



DEMANDE D'OCCUPATION DU DOMAINE PUBLIC MARITIME
(à compléter avec précision)
ordonnance n°2006-460 du 21 avril 2006

Ministère de
l'Environnement, du
Développement
Durable et de
l'Energie

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

Mayotte

Service du
développement
Durable des
Territoires

Unité Gestion
Foncière

BP 109 - Terre plein de
Mtsapéré - 97 600
MAMOUDZOU
- Tél (02.69) 61.12.54
- Fax : (02.69) 60.92.83

Renseignements du demandeur

Nom et prénom ou (Raison sociale) : Commune de Mtsamboro

Date et Lieu de Naissance :

Nationalité :

Situation Familiale :

Adresse complète du demandeur : 170 avenue de la Mairie 97630 Mtsamboro.....

Nom et qualité du responsable : Laïthidine BEN SAÏD, Maire de la commune de Mtsamboro.....

Coordonnées (Tél, et mails, ...) : 06 39 24 24 02 laithidine.bensaid@mairie-mtsamboro.fr

Renseignements du terrain :

Ref. cadastrale : AB.2..... Superficie : 200 m/l..... m² ou m/l

Village : Mtsamboro (îlot de Mtsamboro)..... Commune : Mtsamboro.....

Coordonnées géographiques (WGS 84):

Point 1 : degrés 'minutes secondes, décimales SUD - Point 1 : degrés 'minutes secondes, décimales EST

Point 2 : degrés 'minutes secondes, décimales SUD - Point 2 : degrés 'minutes secondes, décimales EST

» Où trouver l'information ? Par exemple le site www.geoportail.gouv.fr.

Pour un plus grand nombre de points GPS joindre une annexe technique

Objet de la demande (cocher la case) :

NOUVELLE DEMANDE D'AOT

RENOUELEMENT D'AOT :

BAIL EMPHYTEOTIQUE

- Objet et description du projet : construction d'un ponton à des fins de continuité des services.. publics et de protection de l'environnement sur l'îlot de Mtsamboro.....

- Durée souhaitée : 50 années (cinquante années).....

TRANSFERT DE GESTION (joindre délibération de l'organe délibérante)

- Objet et description du projet :

Encadré pour l'entreprise ou l'association :
 Nom :
 Raison sociale : Commune de Mtsamboro
 Date de création : 1978
 Adresse du siège : 170 avenue de la Mairie 97630 Mtsamboro
 Tél : 02 69 62 19 50
 Courriel : mairie@mairie-mtsamboro.fr
 Activités de la structure : Collectivité territoriale
 Effectifs : 120
 Chiffre d'affaire dernière année : 8 M€
 Subventions obtenues :

Présentation du projet d'investissements et financiers

1) Présentation du projet détaillée : Il s'agit de construire un ponton à pieux sur l'ilot de Mtsamboro pour faciliter l'accès de l'ilot de Mtsamboro aux services publics pertinents (SDIS, Brigade environnementale, Conservatoire du Littoral Parc Naturel Marin de Mayotte, polices environnementales, etc) pour garantir la continuité des services publics pour les usagers de l'ilot mais aussi pour les interventions diverses de protection de l'environnement.

Type d'investissement	Coût
Ponton et atterrage	2 056 055,00€
Sentiers (hors demande de la présente AOT)	256 040,00€
Aménagements terrestres (hors présente AOT)	716 000,00€

3) Plan de financement :

Investissement	Montant €	% du Total
Apport fonds propres	496 638,20€	16,404%
Emprunt		
Subvention (indiquer le type)	Subvention React (Fonds européens)	
Défiscalisation		
Fonds Européens	2 532 751,80€	83,606%
Total		

4) Résultats prévisionnels :

Libellé	Montant N €	Montant N+1	Montant N+2
Chiffre d'affaires			
Coût prévisionnel			
Résultat prévisionnel			

A Mtsamboro , le 30 septembre 2022

Signature du demandeur (obligatoire)



