNMR, en majorité dans les zones de NP2 (63,8% et 82,4% respectivement). Notons, qu'une partie de l'habitat global du dauphin long bec chevauchait le sanctuaire de l'Hermitage.

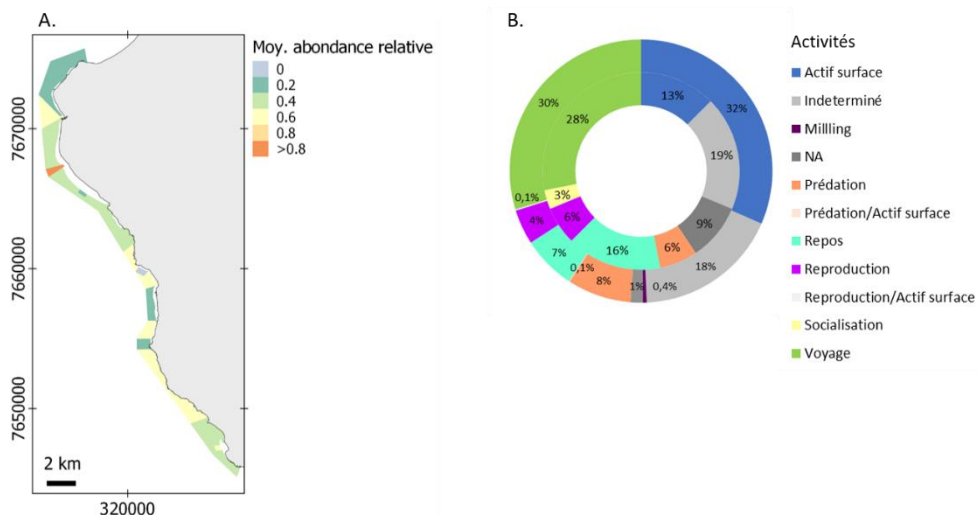


Fig. 2.8. Utilisation de la RNMR par le dauphin long bec. A) Abondance relative moyenne dans le périmètre de la RNMR ; B) Répartition des activités pratiquées par les individus observés lors des suivis en mer dans (anneau intérieur) et hors (anneau extérieur) du périmètre de la RNMR.

La RNMR est fréquentée par le dauphin long bec mais ne représente pas un habitat privilégié. En effet, celui-ci est localisé en limite extérieure de la RNMR vers le large au niveau du sec de Saint-Gilles (voir **Section 2, Partie 1**). Relativement à sa présence dans la RNMR, le dauphin long bec utilisait l'ensemble du périmètre de la RNMR.

2.3. Le grand dauphin de l'Indo-Pacifique

Selon les suivis en mer du grand dauphin de l'Indo-Pacifique, l'occurrence relative dans la RNMR était de 28,9%. Parmi les observations faites dans son périmètre, 51,9 % étaient localisés dans des zones de NP1, 46,3% dans des zones de NP1 et 1,8% dans des zones de NP3 (Hermitage et La Saline). La majorité des observations était située dans le secteur Nord, avec 62,1% des occurrences dans le secteur Boucan/Saint-Gilles et 16,4% dans le secteur Hermitage/La Saline. L'abondance relative moyenne la plus importante était observée au niveau de Trois Bassins, et des valeurs modérées étaient observées au niveau du cône face au port de Saint-Gilles et dans les secteurs Sud (Saint-leu et Etang-Salé), notamment dans des zones de NP3 (**Fig. 2.9. A**). Dans la RNMR, le comportement majoritaire observé était le voyage. Le comportement de repos a été observé en proportion similaire dans et hors RNMR (15% vs 13 % respectivement ; Test du Chi², p > 0,05) (**Fig. 2.9. B**).

De relativement faibles proportions de l'habitat global (6,3%) et de l'habitat principal (15,7%) du grand dauphin de l'Indo-Pacifique sont incluses dans la RNMR, en majorité dans les zones de NP2 (60,1% et 77,4% respectivement).

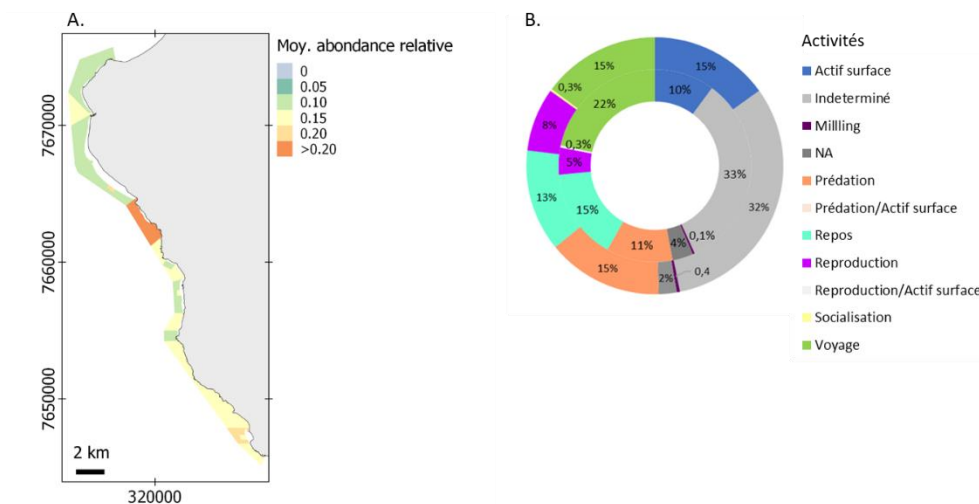


Fig. 2.9. Utilisation de la RNMR par le grand dauphin de l'Indo-Pacifique. A) Abondance relative moyenne dans le périmètre de la RNMR ; **B)** Répartition des activités pratiquées par les individus observés lors des suivis en mer dans (anneaux intérieurs) et hors (anneaux extérieurs) du périmètre de la RNMR.

Bien que le grand dauphin de l'Indo-Pacifique fréquente les eaux de la RNMR, celle-ci ne correspond pas à son habitat préférentiel, localisé au-delà de la limite Nord de la RNMR (Baie de Saint-Paul et Baie de la Possession ; voir **Section 2, Partie 1**). Relativement à sa présence dans la RNMR, le grand dauphin de l'Indo-Pacifique utilisait l'ensemble du périmètre de la RNMR.

2.4. Les tortues marines

Les suivis aériens menés pour recenser la présence des tortues marines ne permettaient pas de distinguer l'espèce observée. Toutefois, les tortues observées étaient fort probablement de tortues vertes et de tortues imbriquées (Laforge et al. 2025). Ces suivis montrent que l'occurrence relative des tortues marines dans la RNMR était de 90,8%. La majorité des occurrences dans la RNMR était localisées dans les zones de NP2 (61,2%), 31,2% dans les zones de NP1 et 7,7% dans les zones de NP3 (tous secteurs). Le secteur Nord de la RNMR était le plus fréquenté, avec 52,3 % des occurrences relatives dans le secteur Hermitage/La Saline et 19,8% dans le secteur Boucan/Saint-Gilles. L'abondance relative moyenne la plus importante était observée au niveau du secteur Hermitage/La Saline, et des valeurs modérées étaient observées dans le secteur Boucan/Saint-Gilles, Trois Bassins, Saint-Leu (NP3 'Pointe de Châteaux') et Etang-Salé (**Fig. 2.10**).

Le suivi télémétrique réalisé sur les tortues vertes, permettent d'estimer les habitats (global et principal) des femelles reproductrices et des juvéniles. L'entièreté de l'habitat global et de l'habitat principal des tortues vertes juvéniles était incluse dans la RNMR, au niveau des secteurs Nord de Boucan/Saint-Gilles et Hermitage/La Saline, majoritairement dans des zones de NP2 (87% et 90% respectivement) et une faible proportion dans les zones de NP3 (5% de l'habitat global, 0% de l'habitat principal). 25% de l'habitat global et 47% de l'habitat principal des femelles reproductrices étaient

inclus dans le RNMR, répartis entre les secteurs Nord de Boucan/Saint-Gilles et Hermitage/La Saline et les secteurs Sud de Saint-Leu et Etang-Salé. De faibles proportions de l'habitat global (5%) et principal (7%) étaient incluses dans des zones de NP3.

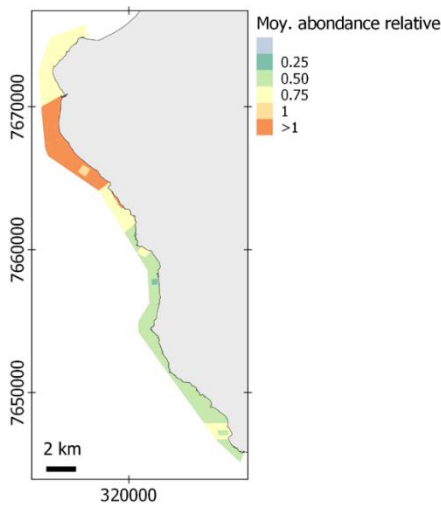


Fig. 2.10. Abondance relative moyenne des tortues marines dans le périmètre de la RNMR.

Globalement les tortues marines utilisent de manière substantielle la RNMR, en particulier les tortues vertes juvéniles. L'ensemble des secteurs de la RNMR sont utilisés par les tortues marines, bien que les secteurs Nord sembleraient privilégiés. Les zones sanctuaires, bien qu'utilisées, restaient peu fréquentées par les tortues vertes, peu importe le stade de vie considéré. Des biais inhérents aux suivis, tels qu'un effort de prospection des suivis aériens centré sur la bande côtière (jusqu'à 1,5 km de la côte ; Laforge et al. 2025), et des sites de déploiement des balises tous situés dans la RNMR (Chambault et al. 2021; RMR-Kelonia, CEDTM), peuvent biaiser ces résultats. Toutefois, les eaux très côtières, dont celles de la RNMR, reflètent bien les habitats préférentiels des jeunes tortues marines lors de leur phase de croissance juvénile et des adultes reproducteurs.

3. Evaluation des menaces générées par le trafic maritime des navires pour la mégafaune marine dans la RNMR

3.1. Exposition aux menaces

Les niveaux d'exposition aux menaces générées par le trafic maritime des navires pour la mégafaune marine, calculés dans la zone côtière de La Réunion (en multipliant l'indice de pressions du trafic maritime par l'abondance relative des espèces ; voir **Section 3.1., Partie 1**) ont été extraits dans le périmètre de la RNMR (à l'exception des zones auxquelles les navires n'ont pas accès : PLG, DAR et PLT, voir **Fig.2.2**) et moyennés par secteur et niveau de protection. Cela a permis de mettre en évidence

les zones où les cétacés et les tortues marines étaient exposés aux menaces induites par le trafic maritime des navires récréatifs côtiers au sein de la RNMR.

Aucune zone avec une importante exposition aux menaces ($IM > 0,7$) n'a été observé dans la RNMR pour les trois espèces de cétacés (**Fig. 2.11**). Des zones avec une exposition aux menaces modérée ont néanmoins été identifiées, dans la partie Nord de la RNMR, en particulier au niveau du cône face au port de Saint-Gilles pour la baleine à bosse et au niveau de la passe de l'Hermitage pour le dauphin long bec (**Fig. 2.11. 1A-E et 2A-E**). L'exposition aux menaces du trafic dans la RNMR pour le grand dauphin de l'Indo-Pacifique restait faible (**Fig. 2.11. 3A-E**). Des zones avec une importante exposition aux menaces ont été observées pour les tortues marines, dans le secteur Hermitage/La Saline, en particulier au niveau de la passe de l'Hermitage et du sanctuaire de l'Hermitage (**Fig. 2.11. 4A-E**). Le reste de la moitié Nord de la RNMR présentait des niveaux modérés d'exposition aux menaces, alors qu'ils étaient faibles sur la moitié Sud.

Il est intéressant de noter que certaines zones au Sud de la RNMR présentaient des niveaux faibles voire nuls d'exposition aux menaces du trafic pour l'ensemble des espèces (secteurs Saint-Leu Sud, Etang-Salé). Seuls deux navires ont été suivis depuis le port de Saint-Leu et aucun depuis les ports d'Etang-Salé et de Saint-Pierre. De fait, les trajets des navires enregistrés partaient majoritairement de ports plus au Nord, pouvant biaiser les suivis vers les secteurs Nord de la RNMR et expliquer les faibles niveaux de pressions observés au Sud (**Fig. 2.3.**). Les conditions météorologiques, moins favorables sur la moitié Sud de la RNMR, peuvent également expliquer la moindre utilisation de ces secteurs par les navires récréatifs. A l'inverse, certaines zones des secteurs Sud de la RNMR étaient utilisées de manière notable par les deux espèces de dauphins et les tortues marines (**Fig. 2.8., 2.9., 2.10.**). Ainsi, le secteur Sud de la RNMR (en particulier Etang-Salé) pourrait représenter une zone où les espèces présentes subiraient peu les pressions du trafic et seraient donc encore peu exposées à ses menaces.

3.2. Risque de collision mortelle

Les zones de risque de collision mortelle dans la RNMR entre les navires et la mégafaune marine ont été évaluées en utilisant la probabilité de collision mortelle calculée à partir des données du suivi des navires et les localisations des cétacés et des tortues marines (voir méthode **Section 3.2., Partie 1**). Pour toutes les espèces, les zones globales de risque de collision mortelle induit par le trafic des navires récréatifs côtiers chevauchaient les secteurs Boucan/Saint-Gilles et Hermitage/La Saline ainsi que secteur Saint-Leu pour les tortues vertes reproductrices et les navires de plongée (**Fig. 2.12.**). Entre 19% (dauphin long bec/navires de plongée) et 100 % (tortue verte juvénile/tous les types de navire) des zones globales de risque de collision mortelle étaient inclus dans la RNMR.

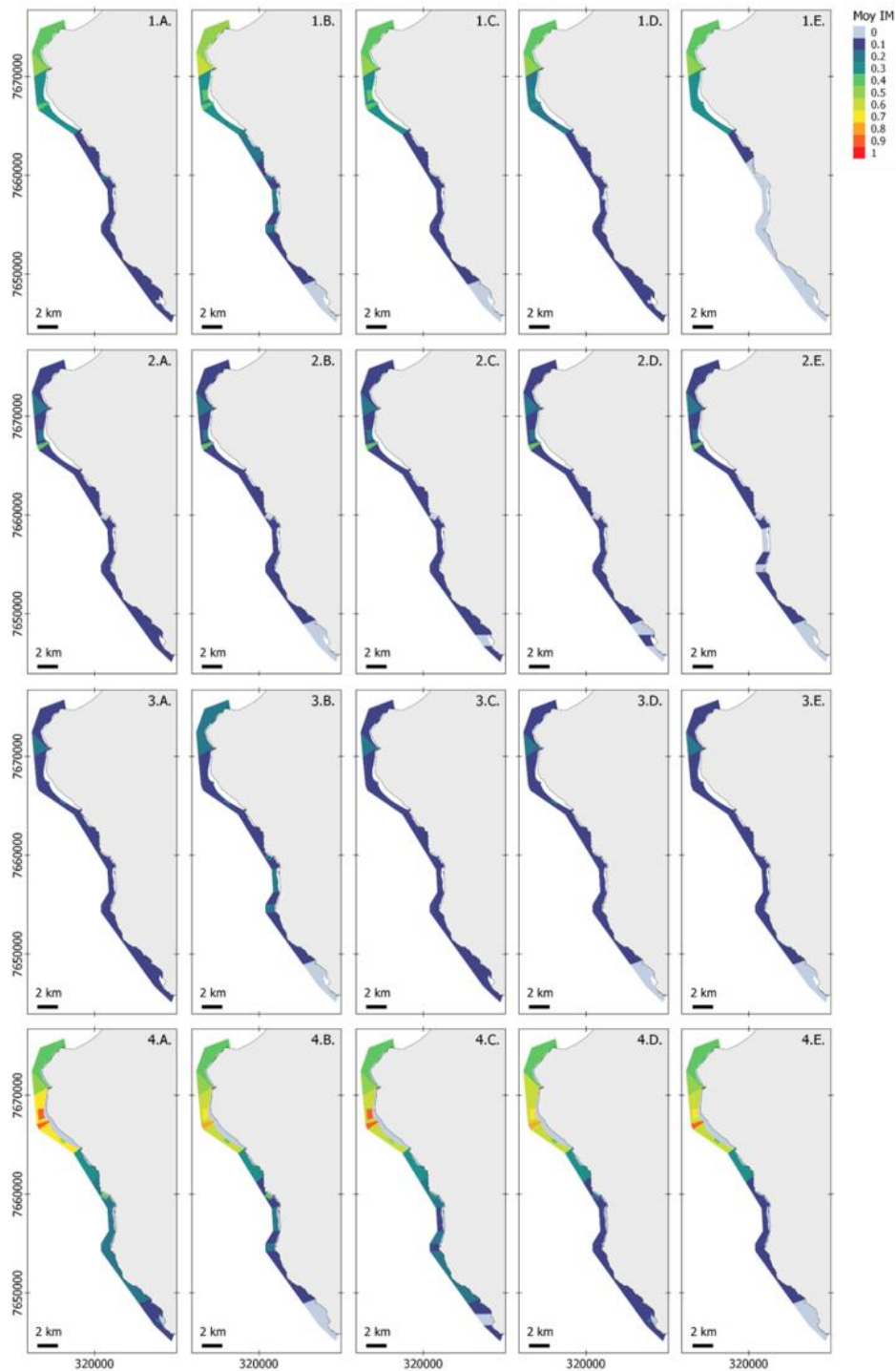


Fig. 2.11. Indice moyen d'exposition aux menaces du trafic maritime généré par les navires récréatifs côtiers dans le périmètre de la RNMR pour la mégafaune marine. Sont représentées les menaces pour **1)** la baleine à bosse ; **2)** le dauphin long bec ; **3)** le grand dauphin de l'Indo-Pacifique ; **4)** les tortues marines ; induites par le trafic **A)** de tous les navires ; **B)** des navires de plongée ; **C)** navires de location ; **D)** catamarans ; **E)** des navires de WW.

Les zones principales de risque de collision mortelle induit par le trafic des navires pour les cétacés chevauchait également la RNMR, à l'exception de celle observée entre les navires de location et le dauphin long bec (**Fig. 2.12., 2.C**). Au moins trois-quarts des zones principales de risque de collision

mortelle entre les navires et les femelles baleine à bosse accompagnées de leur baleineau étaient inclus dans le secteur Boucan/Saint-Gilles de la RNMR (**Fig. 2.12., 1**). A part avec les navires de plongée, les zones principales de risque de collision mortelle entre les navires et le dauphin long bec se situaient en limite du périmètre de la RNMR au niveau des secteurs Nord (**Fig. 2.12., 2**). Il est intéressant de noter qu'une partie non négligeable des zones principales de risque de collision mortelle identifiées entre les catamarans et les navires de WW et le grand dauphin de l'Indo-Pacifique était localisée au niveau de la Baie de Saint-Paul donc à l'extérieur de la frontière Nord de la RNMR (**Fig. 2.12., 3.D et 3.E**). Le risque de collision mortelle pour les cétacés existe dans la RNMR, en particulier pour la baleine à bosse. Ce risque est probablement plus important en limite voire à l'extérieur du périmètre de la RNMR.

L'entièreté des zones principales de risque de collision mortelle identifiées pour les tortues vertes juvéniles sont incluses les secteurs Nord de la RNMR, quel que soit le type de navire considéré (**Fig. 2.12., 4**) et avec les navires de location, les catamarans et les navires de WW pour les tortues vertes reproductrices (**Fig. 2.12., 5.C, 5.D et 5.E**). Ces résultats complètent les évaluations de Dalleau et al. 2022 et Fontaine 2023 et confirment l'inquiétude croissante face au risque de collision pour les tortues marines dans les eaux côtières de La Réunion (Barret et al. 2026), et dans celles de la RNMR.

Conclusions

Le périmètre de la RNMR est très utilisé par les navires suivis pratiquant des activités récréatives côtières. Ils y pratiquent des vitesses élevées (> 10 Nd, à l'exception des catamarans), y génèrent de fortes pressions et induisent une forte probabilité de collision mortelle en particulier dans les secteurs Nord de Boucan/Saint-Gilles et Hermitage/La Saline. L'interdiction de navigation dans les zones sanctuaires semblent respectées, sauf par les navires de location, ce qui questionne l'état de connaissance des réglementations de la RNMR par les usagers loisirs (voir **Partie 3**).

La RNMR ne représente qu'une partie de l'habitat préférentiel des cétacés puisque celle-ci reste très côtière, et n'inclue pas les Baies de Saint-Paul et de La Possession. Relativement à leur présence dans la RNMR, la baleine à bosse utilise plutôt les secteurs Nord, alors que les deux espèces de dauphins fréquentent l'ensemble de la RNMR.

Les eaux de la RNMR semblent être une zone de repos privilégiée pour la baleine à bosse, en particulier pour les femelles accompagnées de leur baleineau, qui pourrait être associé à des fortes proportions de temps passé en surface, ce qui les rendrait particulièrement vulnérables au risque de collision. Les niveaux moyens d'exposition aux menaces générées par le trafic des navires récréatifs dans la RNMR sont modérés pour la baleine à bosse et relativement faibles pour les dauphins, mais ont pu être sous-évalués du fait de la méthode de calcul (*i.e.*, moyenne de l'indice d'exposition aux menaces par secteur et niveau de protection). En effet, des zones de risque de collision mortelle ont été identifiées au Nord de la RNMR (secteur Boucan/Saint-Gilles) pour les trois espèces de cétacés considérés.

Les tortues marines, en particulier les juvéniles tortue verte, utilisent de manière significative la RNMR. Malgré les biais inhérents aux données, les secteurs Nord seraient les plus utilisés, confirmant la tendance observée par Laforge et al. 2025. Ces zones présentaient des niveaux moyens d'exposition aux menaces générées par le trafic des navires récréatifs élevés et ont été identifiées comme des zones de risque de collision mortelle pour les tortues vertes, juvéniles et reproductrices.

Du fait que les activités récréatives nautiques soient autorisées dans la RNMR (bien que réglementées), des zones d'enjeux pour la conservation de la mégafaune marine ont été mises en évidence dans son périmètre. Les secteurs Nord de Boucan/Saint-Gilles et Hermitage/La Saline présentent des enjeux pour la baleine à bosse, en particulier pour les femelles et leur baleineau, potentiellement très vulnérables aux impacts du trafic, et pour les tortues marines, notamment les juvéniles tortue verte. Le Nord du secteur de Saint-Leu présente des enjeux pour les tortues marines, dont les femelles reproductrices tortue verte. Ces zones à enjeux sont synthétisées **Fig. 2.13**. Il faut noter que les enjeux identifiés sont probablement sous-estimés du fait du manque d'information sur le trafic généré par d'autres navires et engins naviguant utilisant la RNMR (*i.e.*, navires de pêche, véhicules nautiques à moteur).

Nos résultats soulignent également la présence potentielle de zones d'opportunité (Williams et al. 2015) dans les secteurs Sud de la RNMR (**Fig. 2.13**), c'est-à-dire des zones utilisées par la mégafaune marine qui seraient encore peu soumises aux pressions et menaces induites par le trafic maritime. Des informations complémentaires sur le trafic généré par les navires rattachés aux ports du Sud de la façade Ouest pourraient confirmer cette hypothèse. Bien que la première vocation de la RNMR soit de protéger les récifs coralliens, notre étude montre qu'elle pourrait également contribuer à la préservation des tortues marines et dans une moindre mesure des cétacés.

L'ensemble de ces résultats peuvent servir de base de réflexion pour la modification des réglementations de la RNMR envisagée par ses gestionnaires. Des recommandations sont proposées **Partie 4**.

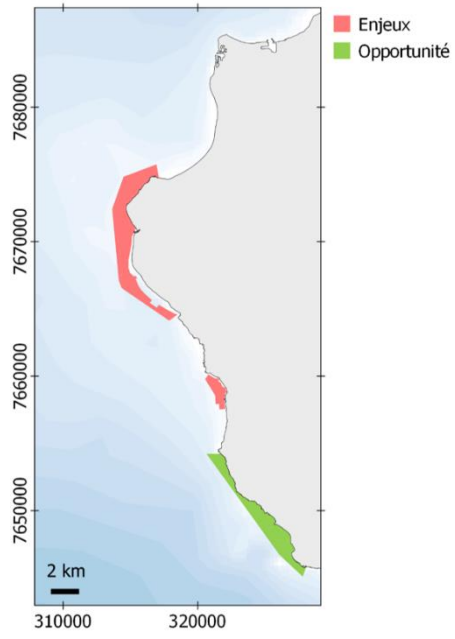


Fig. 2.13. Zones à enjeux et de potentielle opportunité pour la conservation des cétacés et des tortues marines dans la RNMR.

Références citées – Partie 2

- Arrêté préfectoral n°2010-748 (30/03/2010) modifiant l'arrêté préfectoral 1744 du 15/07/2008 portant réglementation générale de la circulation des navires, des engins de plage et de sports nautiques dans les eaux maritimes de la Réunion.
- Arrêté préfectoral n°2010-749 (30/03/2010) modifiant l'arrêté préfectoral 1742 du 15/07/2008 réglementant la pêche professionnelle dans les eaux du département de La Réunion.
- Barret M, Scheinder F, Ragé A, Ciccione S (2026) Two decades of rehabilitation data reveal threats faced by sea turtles in Reunion island. *Endang Species Res*:5–9.
- Bourmaud C, Abouïdane A, Boissier P, Leclère L, Mirault E, Pennober G (2005) Coastal and marine biodiversity of La Réunion. *Indian Journal of Marine Sciences* 34:98–103.
- Calenge C (2019) Home Range Estimation in R: the adehabitatHR Package.
- Chambault P, Hattab T, Mouquet P, Bajjouk T, Jean C, Ballorain K, Ciccione S, Dalleau M, Bourjea J (2021) A methodological framework to predict the individual and population-level distributions from tracking data. *Ecography* 44:766–777.
- Chassagneux A, Jean C, Bourjea J, Ciccione S (2013) Unraveling Behavioral Patterns of Foraging Hawksbill and Green Turtles Using Photo-Identification. *Marine Turtle Newsletter* 137:1–5.
- Conn PB, Silber GK (2013) Vessel speed restrictions reduce risk of collision-related mortality for North Atlantic right whales. *Ecosphere* 4:art43.
- Dalleau M, Landes A-E, Delaspre S, Jean C, Barret M, Fontaine ML, Ciccione S (2022) Risque de collision avec des tortues marines à La Réunion : évaluation et recommandations pour son atténuation.
- Décret n°2007-236 (21/02/2007) portant création de la réserve naturelle nationale marine de la Réunion.
- Dedeken M, Pothin K (2020) Plan de gestion de la Réserve Naturelle Marine de La Réunion 2021-2030. GIP-RNMR.
- Dulau V, Pinet P, Geyer Y, Fayon J, Mongin P, Cottarel G, Zerbini A, Cerchio S (2017) Continuous movement behavior of humpback whales during the breeding season in the southwest Indian Ocean: on the road again! *Movement Ecology*:5–11.
- Dulau-Drouot V, Boucaud V, Rota B (2008) Cetacean diversity off La Réunion Island (France). *J Mar Biol Ass* 88:1263–1272.
- Dulau-Drouot V, Fayon J, Mouysset L, Boucaud V (2012) Occurrence and residency patterns of humpback whales off Réunion Island during 2004–10. *JCRM* 12:255–263.
- Fontaine ML (2023) Evolution de la flotte réunionnaise et de la fréquentation maritime de la côte ouest de La Réunion, et leur lien avec les collisions de tortues marines. *Institu Agro Dijon*.
- Laforge A, Ballorain K, Landes A-E, Bourjea J, Ciccione S, Jean C (2025) Tracking trends in foraging sea turtle aggregations at Reunion Island using aerial and photo-ID surveys (2008-2023). *Endangered Species Research* 56:323–337.
- Lauret-Stepler M, Jean C, Barret M, Gaud P, Ciccione S (2023) Une nouvelle saison de ponte illustre la fragilité de la reproduction des tortues vertes à La Réunion. *Bulletin Phaethon*:11–14.
- Magnan A K, Duvat V KE (2018) Unavoidable solutions for coastal adaptation in Reunion Island (Indian Ocean). *Environmental Science & Policy* 89:393–400.
- Plot V (2022) Rapport_LIFE4BEST_2020-IO-24_Action_1_VF. GLOBICE Réunion.