Avis préalable du maire obligatoire, motivé en cas d'avis défavorable
 (daté, avec cachet et signature)

Pièces à joindre obligatoirement à la demande :

- 1 – Plans cadastraux (plan de situation, extrait de plan, matrice ou modèle 1 ou plan de délimitation si partie d'une parcelle cadastrale)
- 2 – Photocopie recto-verso d'une pièce d'identité en cours de validité,
- 3 – Personnes morales - joindre statuts, Kbis et siret pour les entreprises ou Récépissé et insertion JO pour les associations
- 4 – Compte de résultat prévisionnel pour les 3 ans
- 5 – Documents comptables des 2 derniers exercices clos si activité professionnelle existante
- 6 – Attestation fiscale et sociale de l'année en cours
- 7 – Descriptif détaillée du projet

Monsieur le Maire Mtsamboro
HÔTEL DE VILLE
170 Avenue de la Mairie
97630 Mtsamboro

Affaire suivie par : Christian BEILLEVAIRE - c.beillevaire@conservatoire-du-littoral.fr

N/Réf. :

Objet : Délégation de Maitrise d'ouvrage à la commune de Mtsamboro dans le cadre du projet de valorisation de l'îlot et de la reconstruction des tobés agricoles

Monsieur le Maire,

L'opération de démolition et d'évacuation des bangas de l'îlot Mtsamboro menée par la préfecture de Mayotte en partenariat avec votre commune, l'association ADINM et le Conservatoire du littoral est actuellement en cours d'achèvement. Je souhaite vous adresser, au nom du Conservatoire du littoral, mes remerciements pour votre détermination, votre implication personnelle et celle de vos services dans la concertation continue réalisée avec la population. En effet, cette démarche s'est avérée cruciale pour mener à bien cette opération délicate.

Comme nous l'avons convenu, nous souhaitons désormais poursuivre avec votre commune la mise en œuvre du projet de valorisation de l'îlot, d'une part en engageant la démarche de conventionnement avec les agriculteurs identifiés et, d'autre part, en contribuant pleinement, dans le cadre des instances de concertation prévues à cet effet à la définition du programme de reconstruction raisonnée du « tobé ».

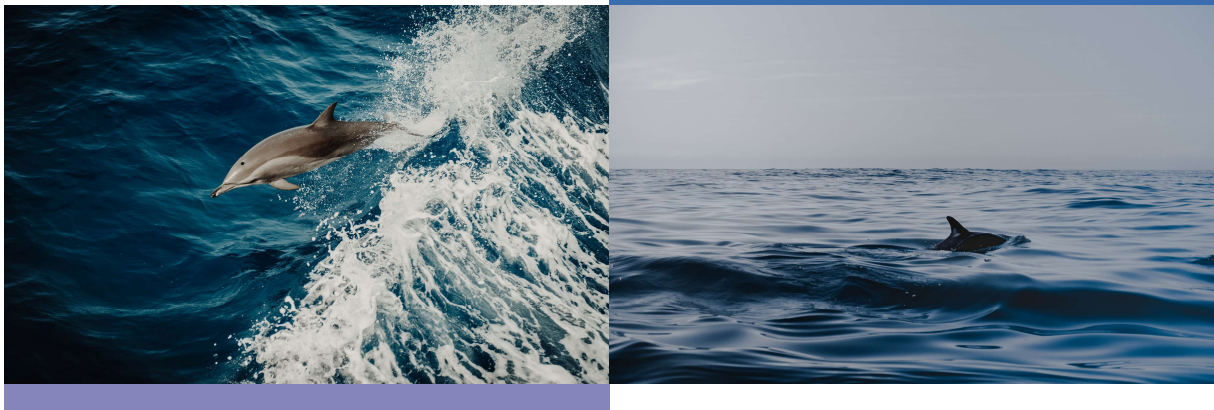
Aussi et afin d'assurer la mobilisation des financements du Fond de Développement Social, nous vous confirmons notre intention et notre accord de de principe pour transférer la maitrise d'ouvrage de cette opération à votre commune.

Lorsque que l'étude de définition nous aura permis de valider les choix programmatiques et techniques de ces reconstructions, cette délégation prendra la forme d'une convention de transfert de maitrise d'ouvrage au titre de l'article L.322-10 du code de l'environnement. Ce conventionnement porterait sur une durée de 9 ans avec une clause précisant les obligations d'entretien et de maintenance des ouvrages.

Je me tiens à votre disposition pour toute précision supplémentaire et je vous prie de croire, Monsieur le Maire, à l'assurance de ma considération distinguée.



Alain BRONDEAU



RAPPORT

Évaluation de l'impact sonore et mesures de mitigation pour le chantier de battage de de l'ilot Mtsamboro

220480

Juillet 2022

CREOCEAN OCÉAN INDIEN

CLIENT

RAISON SOCIALE	CREOCEAN OCÉAN INDIEN
INTERLOCUTEUR	Monsieur Alexandre SNEESSENS

CREOCEAN

COORDONNÉES	Équipe internationale Les Belvédères – Bâtiment B 128 avenue de Fès 34080 MONTPELLIER Tél. : 04.99.23.31.65 E-mail : montpellier@creocean.fr
INTERLOCUTEUR	Monsieur Vincent MAHAMADALY Tél. : 06 49 65 25 75 E-mail : vincent.mahamadaly@creocean.fr

RAPPORT

TITRE	Évaluation de l'impact sonore et mesures de mitigation pour le chantier de battage de de l'ilot Mtsamboro
NOMBRE DE PAGES	52
NOMBRE D'ANNEXES	0

VERSION

RÉFÉRENCE	VERSION	DATE	RÉDACTEUR
220480	V1	29/07/2022	CVMA

Sommaire

Préambule	7
1. Méthodologie globale de l'étude	8
2. État initial bibliographique, enjeux et sensibilités	9
2.1. Méthodologie	9
2.2. Les mammifères marins	9
2.2.1. Cadres règlementaires	9
2.2.2. Contexte.....	10
2.2.3. La baleine à bosse (<i>Megaptera novaeangliae</i>)	11
2.2.4. Le grand dauphin de l'Indo Pacifique (<i>Tursiops aduncus</i>)	12
2.2.5. Le dauphin à long bec (<i>Stenella longirostris</i>)	13
2.2.6. Le dauphin tacheté pantropical (<i>Stenella attenuata</i>)	13
2.2.7. Le dauphin à bosse de l'Indo Pacifique (<i>Sousa chinensis</i>)	14
2.2.8. Le péponocéphale (<i>Peponocephala electra</i>)	14
2.2.9. Le dugong (<i>Dugong dugon</i>).....	15
2.3. Les tortues de mer.....	15
2.3.1. Cadres règlementaires	15
2.3.2. Contexte.....	16
2.3.3. Tortue verte (<i>Chelonia mydas</i>)	17
2.3.4. Tortue imbriquée (<i>Eretmochelys imbricata</i>)	17
2.4. Focus sur la zone du projet	18
2.4.1. Les mammifères marins	18
2.4.2. Les tortues marines.....	19
2.5. Définition des enjeux et sensibilités	21
2.5.1. Enjeux.....	21
2.5.2. Sensibilités	23
2.6. Bilan	25
3. Modélisation de propagation sonore	26
3.1. Choix des indicateurs et conformité avec les normes acoustiques	26
3.2. Méthodologie	27
3.3. Définition du scénario de propagation sonore.....	27
3.3.1. Bathymétrie	27
3.3.2. Nature des fonds.....	28
3.3.3. Bathycélérimétrie	29