Williams R, Erbe C, Ashe E, Clark CW (2015) Quiet(er) marine protected areas. *Marine Pollution Bulletin* 100:154–161.

Perception des usagers de la mer des réglementations sur le plan d'eau à La Réunion et des enjeux pour la mégafaune marine



Table des matières – Partie 3

Introduction.....	43
1. Profil des usagers de la mer de La Réunion.....	44
2. Activités et habitudes des usagers	45
2.2. Périodes de pratique	45
2.3. Zones de pratique.....	46
3. Les embarcations et pratiques de navigation des usagers.....	47
4. Connaissance de la RNMR	49
5. Connaissance et perception des réglementations sur le plan d'eau à La Réunion.....	50
5.1. Réglementations relatives à la navigation	50
5.2. Réglementations en lien avec la mégafaune marine	51
5.3. Perception des réglementations	52
6. Perception des risques pour la mégafaune marine associés au trafic maritime	53
6.1. Pratique de navigation à proximité des cétacés et des tortues marines	53
6.2. Impacts potentiels du trafic maritime et des navires.....	54
7. Perception de l'évolution de la réglementation en faveur de la réduction des risques pour les cétacés et les tortues marines.....	56
7.1. Perception sur le changement des pratiques.....	56
7.2. Perception d'une réglementation limitant la vitesse	58
7.3. Perception d'une réglementation limitant l'accès à une zone	60
7.4. Perception de la mise en place d'un rapport de collision	61
Conclusions.....	62
Références citées	63

Introduction

La co-existence entre les activités nautiques et la mégafaune marine dans l'espace côtier peut amener à réaliser des compromis en terme gestion. Ils peuvent prendre la forme de mesures s'appliquant sur les activités pratiquées par les professionnels ou en loisirs. Les mesures restrictives pouvant être économiquement et socialement préjudiciables, il est nécessaire de sonder les usagers sur de potentiels changements pouvant les impacter. Dans ce but, une enquête a été menée afin d'évaluer la perception des usagers de la mer des réglementations (existantes et potentielles) sur le plan d'eau à La Réunion et des enjeux pour la mégafaune marine en lien avec le trafic maritime des activités récréatives côtières.

Un questionnaire (**Annexe 1**) a été co-construit avec les partenaires du projet COHAB : le CEDTM, RMR-Kélonia et la RNMR, et a bénéficié de la relecture d'un expert du département de géographie de l'Université de La Réunion (UMR Espace-Dev) avant sa mise en place. Il s'inspire de celui utilisé par Fuentes et al. 2021 et vient compléter celui de Fontaine 2023.

Les questions posées aux usagers interviewés visaient à mieux connaître la pratique des activités en mer ; évaluer la connaissance et l'application des réglementations en vigueur sur le plan d'eau à La Réunion relatives à la navigation et à la protection de la mégafaune marine ; recueillir l'avis des usagers sur ces réglementations et sur de potentielles mesures d'atténuation. Par ailleurs, plusieurs questions avaient pour objectif de mieux connaître le profil des usagers. Le public ciblé par cette enquête était tout usager de la mer pratiquant son (ou ses) activité(s) à La Réunion depuis une embarcation.

L'enquête a été réalisée grâce à un questionnaire proposé en ligne et en face à face auprès des usagers aux ports. La communication pour la diffusion de l'enquête a été faite en ligne sur les sites internet et réseaux sociaux de GLOBICE, de nos partenaires, et a été relayée par différentes structures représentant des usagers (Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins de La Réunion (CRPMEM), l'Association Réunionnaise Interprofessionnelle de la Pêche et de l'Aquaculture (ARIPA), l'association Les amis de la RNMR) et des clubs de plongée. De plus, une affiche (avec un QR code menant au questionnaire ; **Fig. 3.1.**) a été disposée à des points stratégiques des ports (capitainerie, station essence) pour assurer une large diffusion de l'enquête.

Cette enquête a été réalisée en parallèle d'un processus d'évolution de la réglementation des activités nautiques à proximité des cétacés dans les eaux territoriales de La Réunion, mené par les services de l'Etat avec les acteurs concernés. De fait, possiblement plus préoccupés par l'impact direct de ce processus sur leurs activités, seulement 102 usagers ont répondu à notre questionnaire.



Fig. 3.1. Diffusion de l'enquête auprès des usagers : affiche avec son QR code vers le questionnaire en ligne, affichage de l'affiche aux ports (Sainte-Rose et Saint-Gilles), illustration des publications sur les réseaux sociaux.

1. Profil des usagers de la mer de La Réunion

Sur les 102 répondants, 10 usagers ne pratiquant pas leur(s) activité(s) depuis une embarcation ont été exclus du jeu de données.

Sur les 92 usagers pratiquant leur(s) activité(s) depuis une embarcation, inclus dans cette analyse, le sexe ratio est légèrement biaisé envers les hommes puisqu'ils représentent 61% des répondants, contre 39% de femmes. Les répondants sont âgés de 21 à 76 ans (âge médian : 44,5 ans), et habitent l'île de La Réunion (97% de résidents). Le temps de résidence moyen des répondants est de 18 ± 16 ans, et varie de 4 mois à 76 ans. Le lieu de résidence des usagers représentés dans cette enquête est varié, avec 30% des répondants vivant à l'Ouest de l'île (Saint-Paul, Saint-Gilles, La Saline, Trois Bassins, Saint-Leu, Les avirons, Etang-Salé), 26% au Nord (Saint-André, Saint-Denis, La Possession) et 20% au Sud-Ouest (Saint-Louis, Saint-Pierre, Le Tampon, Petit-Ile). 24% n'ont pas précisé leur lieu de résidence.

Parmi les usagers ayant répondu au questionnaire, 68,5% sont actifs, 12% sont retraités et 8,6% n'ont pas d'activité professionnelle ou sont étudiants (10,9% se sont abstenus ; **Fig. 3.2.**). Parmi les usagers ayant précisé leur activité, 22% travaillent en lien avec les sciences ou l'environnement (*e.g.*, ingénieur, hydrographe, naturaliste), 16% sont des pêcheurs professionnels, 9,5% sont des moniteurs d'activités nautiques, 9,5% sont des marins (capitaines) et 43% ont un métier sans lien avec la mer (enseignant, professionnel de santé, commerçant, journaliste, agriculteur... ; voir **Fig. 3.2.**). Toutefois, 74% des répondants ont déclaré faire partie d'une association ou fédération en lien avec la mer, le nautisme ou l'environnement.

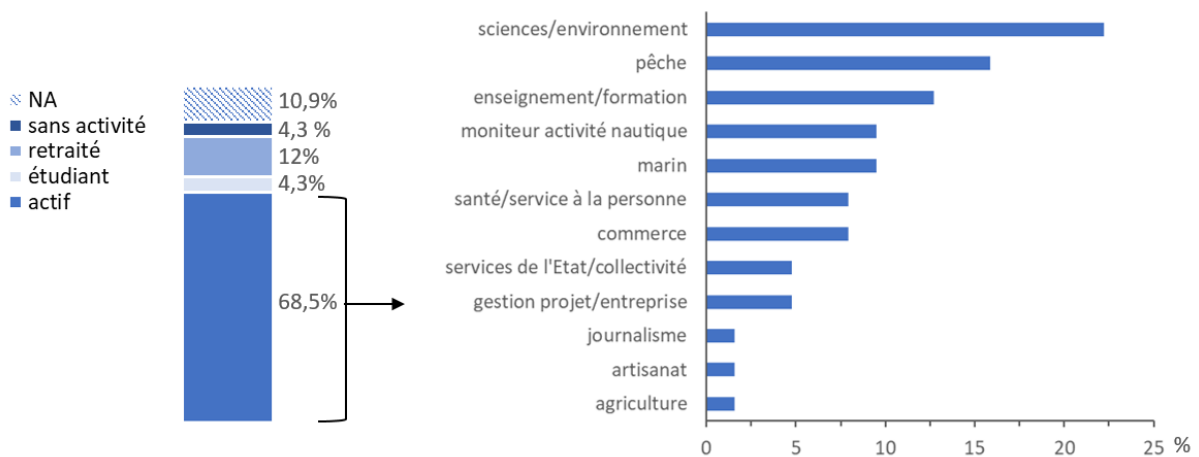


Fig. 3.2. Profil des usagers (Pourcentages sur 92 répondants)

2. Activités et habitudes des usagers

Les usagers interviewés pratiquaient entre 1 et 5 activités depuis une embarcation à La Réunion (2 ± 1 activités en moyenne).

2.1. Types d'activité

L'ensemble des activités déclarées a été catégorisé comme suit : activité sans moteur, bateau-école (pour les instructeurs du permis côtier), jet-ski, mise à l'eau (MAE), pêche, plongée, promenade en mer, promenade en mer/whale-watching, suivis scientifiques et whale-watching.

S'ils pratiquent plusieurs activités en mer, les usagers ont pu indiquer quelle est leur activité principale, *i.e.*, la plus pratiquée. L'activité principale la plus représentée parmi les répondants est la plongée (38%), puis la pêche (17,4%) et le whale-watching (15,2%). L'activité principale déclarée est pratiquée de manière professionnelle par 34% des usagers (31 répondants) et en loisirs par 66% des usagers (61 répondants). Si l'on considère le caractère professionnel ou loisirs de l'activité pratiquée, alors l'activité principale la plus représentée parmi les répondants est la plongée loisirs (33,7%), puis le whale-watching en loisirs (10,9%) et la pêche professionnelle (10,9%). La représentation des autres activités pour l'ensemble des répondants est illustrée **Fig. 3.3**.

2.2. Périodes de pratique

Plusieurs questions ont permis de caractériser la temporalité des activités pratiquées par les usagers. 90% des répondants pratiquent leur activité principale toute l'année et 10% des répondants la pratiquent uniquement en hiver austral. 23% ne pratiquent que les week-end, 4% pendant les vacances, et 73% des répondants n'ont pas de préférence.

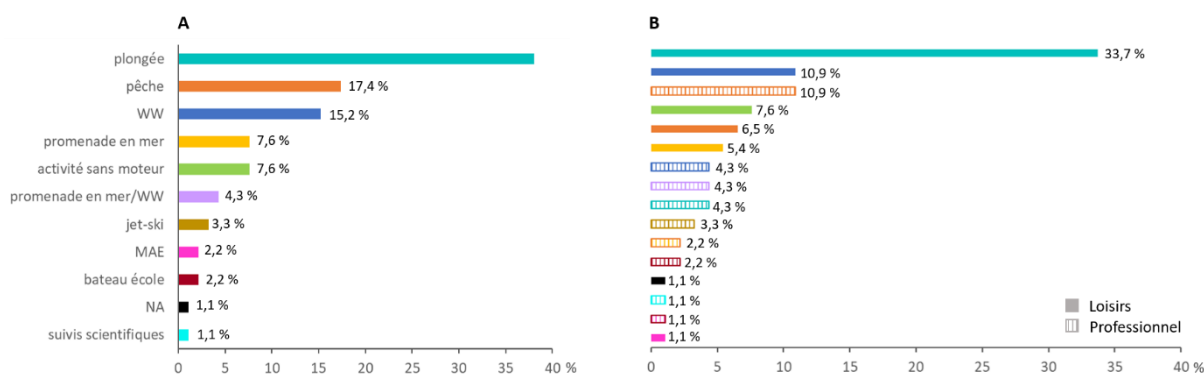


Fig. 3.3. Activité principale pratiquée par les usagers. A) tous usagers confondus, B) selon si l'activité est pratiquée de manière professionnelle (barres hachurées) ou en loisirs (barres pleines) (Pourcentages sur 92 répondants).

La pratique de l'activité principale est quotidienne pour 31,5% des répondants, hebdomadaire pour 30,4% des répondants, mensuelle pour 22,8% des répondants et plus rare (2-5 fois par an) pour 15,2% des répondants.

En majorité (44,3%), l'activité est pratiquée en matinée. Cependant, 26,2% des répondants ont l'habitude de pratiquer toute la journée, 16,4% l'après-midi, 3,3% avant le lever du soleil, 4,1% après le coucher du soleil, et 5,7% n'ont pas de préférence.

2.3. Zones de pratique

Les usagers sortent en mer à partir d'un unique port à 36% alors qu'en majorité (64%) ils peuvent pratiquer leur activité principale à partir de plusieurs ports. Qu'il soit principal (52,3%) ou secondaire (29,6%), le port de Saint-Gilles est celui qui est le plus utilisé par les usagers pour sortir en mer. Le second port le plus utilisé est le Port-Ouest, particulièrement en port secondaire (29,6%, contre 17,4% en port principal). Les répondants utilisent également le port de Saint-Pierre pour leurs sorties, à 16,3% en tant que port principal et 12% en tant que port secondaire. Dans une moindre mesure, les autres ports utilisés par les répondants pour pratiquer leur activité sont les ports de Saint-Leu (5,4% principal, 16% secondaire), Etang-Salé (2,2% principal, 4% secondaire), Sainte-Marie (2,2% principal) et Sainte-Rose (2% secondaire).

A l'aide de cartes mises à leur disposition, les répondants ont pu définir spatialement les zones utilisées pour pratiquer leur activité principale (**Fig. 3.4. ; Annexe 1**). Les usagers pratiquent à 68,5% dans le secteur Nord-Ouest, 22,8% pratiquent dans le secteur Sud-Ouest, 5,4% dans le secteur Sud-Est et 1,1% dans le secteur Nord-Est (2,2% des usagers n'ont pas précisé le secteur utilisé). 26,1% des répondants déclarent pratiquer leur activité dans les 6 MN depuis la côte, 21,7% dans la bande des 300 m, 19,6% dans les 1 MN depuis la côte, 14,1% dans les 3 MN depuis la côte, 14,1% dans les 12 MN depuis la côte

et 3,3% au-delà des 12 MN. 1,1% des répondants déclarent ne pas savoir à quelle distance de la côte ils pratiquent leur activité.

Les répondants déclarent à 48% pratiquer leur activité principale dans le périmètre de la RNMR, 47% des répondants déclarent ne pas pratiquer leur activité dans la RNMR et 5% déclarent ne pas le savoir. Parmi les usagers professionnels, 67,7% déclarent ne pas pratiquer leur activité dans la RNMR alors que 57,4% des usagers loisirs déclarent pratiquer leur activité dans la RNMR. Qu'ils pratiquent ou pas leur activité dans la RNMR, les usagers déclarent utiliser le secteur Nord-Ouest en grande majorité (79,5% et 60,5% respectivement). Ce résultat est similaire pour les usagers professionnels et loisirs. Parmi les usagers pratiquant dans la RNMR, la zone la plus au Nord, correspondant au secteur du Cap La Houssaye à Saint-Gilles (zone 1 Fig. 3.4. B, secteur Boucan/Saint-Gilles selon la terminologie de la RNMR) est fréquentée par 88,6% des répondants. 52,3% des usagers de la RNMR déclarent pratiquer dans la zone 2 (secteur Ermitage-La Saline), 34,1% dans la zone 3 (secteur Trois-Bassins), 31,8% dans la zone 4 (secteur Saint-Leu) et 6,8% dans la zone 5 (secteur Etang-Salé).

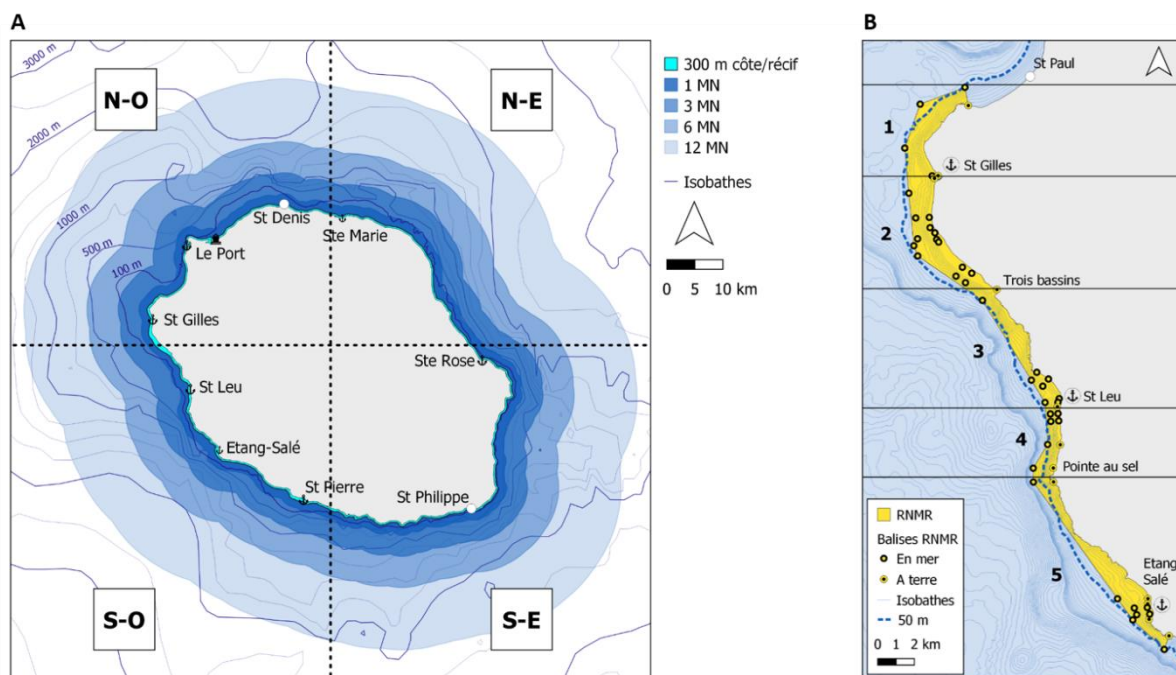


Fig. 3.4. Cartes proposées aux usagers interviewés pour les aider à définir la zone géographique dans laquelle ils pratiquent leur activité principale. La zone peut être définie en fonction : A) du secteur géographique (N-O, S-O, S-E, N-E) et de la distance à la côte ; B) de sa localisation dans la RNMR, si celle-ci est utilisée (zones 1, 2, 3, 4 et 5 du Nord au Sud de la RNMR).

3. Les embarcations et pratiques de navigation des usagers

Parmi les répondants, 85 utilisent une embarcation à moteur (92%) et 7 utilisent une embarcation sans moteur (kayak, wingfoil, hobie cat).

Dans l'ensemble, les usagers pratiquent leur activité principale depuis des embarcations de petite taille (< 12 m) avec 63% d'entre eux utilisant une embarcation entre 6 et 12m et 32,6% utilisant une

embarcation inférieure à 6 m. Seuls 2,2% des répondants (2 usagers) pratiquent leur activité principale depuis une embarcation de plus de 12 m (voilier). Toutefois, il se pourrait que la taille de certaines embarcations ait été sous-estimée, certains navires utilisés pour la pratique de la promenade en mer et du whale-watching mentionnés par les répondants étant plus grands.

72% des répondants ne possèdent pas leur propre embarcation, dont ¼ de professionnels, qui utilisent l'embarcation de leur employeur et ¾ d'usagers loisirs, qui utilisent l'embarcation de la structure avec laquelle ils pratiquent leur activité (67%), louent une embarcation à un prestataire de location (22%) ou emprunte une embarcation à un proche (10%). Les répondants possédant leur propre embarcation sont pour $\frac{2}{3}$ des professionnels (60% de pêcheurs, 13% en bateau-école et 13% pratiquent la plongée). Les usagers loisirs possédant leur propre embarcation pratiquent la plongée (33%), la pêche (22%) et le whale-watching (22%).

Une majorité d'usagers (80%) déclarent utiliser au moins un outil de navigation. Les outils les plus utilisés sont les cartes maritimes, le GPS et les applications. 9% des répondants ont indiqué utiliser l'application de la RNMR (3 usagers professionnels, 3 usagers loisirs). Seulement 6% déclarent utiliser un speedomètre (2 usagers professionnels, 2 usagers loisirs).

Concernant la vitesse pratiquée par les usagers interviewés (**Fig. 3.5. A**), une majorité (53%) déclarent naviguer entre 5 et 10 Nd. 18% déclarent naviguer entre 2 et 5 Nd, 13% entre 10 et 15 Nd, 6% entre 15 et 30 Nd et 2% à des vitesses supérieures à 30 Nd. Sur l'ensemble des répondants, 7% estiment ne pas savoir à quelle vitesse ils naviguent et 1% ne l'a pas précisé. Si l'on distingue les usagers professionnels des usagers loisirs, une majorité déclarent également naviguer entre 5 et 10 Nd (52% et 54% respectivement). 39% des professionnels déclarent naviguer à des vitesses supérieures à 10 Nd (dont 6% à des vitesses supérieures à 30 Nd) alors que 11% des usagers loisirs déclarent naviguer à des vitesses supérieures à 10 Nd (dont 0% à des vitesses supérieures à 30 Nd). 11% des usagers loisirs déclarent ne pas savoir à quelle vitesse ils naviguent alors que tous les professionnels sont capables d'indiquer une vitesse. Si on s'intéresse aux vitesses pratiquées en fonction des activités, les vitesses les plus lentes (2-5 Nd) sont pratiquées par les bateaux-écoles, et les plus rapides (>15 Nd) sont pratiquées par les jet-ski (**Fig. 3.5.B**). Une pratique non négligeable de vitesses > 15 Nd sont déclarées par les pratiquants de promenade en mer/whale-watching (professionnels et usagers loisirs confondus). Concernant les pratiquants de plongée, plus de 60% des répondants ont déclaré naviguer à des vitesses <10 Nd. Il est fortement envisageable que ces estimations soient sous-estimées, car il est reconnu (par les pratiquants eux-mêmes) que la vitesse de navigation est soutenue pour rejoindre rapidement les spots de plongée.

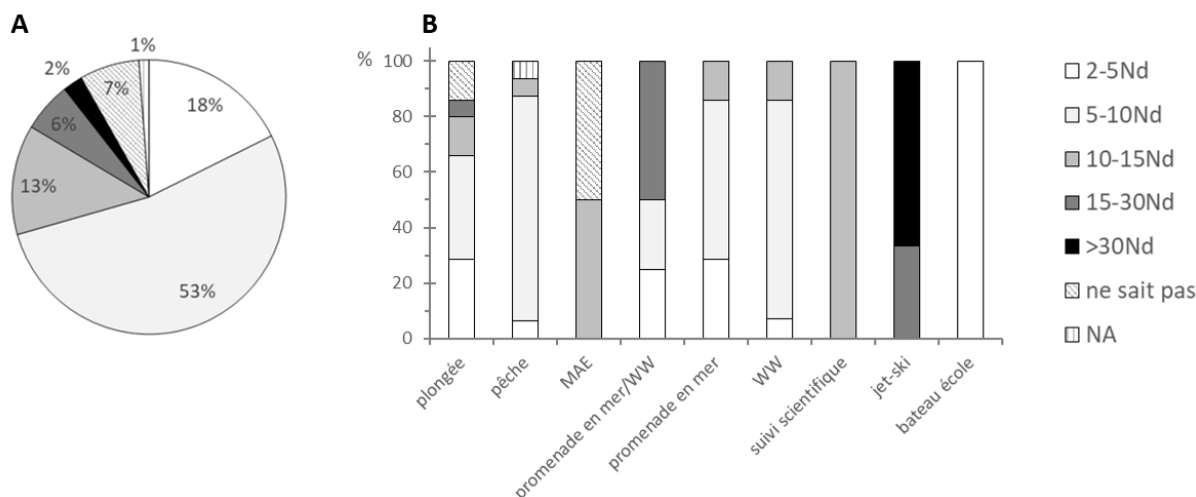


Fig. 3.5. Vitesses pratiquées par les usagers interviewés. A) Vitesses déclarées par tous les usagers (toutes activités confondues ; pourcentages sur 92 répondants) ; **B)** Vitesses déclarées par activité principale pratiquée (pourcentages calculés par type d'activité pratiquée par les répondants).

4. Connaissance de la RNMR

Un grand nombre d'usagers fréquentant le périmètre de la RNMR (**Section 2.3.**), nous avons voulu savoir à quel degré ces usagers connaissent cette Réserve et ses réglementations.

68% des répondants qui pratiquent leur activité dans la RNMR déclarent connaître son périmètre (89% des usagers professionnels, 63% des usagers loisirs). 21% des répondants qui pratiquent leur activité dans la RNMR déclarent ne pas connaître son périmètre (11% des usagers professionnels, 23% des usagers loisirs). 14% des répondants qui pratiquent leur activité en loisirs dans la RNMR ne sont pas sûrs de connaître le périmètre de la RNMR. Parmi ceux qui estiment connaître le périmètre de la RNMR, 37% ont indiqué des limites Nord-Sud correctes (25% des usagers professionnels, 41% des usagers loisirs) alors que 23,3 % ont indiqué des limites erronées. 20% des usagers pratiquant dans la RNMR ont indiqué une précision sur le périmètre, qu'elle soit relative à la distance à la côte ou à la profondeur.

Parmi les utilisateurs de la RNMR, 89% déclarent connaître les réglementations spécifiques à cet espace, soit complètement (34%), soit partiellement (55%). Concernant les usagers professionnels, 100% déclarent connaître les réglementations, dont 78% complètement et 22% en partie. Concernant les usagers loisirs, 86% déclarent connaître les réglementations, soit complètement (23%) ou partiellement (63%), 3% déclarent ne pas être sûrs de les connaître et 11% déclarent ne pas les connaître.

Il a été demandé aux utilisateurs de la RNMR qui estimaient connaître ses réglementations, d'en citer un exemple (réponse libre). Le verbatim utilisé dans les réponses a été catégorisé en 4 types de

règlementation, selon si celle-ci précise : un zonage ou des niveaux de protection, l'autorisation ou l'interdiction de certaines activités, un lien avec une activité à proximité des cétacés et une limitation de vitesse. 24% des répondants pratiquant dans la RNMR indiquent la présence de zonages et/ou de niveaux de protection au sein de la RNMR, 31% indiquent que la RNMR régleme les activités dans son périmètre. Les résultats sont relativement similaires qu'il s'agisse des usagers professionnels ou loisirs. Ainsi, plus de la moitié des usagers de la RNMR (62% pour les usagers professionnels, et 54% pour les usagers loisirs) savent que la RNMR est composée de plusieurs zones dans lesquelles plusieurs niveaux de protection peuvent s'appliquer (certains citent le terme de « sanctuaire », correspondant aux zones de niveau de protection 3) et dans lesquelles peuvent être interdites certaines activités. Un dixième des usagers (11% ; 15% des usagers professionnels et 10% des usagers loisirs) citent en premier lieu une réglementation en lien avec les cétacés. Bien que correcte, cette réglementation est édictée par un arrêté interministériel (Arrêté du 3/09/2020), interdisant l'approche à moins de 100 m dans les aires marines protégées françaises (AMP), donc dans la RNMR. Enfin, un cinquième des usagers (19% ; 15% des usagers professionnels et 20% des usagers loisirs) pensent que la vitesse de navigation est réglementée au sein du périmètre de la RNMR (à 5Nd ou 10 Nd selon les répondants), alors que celle-ci ne l'est pas spécifiquement par la réglementation de la RNMR. Il faut toutefois noter que la vitesse est réglementée dans la bande des 300 m en France et à La Réunion (avec la spécificité de tenir compte de la barrière de corail ; AP n°2008-1744), incluant de fait une partie de la RNMR.

La RNMR est située sur la côte Ouest de La Réunion, qui accueille la majeure partie des activités nautiques et de plaisance de l'île. Elle inclue 3 ports dans son périmètre (Saint-Gilles, Saint-Leu et Etang-Salé), points de départ d'un grand nombre d'activités. Il semble donc cohérent que la RNMR soit globalement bien identifiée par les usagers, en particulier les professionnels. Cependant, les connaissances concernant son périmètre exact et ses réglementations restent imprécises, et des amalgames sont courant, particulièrement lorsqu'il s'agit des règles relatives aux cétacés ou à la vitesse.

5. Connaissance et perception des réglementations sur le plan d'eau à La Réunion

5.1. Réglementations relatives à la navigation

De manière générale, 89% des répondants déclarent connaître les réglementations en terme de navigation à La Réunion. 6,5% des répondants ne sont pas sûrs d'en connaître, et 4,5% déclarent ne pas en connaître (4 répondants dont 2 pêcheurs professionnels).

Il a été demandé aux usagers qui estimaient connaître la réglementation sur le plan d'eau, de citer un exemple de réglementation (réponse libre). Quatre catégories ont été définies en se basant sur le

verbatim utilisé dans les réponses : la vitesse, le code maritime, les cétacés et la RNMR. 46,6% des réponses se classent dans la catégorie « cétacés », 19,5% dans la catégorie « vitesse », 16,6% dans la catégorie « RNMR » et 3,4% dans la catégorie « code maritime ». Là encore, un certain biais envers la réglementation en lien avec l'observation des cétacés et la mise à l'eau avec les cétacés est à noter, bien que certains usagers (majoritairement les pêcheurs professionnels) citent de prime à bord le code maritime (et parfois le RIPAM, Règlement International pour Prévenir les Abordages en Mer). On remarque également que beaucoup d'usagers citent la charte d'approche des cétacés, soulignant une confusion entre ce texte et les textes réglementaire à proprement parlé (*e.g.*, les différents arrêtés préfectoraux réglementant les activités à proximité des cétacés ; AP n°2019-2202, AP n°2020-2479, AP n°2021-1306, AP n°2025-944 et AP n°2025-1098).

Suite à cette première question générale sur les réglementations, il a été rappelé aux interviewés que la vitesse est limitée à 5 Nd jusqu'à 300 mètres à partir du rivage ou de la barrière corallienne (quand celle-ci est présente), et il leur a été demandé s'ils appliquaient cette réglementation. Parmi les usagers qui naviguent (70 répondants), 90% déclarent appliquer cette réglementation (84% des usagers professionnels et 95% des usagers loisirs), 4% des usagers ne sont pas sûrs de l'appliquer, 3% ne respectent pas cette limitation de vitesse, et 3% d'usagers se sont abstenus de répondre. Parmi les usagers naviguant qui disent respecter cette réglementation, 81% déclarent l'appliquer tout le temps (84,5% des usagers professionnels, contre 78,5% des usagers loisirs), 14% déclarent l'appliquer la plupart du temps, et 5% se sont abstenus de répondre. Les raisons principalement évoquées par les usagers appliquant de manière variable la limitation de vitesse à 5 Nd dans la bande des 300m sont les suivantes : les conditions en mer, la possession de l'information (*i.e.*, d'être dans la bande des 300 m).

5.2. Réglementations en lien avec la mégafaune marine

Il a été demandé aux usagers s'ils connaissaient des réglementations applicables à La Réunion qui servent à protéger les cétacés ou les tortues marines, et si oui, qu'ils en citent un exemple. 85% des répondant déclarent en connaître, 7,5% ne sont pas sûrs d'en connaître et 7,5% n'en connaissent pas (dont 4 plongeurs loisirs, 1 pratiquant la promenade en mer loisirs et 2 pêcheurs professionnels). Quatre catégories ont été définies en se basant sur le verbatim utilisé dans les réponses : textes locaux (propre à La Réunion), textes nationaux, règles de navigation et hors sujet (quand la réponse n'avait pas de lien direct avec les réglementations en faveur de la mégafaune marine). 67,7% des répondants ont cité une réglementation issue d'un texte local, 7,1% ont cité un réglementation issue d'un texte national, 8,1% ont cité une réglementation de navigation, 1% était hors sujet et 16,2% se sont abstenus de répondre. Les textes les plus cités sont les différents arrêtés préfectoraux réglementant les activités

à proximité des cétacés et l'arrêté interministériel interdisant l'approche à moins de 100 m dans les AMP.

Ainsi, les usagers de la mer interviewés ont majoritairement une connaissance des réglementations qui s'appliquent spécifiquement à La Réunion. Ce résultat est cohérent avec le profil des répondants, qui résident à 97% sur l'île (voir **Section 1**). Toutefois cela démontre un manque de connaissances plus larges sur les outils juridiques qui existent en faveur de la protection de la mégafaune marine.

5.3. Perception des réglementations

Les usagers participant à l'enquête ont pu exprimer leur perception des réglementations sur le plan d'eau par le biais de plusieurs questions. Dans un premier temps, il leur a été demandé s'ils pensaient que les réglementations existantes étaient utiles, et si elles étaient adaptées. 92,4% des répondants pensent que les réglementations sur le plan d'eau sont utiles, 5,4% ne sont pas sûrs, et 2,2% se sont abstenus de répondre. 58,7% pensent que les réglementations existantes sont adaptées aux pratiques et au contexte local, 25% ne sont pas sûrs, et 16,3% ne le pensent pas. 61% des répondants ont également laissé un commentaire pour compléter leur réponse. Beaucoup de répondants ont mentionné les activités en lien avec les cétacés, démontrant encore un intérêt fort des usagers pour ces pratiques et les réglementations qui les encadrent. Les éléments les plus fréquemment cités sont un manque de respect et de contrôle des réglementations (en particulier celles portant sur les activités nautiques à proximité des cétacés), un besoin de renforcement de celles-ci et une demande d'évolution vers une simplification des textes, jugés trop complexes ou nuancés. Par ailleurs, un grand nombre de critiques envers certains usages (observation des cétacés et/ou mise à l'eau, jet-ski) a été partagé.

Dans un deuxième temps, il a été demandé aux interviewés si selon eux les réglementations relatives à la navigation et aux usages sur le plan d'eau étaient suffisamment portées à la connaissance des usagers. 48,9% des répondants pensent que non, 28,3% pensent que oui, et 21,7% ne sont pas sûrs (1,1% se sont abstenus de répondre). Parmi 6 moyens de diffusion proposés, les répondants ont pu choisir le ou lesquels (choix multiple autorisé) permettrai(en)t selon eux de mieux porter les réglementations à la connaissance des usagers de la mer, et proposer un autre moyen de diffusion de leur choix. Tous les moyens de diffusion proposés ont au moins été choisis par $\frac{1}{3}$ des répondants, toutefois, les deux moyens de diffusion les plus plébiscités sont l'application pour smartphone et tablette et le panneau (ou une affiche) à la capitainerie et/ou à une autre localisation aux ports (**Fig. 3.6.A**). S'il ne fallait choisir qu'un moyen de diffusion, la préférence des répondants serait l'application. 47% des répondants ont proposé un moyen de diffusion alternatif à ceux proposés. 11 moyens de diffusion sont ressortis du verbatim utilisé (**Fig. 3.6.B**), indiqués ici des plus cités au moins cités :

- les prestataires de location (*i.e.*, ils devraient informer les usagers qui louent un navire ou un jet-ski)
- les médias (presse écrite, presse TV, radio, réseaux sociaux)
- un support (affiche, autocollant, livret) disponible sur tous les navires
- les opérations de contrôle et de sensibilisation par les autorités maritimes
- une formation, obligatoire pour tous
- un test obligatoire spécifique à la navigation locale
- une formation, obligatoire pour les capitaines des prestataires d'observation des cétacés et de mise à l'eau
- un document (présentant les réglementations) à signer par les usagers avant leur pratique (« un contrat de responsabilité »)
- la sensibilisation des usagers par les agents de la RNMR
- l'office du tourisme et les clubs de plongée
- un livret délivré à chaque propriétaire de navire

Lorsque le moyen de diffusion des réglementations par la formation a été proposé, les répondants ont mentionné la formation disponible en ligne sur la plateforme Omega (créée par le CEDTM ; <https://www.formation-omega.org/>) ainsi que la formation GLOBICE (qui a été proposée aux opérateurs et services de l'Etat).

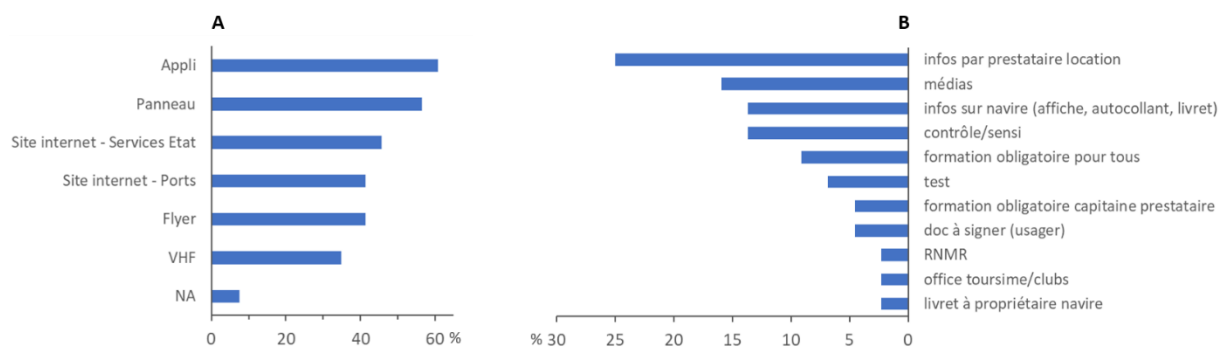


Fig. 3.6. Préférence de différents moyens de diffusion pour porter à la connaissance des usagers de la mer les réglementations. A) Moyens de diffusion proposés aux interviewés (Pourcentages sur 92 répondants) ; **B)** Moyens de diffusion alternatifs proposés par les interviews (Pourcentages sur 44 répondants).

6. Perception des risques pour la mégafaune marine associés au trafic maritime

6.1. Pratique de navigation à proximité des cétacés et des tortues marines

Parmi les usagers interviewés qui pilotent eux-mêmes une embarcation ($\frac{3}{4}$), 98,6% déclarent modifier ou adapter leur comportement de navigation quand un cétacé a été observé, et 1,4% déclarent le faire mais trop tard. Lorsqu'une tortue marine a été observée, 81,4% des répondants naviguant déclarent

modifier ou adapter leur comportement de navigation, 11,4% déclarent le faire mais trop tard, 5,7% déclarent ne pas modifier ou adapter leur navigation (4 pêcheurs, 2 professionnels, 2 loisirs), et 1,4% se sont abstenus de répondre. La différence observée entre la modification ou l'adaptation du comportement de navigation face à un cétacé ou une tortue marine peut s'expliquer par la visibilité de ces espèces depuis une embarcation variable selon leur taille et leur comportement en surface (*i.e.*, les cétacés étant moins discrets que les tortues marines).

Les répondants pouvaient préciser quelle modification ou adaptation ils réalisent lorsqu'ils voient un cétacé ou une tortue marine. En majorité les capitaines ralentissent (voire s'arrêtent et mettent le point mort) et/ou changent de cap pour éviter l'animal. Concernant le comportement adopté pour les cétacés, il a été précisé l'utilité d'une vigie à la proue du navire. Le débrayage des hélices a été mentionné comme comportement à adopter à proximité des tortues marines. Une des raisons évoquée pour l'absence de modification de navigation en présence d'une tortue marine est que « l'animal part de lui-même ».

6.2. Impacts potentiels du trafic maritime et des navires

Plusieurs questions ont été posées afin d'évaluer la perception que peuvent avoir les usagers des risques pour la mégafaune marine associés au trafic maritime et aux navires.

Parmi les possibles effets que pourrait avoir le trafic maritime sur les cétacés et les tortues marines, 12 choix ont été proposés aux interviewés (choix multiple possible):

- aucun effet

Effets sur les individus :

- habituation de l'animal

- désorientation de l'animal à la présence des embarcations

- recherche de contact avec l'embarcation

- tentative d'évitement (changement de direction, de vitesse, fuite)

- perturbation des communications entre les animaux

- perturbation des activités vitales (alimentation, repos, reproduction, soin du jeune)

- maladie causée par la pollution chimique

- blessure de l'animal suite à une collision

- mort de l'animal suite à une collision

Effets à l'échelle de la population

- déplacement d'une population vers une zone plus calme

- déclin d'une population

Les interviewés pouvaient également déclarer ne pas savoir.

Seul 3% des répondants pensent que le trafic maritime est responsable d'aucun des effets proposés et 1% déclare ne pas savoir. Pour les autres répondants, les effets les moins perçus ($< \frac{1}{3}$ des répondants) sont l'habitation, la recherche de contact et la maladie. Les effets les plus perçus ($\geq 85\%$ des répondants) sont la perturbation des activités, les blessures et la mort des animaux (**Fig. 3.7.**). La perception des impacts du trafic et des navires sur la mégafaune marine est relativement proche entre les usagers professionnels et les usagers loisirs, toutefois les usagers professionnels semblent moins percevoir la désorientation, l'évitement et les blessures des animaux et les impacts sur la population, alors qu'ils semblent plus percevoir la recherche de contact de l'animal avec l'embarcation. Ces résultats suggèrent qu'ils n'auraient pas conscience de certains effets du trafic sur la mégafaune ou qu'ils auraient tendance à minimiser certains impacts négatifs.

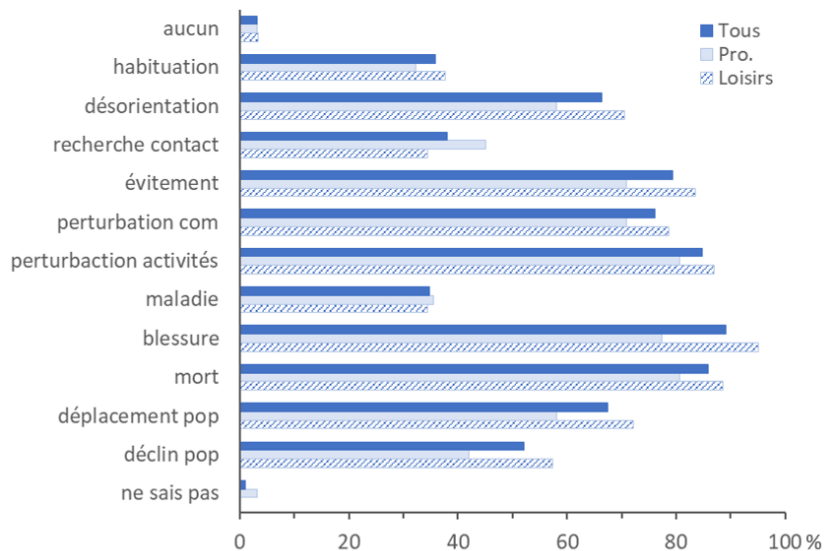


Fig. 3.7. Perception des usagers des potentiels risques induits par le trafic maritime pour la mégafaune marine (Pourcentages sur 92 répondants ; 31 usagers professionnels et 61 usagers loisirs)

Il a également été demandé aux interviewés s'ils pensaient que certains facteurs relatifs aux embarcations pouvaient augmenter les impacts du trafic sur la mégafaune marine. Les facteurs proposés étaient : la longueur de l'embarcation, le tirant d'eau, le type et la puissance du moteur, la vitesse, le temps de présence des embarcations sur le plan d'eau et le nombre d'embarcations sur le plan d'eau. 2% des répondants pensent que ces facteurs n'augmentent pas les risques pour la mégafaune marine, et 2% déclarent ne pas savoir **Fig. 3.8.** Pour les autres répondants, le facteur le moins perçus ($< \frac{1}{3}$ des répondants) est la longueur de l'embarcation, et les facteurs les plus perçus ($\geq 85\%$ des répondants) sont la vitesse et le nombre d'embarcations sur le plan d'eau (**Fig. 3.8.**). La perception des facteurs favorisant les impacts du trafic et des navires sur la mégafaune marine est relativement proche entre les usagers professionnels et les usagers loisirs, toutefois les usagers professionnels semblent plus percevoir l'effet du tirant d'eau de l'embarcation alors qu'ils semblent

moins percevoir l'effet du temps de présence des embarcations sur le plan d'eau et l'effet du type ou de la puissance du moteur.

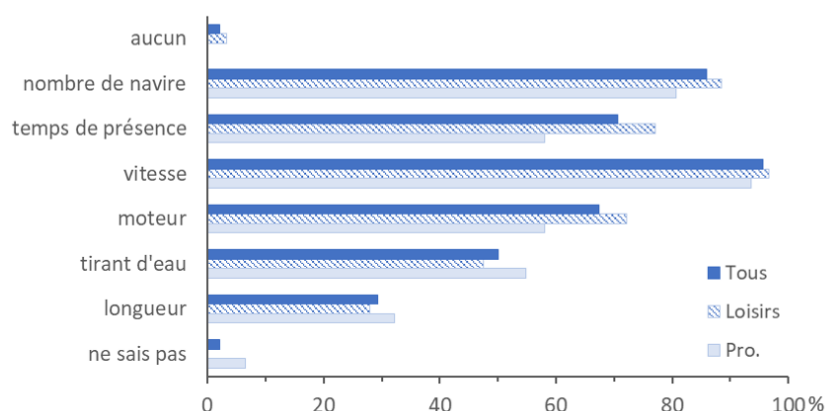


Fig. 3.8. Perception des usagers des facteurs relatifs aux navires pouvant augmenter les risques induits par le trafic maritime pour la mégafaune marine (Pourcentages sur 92 répondants ; 31 usagers professionnels et 61 usagers loisirs)

De manière globale, le trafic maritime est perçu comme étant une menace potentielle pour la mégafaune marine par 83,7% des répondants. 14,1% des répondants pensent que le trafic maritime ne représente pas spécifiquement une menace pour les cétacés et les tortues marines et 2,2% pensent que le trafic maritime n'est pas une menace pour ces espèces. Bien que la perception de la menace associée au trafic soit proche entre les usagers professionnels et les usagers loisirs, les premiers restent plus mesurés dans leur réponse (professionnels vs loisirs : oui : 74% vs 88%, pas spécifiquement 23% vs 10% et non 3% vs 2%).

7. Perception de l'évolution de la réglementation en faveur de la réduction des risques pour les cétacés et les tortues marines

7.1. Perception sur le changement des pratiques

Compte-tenu de la perception des usagers des impacts potentiels du trafic pour la mégafaune marine, il leur a été demandé s'ils seraient prêts à modifier leur pratique de navigation pour atténuer les risques associés pour ces espèces. 75% des répondants déclarent être prêts à modifier leur pratique, 11% déclarent ne pas l'être, et 11% ne sont pas sûrs (3% se sont abstenus). Les résultats diffèrent légèrement entre les usagers professionnels et les usagers loisirs : bien qu'une grande majorité soient prêts à modifier leur pratique (71% des usagers professionnels, et 77% des usagers loisirs), 19% des usagers professionnels ne sont pas prêts à les modifier (6% des usagers loisirs) alors que 15% des usagers loisirs déclarent ne pas être sûrs (3% des usagers professionnels). Les commentaires associés à cette question permettent d'expliquer ces résultats : si leur navigation devait être modifiée, les

professionnels craignent pour leur profession (*i.e.*, trop de contraintes empêchant à terme de pratiquer leur métier). Une partie des répondants affirme déjà faire ce qu'il faut, à savoir appliquer les règles en vigueur et avoir une pratique respectueuse des cétacés et des tortues marines. Enfin, certains répondants estiment ne pas impacter ces espèces par leur pratique en mer.

Plusieurs changements relatifs aux pratiques en mer ont été proposés aux interviewés et il leur a été demandé de choisir ceux qu'ils seraient prêts à faire ou qu'ils estiment adaptés (choix multiple possible). Les changements les plus plébiscités sont l'augmentation des opérations de surveillance et la limitation de la vitesse de navigation (**Fig. 3.9.**). Au moins 50% des répondants seraient en faveur de la limitation du nombre d'embarcation sur le plan d'eau, de l'installation d'un équipement supplémentaire (*e.g.*, un speedomètre, un système de protection d'hélice), de la présence d'une vigie et de l'évitement de certaines zones. S'il ne fallait choisir qu'un changement, les répondants ont choisi l'augmentation des missions de surveillance en majorité (46%).

Les interviewés ont également pu proposer des changements qu'ils estimeraient pertinents à mettre en place. Les plus cités sont : la restriction des activités autorisées (ont été mentionnés la mise à l'eau par les professionnels uniquement, et la pêche), le triptyque formation/éducation/sensibilisation, la limitation de la location de navire aux particuliers, la limitation du nombre de sorties, l'obligation de certains équipements à bord des navires (GPS, carte marine) et la verbalisation.

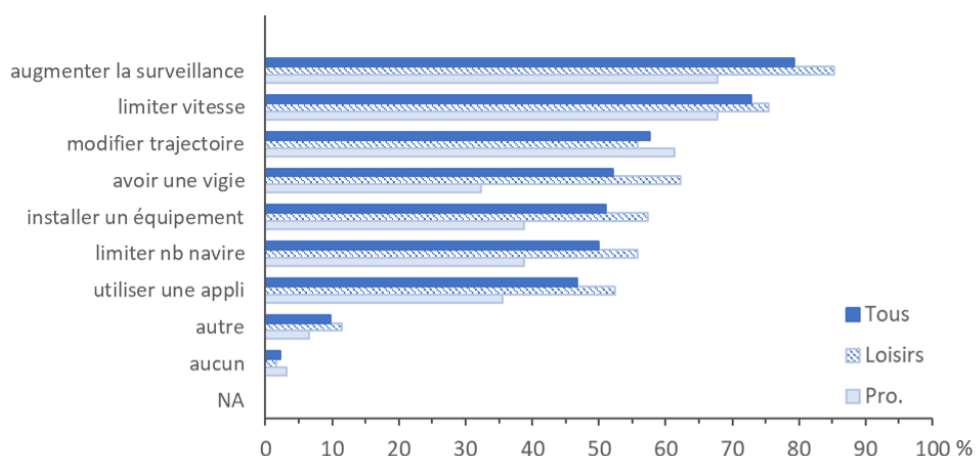


Fig. 3.9. Perception des usagers sur les potentiels changements relatifs aux pratiques en mer à adopter (Pourcentages sur 92 répondants)

Deux degrés de contrainte de mise en place de mesures réglementaires existent : les mesures peuvent être recommandées (les usagers peuvent choisir de les appliquer ou pas) et elles peuvent être obligatoires. 84,8% des répondants (77,4% des usagers professionnels, et 88,5% des usagers loisirs) ont déclaré être favorables à ce que les mesures d'atténuation des risques pour la mégafaune marine soient obligatoires et 14,1% des répondants (22,6% des usagers professionnels, et 9,8% des usagers loisirs) privilégieraient plutôt des mesures recommandées.

Globalement, 22,8% des répondants pensent qu'il serait possible d'inciter les usagers de la mer à changer leur pratique dans le but de réduire les impacts du trafic maritime sur les cétacés et les tortues marines (29% des usagers professionnels, et 19,7% des usagers loisirs). 69,6% des répondants pensent que ce serait possible mais que ce ne serait pas facile (54,8% des usagers professionnels, et 77% des usagers loisirs). 3,3% des répondants (9,7% des usagers professionnels, et 0% des usagers loisirs) ne sont pas sûrs que cela soit possible, alors que 3,3% des répondants (qu'ils soient usagers professionnels ou loisirs) pensent qu'inciter les usagers de la mer à changer leur pratique n'est pas possible.

Nous avons souhaité zoomer sur les mesures les plus connues et mises en place dans d'autres régions du monde et recueillir l'avis des usagers interviewés sur 3 cas particuliers.

7.2. Perception d'une réglementation limitant la vitesse

Après avoir informé les interviewés qu'il est reconnu qu'en dessous de 10 Nd, les risques de mortalité en cas de collision sont réduits (notamment pour les cétacés), il leur a été demandé s'ils accepteraient de limiter leur vitesse à 10 Nd sur le plan d'eau à La Réunion (sans précision de zone). 87% des répondants (90,3% des usagers professionnels et 85,2% des usagers loisirs) déclarent être favorables à cette mesure. 4,3% des répondants déclarent ne pas y être favorables (6,5% des usagers professionnels et 3,3% des usagers loisirs) alors que 8,7% des répondants (3,2% des usagers professionnels et 11,5% des usagers loisirs) ne sont pas sûrs.

Parmi les répondants favorables à une limitation de la vitesse de navigation à 10 Nd, certains ont commenté qu'il faudrait s'assurer que celle-ci soit respectée. Quand il leur a été demandé dans quelle zone limiter la vitesse, la plupart ayant répondu ont estimé que cette mesure devrait concerner : l'ensemble du plan d'eau, uniquement les zones de présence des cétacés et des tortues marines, ou la RNMR (**Fig. 3.10.**). Certains ont précisé la délimitation d'une telle zone en fonction de la distance à la côte, du sec (*i.e.*, de Saint-Paul/Saint-Gilles) ou de la pratique d'une activité (**Fig. 3.10.**).