3.3.4. Conditions environnementales	30
3.3.5. Données du projet et source sonore.....	30
3.3.6. Algorithmes de propagation du son	31
3.4. Synthèse des données d'entrée	32
3.5. Carte de modélisation de propagation sonore.....	34
4. Évaluation des impacts sonores sur la faune marine	35
4.1. L'audition chez les mammifères marins	36
4.2. Seuils de tolérance au bruit pour les mammifères marins	38
4.3. L'audition chez les tortues de mer	38
4.4. Seuils de tolérance au bruit pour les tortues de mer	39
4.5. Cartes d'impact du bruit sous-marin sur la faune marine.....	40
4.6. Évaluation des effets sonores sur la faune marine	43
4.7. Évaluation du risque d'impact acoustique	44
5. Recommandations de mesures de mitigation.....	45
5.1. Méthodologie	45
5.2. Recommandations.....	45
6. Références bibliographiques.....	48

Préambule

L'intensité des pressions exercées sur les îlots de Mayotte diffère selon leur position dans le lagon (proche ou non de Grande Terre ou Petite Terre). Certains îlots, comme celui de Mtsamboro, subissent une pression, notamment touristique, importante et non régulée engendrant de multiples problématiques telles que le dérangement de la faune, la destruction des habitats naturels, l'érosion des pentes...

La commune de Mtsamboro porte actuellement un projet de valorisation du patrimoine naturel et culturel en soutien aux activités traditionnelles et écologiquement exemplaires sur l'îlot de Mtsamboro, selon les grands axes suivants :

1. Valorisation écotouristique en développant des aménagements pour permettre aux visiteurs de découvrir les richesses naturelles du site sans dégrader les milieux (sentiers balisés, aires de pique-nique, observatoire...)
2. Professionnalisation des agriculteurs vers des cultures traditionnelles, rentables et respectueuses de l'environnement
3. Implication et mobilisation des acteurs locaux dans cette démarche

Dans ce contexte, la commune de Mtsamboro a conduit une étude de faisabilité pour identifier les enjeux et proposer les solutions d'aménagements adéquates suivantes :

- ▶ La construction d'un ponton d'accès au nord-est de l'îlot
- ▶ La réalisation de sentiers
- ▶ L'élévation d'abris de style « faré »
- ▶ La construction d'un observatoire

Notre étude s'est focalisée sur l'impact sonore du chantier de battage prévu pour la construction du ponton au sud-est de l'île sur la faune marine (mammifères marins et tortues de mer en présence ou susceptibles de l'être).

1. Méthodologie globale de l'étude

Notre méthodologie s'est déclinée en trois étapes :

- ▶ La première étape a consisté en l'**acquisition et la synthèse de données bibliographiques** et l'**établissement des enjeux et sensibilités** des espèces cibles, en présence ou susceptible de l'être, pendant la phase de travaux
- ▶ Puis, la seconde étape a consisté en l'**évaluation des impacts sonores par modélisation de propagation** et l'**évaluation des effets potentiels** sur ces espèces
- ▶ Enfin, la troisième étape a consisté en l'**établissement de mesures de mitigation** en accord avec le client et les contraintes techniques et budgétaires du projet

Ces étapes ont permis de remplir l'objectif principal fixé en préambule à savoir :

D'évaluer l'impact sonore et de proposer des mesures de mitigation pour le chantier de battage de l'îlot Mtsamboro

La méthodologie proposée est conforme à :

- ▶ La norme AFNOR ISO 18406 d'avril 2017 et ISO 18405-2017 en acoustique sous-marine et relative au mesurage du son sous-marin
- ▶ La décision UE n°2017/848 de la commission du 17/05/2017 établissant des critères et des normes méthodologiques applicables au bon état écologique des eaux marines ainsi que des spécifications et des méthodes normalisées de surveillance et d'évaluation, et abrogeant la décision n° 2010/477/UE du 01/09/2010 relative aux critères et aux normes méthodologiques concernant le bon état écologique des eaux marines
- ▶ La directive n°2008/56/CE 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 »), transposée dans le Code de l'Environnement (articles L.219-9 à L.219-18 et R.219-2 à R.219-10)
- ▶ L'arrêté du 9 septembre 2019 relatif à la définition du bon état écologique des eaux marines et aux normes méthodologiques d'évaluation du 27 septembre 2019
- ▶ Le guide du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire (MTES), 2020 : Préconisations pour limiter les impacts des émissions acoustiques en mer d'origine anthropique sur la faune marine.

2. État initial bibliographique, enjeux et sensibilités

2.1. Méthodologie

Une étude bibliographique a été réalisée sur le bruit sous-marin et ses effets sur les mammifères marins et les tortues de mer à l'échelle de l'aire d'étude prédéterminée (emprise acoustique du projet) et a permis de :

- ▶ **Dresser un état des données disponibles et des lacunes potentielles en termes de données à acquérir**
- ▶ **Définir les enjeux et la sensibilité des espèces présentes**
- ▶ **Définir, décrire et justifier l'impact du projet sur les mammifères marins au niveau acoustique sous-marine**

Pour ce faire, **une synthèse bibliographique des données existantes et accessibles a été réalisée** pour (1) évaluer les espèces potentiellement présentes dans la zone de projet, (2) caractériser leur fréquentation du secteur, (3) leur saisonnalité et (4) l'utilisation de la zone.

Il s'agit de **compiler les informations issues des publications scientifiques, de la littérature grise (rapports d'étude, etc.) et de données de distribution**. Les données des programmes nationaux ont été utilisées (campagnes d'observation, échouages) ainsi que d'éventuels autres jeux de données disponibles et accessibles issus de bases comme Tsiono, Plans Nationaux d'Actions (PNA), ou de suivis divers.

La sensibilité est le risque de perte ou de dégradation d'une composante environnementale avec la réalisation d'un projet. Les enjeux liés aux espèces présentes dans la zone de projet et leurs sensibilités ont été définis et étudiés en prenant en considération leur fréquentation, leur distribution, leur statut de vulnérabilité et la probabilité de ces espèces à être exposées à l'implantation du projet.

L'ensemble de ces informations est présenté dans le contexte plus global des mammifères marins et des tortues de mer à Mayotte afin de bien comprendre les enjeux et spécificités de la zone du projet.

2.2. Les mammifères marins

Les mammifères marins regroupent les cétacés, les pinnipèdes et les siréniens, soit plus d'une centaine d'espèces au total.

Parmi les cétacés, on distingue généralement, les odontocètes ou cétacés à dents (regroupant les delphinidés, les marsouins, les cachalots et autres grands plongeurs) des mysticètes ou cétacés à fanons (dont les rorquals, les baleines à bosse, grise ou franche).

Le groupe des pinnipèdes est constitué des phoques, des otaries et des morses. Enfin, le groupe des siréniens est constitué des lamantins et des dugongs.

2.2.1. Cadres réglementaires

Les mammifères marins bénéficient de statuts de protection stricte à l'échelle nationale, communautaire et internationale et sont listés dans bon nombre d'accords internationaux ([CITES](#), [OSPAR](#), [ASCOBANS](#)...). Ils sont protégés contre toute exploitation commerciale, de toute destruction intentionnelle ou capture pour la vente. **Au niveau européen et applicable en Métropole uniquement, le marsouin commun, le grand dauphin, le phoque gris et le phoque veau-marin sont listés dans l'Annexe II de la Directive Habitats Faune Flore (Natura 2000), ce qui peut justifier la désignation de Zone Spéciale de Conservation (ZSC) pour ces espèces. Les autres espèces sont listées dans l'Annexe IV de la Directive Habitats Faune Flore (Natura 2000), ce qui implique la protection et le maintien de leurs habitats.**

L'ensemble de ces réglementations trouve leur application dans le droit français à travers les deux arrêtés suivants :

- ▶ L'arrêté du 9 juillet 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, modifié par l'arrêté du 27 mai 2009
- ▶ L'arrêté ministériel du 11 juillet 2011 NOR : DEVL1110724 A, fixant la liste des mammifères marins protégés sur le territoire national et les modalités de leur protection, ainsi qu'un plan national de protection des cétacés. Les mammifères marins présents sur les côtes françaises y sont listés comme espèces strictement protégées contre « *la destruction, la mutilation, la capture ou l'enlèvement intentionnels incluant les prélèvements biologiques, la perturbation intentionnelle incluant la poursuite ou le harcèlement des animaux dans le milieu naturel* ». Il est également acté que sont interdits « *La destruction, l'altération ou la dégradation des sites de reproduction et des aires de repos des animaux* »
- ▶ Le Plan National d'Actions Dugong spécifique à Mayotte (2020-2025).