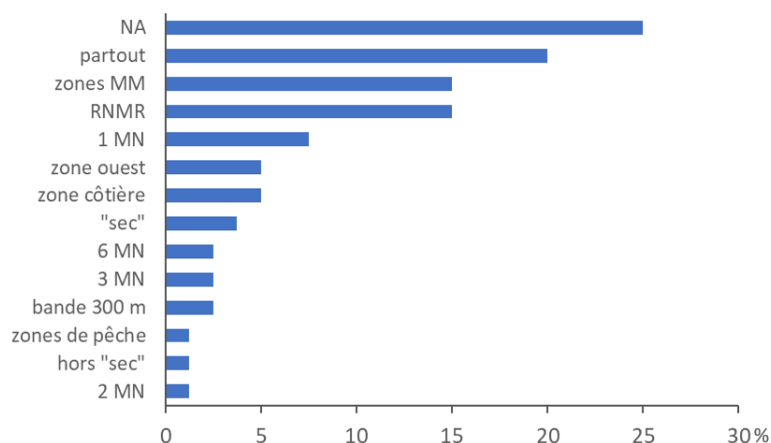


Fig. 3.10. Propositions des usagers de la zone à choisir pour limiter la vitesse à 10 Nd (Pourcentages sur 80 répondants)

Parmi les répondants déclarant ne pas être sûrs d'accepter une limitation de vitesse à 10 Nd, certains ont exprimé que cela dépendait des zones qui pourraient être concernées par une telle mesure. D'autres ont précisé qu'en fonction des conditions météo il pouvait parfois être nécessaire de naviguer à plus de 10 Nd, suggérant que si cette mesure était mise en place elle ne pourrait pas tout le temps être appliquée. Enfin, un répondant a partagé le fait que l'embarcation qu'il utilise (*i.e.*, jet-ski) « n'est pas fonctionnelle à des vitesses inférieures à 10 Nd, et qu'elle n'est pas dangereuse à des vitesses supérieures à 10 Nd, du fait de l'absence d'hélice apparente, du tirant d'eau et de l'excellente visibilité depuis le poste de navigation ».

Certains répondants déclarant ne pas accepter une limitation de vitesse à 10 Nd ont argumenté leur réponse en commentant que naviguer à des vitesses supérieures à 10 Nd pouvait être nécessaire pour rejoindre les zones de travail (*i.e.*, les spots de plongée). Un autre a souligné la perte du principe et d'intérêt de la pratique de son activité (*i.e.*, jet-ski).

Lors de la construction de ce questionnaire et du lancement de cette enquête, aucune réglementation limitant la vitesse à 10 Nd sur le plan d'eau à La Réunion n'existait encore. Cependant, au cours de l'enquête, les arrêtés préfectoraux n°2025-944 et n°2025-1098 (édictees en Juin 2025) ont mis en place une zone limitée à 10 Nd sur le plan d'eau réunionnais. 25 usagers ont répondu au questionnaire après l'édiction de ces arrêtés préfectoraux. Leurs réponses sont relativement proches de celles recueillies avant la mise en place de la mesure, en particulier si l'on considère l'ensemble des répondants (**Fig. 3.11.**). Concernant les usagers professionnels, on remarque que la proportion des répondants en faveur d'une limitation de vitesse à 10 Nd était de 95% avant la mise en place de la mesure par arrêté préfectoral et de 81,2% après celle-ci (**Fig. 3.11.**). La proportion d'usagers professionnels en défaveur de cette mesure est passée de 5% à 9% (avant/après la mise en place des arrêtés préfectoraux respectivement), et la proportion d'usagers professionnels n'étant pas sûrs d'être favorable à cette mesure est passée de 0% à 9% (avant/après) (**Fig. 3.11.**).

A l'inverse, pour les usagers loisirs, la proportion de répondants en faveur de cette mesure est passée de 83% à 92,9% (avant/après la mise en place des arrêtés préfectoraux respectivement), la proportion de répondants en défaveur de cette mesure est passée de 4,3% à 0% (avant/après) et la proportion de répondants n'étant pas sûrs d'être favorable à cette mesure est passée de 12,8% à 7,1% (avant/après) (**Fig. 3.11.**).

Il n'est pas possible de savoir si les usagers interviewés après l'édiction de ces arrêtés préfectoraux étaient au courant de leur existence, et donc de la mise en place de la limitation de vitesse. Si tel était le cas, ces résultats pourraient suggérer que l'expérimentation de la limitation de vitesse sur le plan d'eau aurait *a minima* fait douter certains usagers sur cette mesure, voire fait revenir une petite partie des usagers sur leur avis.

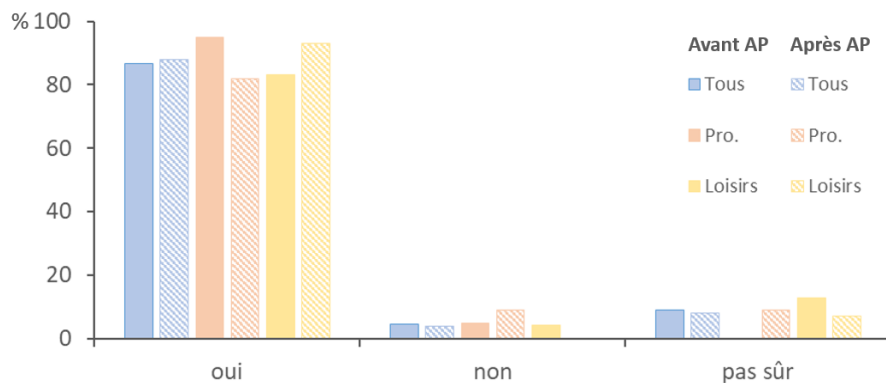


Fig. 3.11. Acceptation des usagers d'une limitation de vitesse à 10 Nd sur le plan d'eau réunionnais. Les pourcentages sont présentés sur : 92 répondants (Tous) dont 67 avant et 25 après les arrêtés préfectoraux (AP n°2025-944 et AP n°2025-1098) ; 31 usagers professionnels (dont 20 avant et 11 après les AP) ; 61 usagers loisirs (dont 47 avant et 14 après les AP)

7.3. Perception d'une réglementation limitant l'accès à une zone

Après avoir partagé aux interviewés le fait que l'interdiction d'accès à certaines zones permettait de réduire les interactions entre les embarcations et les cétacés et les tortues marines, et donc de réduire les impacts du trafic maritime sur ces espèces, il leur a été demandé s'ils accepteraient la mise en place d'une zone interdite aux embarcations. 65,2% des répondants (54,8% des usagers professionnels et 70,5% des usagers loisirs) déclarent être favorables à cette mesure. 21,7% des répondants déclarent ne pas y être favorables (32,3% des usagers professionnels et 16,4% des usagers loisirs) alors que 13% des répondants (12,9% des usagers professionnels et 13,1% des usagers loisirs) ne sont pas sûrs.

Il a été demandé aux répondants favorables à cette potentielle mesure, sur quel(s) critère(s) devrai(en)t se baser la mise en place d'une zone interdite. En premier lieu, les répondants ont indiqué que si une telle zone devait exister, elle devrait être établie là où les densités de cétacés et/ou de tortues marines sont importantes. Certains répondants ont précisé qu'il faut tenir compte des zones où les espèces de la mégafaune marine (et les poissons) réalisent leurs activités vitales, telles que le repos ou la reproduction. D'autres répondants ont mentionné un critère basé sur la densité des navires, la distance à la côte, la profondeur ou encore le type d'embarcation (avec ou sans moteur).

Les répondants défavorables à cette potentielle mesure ou incertains ont souligné l'existence de zone interdite (*i.e.*, les zones 'sanctuaire' de la RNMR), exprimant implicitement qu'il n'était pas nécessaire d'en mettre d'autres en place. Certains usagers ont indiqué que leur acceptation d'une zone interdite dépendait de sa localité. D'autres usagers ont exprimé le fait que si une telle zone existait elle ne serait pas contrôlée donc elle serait inutile ou que cela aurait pour répercussion de saturer des zones déjà très fréquentées. Enfin, les usagers professionnels ont argumenté leur refus par le fait qu'une telle

mesure pourrait restreindre les zones de pratique de leur activité ou serait trop contraignante pour leur activité, et en conséquence ils ne pourraient pas pratiquer leur métier correctement. Des alternatives ont été proposées dans les commentaires : la mise en place d'un quota de navires sur le plan d'eau (pour les activités proposées par les opérateurs professionnels) et la mise en place d'un quota de sorties quotidiennes (pour tous les usages).

Il a également été demandé aux interviewés si selon eux l'interdiction d'accès à une zone devait être limitée dans le temps. 34,8% des répondants se sont exprimés en faveur d'une période d'interdiction (35,5% des usagers professionnels et 34,4% des usagers loisirs). Parmi ces usagers, 62% ont identifié la saison baleines (avec différentes périodes précisées) ou l'hiver austral comme période temporelle pertinente. 9% des répondants en faveur de cette mesure ont proposé que celle-ci soit mise en place toute l'année et 6% pendant la période de ponte et d'émergence des tortues marines. Enfin, il a été proposé que l'accès soit interdit en semaine ou qu'il soit modulable dans le temps selon les activités. 38% des répondants sont contre une période d'interdiction (29% des usagers professionnels et 42,6% des usagers loisirs), 21,7% ne sont pas sûrs (22,6% des usagers professionnels et 21,3% des usagers loisirs) et 5,4% ne se sont pas exprimés (12,9% des usagers professionnels et 1,6% des usagers loisirs). Concernant les répondants pas sûrs qu'il faille limiter dans le temps l'interdiction d'accès à une zone, il a été précisé que cela dépendait de la durée de la période d'interdiction et des activités pratiquées (cibler en priorité les activités « nocives »).

7.4. Perception de la mise en place d'un rapport de collision

Les interviewés ont été informés que dans d'autres régions du monde, il est demandé aux capitaines de rapporter tout incident de collision entre son embarcation et un cétacé ou une tortue marine. Sachant que ces rapports n'engagent aucune sanction, mais qu'ils aident à mieux comprendre et prévenir les collisions, il leur a été demandé s'ils seraient d'accord pour adopter cette pratique à La Réunion. 89,1% des répondants (93,5% des usagers professionnels et 86,9% des usagers loisirs) ont déclaré être favorables à la mise en place de ce dispositif. 5,4% des répondants (6,5% des usagers professionnels et 4,9% des usagers loisirs) ont déclaré ne pas être sûrs d'y être favorable, et 5,4% des répondants se sont abstenus (que des usagers loisirs ne naviguant pas eux-mêmes). Aucun répondant s'est exprimé contre les rapports de collision. Parmi les commentaires formulés par les répondants, la condition essentielle à la mise en place de ces rapports est l'anonymat des capitaines concernés ou la confidentialité si leur nom devait être indiqué. Les répondants soulignent l'importance de l'absence de sanction et le caractère obligatoire d'une telle mesure. Enfin, les usagers précisent que la déclaration des collisions doit être facile à faire afin d'être plus incitative. Le rapportage sur une application (si possible déjà existante) ou un site internet a souvent été mentionné.

Conclusions

Cette enquête met en évidence une forte sensibilité des usagers de la mer de La Réunion aux enjeux de protection des cétacés et des tortues marines face aux risques potentiels induits par le trafic maritime. Les impacts négatifs sur la mégafaune marine sont plutôt bien connus, et sont parfois rejetés sur d'autres usagers, démontrant ainsi l'existence de conflits entre les usages sur le plan d'eau à La Réunion. Certaines réponses soulignent que le lien direct entre les activités pratiquées en mer et les risques induits ne sont pas tout le temps perçus par les usagers.

Globalement les réglementations relatives à la navigation, aux usages sur le plan d'eau ou à la RNMR sont connues des usagers et une reconnaissance de leur utilité semble largement partagée par les usagers. Les résultats révèlent toutefois des lacunes persistantes dans la connaissance précise des dispositifs réglementaires, des confusions entre différents cadres juridiques (observées aussi bien chez les professionnels que les usagers loisirs) et un sentiment de complexité et de manque de lisibilité des réglementations applicables sur le plan d'eau.

Cette enquête souligne l'importance d'accompagner les réglementations (existantes ou à venir) par un effort renforcé de communication, de formation et de sensibilisation, en s'appuyant sur des outils adaptés aux pratiques des usagers, notamment les applications numériques, l'affichage portuaire et le rôle des professionnels du nautisme (en particulier les prestataires de location d'embarcations).

Un consensus se dégage sur le fait que les réglementations existantes sont insuffisamment appliquées du fait de contrôles en mer insuffisants. Le renforcement des contrôles par les autorités maritimes apparaît comme une condition essentielle à l'efficacité des mesures et à leur acceptation.

Enfin, l'adhésion largement exprimée des usagers à des mesures telles que la limitation de la vitesse de navigation, ou certaines restrictions spatiales ou temporelles ciblées montre qu'une gestion concertée du trafic maritime est envisageable. En tenant compte à la fois des enjeux écologiques et des réalités socio-économiques des activités nautiques, une approche fondée sur la formation et l'implication des acteurs concernés apparaît comme un levier essentiel pour atténuer les impacts du trafic maritime sur la mégafaune marine à La Réunion et tendre vers une cohabitation durable.

Références citées – Partie 3

- Arrêté interministériel du 3/09/2020 portant modification de l'arrêté du 1/07/2011 fixant la liste des mammifères marins protégés sur le territoire national et les modalités de leur protection.
- Arrêté préfectoral n°2008-1744 (15/07/2008) portant réglementation générale de la circulation des navires, des engins de plage et de sports nautiques dans les eaux maritimes de la Réunion.
- Arrêté préfectoral n°2019-2202 (12/06/2019) portant réglementation de l'approche et de l'observation des cétacés à La Réunion.
- Arrêté préfectoral n°2020-2479 (20/07/2020) portant réglementation de l'approche et de l'observation des cétacés à La Réunion.
- Arrêté préfectoral n°2021-1306 (07/07/2021) portant réglementation de l'approche et de l'observation des cétacés à La Réunion.
- Arrêté préfectoral n°2025-944 (04/06/2025) portant réglementation des activités nautiques à proximité des cétacés dans les eaux territoriales de La Réunion.
- Arrêté préfectoral n°2025-1098 (27/06/2025) portant réglementation des activités nautiques à proximité des cétacés dans les eaux territoriales de La Réunion.
- Fontaine ML (2023) Evolution de la flotte réunionnaise et de la fréquentation maritime de la côte ouest de La Réunion, et leur lien avec les collisions de tortues marines. Institu Agro Dijon.
- Fuentes MMPB, Meletis ZA, Wildermann NE, Ware M (2021) Conservation interventions to reduce vessel strikes on sea turtles: A case study in Florida. Marine Policy 128:104471.

Mesures d'atténuation des risques induits par le trafic maritime côtier pour la mégafaune marine à La Réunion



Table des matières – Partie 4

Introduction.....	66
1. Etat des lieux des réglementations en vigueur et estimation de leur taux d'application.....	67
1.1. Restriction d'accès.....	67
1.2. Limitation de vitesse.....	68
2. Proposition de mesures de ralentissement du trafic maritime côtier	71
2.1. Définition des mesures.....	71
2.2. Evaluation de l'effet des mesures proposées	72
2.3. Recommandations.....	76
3. Proposition de mesures de déviation du trafic	77
4. Proposition de mesures non spatiales relatives aux navires	79
5. Proposition de mesures d'éducation et de sensibilisation	80
5.1. Formation des usagers	81
5.2. Communication auprès de l'ensemble des usagers	81
5.3. Rapport de collision.....	82
6. Récapitulatif des mesures recommandées	83
Conclusions & perspectives.....	84
Références citées	86

Introduction

A La Réunion, comme ailleurs en France, il existe un cadre juridique, s'appuyant sur plusieurs textes de lois et documents stratégiques, permettant de protéger les cétacés et les tortues marines. Par exemple, les espèces animales non domestiques et leurs habitats naturels peuvent bénéficier, au titre de l'article L411 du Code de l'Environnement, d'un régime de protection spécifique en vue d'assurer leur conservation. De plus, différents arrêtés interministériels établissent la liste des espèces protégées menacées d'extinction en France (Arrêté du 9/07/1999), la liste des mammifères marins et des tortues marines protégés sur le territoire national et les modalités de leur protection, interdisant notamment toute destruction, altération ou dégradation des sites de reproduction et des aires de repos et autres habitats essentiels, et leur perturbation intentionnelle (Arrêtés du 14/10/2005, du 01/07/2011, du 3/09/2020 et du 10/11/2022). Dans ces arrêtés figurent les espèces d'intérêt du présent projet, la baleine à bosse, le dauphin long bec, le grand dauphin de l'Indo-Pacifique, la tortue verte et la tortue imbriquée, qui résident ou visitent les eaux côtières de La Réunion.

Ces espèces sont toutes incluses dans la liste rouge locale de l'Union International pour la Conservation de la Nature (IUCN-France 2013) et sont de fait reconnues comme ayant un état de conservation sensible. Elles font également l'objet de différents documents-cadre, à savoir le Plan National d'Action en faveur des tortues marines des territoires français de l'océan Indien, les Plans Directeurs de Conservation en faveur des baleines à bosse de La Réunion et des dauphins fréquentant les eaux côtières de La Réunion (Philippe et al. 2014, Cottarel et al. 2018ab), signifiant leur priorité en terme de nécessité d'actions de conservation.

A l'échelle nationale, le plan d'action pour la protection des cétacés (2020) souligne la nécessité de préserver les populations de cétacés présentes dans les eaux marines françaises et diminuer les pressions anthropiques exercées sur elles.

Au niveau Européen, la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM, 2008/56/CE) conduit les États membres de l'Union Européenne, dont la France, à prendre les mesures nécessaires pour atteindre ou maintenir un bon état écologique du milieu marin et un bon état de conservation des espèces marines compte-tenu des pressions et des incidences des activités humaines dommageables. Cette directive inclue notamment le bruit sous-marin d'origine anthropique dans sa définition de pollution, et implique par conséquent qu'il peut engendrer des effets néfastes pour les organismes marins. Ainsi, la pollution sonore générée par les navires est considérée comme une menace pour les cétacés, au même titre que les collisions. Bien que la DCSMM ne soit pas applicable dans les régions ultra-périphériques, telles que La Réunion, ce document, conjointement aux différents textes cités précédemment, posent les bases en faveur de la protection de ce patrimoine marin français.

D'autre part, il existe à La Réunion des réglementations relatives à la navigation, qui vont permettre de diminuer les impacts du trafic maritime sur la mégafaune marine, bien que leurs objectifs premiers ne soient pas celui-ci. Les plus notables sont les arrêtés préfectoraux portant sur la limitation de vitesse des navires dans l'espace maritime réunionnais (Arrêté préfectoral (AP) n°2008-1744, AP n°2025-1098) et le décret de création de la RNMR, réglementant l'accès aux navires dans son périmètre (Décret n°2007-236).

En effet, en général, en ce qui concerne le trafic maritime, les mesures visant à atténuer les risques qui lui sont associés consistent à le dévier et/ou le ralentir. C'est l'Organisation Maritime Internationale (OMI), ou les services de l'Etat qui décident la mise en place de ces mesures d'atténuation. Pour dévier le trafic, il est possible de limiter ou d'interdire l'accès à une zone. Cela peut par exemple prendre la forme d'une « zone à éviter » (Area to be avoided, ATBA) mise en place par l'OMI (<https://www.imo.org/en/ourwork/safety/pages/shipsrouteing.aspx>; e.g., Huntington et al. 2019), ou d'une zone de réserve intégrale dans un espace protégé. Pour ralentir le trafic, des zones à vitesse limitée peuvent être mises en place. En général, la vitesse limite désignée est de 10 Nd (e.g., NMFS, 2008). C'est la mesure la plus souvent mise en place car elle est jugée la plus efficace (Silber et al. 2014). Ces mesures peuvent être appliquées selon plusieurs degrés de contraintes : elles peuvent être permanente ou temporaire, obligatoire ou recommandée. Lorsqu'elles sont recommandées, les mesures se veulent incitatives, mais elles sont peu suivies en général (Silber et al. 2012).

L'évaluation des enjeux pour la conservation de la mégafaune marine réalisée à l'échelle côtière (voir **Partie 1**) et à l'échelle de la RNMR (voir **Partie 2**) que nous avons réalisée a permis de proposer différentes mesures d'atténuation des risques induits par le trafic maritime des navires récréatifs côtiers à La Réunion. Afin d'être le plus pragmatique possible, celles-ci s'appuient également sur l'existant, c'est-à-dire les mesures déjà en place et la présence de la RNMR, seul espace marin protégé et géré à La Réunion.

1. Etat des lieux des réglementations en vigueur et estimation de leur taux d'application

Dans un premier temps, en se basant sur le suivi des navires récréatifs côtiers, nous avons évalué dans quelle mesure les réglementations existantes relatives à la déviation et au ralentissement du trafic étaient appliquées.

1.1. Restriction d'accès

Dans la RNMR, les zones de protection intégrale dites « sanctuaires » (niveau de protection 3 ; **Partie 2, Fig. 2.1.**) sont interdites d'accès de manière permanente à tous navires. De fait aucun trafic maritime ne devrait y être relevé.

Pour rappel, d'après nos données les zones « sanctuaires » ont rarement été utilisées par les navires suivis, avec 0,2% des occurrences relatives enregistrées pour tous les navires et 65 km parcourus au total (voir **Partie 2, Section 1.1**). Relativement aux autres zones interdites, le sanctuaire de l'Hermitage (*i.e.*, le premier après le port de Saint-Gilles) était le plus visité par les navires. Globalement, les trajets réalisés dans les sanctuaires étaient rares et bordaient souvent la limite extérieure (vers le large) des zones NP3, pour les catamarans, les navires de WW et dans une moindre mesure pour les navires de plongée (**Fig. 4.1**). Les navires de location ont le plus fréquenté les zones NP3, parcourant 50 km au total, soit 77,5% des distances parcourues dans ces zones par l'ensemble des navires. De plus, contrairement aux autres types de navires, les trajets des navires de location se répartissaient sur une grande partie de ces zones interdites (**Fig. 4.1**). Nos résultats montrent donc que la mesure de restriction d'accès dans les sanctuaires de la RNMR semble majoritairement respectée. Toutefois, les navires de location semblent le moins appliquer cette mesure, ce qui questionne l'état de connaissance des réglementations de la RNMR par ces usagers loisirs (voir **Partie 3, Section 4**).

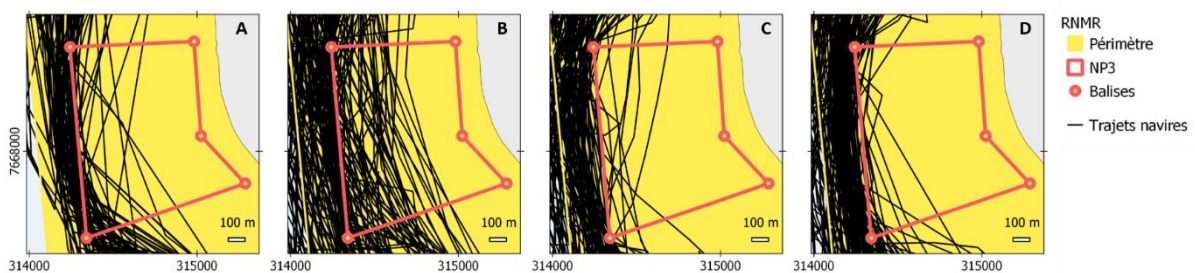


Fig.4.1. Trajets réalisés par les navires suivis par GPS dans une zone de niveau de protection 3 (NP3) de la RNMR (le sanctuaire de l'Hermitage). A) navires de plongée ; B) navires de location ; C) catamarans ; D) navires de WW.

1.2. Limitation de vitesse

Des arrêtés préfectoraux régulent la vitesse dans certaines parties de l'espace côtier réunionnais. Comme sur le territoire hexagonal, la vitesse des navires est limitée à 5 Nd de manière permanente dans la bande côtière des 300 m (depuis le littoral). Cette réglementation est édictée à La Réunion par l'AP n°2008-1744, et spécifie une zone de limitation de vitesse « jusqu'à 300 mètres du rivage et dans une bande de 300 mètres de large définie à partir de la barrière corallienne ».

L'occurrence relative des navires dans la bande des 300 m (*i.e.*, par rapport au nombre total de localisations enregistrées pendant le suivi), était de 37,6% pour les navires de plongée, 5,8% pour les navires de location, 13,4% pour les catamarans et 11,4% pour les navires de WW. L'ensemble des navires récréatifs suivis ont parcouru un total de 8042,1 km (de 843,4 km à 3305,2 km selon le type de navire considéré) dans la bande de 300 m, soit 11,7% de la distance totale enregistrée lors des suivis. La bande des 300 m est donc relativement peu fréquentée par les navires récréatifs sauf par les navires

de plongée. En général, les navires traversaient la bande des 300 m en début et fin de sortie. Les navires de plongée fréquentaient probablement plus la bande des 300 m du fait de la présence d'un nombre non négligeable de spots de plongée dans cette zone (58 spots sur un total de 129 répertoriés, soit 45%). Les vitesses moyennes enregistrées dans la bande des 300 m étaient de $6,5 \pm 4,6$ Nd (vitesse maximale enregistrée : 25,8 Nd) pour les navires le plongée, $6,4 \pm 4,0$ Nd pour les navires de location (max 24,5 Nd), $4,6 \pm 1,5$ Nd pour les catamarans (max 10 Nd) et $6,7 \pm 1,5$ Nd pour les navires de WW (max 28,8 Nd). Tous les navires pratiquaient des vitesses supérieures à 5 Nd dans la bande des 300 m, et ce de manière spatialement homogène le long de la côte. Au total, sur l'ensemble des navires, 67% des distances parcourues dans la bande des 300 m l'étaient à plus de 5 Nd, démontrant un très faible respect de cette réglementation. Ce constat est similaire pour la partie de la bande des 300 m incluse dans le périmètre de la RNMR.

Il est intéressant de noter l'absence de cartographie illustrant la délimitation de la bande des 300 m à La Réunion dans l'AP n°2008-1744. A notre connaissance, la seule représentation visuelle de cette zone est consultable dans l'application de la RNMR créée en 2024.

Plus récemment, une zone de limitation de vitesse à 10 Nd a été mise en place de manière temporaire (du 01/07 au 30/09) le long de la côte Ouest. Malheureusement, le degré d'application de cette mesure n'a pas pu être testé avec notre jeu de données, puisqu'il a été collecté avant la mise en place de cette mesure.

Cette limitation de vitesse a été mise en place par arrêté préfectoral en juin 2025, suite à un travail mené par les services de l'Etat, avec le CEDTM et les parties prenantes (opérateurs d'activités nautiques récréatives côtières). Deux versions de cette mesure ont été édictées, par l'AP n°2025-944 (début juin) et l'AP n°2025-1098 (fin Juin), présentant deux versions de la zone de limitation de vitesse (article 6 et article 1 respectivement ; voir **Fig. 4.2.**). Alors que la zone de restriction de l'AP n°2025-944, Z-AP944, s'étend de la côte à l'isobathe des 100 m entre l'axe du chenal d'accès du Port-Ouest et le Grand Cap, la zone de restriction de l'AP n°2025-1098, Z-AP1098, s'étend de la côte à l'isobathe des 100 m entre l'axe du chenal d'accès du Port-Ouest et l'alignement formé par les feux de jetée tribord et bâbord d'entrée du port de Saint-Gilles, puis s'étend de la côte à l'isobathe des 50 m jusqu'au Grand Cap. Les raisons de ce changement sont propres aux décideurs, et sont probablement associées à des compromis visant à maintenir les usages en mer dans une logique de gestion durable du milieu. Toutefois, ce changement représente une perte surfacique de 35% de la zone de restriction, incluant d'ailleurs une petite partie de la RNMR (*i.e.*, les zones au-delà de l'isobathe des 50 m, soit 6,8 % de la surface de la RNMR hors bande des 300 m). De plus, d'après nos données, la surface des habitats préférentiels de la mégafaune marine incluse dans la zone de restriction, a diminué entre la 1ère et la 2ème version de l'AP, quelle que soit l'espèce considérée (**Fig. 4.3.**), et représente donc une perte de

protection de ces habitats. Il paraît important de souligner qu'entre les deux versions de l'AP, la surface de l'habitat préférentiel du dauphin long bec incluse dans la zone de restriction a diminué de 60,6 % (**Fig. 4.2.B.**) Malgré tout, cette réglementation devrait contribuer à ralentir le trafic dans une partie de l'espace côtier et à atténuer les risques associés pour la mégafaune (voir **Section 2 .2.**).