La France est également signataire de deux textes communautaires au niveau européen :

- ▶ Le règlement (CE) n° 812-2004 du Conseil du 26 avril 2004 établissant des mesures relatives aux captures accidentelles de cétacés dans les pêcheries
- ▶ La Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin, applicable en Métropole uniquement (DCSMM, 2008) (2008/56/CE) qui considère le milieu marin comme un patrimoine précieux qu'il convient de protéger et de préserver. Les principaux objectifs de la directive sont de maintenir la diversité biologique, de préserver la diversité et le dynamisme des océans et des mers, et d'en garantir la propreté, le bon état sanitaire et la productivité végétale et animale. Le déclin de la biodiversité dû à l'intervention de l'homme doit être évité afin de garantir les objectifs de bon état écologique défini dans la DCSMM

En complément des textes ci-dessus, plusieurs cadres légaux internationaux règlementent les impacts sur le milieu marin et plus particulièrement sur les espèces marines. Ces cadres peuvent porter sur des espèces spécifiques, en fonction de leur statut de conservation, de leur vulnérabilité, de leur rareté (espèces endémiques, protégées...) ou être liés à des espaces maritimes ou des zones de protections comme les Aires Marines Protégées (AMP) dont font partie les parcs naturels et les Zones Marines Particulièrement Vulnérables (ZMPV) où sont mises en place des mesures spécifiques de gestion, de protection, de conservation.

La France a également ratifié plusieurs textes internationaux :

- ▶ La convention de Washington relative à la réglementation de la chasse à la baleine et la Commission Baleinière Internationale (CBI) qui en est son organe décisionnel (1946)
- ▶ La convention de Washington sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction ou CITES (1973)
- ▶ La convention de Berne relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (1979)
- ▶ La convention de Bonn sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage CMS (1979)

2.2.2. Contexte

Le lagon de Mayotte et ses eaux océaniques adjacentes abritent une importante communauté de mammifères marins avec plus de 20 espèces identifiées (Kiszka et al., 2006 ; Pusineri, 2007 ; PNMM 2011 - Tableau 1). Parmi ces espèces, on rencontre des mysticètes, dont la baleine à bosse (*Megaptera novaeangliae*) lors de ses migrations et des espèces dont la présence est plus aléatoire comme le rorqual commun (*Balaenoptera physalus*). Le dugong (*Dugong dugon*) y est aussi observé (Kiszka et al., 2007). Mais l'essentiel de la diversité est surtout représenté par des odontocètes, notamment le grand dauphin de l'Indo-Pacifique (*Tursiops aduncus*), le dauphin à bosse (*Sousa chinensis*), le dauphin tacheté pantropical (*Stenella attenuata*), le dauphin à long bec (*Stenella longirostris*), le globicéphale tropical (*Globicephala macrorhynchus*), le cachalot (*Physeter macrocephalus*) et le dauphin d'Electre (*Peponocephala electra*) (Kiszka et al., 2007 ; PNMM, 2011). Il convient de noter que certaines espèces comme le grand dauphin, la baleine à bosse et le dauphin à bosse sont fréquemment observées dans le lagon alors que d'autres, plus océaniques, sont généralement observées à l'extérieur du lagon (Gross et al., 2009).

La baleine à bosse, le grand dauphin de l'Indopacifique, le dauphin tacheté pantropical, le dauphin à long bec, le dauphin à bosse de l'Indopacifique, le péponocéphale et le dugong, sont considérés dans cette présente étude comme les espèces principales en raison de leur présence régulière dans le lagon et/ou leur statut de conservation.