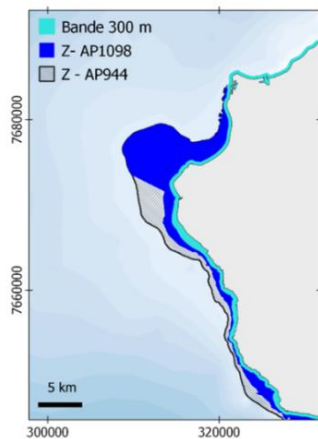


Fig.4.2. Délimitations géographiques des zones de limitation de vitesse temporaire définies par les AP n°944 (article 6) et n°1098 (Article 1) de 2025. La zone de l'AP n°944 (Z-AP944, représentée en hachuré noir) inclue la partie Nord de la zone de l'AP n°1098 (Z-AP1098), qui s'étend de la côte à l'isobathe des 100 m entre l'axe du chenal d'accès du Port-Ouest et l'alignement formé par les feux de jetée d'entrée du port de Saint-Gilles.

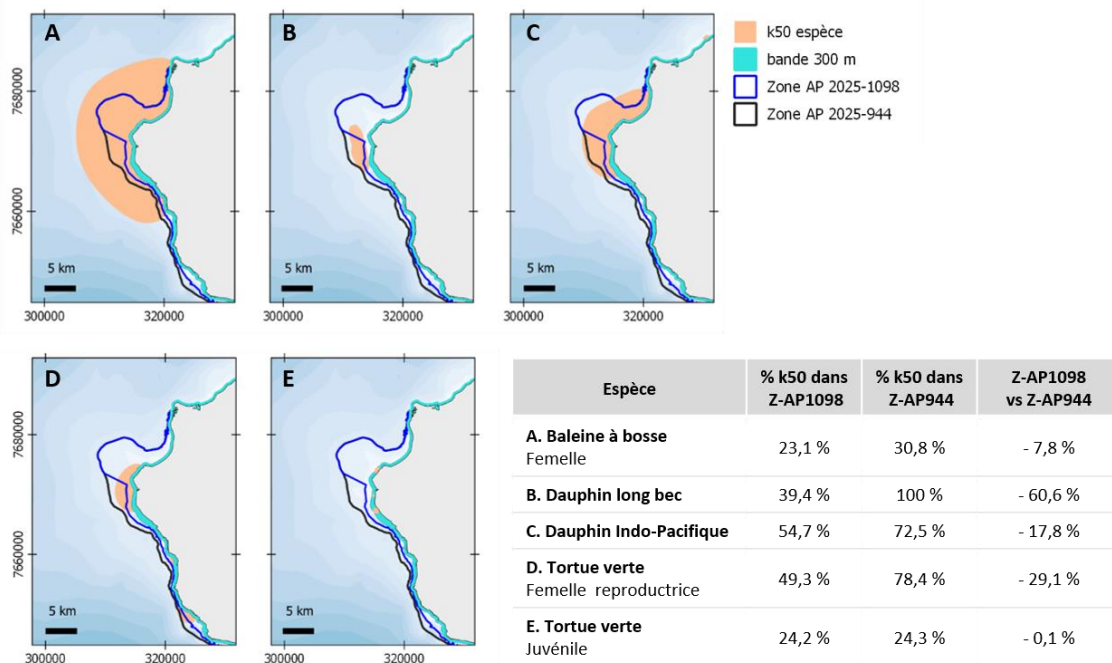


Fig.4.3. Différence de surface des habitats préférentiels des espèces de la mégafaune marine inclus dans les zones de limitation de vitesse définies par les AP n°944 et n°1098 de 2025. A) Baleine à bosse (femelle accompagnée de leur baleineau) ; B) Dauphin long bec ; C) Grand dauphin de l'Indo-Pacifique ; D-E) Tortue verte (D, femelle reproductrice et E, juvénile). Le contour de densité de kernel 50% (**k50**) estimé à partir des localisations des espèces (données d'observation ou données télémétriques (voir **Partie 1**) définit l'habitat principal, *i.e.*, préférentiel, des espèces.

2. Proposition de mesures de ralentissement du trafic maritime côtier

2.1. Définition des mesures

Nous avons défini plusieurs mesures ayant pour objet de limiter la vitesse des navires et ainsi atténuer les risques associés (collision et nuisance sonore) au trafic maritime dans l'espace côtier de La Réunion.

2.1.1. Limitation de vitesse permanente à 10 Nd dans la RNMR

La zone de limitation de vitesse concernerait la partie de la RNMR qui se situe hors de la bande des 300 m, puisque cette dernière bénéficie déjà d'une limitation de vitesse à 5 Nd (AP n°2008-1744), et représente 18,8 km², soit 53,7% du périmètre total de la RNMR. Cette mesure concernerait tous les types d'engins naviguant pouvant pratiquer dans la RNMR. La limitation à 10 Nd serait permanente, c'est-à-dire, qu'elle devrait être appliquée toute l'année, et agirait donc en complément de la limitation de vitesse établie par l'AP n°2025-1098.

Cette limitation de vitesse pourrait être mise en place à court terme par arrêté préfectoral, en accord avec le décret de la RNMR.

2.1.2. Limitation de vitesse permanente à 10 Nd dans la zone délimitée par l'AP n°2025-1098

Cette mesure s'appliquerait dans la zone de l'arrêté préfectoral actuel (Z-AP1098, **Fig. 4.2.**). Elle correspondrait à une extension temporelle de l'AP n°2025-1098, puisque la limitation à 10 Nd aurait cours toute l'année. Ainsi, on évoluerait d'une restriction temporaire à une restriction permanente. Cette limitation de vitesse pourrait être mise en place à court terme par modification de l'arrêté préfectoral.

2.1.3. Limitation de vitesse permanente à 10 Nd dans la zone délimitée par l'AP n°2025-944

Cette mesure s'appliquerait dans la zone de l'arrêté préfectoral n°2025-944 (Z-AP944, **Fig. 4.2.**). Il s'agirait de revenir sur la 1^{ère} version de l'arrêté préfectoral (n°2025-944) et de rendre la limitation à 10 Nd permanente (*i.e.*, appliquée toute l'année).

Cette limitation de vitesse pourrait être mise en place à court terme par modification de l'arrêté préfectoral.

Il est important de rappeler que d'après notre enquête, une majorité des usagers seraient prêts à modifier leur pratique pour atténuer les risques pour la mégafaune, notamment par la diminution de leur vitesse (**Partie 3, Section 7**). De plus, nous proposons une limitation de vitesse à 10 Nd, quelle que soit la mesure, afin de rester cohérent avec l'évolution récente de la réglementation de vitesse de navigation (*i.e.*, AP n°2025-1098) et d'optimiser l'acceptabilité, *a priori* acquise par les usagers, de cette vitesse limite (voir **Partie 3, Section 7**).

2.2. Evaluation de l'effet des mesures proposées

Les mesures de limitation de vitesse que nous avons définies ci-dessus ont été testées afin d'évaluer leurs effets sur l'atténuation des risques induits par le trafic des navires récréatifs côtiers. Les données sur les émissions sonores produites par ces navires et leur potentiel impact n'étant pas encore disponibles, nous n'avons pu qu'évaluer l'effet des mesures sur le risque de collision, grâce à l'indice de probabilité de collision mortelle (voir **Partie 1, Section 1**).

Brièvement, on considère d'une part un trafic normal, sans limitation de vitesse, et d'autre par un trafic régulé, *i.e.*, avec une limitation de vitesse, que l'on va supposer effective (appliquée et respectée). Pour cela, les données des navires suivis ont été utilisées, et un trafic régulé a été simulé : la vitesse limite désignée par la mesure testée était imposée si les navires la dépassaient dans la zone de restriction. Par exemple, pour tester une limitation de vitesse de 10 Nd dans une zone, toute vitesse supérieure à 10 Nd enregistrée dans la zone de limitation a été remplacée par 10 Nd. La probabilité de collision mortelle a été calculée (voir **Partie 1, Section 1**) dans le cas d'un trafic normal et dans le cas d'un trafic régulé, ainsi que la variation de probabilité de collision mortelle (ΔPCM) entre un trafic normal et un trafic régulé (voir ci-dessous). Une valeur négative de cette variation correspondra à une réduction de risque. Cette évaluation peut être réalisée à l'échelle de la zone d'étude, de la zone de restriction et de l'habitat des espèces.

$$\Delta PCM (\%) = \frac{Total PCM_{m} - Total PCM}{Total PCM} \times 100$$

2.2.1. Effet sur la probabilité de collision mortelle dans les zones de restriction

La **Fig. 4.4.** présente la variation de probabilité de collision mortelle entre un trafic normal et un trafic régulé par les différentes mesures que nous avons définies et la mesure actuelle de l'AP n°2025-1098. Concernant cette mesure, elle a été simulée en considérant le trafic des navires pendant la période de restriction (du 01/07 au 30/09) et en considérant le trafic des navires pendant toute l'année. Ainsi, l'effet d'une mesure temporaire sur le trafic annuel a été testé.

Nos résultats montrent que toutes les mesures testées ont pour effet de diminuer la probabilité de collision mortelle ($\Delta PCM < 0$), sauf pour les catamarans pour lesquels les mesures n'ont aucun effet (**Fig. 4.4.**). En effet, ces navires n'ont pas pratiqué de vitesse > 10 Nd lors de leur suivi, donc une limitation de vitesse à 10 Nd ne modifierait ni leur pratique, ni le risque de collision qui pourrait leur être associé. A l'inverse, une réduction de la probabilité de collision a été observée pour les autres types de navire, celle-ci pouvant varier entre 4,3% et 17,2% selon la mesure et la zone de restriction considérée (**Fig. 4.4. ; Table 4.1.**). En appliquant une mesure temporaire dans la Z-AP1098, la réduction de la probabilité de collision sur le trafic annuel est moindre par rapport à celle sur le trafic en période

de restriction uniquement (une différence de facteur 0,4 à 0,6 est observée). La mesure actuelle temporaire (AP n°2025-1098) n'est donc pas pertinente pour les espèces résidentes qui sont présentes toute l'année. En appliquant une mesure permanente dans la Z-AP1098, on observe une réduction de la probabilité de collision plus importante par rapport à la mesure temporaire dans la Z-AP1098 (une différence de facteur 1,5 à 2,7 est observée). Une limitation de vitesse permanente dans la RNMR présenterait également une réduction de la probabilité de collision plus importante par rapport à la mesure temporaire dans la Z-AP1098, sauf pour les navires de WW (une différence de facteur 1,0 à 2,4 est observée). Enfin, la mesure permanente dans la Z-AP944 présenterait la réduction de la probabilité de collision la plus importante, quel que soit le type de navires.

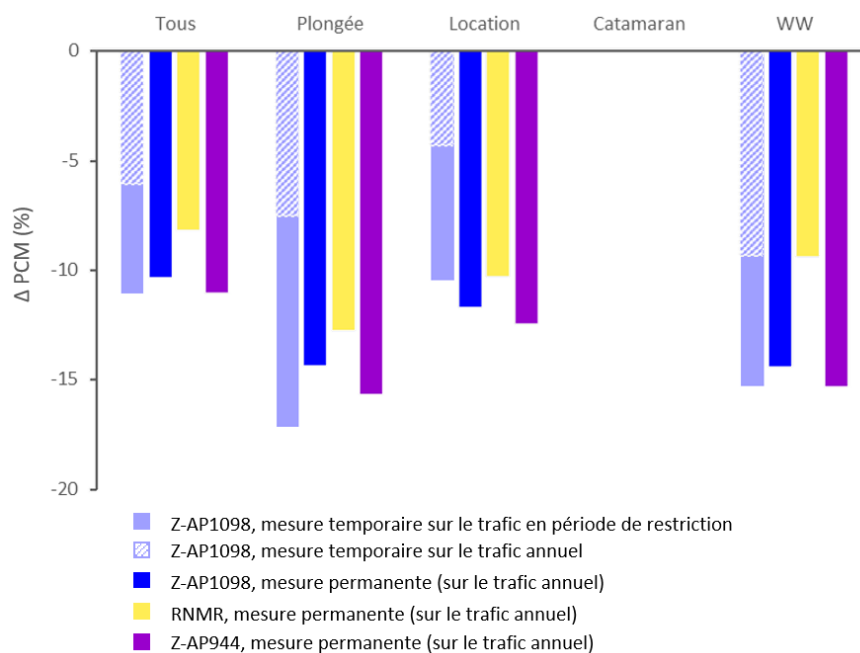


Fig.4.4. Effet des mesures de limitation de vitesse sur la probabilité de collision mortelle dans les zone de restriction.

	Tous navires	Navires de plongée	Navires de location	Catamarans	Navires de WW
Limitation de vitesse temporaire dans la Z-AP1098 sur le trafic en période restriction	-11,1	-17,2	-10,5	0	-15,3
Limitation de vitesse temporaire dans la Z-AP1098 sur le trafic annuel	-6	-7,5	-4,3	0	-9,3
Limitation de vitesse permanente dans la Z-AP1098 sur le trafic annuel	-10,3	-14,3	-11,7	0	-14,4
Limitation de vitesse permanente dans la RNMR sur le trafic annuel	-8,1	-12,7	-10,3	0	-9,3
Limitation de vitesse permanente dans la Z-AP944 sur le trafic annuel	-11	-15,6	-12,4	0	-15,3

Table 4.1. Variation de la probabilité de collision mortelle (ΔPCM, en %) entre le trafic normal et le trafic régulé (simulé) des navires récréatifs côtiers dans les zones de restriction correspondantes aux mesures testées.

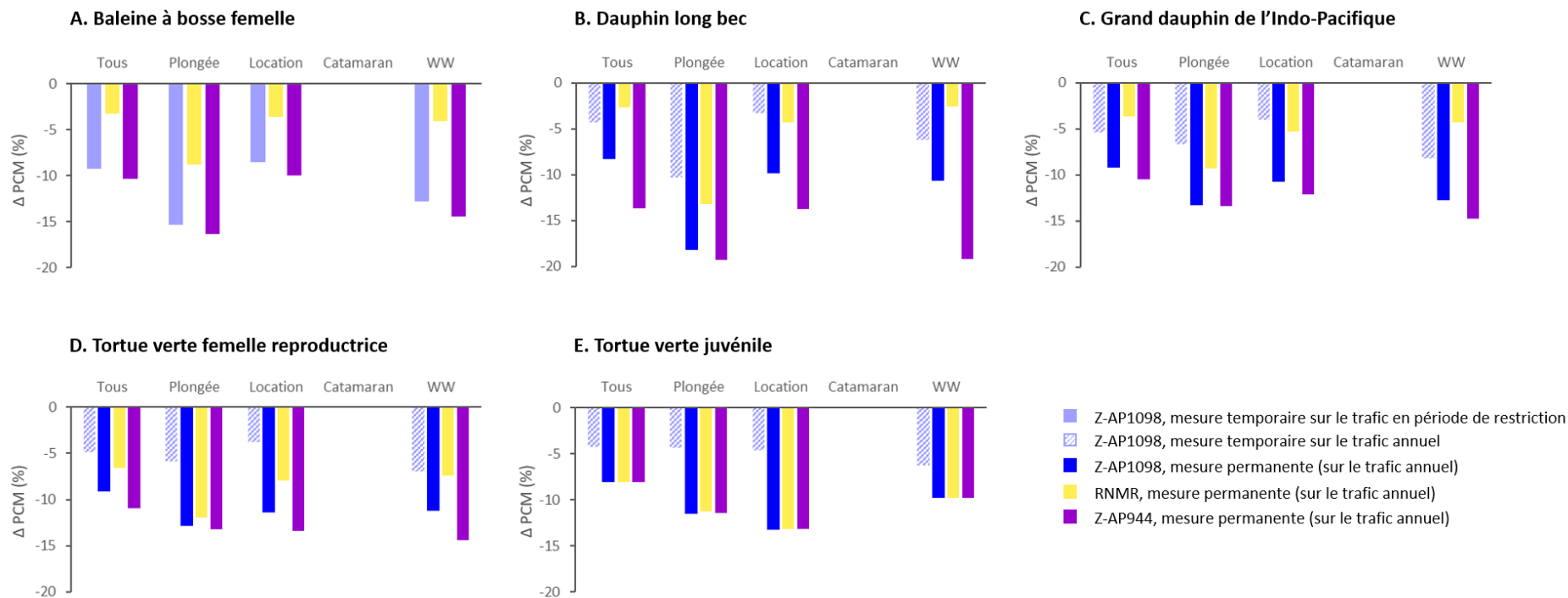


Fig.4.5. Effet des mesures de limitation de vitesse sur la probabilité de collision mortelle dans les habitats principaux des espèces de la mégafaune marine.

	Tous navires	Navires de plongée	Navires de location	Catamaran	Navires de WW
Habitat principal de la baleine à bosse femelle					
Limitation de vitesse temporaire dans la Z-AP1098	-9,2	-15,4	-8,6	0	-12,8
Limitation de vitesse permanente dans la RNMR	-3,3	-8,8	-3,6	0	-4,0
Limitation de vitesse permanente dans la Z-AP944	-10,4	-16,3	-9,9	0	-14,4
Habitat principal du dauphin long bec					
Limitation de vitesse temporaire dans la Z-AP1098	-4,3	-10,3	-3,3	0	-6,2
Limitation de vitesse permanente dans la Z-AP1098	-8,3	-18,1	-9,8	0	-10,6
Limitation de vitesse permanente dans la RNMR	-2,7	-13,2	-4,3	0	-2,5
Limitation de vitesse permanente dans la Z-AP944	-13,7	-19,2	-13,8	0	-19,2
Habitat principal du grand dauphin de l'Indo-Pacifique					
Limitation de vitesse temporaire dans la Z-AP1098	-5,4	-6,6	-4,0	0	-8,2
Limitation de vitesse permanente dans la Z-AP1098	-9,2	-13,3	-10,7	0	-12,7
Limitation de vitesse permanente dans la RNMR	-3,7	-9,3	-5,3	0	-4,3
Limitation de vitesse permanente dans la Z-AP944	-10,4	-13,4	-12,1	0	-14,8
Habitat principal de la tortue verte femelle reproductrice					
Limitation de vitesse temporaire dans la Z-AP1098	-4,8	-5,9	-3,8	0	-6,9
Limitation de vitesse permanente dans la Z-AP1098	-9,1	-12,9	-11,4	0	-11,2
Limitation de vitesse permanente dans la RNMR	-6,5	-12,0	-7,9	0	-7,4
Limitation de vitesse permanente dans la Z-AP944	-11,0	-13,2	-13,4	0	-14,4
Habitat principal de la tortue verte juvénile					
Limitation de vitesse temporaire dans la Z-AP1098	-4,2	-4,4	-4,6	0	-6,3
Limitation de vitesse permanente dans la Z-AP1098	-8,1	-11,5	-13,2	0	-9,8
Limitation de vitesse permanente dans la RNMR	-8,0	-11,2	-13,2	0	-9,8

Table 4.2. Variation de la probabilité de collision mortelle (Δ PCM, en %) entre le trafic normal et le trafic régulé (simulé) des navires récréatifs côtiers dans les habitats principaux de la mégafaune marine.

2.2.2. Effet sur la probabilité de collision mortelle dans l'habitat préférentiel des espèces de la mégafaune marine

La Δ PCM a été calculée dans l'habitat préférentiel (*i.e.*, habitat principal, k50) des femelles baleine à bosse, du dauphin long bec, du grand dauphin de l'Indo-Pacifique, des femelles reproductrices tortue verte et des juvéniles tortue verte (**Fig.4.5. ; Table 4.2.**).

Les mesures n'ont aucun effet sur la réduction de la probabilité de collision pour les catamarans, pour les mêmes raisons qu'évoquées précédemment (voir **Section 2.2.1.**). Pour les autres types de navire, nos résultats montrent une réduction de la probabilité de collision dans l'habitat des espèces, quelle

que soit la mesure. Celle-ci variaient entre 2,5% et 19,2% selon la mesure testée, le type de navire et l'espèce considérée. Concernant la mesure dans la Z-AP1098, une réduction de la probabilité de collision plus importante est observée dans les habitats des dauphins et des tortues vertes, si celle-ci est appliquée de manière permanente (une différence de facteur 1,6 à 3 est observée selon le type de navire et l'espèce). Ainsi, l'extension temporelle de l'AP n°2025-1098 serait bénéfique pour les espèces résidentes. Par rapport à la mesure temporaire dans la Z-AP1098, la mesure permanente dans la RNMR présenterait une réduction de la probabilité de collision moindre dans l'habitat des femelles baleine à bosse, mais plus importante dans l'habitat des tortues vertes et des dauphins, notamment pour les navires de location et les navires de plongée. Ce résultat n'a cependant pas été observé dans l'habitat des dauphins si l'on considère le trafic des navires de WW. Enfin, la mesure permanente dans la Z-AP944 présenterait la réduction de la probabilité de collision la plus importante dans les habitats des espèces, quel que soit le type de navire, et en particulier dans l'habitat du dauphin long bec pour les navires de WW ($\Delta\text{PCM} = 19,2\%$).

2.3. Recommandations

Compte tenu des effets des mesures proposées observés sur le risque de collision, nous recommandons *a minima*, de maintenir la limitation de vitesse temporaire à 10 Nd définie par l'AP n° 2025-1098 et d'ajouter une limitation de vitesse permanente à 10 Nd dans la RNMR. Cela permettrait de compléter l'effet de la mesure de l'AP n°2025-1098, à l'échelle de l'année entière (*i.e.*, plutôt que sur une période restreinte) et ainsi diminuer la probabilité de collision mortelle dans l'habitat des tortues vertes, quel que soit leur stade de vie (et probablement des juvéniles tortue imbriquée ; Laforge et al. 2026) et dans une moindre mesure dans l'habitat des dauphins long bec et de l'Indo-Pacifique. En effet, la RNMR ne représentant qu'une faible partie de l'habitat principal de ces dauphins, une limitation de vitesse dans cette zone aurait un effet limité en terme de réduction des risques associés aux navires. Ainsi, parmi les propositions que nous avons identifiées, la recommandation la plus efficace en terme d'atténuation du risque de collision de l'ensemble des espèces de la mégafaune marine, serait de limiter la vitesse à 10 Nd dans la zone de restriction telle que délimitée dans la première version de l'AP de 2025, *i.e.*, dans la Z-AP944, et de l'étendre sur l'ensemble de l'année. Tel qu'indiqué précédemment (**Section 1 .2.** ; **Fig. 4.3.**) la partie supplémentaire de la zone de restriction Z-AP944 par rapport à celle de la Z-AP1098 (notamment entre le port de Saint-Gilles et la limite Sud de la Passe de l'Hermitage, voir **Fig. 4.6.**) correspond à une zone utilisée préférentiellement par l'ensemble des espèces considérées ici et en particulier par le dauphin long bec.

Plus largement, la limitation de vitesse à 10 Nd (idéalement celle préconisée de manière permanente dans la Z-AP944) pourrait être intégrée à l'AP n°2008-1744, portant réglementation générale de la

circulation des navires, des engins de plage et de sports nautiques dans les eaux maritimes de La Réunion. Ainsi, la mesure s'appliquerait à tous les navires ou VNM et l'ensemble des réglementations relatives à la limitation de vitesse dans les eaux réunionnaises seraient regroupées dans un seul et même texte.

En outre, il serait pertinent d'ajouter à l'AP n°2008-1744 une cartographie illustrant la délimitation de la bande des 300 m à La Réunion. La couche SIG produite par Kart'eau commandée par la RNMR et utilisée dans l'application de la RNMR (et dans la présente étude) pourrait servir de référence.

Il est important de noter qu'une limitation de vitesse à 10 Nd ne signifie pas une absence de risque de collision, en particulier pour les tortues marines, pour qui des vitesses > 4 Nd pourraient déjà être responsables de blessures catastrophiques pour leur survie (Hazel et al. 2007). Enfin, rappelons que toutes les espèces de cétacés, grandes baleines et petits delphinidés sont concernées par le risque de collision (Van Waerebeek et al. 2007, Schoeman et al. 2020), et que la sévérité et donc l'issue des collisions dépend essentiellement de la taille et de la vitesse des navires (Vanderlaan et al. 2008, Conn & Silber 2013, Kelley et al. 2021, Blondin et al. 2025, Garrison et al. 2025).

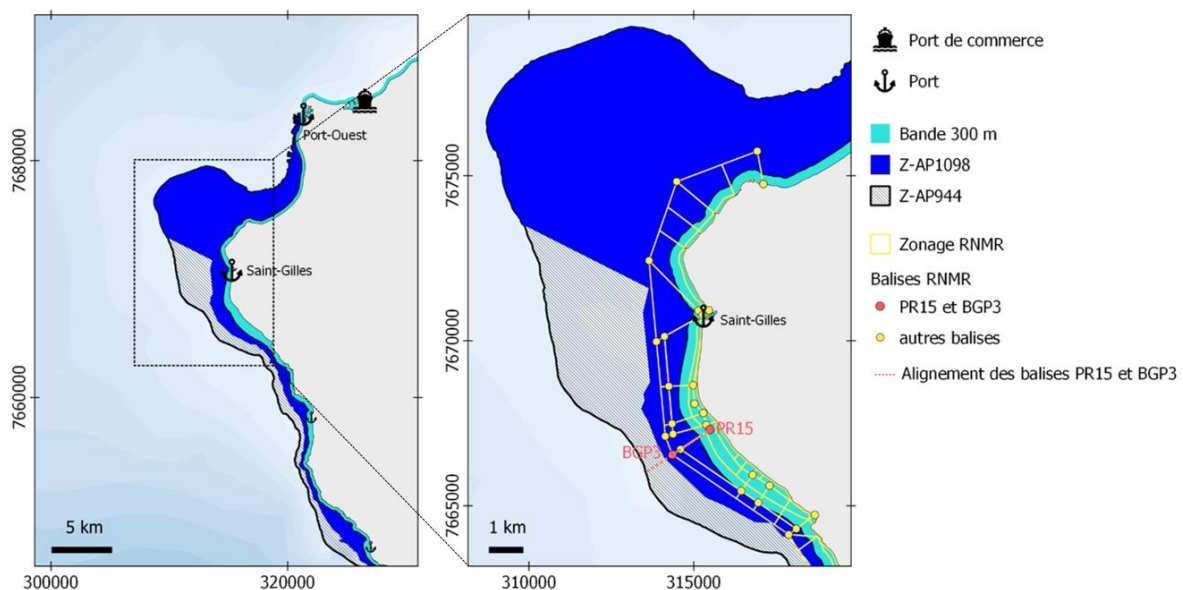


Fig.4.6. Partie de la zone de limitation de vitesse Z-AP944 (supplémentaire à la Z-AP1098), préférentiellement utilisée par l'ensemble des espèces suivies de la mégafaune marine. Cette zone d'intérêt s'étend au Sud de la partie de la Z-AP1098 de la côte et l'isobathe de 100m, entre l'alignement des feux de jetée de l'entrée du port de Saint-Gilles et la délimitation Sud de la zone de la Passe de l'Hermitage définie par la RNMR (code PEHERFPA). Cette délimitation est référencée spatialement par l'alignement formé par les balises de la RNMR (balise maritime fixe PR15 et balise flottante BGP3), dont les coordonnées géographiques sont indiquées dans son décret (Décret n°2007-236).

3. Proposition de mesures de déviation du trafic

En complément des mesures de ralentissement du trafic, des mesures permettant de dévier le trafic dans l'espace côtier réunionnais pourraient être envisagées sur la base des outils de gestion existants.

Les premières sont en lien direct avec la RNMR, et son projet visant à modifier sa réglementation (CONSTRUI, CONCertation pour une résilience et reconSTRUction des récifs coralliens). Un agrandissement de la RNMR, pourrait permettre de protéger une plus grande partie des habitats préférentiels de la mégafaune marine. Parmi les outils disponibles, cela pourrait être réalisé par la modification de la délimitation du périmètre de la RNMR, ou par l'ajout d'une zone tampon, dispositif prévu par le code de l'Environnement (article L332), pour créer un périmètre additionnel de protection autour d'une Réserve Naturelle Nationale. Quelle que soit la méthode, une extension du périmètre de la RNMR jusqu'à l'isobathe de 60 m permettrait *a minima* d'intégrer l'habitat préférentiel de la tortue verte (femelle reproductrice et juvénile), une partie de l'habitat préférentiel de la baleine à bosse et du grand dauphin de l'Indo-Pacifique. Intégrer ces habitats au sein de la RNMR permettrait de bénéficier de moyens de gestion et d'encadrement des usages. En effet, par défaut la pratique d'activité commerciale, industrielle ou associative est interdite dans la RNMR (Décret n°2007-236), et des dispositions particulières permettent d'autoriser certaines de ces activités selon des modalités compatibles avec les objectifs de gestion des écosystèmes (AP n°2008-1744, n°2010-748 et n°2017-1911).

Le zonage et les différents niveaux de protection au sein de la RNMR constituent également des leviers potentiels pour la gestion du trafic maritime et la réduction des impacts sur la mégafaune. Ces dispositifs pourraient permettre de restreindre l'accès à certaines catégories de navire, voire à l'ensemble des navires en fonction de l'évolution du niveau de protection des secteurs concernés. Toutefois, la mise en œuvre de telles mesures s'inscrit dans une perspective à long terme puisqu'elle implique une modification du décret de création de la RNMR.

Au-delà de la RNMR, il pourrait être envisagé de désigner un espace naturel protégé afin d'empêcher ou limiter la dégradation des habitats essentiels des cétacés et des tortues marines dans les eaux côtières. Ses délimitations géographiques devraient intégrer les zones à enjeux, identifiées **Partie 1**, et s'appuyer sur les réflexions menées précédemment par les services de l'Etat, notamment celles ayant abouti à l'AP n°2025-944 se basant sur l'isobathe de 100 m. Compte tenu de la distribution spatiale du grand dauphin de l'Indo-Pacifique (Dulau-Drouot et al. 2008, Condet & Dulau 2016) et des tortues marines (CEDTM, RMR-Kélonia), cet espace naturel protégé pourrait s'étendre tout autour de l'île. La délimitation de cette zone pourrait suivre l'isobathe des 100 m sur la façade Ouest et l'isobathe des 60 m sur les autres façades.

La définition d'un tel espace protégé pourrait s'appuyer sur plusieurs dispositifs réglementaires existants (*e.g.*, Arrêté Préfectoral de Protection Biotope, Réserve Naturelle..). Le choix du dispositif le plus adapté doit être défini en fonction du niveau de protection recherché, des contraintes engendrées et de leur acceptabilité par les acteurs concernés. En effet, dévier intégralement le trafic sur l'ensemble

d'une zone côtière n'est pas réaliste au regard des activités anthropiques qui y sont pratiquées. Cela implique un processus de concertation permettant d'identifier des compromis équilibrés permettant de concilier la continuité des activités maritimes et la conservation des espèces de la mégafaune. A *minima*, il apparaît nécessaire de signifier l'importance de cette frange côtière en termes d'enjeux pour la conservation de ces espèces. La mise en œuvre d'une telle mesure relève d'une démarche à moyen voire long terme.

Il convient de préciser que ces mesures sont cohérentes avec les différentes stratégies nationales et internationales, telles que la stratégie nationale pour la mer et le littoral, la stratégie nationale pour les aires protégées ou encore la stratégie nationale pour la biodiversité (répondant aux objectifs de la convention pour la diversité biologique). Pour rappel, dans le milieu marin réunionnais, le seul espace protégé, la RNMR, ne représente que 0,01% de la surface de la ZEE de La Réunion, laissant une marge de progression confortable relativement aux objectifs affichés dans ces différents documents.

4. Proposition de mesures non spatiales relatives aux navires

Au-delà des restrictions spatiales, d'autres mesures peuvent être pertinentes à mettre en place, en particulier à l'échelle de la RNMR. En effet, en tant qu'espace géré, la RNMR dispose d'outils permettant de mettre en place des mesures pouvant atténuer les risques associés au trafic maritime au sein de son périmètre. Nous en avons identifié plusieurs.

Tout d'abord, grâce à son statut d'AMP, il serait possible de mettre en place un quota de navires pratiquant dans son périmètre. La définition du nombre maximum de navires est à établir avec les gestionnaires et les services de l'Etat compétents. Cette mesure serait envisageable à court/moyen terme, et pourrait faire l'objet d'un arrêté préfectoral, en accord avec le décret de la RNMR, et en application du Code de l'Environnement.

Il serait également possible de rendre des équipements obligatoires pour les navires pratiquant leurs activités dans la RNMR qui permettraient de réduire les risques pour la mégafaune marine. En effet, tous navires souhaitant pratiquer dans la RNMR doit faire une demande d'autorisation auprès de la DMSOI (Décret n°2007-236, AP n°2010-750, AP n°2017-1911), et suivre une liste de prescriptions, à laquelle pourraient être ajoutés certains équipements.

Il pourrait être particulièrement pertinent d'ajouter les équipements suivants :

- un compteur de vitesse, qui pourrait être obligatoire pour les navires de location. A ce jour, cet outil n'est pas mis à disposition de ce type de navire, qui pourtant sont utilisés par des usagers souvent novices ou avec une pratique peu fréquente, donc pouvant mal évaluer la vitesse de navigation.

- une cage à hélice, qui pourrait être obligatoire pour les navires de location (pour les mêmes raisons) et pour les navires de plongée, car le trafic au niveau des sites de plongée peut être particulièrement dense, et accidentogène pour les tortues marines, même s'ils vont à faibles vitesses (Hazel et al. 2007, Work et al. 2010).

On notera que le prix de ces équipements est abordable pour les opérateurs : un GPS-speedomètre coûte environ 70 euros et une cage à hélice entre 250 euros et 500 euros selon la taille de l'hélice (prix indiqués sur des sites de matériel nautique en ligne à date de la rédaction de ce rapport).

Une autre piste pourrait consister à ajouter à la liste de prescriptions de l'autorisation des navires pratiquant dans la RNMR un transpondeur AIS (Automatic Identification System). Un tel dispositif permettrait de suivre le trafic des navires dans le périmètre de la RNMR, les niveaux de fréquentation et les vitesses pratiquées. La mise en œuvre d'un tel dispositif supposerait toutefois de prévoir les moyens techniques et humains nécessaires à la réalisation de ce suivi et à l'analyse (*a posteriori*) de l'ensemble des données AIS enregistrées au sein de la RNMR.

Ces propositions pourraient être relativement facile à mettre en place à court terme, car elles relèvent d'un arrêté préfectoral, en accord avec le décret de la RNMR. Au vu des résultats de notre enquête, ces mesures seraient *a priori* bien acceptées par les usagers (voir **Partie 3**).

Enfin, en complément, et à une échelle plus globale dans les eaux côtières réunionnaises, il serait pertinent d'encourager l'acquisition de navires présentant les impacts les plus faibles sur l'environnement marin (*e.g.*, navire à moteur électrique) lorsqu'un opérateur ou un propriétaire souhaite renouveler un navire ou acheter un nouveau navire. Une telle mesure incitative s'inscrit sur le temps long et pourrait s'appuyer sur des dispositifs de financement existants (*e.g.*, budgets Européens destinés à l'achat des navires, encadrés par la Région Réunion). Notons cependant que bien que les moteurs électriques soient globalement plus silencieux que les moteurs thermiques conventionnels, et donc émettraient moins de nuisances sonores (Smith et al. 2026), le risque de collision avec un navire électrique existe toujours.

5. Proposition de mesures d'éducation et de sensibilisation

Les résultats du projet sur le suivi du trafic maritime généré par les navires récréatifs côtiers (**Parties 1 et 2**) et l'enquête de perception des usagers (**Partie 3**) soulignent la nécessité de mieux porter à connaissance des usagers les réglementations en vigueur sur le plan d'eau et les risques associés au trafic généré par leurs activités en mer. Pour répondre à ce besoin, il paraît essentiel d'encourager des mesures portant sur l'éducation et la sensibilisation des usagers.

5.1. Formation des usagers

Une formation obligatoire sur les réglementations en vigueur sur le plan d'eau et les risques associés au trafic maritime pour la mégafaune marine pourrait être dispensée aux capitaines et chefs de bord. Elle devrait *a minima* concerner les professionnels pratiquant leur activité dans l'espace côtier, notamment à proximité des cétacés et des tortues marines. Cette formation pourrait être certifiante et renouvelable, comme cela est le cas aux Antilles dans le sanctuaire Agoa pour les opérateurs proposant l'observation des cétacés (<https://sanctuaire-agoa.fr/actualites/formation-des-whale-watchers>).

Les prestataires de location de navires devraient également bénéficier d'une telle formation. Ils disposeraient ainsi de toutes les bases pour informer leur clientèle de l'existence des réglementations de navigation et des règles de bonne conduite envers la mégafaune marine.

Idéalement, les usagers loisirs devraient suivre une telle formation, qui pourrait par exemple être intégrée dans le permis côtier, mais sa mise en place est beaucoup plus complexe. Néanmoins, la formation en ligne disponible sur la plateforme OMEGA (<https://www.formation-omega.org/>) est une alternative intéressante pour ce type d'usagers, car elle permet *a minima* d'apporter les bases d'une observation respectueuse de la mégafaune marine.

La mise en place de formation est une mesure qui pourrait être adopter à court/moyen terme, et permettrait de compléter de l'article 2 de l'AP n°2025-944. Il faudrait cependant déterminer une structure unique qui dispense cette formation, pour s'assurer d'un contenu homogène et standardisé.

Dans notre enquête, la mise en place d'une formation obligatoire pour tous les usagers de la mer a souvent été mentionnée par les interrogés (usagers professionnels et loisirs), démontrant son fort potentiel d'acceptation.

5.2. Communication auprès de l'ensemble des usagers

De manière générale, il semble important de communiquer largement sur les réglementations en vigueur sur le plan d'eau avec l'ensemble des usagers. Pour cela, plusieurs pistes d'amélioration sont recommandées :

- l'optimisation de l'application de la RNMR (<https://www.reservemarinereunion.fr/les-usagers/2932/application-de-la-reserve-naturelle-marine/>), en ajoutant la délimitation de la zone de limitation de vitesse à 10 Nd sur la carte, en intégrant un outil speedomètre ou encore en ajoutant une alarme dès que les vitesses règlementaires sont dépassées.
- la création d'une vidéo rassemblant toutes les informations à connaître sur la navigation dans les eaux côtières réunionnaises et l'impact du trafic sur la mégafaune marine. Cette vidéo pourrait être

co-produite par les différents acteurs concernés, afin d'avoir un même outil de communication et des informations homogènes.

- l'apposition d'un sticker en faveur d'une cohabitation durable entre les activités côtières et la mégafaune marine sur les navires dont le port d'attache est à La Réunion (ex. **Fig.4.7**). Il pourrait être rendu obligatoire, *a minima* sur les navires de location. Le sticker afficherait les consignes de base et un QR-code renvoyant à la vidéo d'information et/ou aux textes pertinents.

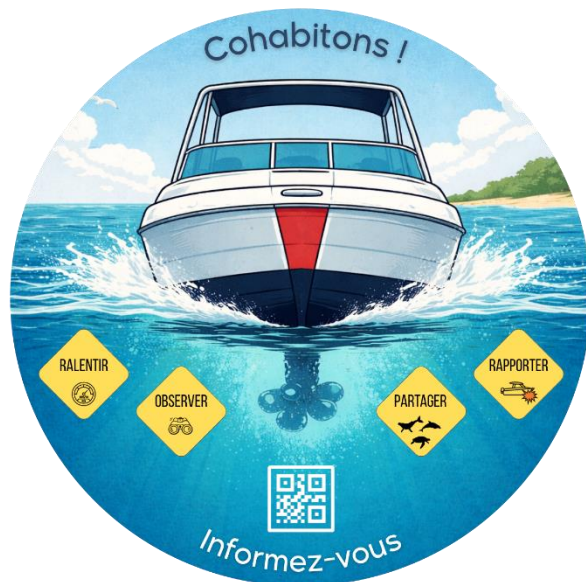


Fig.4.7. Exemple de sticker d'information qui pourrait être apposé sur les navires côtiers à La Réunion.

5.3. Rapport de collision

Un rapport de collision consiste à documenter l'occurrence d'une collision entre un navire et un animal marin, généralement un mammifère marin. Bien qu'il existe différentes bases de données régionales recueillant les rapports de collision, celle de la commission internationale baleinière est sans doute la compilation la plus complète de données sur les collisions avec des navires à l'échelle mondiale (Schoeman et al. 2020, Winkler et al. 2020).

Nous recommandons de mettre en place un dispositif afin de rapporter tout évènement de collision entre une embarcation et un cétacé ou une tortue marine ayant lieu dans les eaux côtières de La Réunion. Cela permettrait : i) d'améliorer notre compréhension de l'ampleur du problème dans nos eaux et des facteurs favorisant les risques de collision ; ii) d'estimer la mortalité due aux collisions avec les navires pour les différentes espèces de la mégafaune marine ; et iii) de compléter les informations disponibles sur les zones à haut risque pour la mégafaune marine (cette étude) et donc d'ajuster, en fonction, les mesures d'atténuation existantes.

Localement, il existe à ce jour un réseau échouage permettant de signaler un cétacé ou une tortue marine en détresse ou mort(e), accessible *via* deux numéros de téléphone selon l'espèce concernée.

Il existe aussi un réseau permettant de rapporter une capture accidentelle de tortue marine auprès de RMR-Kélonia. Aucun de ces dispositifs n'est spécifique aux collisions.

L'objectif du dispositif de rapport de collision est de recueillir des informations sur la date, la localisation, le navire impliqué dans la collision (taille, vitesse lors de la collision), l'espèce touchée, et l'issue de la collision (blessure ou fatalité). Le rapport pourra suivre un principe d'anonymat, pour rassurer l'auteur du rapport, ou de confidentialité, laissant la possibilité de revenir vers l'auteur du rapport si un complément d'information est nécessaire. Dans cette perspective, l'absence de sanction apparaît comme un préalable indispensable afin d'encourager la participation volontaire des usagers de la mer.

La centralisation des informations recueillies *via* les rapports de collision est préconisée. Ainsi, il serait pertinent de proposer un site internet unique ou d'héberger le formulaire à remplir sur un site internet déjà utilisé par les usagers de la mer, tels que ceux des services de l'Etat en mer (CROSS Sud Océan Indien, DMSOI). L'ensemble des partenaires concernés par la problématique de collision pourrait alors relayer l'existence de ce dispositif pour assurer une communication large (et positive) assurant une participation optimale. L'ensemble des données ainsi collectées devrait être reversé aux réseaux échouages existants afin de faire le lien avec les bases de données nationales et internationales.

Il convient de rappeler que, selon notre enquête, 89% des usagers interrogés sont favorables à la mise en place d'un tel apport de collision (**Partie 3**).

Cette démarche s'inscrit dans un contexte plus large de sensibilisation des usagers à la problématique de collision, déjà engagée par GLOBICE avec le Grand Port Maritime de La Réunion auprès des capitaines de navire de grosse capacité.

6. Récapitulatif des mesures recommandées

La **table 4.3** synthétise l'ensemble des mesures qui pourraient être mises en place à La Réunion afin d'atténuer les risques induits par le trafic maritime côtier pour la mégafaune marine.

Mesure	Degré de contrainte	Moyen	Terme application
Limitation de vitesse RNMR	Obligatoire	AP en accord décret RNMR	Court
Limitation de vitesse zone AP 2025-1098 +	Obligatoire	Modification AP	Court
Limitation de vitesse zone AP 2025-944	Obligatoire	Modification AP	Court
Extension du périmètre de la RNMR	Obligatoire	Modification décret	Long
Modification NP RNMR	Obligatoire	Modification décret	Long
Désignation espace naturel protégé	Obligatoire	<i>Outil à choisir</i>	Moyen/long
Quota navire dans la RNMR	Obligatoire	Arrêté Préfectoral	Court/Moyen
Equipement supplémentaire pour les navires pratiquant dans la RNMR	Obligatoire	Arrêté Préfectoral	Court
Renouvellement/changement de navire moins impactant	Incitatif	Financement Européen, Région Réunion	Long
Formation des capitaines et chefs de bord	Obligatoire	<i>A préciser</i>	Court/Moyen
Formation des prestataires de location de navire	Obligatoire	<i>A préciser</i>	Court/Moyen
Communication (vidéo, appli, sticker)	Incitatif	<i>A préciser</i>	Court
Rapport de collision	Incitatif	Site internet <i>A préciser</i>	Court

Table 4.3. Mesures d'atténuation des risques du trafic pour la mégafaune marine recommandées à La Réunion.

Conclusions & perspectives

Grâce à l'évaluation des enjeux pour la conservation de la mégafaune marine que nous avons réalisée à l'échelle côtière et à l'échelle de la RNMR, aux échanges avec les gestionnaires de la RNMR et les partenaires du projet, et à l'évaluation de la perception des usagers de la mer, cette étude a permis d'identifier plusieurs pistes d'amélioration visant à atténuer les risques induits par le trafic maritime des navires récréatifs côtiers à La Réunion. Qu'elles soient relatives au ralentissement ou à la déviation du trafic, à la RNMR ou à l'éducation et la sensibilisation des usagers, ces propositions sont, autant que possible, concrètes, adaptées au contexte local et repose sur des données et des analyses quantifiées, tout en intégrant la notion d'acceptabilité des usagers. Leur objectif final est d'assurer une cohabitation durable entre le trafic maritime et l'ensemble des cétacés et des tortues marines utilisant les eaux côtières réunionnaises.

L'efficacité des mesures qui pourraient être mises en place repose sur la compréhension et l'adhésion des usagers ainsi que sur l'existence d'un contrôle adapté. Les missions de surveillance sont limitées par les moyens disponibles, et peuvent parfois présenter des difficultés de mise en œuvre. Par exemple, le contrôle visuel de la vitesse en mer est caractérisable lorsque celle-ci est limitée à 5 Nd, mais plus complexe lorsque qu'elle est limitée à 10 Nd. L'utilisation de drone pourrait possiblement pallier à cela (e.g., Zhao et al. 2022). La bonne connaissance des réglementations sur le plan d'eau et

des impacts du trafic maritime sur la mégafaune marine semble également une limite à leur application optimale et représente donc un levier essentiel à renforcer, auprès de l'ensemble des usagers de la mer, professionnels et loisirs.

Notre évaluation s'appuie sur les données existantes du trafic généré par une partie des navires récréatifs côtiers. Il serait pertinent de compléter ce jeu de données en incluant d'autres types de navire également présents sur le plan d'eau et dont le nombre augmente, tels que les VNM, afin de caractériser le trafic qu'ils génèrent et les pressions associées. De plus, si cette étude intègre essentiellement une analyse des impacts liés au risque de collision, d'autres impacts sont également à considérer, notamment ceux liés au bruit sous-marin. Ainsi, les résultats de cette étude seront à mettre en parallèle de l'évaluation des niveaux de bruit généré par le trafic maritime en zone côtière, prévue dans le programme QWIO (Quiet Western Indian Ocean ; <https://programs.wcs.org/qwio>), afin d'avoir une image exhaustive des enjeux de conservation en lien avec le trafic maritime pour ces espèces.

Références citées – Partie 4

- Arrêté interministériel du 9/07/1999 fixant la liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département.
- Arrêté interministériel du 3/09/2020 fixant la liste des mammifères marins protégés sur le territoire national et les modalités de leur protection (portant modification de l'arrêté interministériel du 1/07/2011).
- Arrêté interministériel du 10/11/2022 fixant la liste des tortues marines protégées sur le territoire national et les modalités de leur protection (portant modification de l'arrêté interministériel du 14/10/2005).
- Arrêté préfectoral n°2008-1744 (15/07/2008) portant réglementation générale de la circulation des navires, des engins de plage et de sports nautiques dans les eaux maritimes de la Réunion.
- Arrêté préfectoral n°2010-748 (30/03/2010) modifiant l'arrêté préfectoral 1744 du 15/07/2008 portant réglementation générale de la circulation des navires, des engins de plage et de sports nautiques dans les eaux maritimes de la Réunion.
- Arrêté préfectoral n°2017-1911 (11/09/2017) modifiant l'arrêté préfectoral 1744 du 15/07/2008 portant réglementation générale de la circulation des navires, des engins de plage et de sports nautiques dans les eaux maritimes de la Réunion.
- Arrêté préfectoral n°2025-944 (04/06/2025) portant réglementation des activités nautiques à proximité des cétacés dans les eaux territoriales de La Réunion.
- Arrêté préfectoral n°2025-1098 (27/06/2025) portant réglementation des activités nautiques à proximité des cétacés dans les eaux territoriales de La Réunion.
- Blondin H, Garrison LP, Adams JD, Roberts JJ, Good CP, Gahm MP, Lisi NE, Patterson EM (2025) Vessel strike encounter risk model informs mortality risk for endangered North Atlantic right whales along the United States east coast. *Sci Rep* 15:736.
- Condet M & Dulau-Drouot V (2016) Habitat selection of two island-associated dolphin species from the south-west Indian Ocean. *Continental Shelf Research*, 125: 18-27.
- Conn PB, Silber GK (2013) Vessel speed restrictions reduce risk of collision-related mortality for North Atlantic right whales. *Ecosphere* 4:art43.
- Cottarel G, Dulau V, Mouysset L, Martin J, Philippe J-S (2018a) Plan Directeur de conservation en faveur des Baleines à bosse (*Megaptera novaeangliae*) de La Réunion (2018-2023). Ministère de la Transition écologique et solidaire, DEAL, GLOBICE, BIOTOPE.
- Cottarel G, Dulau V, Mouysset L, Martin J, Philippe J-S (2018b) Plan Directeur de conservation en faveur des populations de dauphins fréquentant les eaux côtières réunionnaises (2018-2023). Ministère de la Transition écologique et solidaire, DEAL, GLOBICE, BIOTOPE.
- DCSMM, 2008/56/CE du Parlement Européen et du Conseil du 17/06/2008 établissant un cadre d'action communautaire dans le domaine de la politique pour le milieu marin (directive-cadre « stratégie pour le milieu marin »).
- Décret n°2007-236 (21/02/2007) portant création de la réserve naturelle nationale marine de la Réunion.
- Dulau-Drouot V, Boucaud V, Rota B (2008) Cetacean diversity off La Réunion Island (France). *J Mar Biol Ass* 88:1263–1272.
- Garrison LP, Lisi NE, Gahm M, Patterson EM, Blondin H, Good CP (2025) The effects of vessel speed and size on the lethality of strikes of large whales in U.S. waters. *Front Mar Sci* 11.

- Hazel J, Lawler IR, Marsh H, Robson S (2007) Vessel speed increases collision risk for the green turtle *Chelonia mydas*. 10.
- Huntington HP, Bobbe S, Hartsig A, Knight EJ, Knizhnikov A, Moiseev A, Romanenko O, Smith MA, Sullender BK (2019) The role of areas to be avoided in the governance of shipping in the greater Bering Strait region. *Marine Policy* 110:103564.
- IUCN-France (2013) La Liste rouge des espèces menacées en France - Faune de La Réunion. IUCN-France, MNHN, SEOR, ARDA, Insectarium de La Réunion, GLOBICE, Kélonia, Paris, France.
- Kelley DE, Vlastic JP, Brilliant SW (2021) Assessing the lethality of ship strikes on whales using simple biophysical models. *Marine Mammal Science* 37:251–267.
- Laforge A, Jean C, Ciccione S, Dalleau M, Ballorain K (2026) Temporal patterns in space use by immature hawksbill turtles: insights from Fastloc-GPS tracking on Reunion Island. *Marine Ecology Progress Series* 776:1–16.
- NMFS (National Marine Fisheries Service). 2008. Final rule to implement speed restrictions to reduce the threat of ship collisions with North Atlantic right whales. U.S. Department of Commerce. *Federal Register* 73:60173–60191.
- Philippe J-S, Ciccione S, Bourjea J, Ballorain K, Marinesque S, Glénard Z (2014) Plan national d’actions en faveur des tortues marines des territoires français de l’océan Indien : La Réunion, Mayotte et îles Eparses (2015-2020). Volume 3 - Les tortues marines de La Réunion. Ministère de l’Écologie, du Développement durable et de l’Énergie, Direction de l’Environnement, de l’Aménagement et du Logement de La Réunion.
- Schoeman RP, Patterson-Abrolat C, Plön S (2020) A Global Review of Vessel Collisions With Marine Animals. *Front Mar Sci* 7:292.
- Silber G, Adams J, Bettridge S (2012) Vessel operator response to a voluntary measure for reducing collisions with whales. *Endang Species Res* 17:245–254.
- Silber GK, Adams JD, Fonnesebeck CJ (2014) Compliance with vessel speed restrictions to protect North Atlantic right whales. *PeerJ* 2:e399.
- Smith T, Findlay C, Rosa A, Wu P (2026) A comparative study of underwater radiated noise from electric and conventional boats. *The Journal of the Acoustical Society of America* 159:2388–2397.
- Van Waerebeek K, Baker AN, Félix F, Gedamke J, Iñiguez M, Sanino GP, Secchi E, Sutaria D, Van Helden A, Wang Y (2007) Vessel collisions with small cetaceans worldwide and with large whales in the Southern Hemisphere, an initial assessment. *Lat Am J Aquat Mamm* 6:43–69.
- Vanderlaan ASM, Taggart CT, Serdynska AR, Kenney RD, Brown MW (2008) Reducing the risk of lethal encounters: vessels and right whales in the Bay of Fundy and on the Scotian Shelf. *Endangered Species Research* 4:283–297.
- Winkler C, Panigada S, Murphy S, Ritter F (2020) Global Numbers of Ship Strikes: An Assessment of Collisions Between Vessels and Cetaceans Using Available Data in the IWC Ship Strike Database. Report to the International Whaling Commission, IWC/68B/SC HIM09. 33pp.
- Work PA, Sapp AL, Scott DW, Dodd MG (2010) Influence of small vessel operation and propulsion system on loggerhead sea turtle injuries. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 393:168–175.
- Zhao J, Chen Y, Zhou Z, Zhao J, Wang S, Chen X (2022) Extracting Vessel Speed Based on Machine Learning and Drone Images during Ship Traffic Flow Prediction. *Journal of Advanced Transportation* 2022:1–12.