Tableau 1 : Liste des mammifères marins observés à Mayotte (PNMM, 2011)

	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Common name	Statut IUCN ver. 3.1	Observation à Mayotte
Cétacés (S. Ordre Odontocètes)					
1	<i>Stenella longirostris</i>	Dauphin à long bec	Spinner dolphin	Données insuffisantes	C
2	<i>Stenella attenuata</i>	Dauphin tacheté	Pantropical spotted dolphin	Préoccupation mineure	C
3	<i>Stenella coeruleoalba</i>	Dauphin bleu et blanc	Striped dolphin	Préoccupation mineure	E
4	<i>Tursiops aduncus</i>	Grand dauphin de l'Indo-Pacifique	Indo-Pacific bottlenose dolphin	Données insuffisantes	C
5	<i>Tursiops truncatus</i>	Grand dauphin	Common bottlenose dolphin	Préoccupation mineure	F
6	<i>Peponocephala electra</i>	Dauphin d'Electre	Melon-headed whale	Préoccupation mineure	C
7	<i>Sousa chinensis</i>	Dauphin à bosse	Indo-Pacific humpback dolphin	Quasi menacé	C
8	<i>Mesoplodon densirostris</i>	Mésoplodon de Blainville	Blainville's beaked whale	Données insuffisantes	F
9	<i>Indopacetus pacificus</i>	Mésoplodon de Longman	Longman's beaked whale	Données insuffisantes	R
10	<i>Grampus griseus</i>	Dauphin de Risso	Risso's dolphin	Préoccupation mineure	R
11	<i>Orcinus orca</i>	Orque	Killer whale	Données insuffisantes	R
12	<i>Pseudorca crassidens</i>	Pseudorque	False killer whale	Données insuffisantes	R
13	<i>Feresa attenuata</i>	Orque pygmée	Pygmy killer whale	Données insuffisantes	R
14	<i>Kogia sima</i>	Cachalot nain	Dwarf sperm whale	Données insuffisantes	F
15	<i>Kogia breviceps</i>	Cachalot pygmée	Pygmy sperm whale	Données insuffisantes	F
16	<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalot	Sperm whale	Vulnérable	F
17	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Globicéphale tropical	Short-finned pilot whale	Données insuffisantes	C
18	<i>Lagenodelphis hosei</i>	Dauphin de Fraser	Fraser's dolphin	Préoccupation mineure	F
19	<i>Steno bredanensis</i>	Dauphin à dents rugueuses	Rough-toothed dolphin	Données insuffisantes	R
20	<i>Ziphius cavirostris</i>	Baleine à bec de Cuvier	Cuvier's beaked whale	Données insuffisantes	R
Cétacés (S. Ordre Mysticètes)					
21	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Baleine à bosse	Humpback whale	Préoccupation mineure	C
22	<i>Balaenoptera musculus</i>	Baleine bleue	Blue whale	En danger	R
23	<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	Petit rorqual antarctique	Antarctic minke whale	Données insuffisantes	R
Siréniens					
24	<i>Dugong dugon</i>	Dugong	Dugong	Vulnérable	C (mais moins de 10 individus estimés)

Statut IUCN

Eteinte (EX) Menacé (EW, CR, EN, VU) Préoccupation mineure (NT, LC)

Observation à Mayotte

C = espèces communes, plusieurs observations par an/mois
 F = espèces fréquentes, quelques observations par an (1-10)
 R = espèces rares
 E = espèces seulement observées échouées

2.2.3. La baleine à bosse (*Megaptera novaeangliae*)

La baleine à bosse mesure entre 11 et 19m, pour un poids de 25 à 35 tonnes. Elle possède une petite nageoire dorsale, surmontant 2 bosses (d'où son nom), mais on la reconnaît surtout à ses grandes nageoires pectorales grises et blanches, pouvant mesurer jusqu'à 5m.