Initiation du suivi du trafic maritime
dans les eaux de Mayotte



Table des matières – Partie 5

Introduction.....	90
1. Mise en place du protocole de suivi à Mayotte	91
2. Suivi des navires Mahorais	91
3. Distribution spatiale et caractérisation du trafic associé aux navires suivis	92
4. Menaces induites par le trafic maritime pour les cétacés	96
5. Bilan du premier suivi et recommandations pour un futur suivi	96
Conclusions.....	97
Références citées	99

Introduction

À Mayotte, le développement du tourisme, notamment par le biais des activités nautiques récréatives, est un axe essentiel du développement économique de l'île. L'activité d'observation des cétacés est une des activités touristiques les plus développées, et sa pratique soutenue notamment dans le Parc National Marin de Mayotte (PNMM) pourrait avoir des impacts sur les populations de cétacés (Plan de gestion du PNMM 2013, DSBMSOI 2019).

Pourtant, aucune connaissance n'existe à ce jour sur le trafic maritime généré par les navires opérant dans les eaux mahoraises du PNMM, ni sur son impact sur la mégafaune marine, en particulier les cétacés.

Les données AIS (Système d'Identification Automatique des navires) sont généralement utilisées par les scientifiques pour analyser différents aspects du trafic maritime (Shelmerdine 2015, Svanberg et al. 2019, Svanberg et al. 2019). L'AIS est imposé à certains navires par la convention Solas (Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer, 1974 ; United Nations 1974), destinée à la sécurité et à la surveillance du trafic maritime. Le système d'information opérationnel de contrôle et de suivi en temps réel du trafic maritime français (SPATIONAV) associé au réseau européen SafeSeaNet développé en 2001 repose sur l'AIS. Ce système, installé à bord de certains navires, enregistre en continu leurs positions géographiques. Celles-ci sont alors relayées par le biais d'un réseau de récepteurs à terre et en mer. Les navires concernés par cette disposition sont des navires dits de grande capacité, c'est-à-dire, tous les navires commerciaux à passagers et les navires de charge (navires de commerce transportant des marchandises) d'une jauge brute égale ou supérieure à 300 tonnes, et à 500 tonnes pour les navires réservés au cabotage national. Les navires de plaisance ne sont pas contraints par cette mesure, mais disposent bien souvent de l'AIS à des fins de sécurité lors de leurs voyages. En Europe, cette disposition est imposée depuis 2002 (Directive 2002/59/EC) et depuis 2009 pour les navires de pêche d'une longueur égale ou supérieure à 15m (Directive 2009/17/EC).

Une grande partie des navires opérant dans les eaux mahoraises sont des petits navires (<15m de longueur). De fait, la législation en vigueur ne leur impose pas d'être équipé du système AIS. Par conséquent, il n'est pas possible de suivre le trafic associé à ces navires par cette méthode.

L'objectif de ce travail a été de mettre en place une étude pilote du suivi des navires pratiquant l'observation des cétacés à Mayotte qui s'affranchit des données AIS.

1. Mise en place du protocole de suivi à Mayotte

Une méthode de suivi des navires s'affranchissant des données AIS a été développée à La Réunion dans le projet SCAN'R mis en œuvre par GLOBICE (projet LIFE4BEST 2021-2022 ; Plot 2022), et se base sur un suivi participatif utilisant des GPS.

Le protocole développé lors de ce projet a été testé à Mayotte afin de suivre les navires pratiquant l'observation des cétacés. Pour ce faire, une équipe dédiée, constituée de salariés et de membres bénévoles de l'association Ceta'Maore a été formée (**Fig. 5.1.**). En parallèle, les opérateurs pratiquant l'observation des cétacés à Mayotte ont été informés de la mise en place de cette étude pilote, et il leur a été proposé de participer. Une équipe d'opérateurs bénévoles a ainsi été constituée.

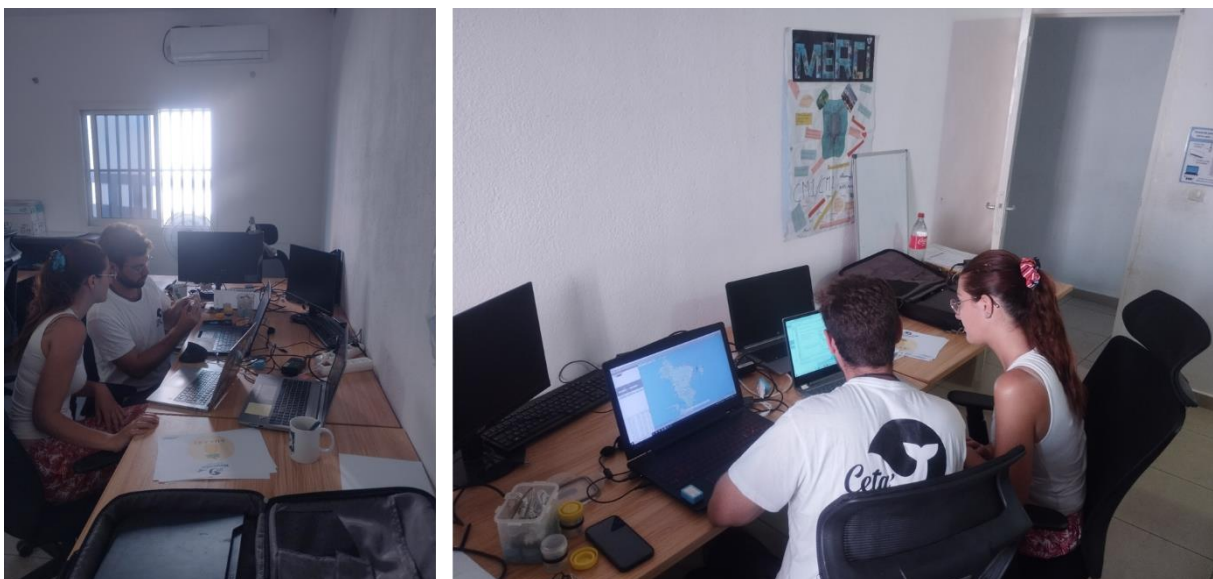


Fig. 5.1. Session de formation au suivi du trafic des navires avec le chargé de missions de Ceta'Maore et une bénévole.

2. Suivi des navires Mahorais

Le suivi participatif par GPS a été mis en place sur un échantillon de navires pratiquant l'observation des cétacés. Cette étude pilote ayant pour objectif de tester la faisabilité du suivi à Mayotte, 5 navires ont été équipés de GPS (**Fig. 5.2.**). Ils réalisaient leurs sorties à partir du port de Dzaoudzi et/ou de Mamoudzou au Nord-Ouest de l'île. Le déploiement de GPS a été possible grâce à la participation volontaire des opérateurs professionnels suivant : Lagon Aventure, CetaMayotte, Mayotte Explo et Mayotte Découverte. Un test sur un navire a été effectué pendant la mission de formation menée en Août 2025. Puis les déploiements de GPS ont été réalisés sur les 5 navires bénévoles du 4/09/2025 au 12/11/2025.

Les déplacements des navires ont été suivis sur 231 j au total, soit $46,2 \text{ j} \pm 6,2 \text{ j}$ (voir **Table 5.1.**).

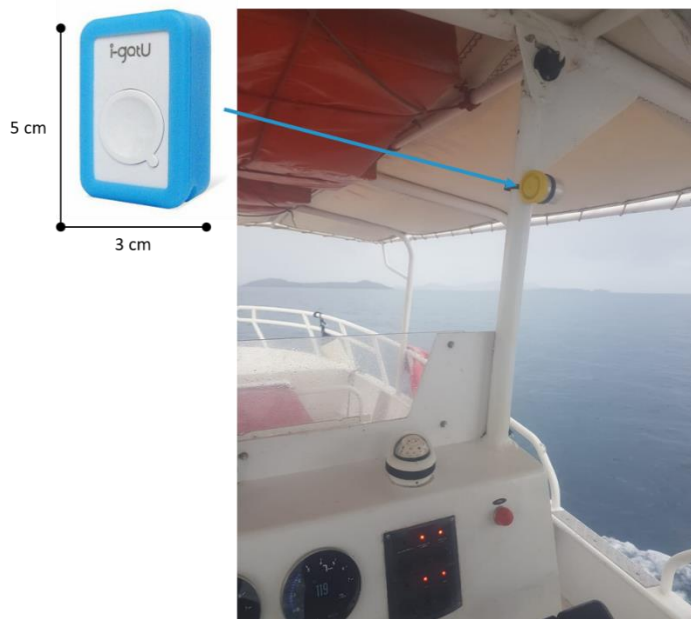


Fig. 5.2. Déploiement des GPS sur les navires pratiquant l'observation des cétacés à Mayotte. A gauche, unité GPS (I Got U, modèle GT-120) utilisée pour le suivi des navires ; A droite, un exemple de fixation du GPS sur un navire participant.

Code navire	Date de 1 ^{er} déploiement	Date de dernière récupération	Durée du suivi (j)
WW_1	27/08/2025	09/11/2025	56
WW_3	04/09/2025	09/11/2025	43
WW_4	04/09/2025	12/11/2025	40
WW_6	11/09/2025	09/11/2025	48
WW_8	05/09/2025	09/11/2025	44

Table 5.1. Informations sur les navires suivis par GPS

Le premier suivi des navires pratiquant l'observation des cétacés à Mayotte a été un succès. La mobilisation du chargé de missions scientifiques de Ceta'Maore et de son équipe de bénévoles a permis de recueillir un jeu de données satisfaisant sur la période de déploiement. Bien que limitée à un petit nombre de navires et à une courte période de suivi, les données ont été analysées pour avoir un premier aperçu du trafic maritime généré par l'activité d'observation des cétacés à Mayotte.

3. Distribution spatiale et caractérisation du trafic associé aux navires suivis

Les données brutes collectées par les GPS ont été pré-traitées de sorte que les positions à terre soient supprimées. La vitesse entre chaque position GPS successives a été calculée. Les positions associées à une vitesse aberrante (*i.e.*, vitesses > 35 Nd, MMO 2013) ont été supprimées. De plus, comme nous nous intéressons au trafic maritime, donc au navires en mouvement, seules les positions associées à des vitesses > 1 Nd ont été considérées (Plot et al. 2025). Ainsi, le jeu de données du suivi des navires est constitué de 18574 positions GPS.

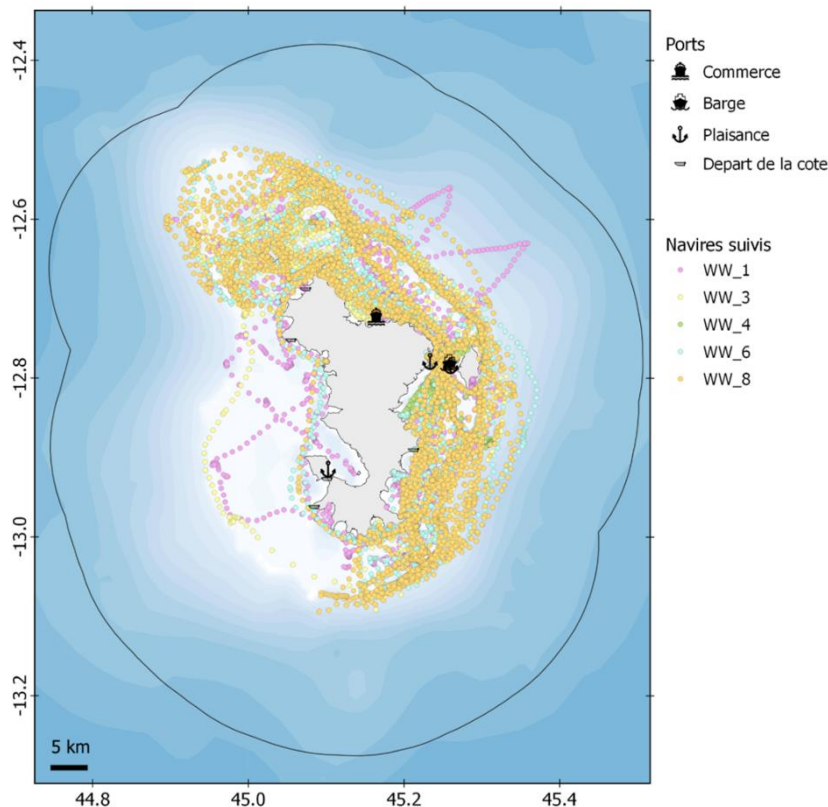


Fig. 5.3. Suivi des navires dans les eaux de Mayotte. Les localisations collectées par les GPS lors de l'ensemble des déploiements sont représentées par les points (une couleur par navire). La ligne noire délimite les eaux territoriales de Mayotte (source : SHOM, 2022). La bathymétrie est représentée par un dégradé de bleus (profondeurs plus faibles vers le bleu clair ; source GEBCO 2014).

Au total les 5 navires suivis ont parcouru 16379 km. Leurs déplacements se distribuent essentiellement du Nord-Ouest au Sud-Est de Mayotte, la partie Ouest du lagon étant beaucoup moins fréquentée (**Fig. 5.3.**). Les navires ont opéré jusqu'à 13 MN de la côte (dans la région Nord-Ouest). La vitesse moyenne pratiquée par l'ensemble des navires était de $12,2 \pm 7,7$ Nd. Selon les navires, la vitesse moyenne allait de $10,1 \pm 7,0$ Nd à $13,8 \pm 7,6$ Nd, avec des vitesses maximales enregistrées variant entre 23,6 Nd et 33,3 Nd.

Les données GPS ont été traitées et cartographiées dans une grille de cellules carrées d'une résolution de 5×5 km couvrant les eaux territoriales de Mayotte (d'après les délimitations maritimes du SHOM de 2022), soit une grille de 418 cellules. Cette grille a été créée en se basant sur la grille habituellement utilisée par les acteurs scientifiques locaux (Ceta'Maore, PNMM) et recouvrant l'ensemble de la Zone Exclusive Economique (ZEE) de Mayotte, constituée de 5372 cellules. Chaque cellule de la grille a été associée à un identifiant unique, permettant ainsi de relier différents types d'informations à chaque cellule. Un identifiant (de 1 à 418) a été généré pour la grille utilisée pour cette étude. L'identifiant de la grille couvrant la ZEE a également été conservé de sorte que les deux grilles soient utilisables de manière interchangeable au besoin.

Le trafic maritime induit par les navires suivis a été caractérisé en suivant la méthode de Plot et al. 2025. Brièvement, les données GPS ont été importées sous forme de couche de type 'point' dans le logiciel QGIS (v.3.12.3) et utilisées pour établir les trajets quotidiens de chaque navire (à l'aide de l'outil « points to line ») créant une couche de type 'ligne' (**Fig. 5.4. A,C**). A partir des données GPS intégrées à la grille, deux indices ont été calculés: i) la vitesse moyenne enregistrée par cellule (en Nd ; **Fig.5.4. B**); et ii) la distance totale parcourue par cellule (en km), représentative de la densité des navires (**Fig. 5.4. D**). Partant du principe qu'une cellule présentant une densité de navires élevée et une vitesse moyenne élevée est soumise à des pressions plus importantes et à davantage de menaces, un indice de pressions du trafic maritime a été calculé. Les pressions exercées par les navires, P, ont d'abord été calculées en multipliant la distance totale parcourue par la vitesse moyenne enregistrée pour chaque cellule de la grille ; puis un indice de pressions, IP, a été calculé en normalisant les résultats P obtenus sur une échelle allant de 0 à 1, comme suit : $IP = [\text{Log}(P + 1) - \text{Log}(P_{\min} + 1)] / [\text{Log}(P_{\max} + 1) - \text{Log}(P_{\min} + 1)]$, où P_{\min} et P_{\max} sont respectivement les valeurs minimale et maximale de P sur la grille.

Dans certaines cellules, la vitesse n'était pas disponible car aucune position de navire n'a été enregistrée, même si un navire a transité par ces cellules. Par conséquent, pour ces cellules, l'indice IP n'a pas pu être calculé.

Sur la période de suivi, les navires étaient distribués sur 107 cellules (soit 25,6 % de la grille). Globalement, entre les ports de Dzaoudzi et de Mamoudzou, les vitesses moyennes par cellule variaient entre 5 et 10 Nd **Fig. 5.4. B**. Des vitesses moyennes > 10 Nd sont distribuées dans les cellules contigües à la côte autour de l'île et dans le lagon **Fig. 5.4. B**. Des vitesses moyennes supérieures à 15 Nd sont observées dans les cellules au niveau de Sada, Bouéni, dans la baie de Kani-Kéli, au Sud-Ouest de Mbouzi, au niveau du port de commerce de Longoni et dans la partie Nord-Ouest du lagon **Fig. 5.4. B**. Les cellules présentant les plus importantes distances parcourues (> 400 km parcourues par cellule) sont distribuées le long de la côte Est, du Sud de l'île jusqu'à l'îlot de M'Tsamboro au Nord-Ouest, jusqu'à 6 MN **Fig. 5.4. D**. Des distances parcourues >1000 km ont été observées dans les deux cellules entre Dzaoudzi et Mamoudzou (1298 km et 2027 km respectivement ; **Fig. 5.4. D**).

L'indice de pressions associées au trafic est illustré **Fig. 5.5**. Si l'on considère les cellules présentant des pressions associées au trafic (cellules avec $IP > 0$; $N = 107$ cellules), alors l'IP moyen était de $0,62 \pm 0,02$. 41 cellules présentaient des valeurs fortes d'IP (*i.e.*, > 0,7), soit 38% des cellules présentant des pressions. Ces cellules, correspondant à des zones de fortes pressions induites par les navires, sont distribuées dans les eaux côtières (jusqu'à 6 MN) de l'Est de l'île, allant du Nord-Ouest au Sud-Est, et représentent une surface de 1025 km² des eaux mahoraises.

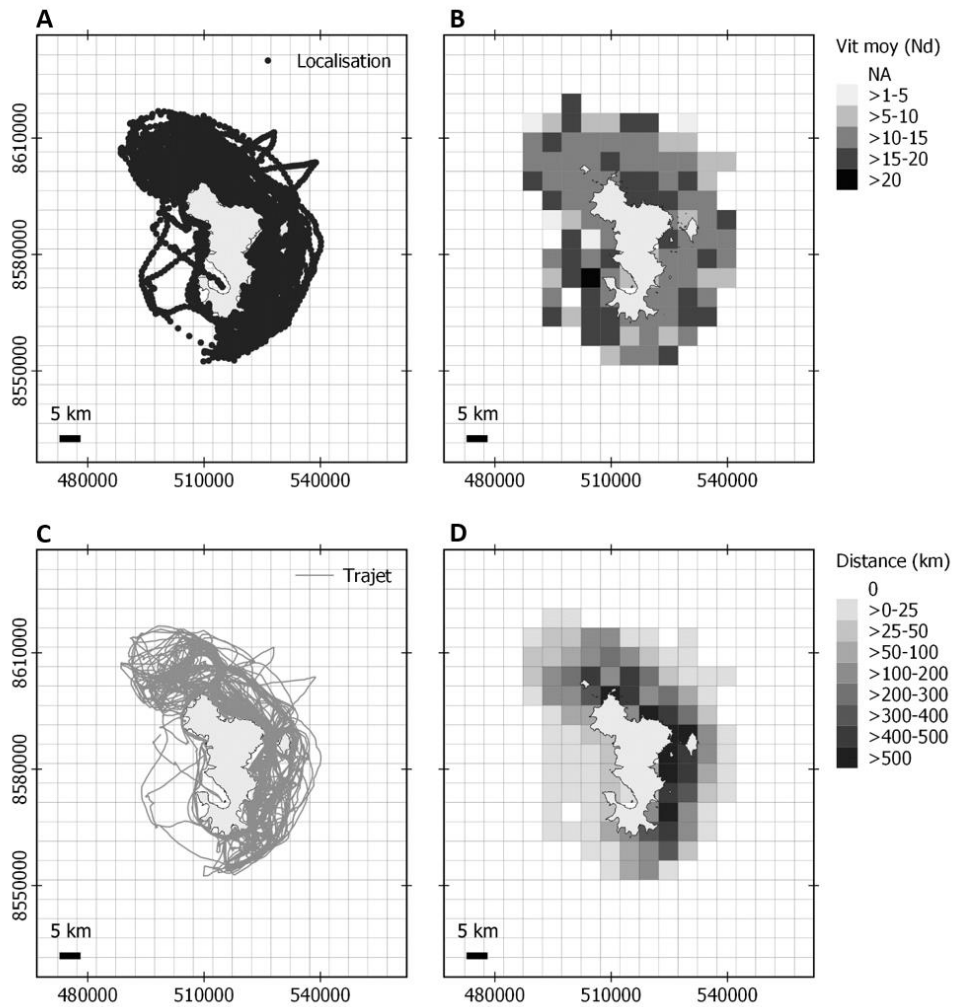


Fig. 5.4. Distribution spatiale des paramètres associés au trafic maritime généré par les navires suivis par GPS sur l'étendue des eaux territoriales de Mayotte. A) Localisations des navires enregistrées lors de leur suivi ; B) Vitesse moyenne (Nd) par cellule de 5km x 5 km ; C) Trajets réalisés par les navires lors de leur suivi ; D) Distance totale parcourue (km) par cellule de 5km x 5 km.

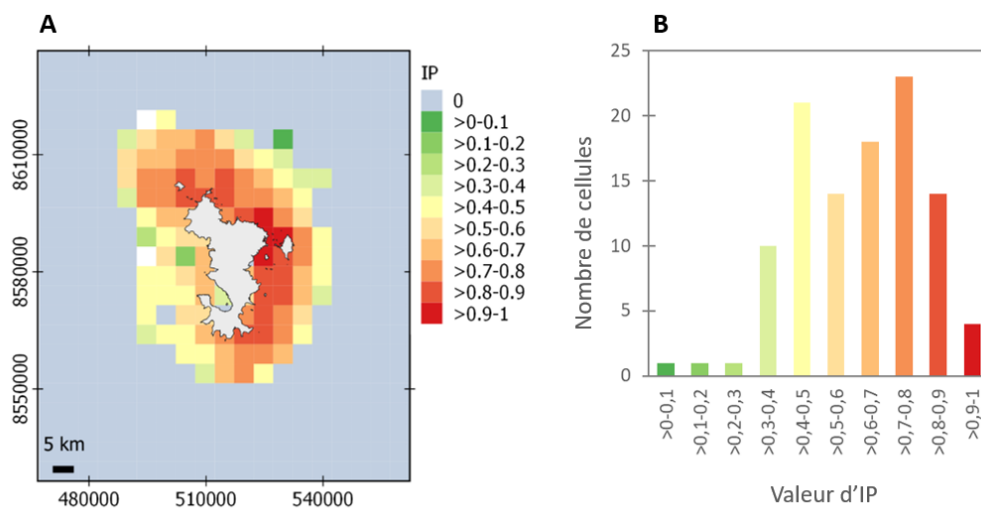


Fig. 5.5. Indice de pressions (IP) associées au trafic maritime des navires suivis par GPS. A) Distribution spatiale de l'IP par cellule de 5 km x 5 km sur l'étendue des eaux territoriales de Mayotte. Les cellules blanches sont des cellules pour lesquelles l'IP n'a pas pu être calculé (voir Section 3) ; B) Répartition des valeurs d'IP (>0) par cellule sur l'ensemble de la grille.

4. Menaces induites par le trafic maritime pour les cétacés

Le niveau de menaces induites par le trafic maritime auquel les cétacés peuvent être exposés dépend principalement du niveau de pressions générées par les navires et de la densité des cétacés. Suivant la méthodologie de Plot et al. 2025, l'indice d'exposition aux menaces est calculé en multipliant l'indice de pressions IP et l'abondance relative des cétacés (*i.e.*, un indice de densité des cétacés, correspondant au nombre d'individus observés par km parcouru). L'abondance relative est calculée à partir de données d'observation (suivi de la présence des cétacés, le plus souvent par bateau). Afin d'avoir une représentation robuste de la distribution spatiale des cétacés, des données d'observation collectées selon un protocole standardisé et mené selon un effort de prospection important et/ou sur plusieurs années sont nécessaires. Or, le suivi standardisé des cétacés dans les eaux mahoraises est réalisé par l'association Ceta'Maore (programme Wujua) depuis deux ans et demi seulement, comptabilisant un total de 245 observations toutes espèces confondues (12 espèces au total ; Lorieux & Toussaint, 2025). En conséquence, le croisement de ces données avec celles sur le trafic maritime, acquis dans le présent travail, ne permettra pas d'évaluation des menaces du trafic auxquelles sont exposés les cétacés, et donc l'identification de zones à enjeux pour ces espèces.

5. Bilan du premier suivi et recommandations pour un futur suivi

L'équipe de Céta'Maore a bien pris en main le protocole du suivi participatif des navires par GPS, et s'est bien organisée afin que les déploiements soient réalisés en quasi continu sur 69 jours, permettant de récolter un premier jeu de données intéressant.

Dans le but d'améliorer un futur suivi, quelques remarques sont ici partagées :

L'établissement d'un fichier de metadata rigoureux est très important pour suivre le déploiement des GPS et la correspondance entre les déploiements et les fichiers de données brutes, d'autant plus lorsque le suivi repose sur un grand nombre de GPS, est réalisé sur une longue période et que les GPS sont déployés par plusieurs personnes. Toute incohérence entre le fichier metadata et les fichiers de données brutes associés doivent être identifiées et corrigées le plus tôt possible. Le formatage des données brutes doit également être réalisé de manière rigoureuse, afin d'éviter certains bugs lors du pré-traitement des données brutes, et le ralentir.

D'autre part, les données de localisation sont collectées selon une programmation automatique des GPS afin que l'acquisition des données se fasse sans l'intervention des opérateurs (pas de bouton ON/OFF à actionner). Cette programmation permet d'imposer une plage horaire au cours de laquelle les GPS acquièrent les localisations. Le créneau de 7:30 à 16:30 a été choisi quotidiennement de sorte que l'ensemble des sorties qui pouvaient être réalisées par les opérateurs soit suivi. Lors de l'analyse des données, il a été remarqué que les horaires programmés étaient variables sur certains GPS, avec

parfois des enregistrements en continu sur 24h. En plus du fait que des données ont été enregistrées lorsque les navires ne sortent pas, la batterie a été sollicitée de manière inutile. Les étapes de programmation sont simples, mais doivent être réalisées dans un endroit et un moment dédié.

De manière générale, dans la mesure du possible, la programmation, le téléchargement des données brutes et le formatage des données brutes doivent être réalisés par la même personne, afin de s'assurer d'une constance et d'une rigueur dans les différentes étapes de l'utilisation des GPS.

Enfin, le traitement des données a relevé que certains navires ont pratiqué une activité de transport de passagers (*i.e.*, navette entre Dzaoudzi et Mamoudzou) en plus de l'activité d'observation des cétacés. En terme d'analyse du trafic maritime, il est essentiel de pouvoir distinguer les différentes activités. Aussi, si un futur suivi des navires de Mayotte devait être réalisé, il est recommandé de demander à la fin de chaque déploiement si l'opérateur a pratiqué plusieurs activités avec le même navire sur la durée du déploiement, et si oui quel(s) jour(s). Ainsi une distinction des activités pourra être réalisée *a posteriori* pendant le traitement des données.

Conclusions

Cette étude pilote constitue une première étape essentielle pour la compréhension du trafic maritime associé à l'observation des cétacés dans les eaux mahoraises et au sein du Parc Naturel Marin de Mayotte. Le suivi participatif par GPS développé à La Réunion a démontré sa faisabilité technique et opérationnelle à Mayotte. La forte mobilisation de l'association Ceta'Maore, de ses bénévoles et des opérateurs professionnels a permis de collecter un jeu de données inédit, apportant un premier éclairage sur la distribution spatiale du trafic lié à cette activité touristique en plein essor.

Malgré un nombre limité de navires suivis et une période d'acquisition relativement courte, les résultats mettent en évidence une concentration marquée du trafic dans les eaux côtières, en particulier sur la façade Est de l'île, ainsi que des zones présentant des vitesses et un indice de pressions élevé. Ces secteurs pourraient correspondre à des espaces potentiellement sensibles pour les cétacés. Toutefois, le suivi standardisé des cétacés à Mayotte étant très récent, la distribution de ces espèces (au moins les plus communes) ne permet pas encore d'évaluer leur exposition réelle au trafic maritime. Ce constat encourage l'association Ceta'Maore à poursuivre ses suivis standardisés des cétacés, en parallèle d'une reconduction du suivi GPS à un plus grand nombre de navires, sur des périodes plus longues. Ce travail pourra être réalisé lors du projet *Voumoja Baharini* (financé par le programme BESTLIFE 2030) qui sera bientôt mis en œuvre par Ceta'Maore.

Les enseignements méthodologiques tirés de ce premier déploiement offrent des pistes concrètes d'amélioration pour de futurs suivis. À terme, la pérennisation et l'extension de ce dispositif pourraient

constituer un outil clé d'aide à la gestion, permettant de concilier le développement économique du tourisme nautique et la conservation des cétacés dans les eaux mahoraises, dans une logique de gestion durable et concertée du territoire marin.

Références citées – Partie 5

- Directive 2002/59/EC (2002) relative à la mise en place d'un système communautaire de suivi du trafic des navires et d'information, et abrogeant la directive 93/75/CEE du Conseil
- Directive 2009/17/EC (2009) modifiant la directive 2002/59/CE relative à la mise en place d'un système communautaire de suivi du trafic des navires et d'information
- DSBMSOI (2019) Document stratégique de bassin maritime Sud océan Indien. Conseil maritime ultramarin du bassin Sud océan Indien.
- Lorieux D, Toussaint M (2025) : WUJUA 2 - Bilan 2024/2025. Rapport Ceta'Maore, 40 p.
- MMO (2013) Spatial trends in shipping activity (AIS derived shipping activity – data standards). Marine Management Organisation Project No: 1042.
- Plan de gestion du Parc National Marin de Mayotte (2013)
- Plot V (2022) Rapport_LIFE4BEST_2020-IO-24_Action_1_VF. GLOBICE Réunion.
- Plot V, Estrade V, Martin J, Rostaing T, Collins T, Dulau V (2025) Assessing marine traffic and related pressures and threats to cetacean populations to support vessel management in the Mascarene Important Marine Mammal Area. Marine Policy 176:106632.
- Shelmerdine RL (2015) Teasing out the detail: How our understanding of marine AIS data can better inform industries, developments, and planning. Marine Policy 54:17–25.
- Svanberg M, Santén V, Hörteborn A, Holm H, Finnsgård C (2019) AIS in maritime research. Marine Policy 106:103520.
- United Nations (1974) International Convention for the Safety of Life at Sea.

Annexe 1

Questionnaire proposé aux usagers de la mer dans le cadre de l'enquête menée pour le projet COHAB (voir **Partie 3** pour les résultats).

Projet COHAB – Enquête Trafic maritime, cétacés et tortues marines

Points importants

AVANT de faire le questionnaire, S'ASSURER que la personne que l'on va interroger pratique au moins une activité qui nécessite une embarcation*. C'est de cette (ces) activité(s) dont il sera question dans le questionnaire.

* Le terme « **embarcation** » est un terme générique définissant tout engin naviguant utilisé pour pratiquer l' (les) usage(s) en mer.

Deux cartes (cartes #1 et #2) sont fournies à part de ce formulaire, pour aider aux questions 4 et 5.1.

Une **affiche** est également fournie, de sorte que si les personnes rencontrées n'ont pas le temps, elles peuvent scanner le **QR-code** présent sur l'affiche et répondre plus tard au questionnaire.

Partie 1 – Vos usages en mer

1. Quelle(s) activité(s) qui nécessite(nt) une embarcation pratiquez-vous ?

1.1. Si vous en pratiquez plusieurs, laquelle est votre activité principale ? -----

1.2. Pratiquez-vous votre activité principale : Professionnellement En loisirs

2. En général, quand pratiquez-vous votre activité principale ? Plusieurs choix possibles

- Toute l'année
- En hiver (Mai à Octobre)
- En été (Novembre à Avril)
- Les week-end
- Pendant les vacances scolaires

2.1. A quel moment de la journée pratiquez-vous votre activité principale ? Plusieurs choix possibles

- Avant le lever du soleil
- La matinée (avant 12h)
- L'après-midi (après 12h)
- Après le coucher du soleil
- Toute la journée
- Pas de préférence

2.2. A quelle fréquence pratiquez-vous votre activité principale ?

- 1 fois par an

- 2 à 5 fois par an
- 1 fois par mois
- 1 fois par semaine
- Tous les jours ou dès que les conditions le permettent

3. En général, à partir de quel port sortez-vous en mer ?

3.1. Vous arrive-t-il de sortir en mer à partir d'un autre port ?

- Oui
- Non

> Si « Oui », lequel : -----

4. En général, dans quelle zone géographique pratiquez-vous votre activité principale ?

Si besoin, utiliser la [carte # 1](#) pour montrer au questionnaire les différentes zones géographiques

- Quart Nord-Est (N-E)
- Quart Nord-Ouest (N-O)
- Quart Sud-Ouest (S-O)
- Quart Sud-Est (S-E)

4.1. En général, où pratiquez-vous votre activité principale par rapport à la distance depuis la côte ? **Si besoin, utiliser la [carte # 1](#) pour montrer au questionnaire les différentes distances à la côte**

- Jusqu'à 300 m
- Jusqu'à 1 Miles Nautiques (MN)
- Jusqu'à 3 MN
- Jusqu'à 6 MN
- Jusqu'à 12 MN
- Au-delà de 12 MN
- Je ne sais pas

5. Pratiquez-vous votre activité principale dans la Réserve Naturelle Marine de La Réunion (RNMR)

- Oui
- Non
- Je ne sais pas
- Je ne connais pas la RNMR → [Allez à la Question 6](#)

5.1. Si vous pratiquez votre activité principale au sein de la RNMR, en général, dans quelle(s) zone(s) pratiquez-vous votre activité principale ?

Si besoin, utiliser la [carte #2](#) pour que le questionnaire repère les zones de la RNMR.

- Zone(s) utilisées ([numéro\(s\) sur la carte](#)) :
- Je ne sais pas

5.2. A votre avis, par rapport au reste du plan d'eau, quelle part de votre activité principale vous pratiquez dans la RNMR ?

- <10 %
- 25 %
- 50 %
- 75 %
- 100 %
- Je ne sais pas

Partie 2. L'embarcation utilisée pour pratiquer votre activité principale

6. Possédez-vous votre propre embarcation ?

- Oui → [Passez directement à la Question 7](#)
- Non

6.1. Si vous ne possédez pas votre propre embarcation :

- L'embarcation que vous utilisez est celle de votre employeur

- Vous utilisez l'embarcation de la structure avec laquelle vous pratiquez votre activité principale (prestataire, association, fédération)
- Vous louez une embarcation pour pratiquer votre activité principale
- Vous empruntez l'embarcation d'un ami ou de la famille pour pratiquer votre activité principale

7. L'embarcation utilisée pour votre activité principale est-elle ?

- Une embarcation à voile Une embarcation à moteur Un jet ski Autre : _____

7.1. Quelle est la taille de l'embarcation ?

- Moins de 6 m Entre 6 et 12 m Supérieure à 12 m Je ne sais pas

7.2. Combien de moteur(s) possède l'embarcation ?

- 0 1 2 Plus de 2 Je ne sais pas

7.3. Si l'embarcation a au moins 1 moteur, de quel type est-il ? **Plusieurs choix possibles**

- Hors-bord In-bord
 A hélice A hydrojet (waterjet)
 Essence Diesel Hybride Electrique
 Je ne sais pas

7.4. Quelle est la puissance du ou des moteur(s) ?

- _____ Je ne sais pas

8. Est-ce qu'un outil d'aide à la navigation (ex. carte maritime, GPS, radar, speedomètre) est utilisé sur l'embarcation de votre activité principale ?

- Oui
 Non Je ne sais pas [→ Passez directement à la Question 9](#)

8.1. Quel(s) outil(s) d'aide à la navigation est (sont) utilisé(s) ? _____

9. En général, quelle est votre vitesse de croisière ?

- < 2 Nœuds (< 3,7 km/h)
 2-5 Nœuds (3,7-9,3 km/h)
 5-10 Nœuds (9,3-18,5 km/h)
 10-15 Nœuds (18,5-27,8 km/h)
 15-30 Nœuds (27,8-55,6 km/h)
 > 30 Nœuds (> 55,6 km/h)
 Je ne sais pas

Partie 3 – Cétacés *, tortues marines et trafic maritime

* Le terme « cétacés » désigne les dauphins et les baleines

Les questions suivantes peuvent concerner l'ensemble des activités pratiquées depuis une embarcation

10. Parmi les animaux suivant, lequel (ou lesquels) avez-vous déjà vu lors de vos sorties en mer ?
Plusieurs choix possibles

- Dauphin Baleine Autre cétacé : _____
 Tortue marine
 Je ne suis pas sûr(e)
 Aucun

> Si « Je ne suis pas sûr(e) ou « Aucun » → Allez directement à la Question 11

> 10.1. A quelle fréquence observez-vous ces animaux quand vous êtes en mer ? (1 choix par animal)

	Dauphin	Baleine à bosse (en saison)	Tortue marine
A chaque sortie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1 sortie sur 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1 sortie sur 4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1 sortie sur 10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Je ne sais pas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jamais vu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

> 10.2. Où les avez-vous vu ? Plusieurs choix possibles

	Dauphin	Baleine à bosse (en saison)	Tortue marine
Près de la côte (max. 1 MN)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dans l'espace côtier (max. 6 MN)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sur le « sec » de St Paul/St Gilles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Au large (au-delà de 6 MN)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dans la Réserve Naturelle Marine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Je ne sais pas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jamais vu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11. Modifiez-vous votre comportement et/ou votre navigation quand vous voyez un cétacé (dauphin, baleine) ?

- Oui, tout le temps Oui, mais parfois trop tard
 Non Je ne sais pas Je ne navigue pas moi-même

> Si « Oui », comment ? _____

11.1. Modifiez-vous votre comportement et/ou votre navigation quand vous voyez une tortue marine ?

- Oui, tout le temps Oui, mais parfois trop tard
 Non Je ne sais pas Je ne navigue pas moi-même

> Si « Oui », comment ? _____

12. Lorsqu'ils sont en surface, les dauphins, les baleines et les tortues marines sont directement exposés au trafic généré par les embarcations (le trafic maritime). A votre avis, pourquoi ont-ils besoin de passer du temps en surface ? Plusieurs choix possibles

- (a) Pour respirer
 (b) Pour se reposer
 (c) Pour se montrer
 (d) Pour observer ce qu'il se passe au-dessus de l'eau
 (e) Pour se réchauffer au soleil
 (f) Je ne sais pas

13. A votre avis, quel(s) impact(s) peut avoir le trafic maritime sur les cétacés et les tortues marines ? Plusieurs choix possibles

- (a) Aucun impact n'a été démontré
 (b) Habituation de l'animal à la présence des embarcations
 (c) Désorientation de l'animal
 (d) Recherche de contact de l'animal avec l'embarcations
 (e) Tentative d'évitement de l'embarcation par l'animal (ex. changement de direction, de vitesse, fuite)
 (f) Perturbation des communications entre les animaux
 (g) Perturbation des activités vitales des animaux (ex. alimentation, repos, reproduction, soin du jeune)
 (h) Maladie causée par la pollution chimique
 (i) Blessure de l'animal suite à une collision
 (j) Mort de l'animal suite à une collision
 (k) Déplacement d'une population vers une zone plus calme
 (l) Déclin d'une population
 (m) Je ne sais pas

14. A votre avis, quel(s) facteur(s) peu(ven)t augmenter ces impacts ? Plusieurs choix possibles

- (a) Aucun facteur n'augmente ces impacts
 (b) La longueur de l'embarcation
 (c) Le tirant d'eau de l'embarcation (hauteur de la partie immergée de l'embarcation)
 (d) Le type et la puissance du moteur
 (e) La vitesse de l'embarcation
 (f) Le temps de présence quotidienne des embarcations sur le plan d'eau
 (g) Le nombre d'embarcations sur le plan d'eau
 (h) Je ne sais pas

15. Pensez-vous que le trafic maritime peut représenter une menace pour les cétacés et les tortues marines à La Réunion ?

- Oui
- Pas spécialement
- Non

Partie 4 – Les réglementations sur le plan d’eau

Les questions suivantes sont générales, et peuvent concerner tout usage en mer.

16. Connaissez-vous des réglementations de navigation ou des usages en mer applicables à La Réunion ?

- Oui
- Non
- Je ne suis pas sûr(e)

> Si « Oui », ou « Je ne suis pas sûr(e) », pouvez-vous citer un exemple ? _____

17. La vitesse est limitée à 5 nœuds jusqu'à 300 mètres à partir du rivage ou de la barrière corallienne (quand celle-ci est présente). Appliquez-vous cette réglementation lorsque vous naviguez ?

- Oui
- Non
- Je ne suis pas sûr(e)
- Je ne navigue pas moi-même

> Si « Oui », appliquez-vous cette réglementation : Tout le temps Autre : _____

18. Une Réserve Naturelle Marine est présente à La Réunion (la RNMR). Connaissez-vous son périmètre (ses limites géographiques) ?

- Oui
- Non
- Je ne suis pas sûr(e)

> Si « Oui », ou « Je ne suis pas sûr(e) », pouvez-vous indiquer le périmètre ? _____

18.1. Connaissez-vous les réglementations applicables dans le périmètre de la RNMR ?

- Oui, toutes
- Oui, certaines
- Non
- Je ne suis pas sûr(e)

> Si « Oui », ou « Je ne suis pas sûr(e) », pouvez-vous citer un exemple ? _____

19. Connaissez-vous des réglementations applicables à La Réunion qui servent à protéger les cétacés ou les tortues marines?

- Oui
- Non
- Je ne suis pas sûr(e)

> Si « Oui », ou « Je ne suis pas sûr(e) », pouvez-vous citer un exemple ? _____

20. En général, pensez-vous que les réglementations existantes concernant la navigation et les usages en mer à La Réunion sont utiles ?

- Oui Non Je ne suis pas sûr(e)

20.1. En général, pensez-vous que les réglementations existantes concernant la navigation et les usages en mer à La Réunion sont adaptées ?

- Oui Non Je ne suis pas sûr(e)

20.2. Souhaitez-vous préciser pourquoi ? _____

21. Selon vous, l'existence de ces réglementations est-elle suffisamment portée à la connaissance des usagers de la mer ?

- Oui Non Je ne suis pas sûr(e)

22. Par quel(s) moyen(s) pensez-vous que ces réglementations seraient le mieux portées à la connaissance des usagers de la mer ? Plusieurs choix possibles

- a) Un panneau/une affiche à la capitainerie et/ou à une autre localisation aux ports
 (b) Un flyer/ livret disponible à la capitainerie et/ou à une autre localisation aux ports
 (c) Sur le site internet des services de l'Etat en mer (ex. DMSOI, CROSS,...)
 (d) Sur le site internet de la régie des ports (ex. TCO,...)
 (e) Un message radio VHF (ex. canal 74)
 (f) Une application pour smartphone et tablette
 Autre(s) : _____

> Si vous avez plusieurs choix, lequel a votre préférence ? _____

23. Seriez-vous prêt à modifier votre pratique de navigation pour réduire les impacts du trafic maritime sur les cétacés et les tortues marines ?

- Oui Non Je ne suis pas sûr(e) Je ne navigue pas moi-même

> Si « Non » ou « Je ne suis pas sûr(e) », quel(s) serai(en)t le(s) point(s) de blocage ? _____

24. Quels types de changements seriez-vous prêt à faire et/ou que vous trouvez adaptés pour réduire les impacts du trafic maritime sur les cétacés et les tortues marines? Plusieurs choix possibles

- (a) Limiter (réduire) la vitesse de navigation dans certaines zones
 (b) Modifier la trajectoire du bateau pour éviter certaines zones
 (c) Avoir une vigie (personne à l'avant du bateau) pour surveiller la présence de cétacé ou de tortue marine
 (d) Utiliser une application cartographique d'aide à la navigation et/ou pour mesurer la vitesse
 (e) Installer un nouvel équipement (par ex : un speedomètre, un système de protection d'hélice)
 (f) Limiter (réduire) le nombre de bateaux sur le plan d'eau

- (g) Augmenter les missions de surveillance du respect des réglementations
- (h) Aucun
- Autre(s) : _____

> Si vous avez plusieurs choix, lequel a votre préférence ? _____

25. Il est reconnu qu'en dessous de 10 Nœuds, les risques de mortalité en cas de collision sont réduits (notamment pour les cétacés).

Accepteriez-vous de limiter votre vitesse à 10 Nœuds ?

- Oui
- Non
- Je ne suis pas sûr(e)

> Si « Oui », dans quelle(s) zone(s) ? _____

> Si « Non » ou « Je ne suis pas sûr(e) », pourquoi ? Et, quelle vitesse minimum serait acceptable selon vous ? _____

26. Il est reconnu que l'interdiction d'accès à certaines zones permet de réduire les interactions entre les embarcations et les cétacés et les tortues marines, et donc de réduire les impacts du trafic maritime sur ces animaux.

Accepteriez-vous la mise en place de zone(s) interdite(s) aux embarcations ?

- Oui
- Non
- Je ne suis pas sûr(e)

> Si « Oui », selon vous sur quel(s) critère(s) devrai(en)t se baser le choix d'une telle zone ? _____

> Si « Non » ou « Je ne suis pas sûr(e) », pourquoi ? Et, quelle alternative proposeriez-vous ? _____

26.1. Si une telle interdiction existait, devrait-elle être limitée à une période donnée ?

- Oui
- Non
- Je ne suis pas sûr(e)

> Si « Oui », quelle(s) période(s) proposeriez-vous ? Pourquoi ? _____

27. Selon vous, les mesures de réduction des impacts du trafic maritime sur les cétacés ou les tortues marines seraient plus efficaces si elles étaient :

- Recommandées (libre à l'utilisateur de les appliquer ou pas)
- Obligatoires

28. Selon vous, est-il possible d'inciter les usagers de la mer à faire des changements dans le but de réduire les impacts du trafic maritime sur les cétacés et les tortues marines?

- Oui
- Oui, mais pas facilement
- Non
- Je ne suis pas sûr(e)

> Souhaitez-vous ajouter un commentaire ? _____

29. Dans d'autres régions, il est demandé aux capitaines de rapporter tout incident de collision entre son embarcation et un cétacé ou une tortue marine. Ces rapports n'engagent aucune sanction, mais aident à mieux comprendre et prévenir les collisions.

Seriez-vous d'accord pour adopter cette pratique à La Réunion ?

Oui Non Je ne suis pas sûr(e) Je ne navigue pas moi-même

> Si « Oui », sous quelle(s) condition(s) ? _____

> Si « Non » ou « Je ne suis pas sûr(e) », pourquoi ? _____

POUR FINIR – Quelques informations sur vous

30. Etes-vous ? A REMPLIR SANS DEMANDER AU QUESTIONNÉ

Femme Homme

31. Quelle est votre année de naissance ?

32. Avez-vous une activité professionnelle actuellement ?

Oui Non

> Si « Oui », souhaitez-vous préciser quelle est votre profession : _____

> Si « Non », êtes-vous : Etudiant Retraité Sans activité

33. Etes-vous ?

- Membre d'une association ou fédération professionnelle en lien avec la mer ou le nautisme
- Membre d'une association ou fédération sportive ou de loisirs nautiques
- Membre d'une association environnementale

34. Est-ce que vous résidez à La Réunion ?

Oui Non

> Si « Oui », depuis combien de temps ? _____

Dans quelle ville résidez-vous ? _____

> Si « Non », souhaitez-vous partager la raison de votre visite sur l'île ? _____

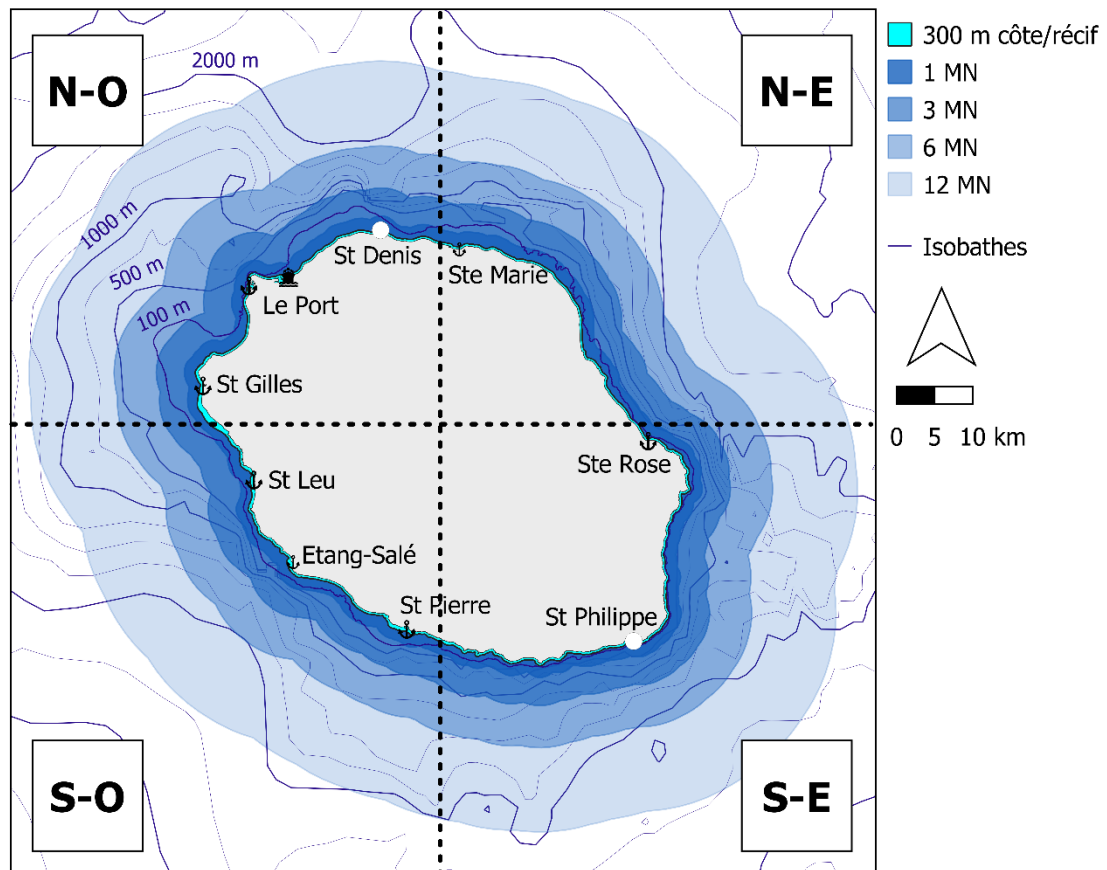
A REMPLIR PAR L'ENQUETEUR

Nom de l'enquêteur : _____

Date : _____ Heure : _____ Lieu : _____

Projet COHAB - Carte # 1 - Question 4

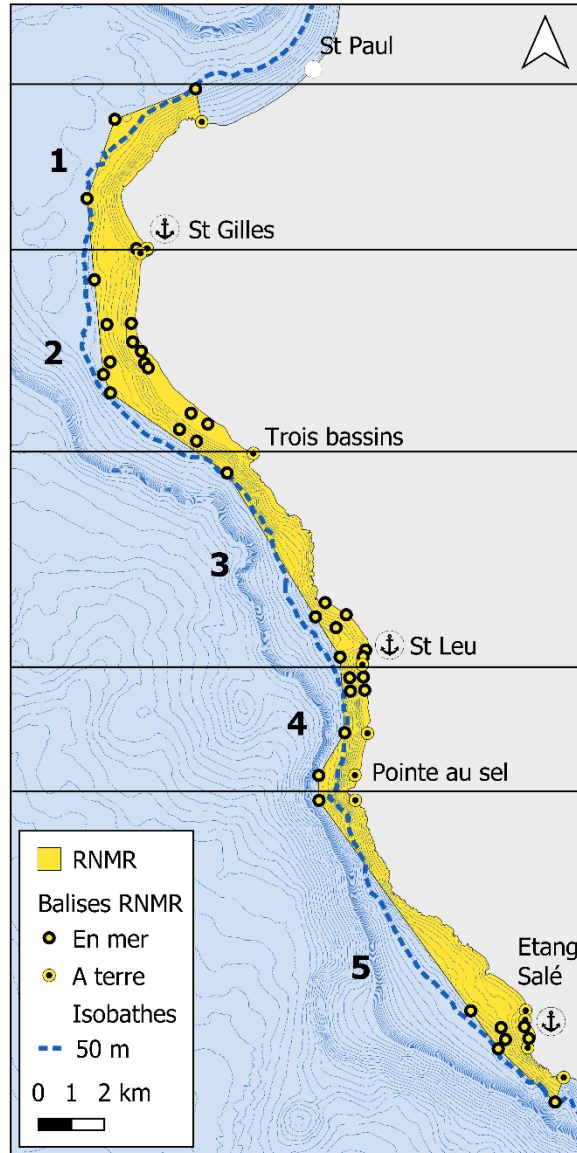
Références des zones géographiques et des distances à la côte



Source des couches spatiales - Ile de La Réunion : IFREMER / Limite des 300 m: KARTEAU, Réserve Naturelle Marine de La Réunion / Limite des 1 MN, 3 MN et 6 MN: GLOBICE / Limite des 12 MN : Shom; Bathymétrie : GEBCO

Projet COHAB - Carte # 2 - Question 5.1.

Réserve Naturelle Marine de La Réunion



Source des couches spatiales - Ile de La Réunion : IFREMER / Périmètre et balises de la RNMR, Réserve Naturelle Marine de La Réunion / Bathymétrie : IFREMER