Les baleines à bosse observées à Mayotte proviennent des zones de nourrissage situées dans les eaux froides de l'océan Antarctique, où elles se nourrissent de krill et de poissons. Durant l'hiver austral, les baleines effectuent des migrations d'environ 8000 km vers leurs zones d'hivernage tropical pour se reproduire et mettre bas dans les eaux chaudes et moins hostiles (Whitehead & Moore, 1982). Depuis 1996, Mayotte est reconnue comme site d'importance pour les baleines à bosse. Son large lagon peu profond offre des conditions environnementales particulièrement favorables pour l'élevage des nouveau-nés (Wickel et al., 2004 ; Ersts et al., 2011).

La baleine à bosse semble avoir pour habitat préférentiel la pente externe du récif nord et le parc marin de Saziley (sud-est). Les baleines à bosse s'alimentent rarement en période de reproduction (Slijper, 1962 ; Lockyer, 1981). Aucune observation d'une baleine en activité d'alimentation n'a été notée autour de Mayotte jusqu'à aujourd'hui. La baleine à bosse est observée dans le lagon durant sa période de reproduction de juillet

à novembre. Les individus hivernants de baleines à bosse du lagon de Mayotte présenteraient une faible fidélité au site, les individus observés n'étant pas les mêmes d'une année sur l'autre (Pusineri, 2007).



Figure 1: Baleine à bosse (*Megaptera novaeangliae*)

2.2.4. Le grand dauphin de l'Indo Pacifique (*Tursiops aduncus*)

Le grand dauphin de l'Indo-Pacifique a une taille moyenne d'environ 2.50m pour un poids de 180 à 230 kg. Relativement massif, le grand dauphin se caractérise par sa nageoire dorsale falciforme. Globalement grisâtre, le corps s'assombrit sur la face dorsale et s'éclaircit sur la face ventrale. Grégaire, il forme des groupes de 15 à 25 individus (Leatherwood & Reeves, 1983). Cette espèce est souvent confondue avec *T. truncatus*, bien que globalement plus petite.

T. aduncus se rencontre dans les eaux côtières tropicales et subtropicales de l'Australie au golfe Persique. À Mayotte, on le trouve principalement à l'intérieur du lagon, où il s'alimente (Kiszka et al., 2011). Sa population est estimée à 70 individus, mais aucune indication de tendance n'est disponible (Pusineri, 2007). Le grand dauphin est observé toute l'année dans le lagon, la population serait donc semi-résidente avec une résidence forte pour certains individus au moins (Pusineri, 2007).

Le grand dauphin a une alimentation relativement opportuniste, et peut même chercher à tirer parti des activités humaines (Leatherwood & Reeves, 1983) notamment en Australie (Wells & Scott, 2002).

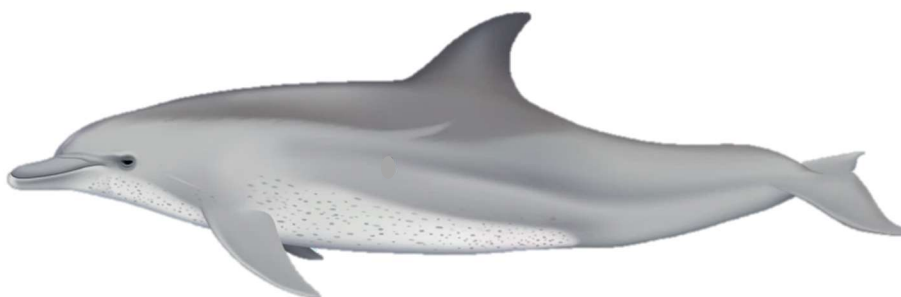


Figure 2: Grand dauphin de l'Indo Pacifique (*Tursiops Aduncus*)

2.2.5. Le dauphin à long bec (*Stenella longirostris*)

Le dauphin à long bec est probablement le delphinidé le plus commun dans les milieux pélagiques tropicaux (Perrin, 2002). Il a une taille moyenne de 2m pour un poids entre 60 et 80 kg. Comme la plupart des espèces du genre *Stenella*, *S. longirostris* a un corps fuselé.

La caractéristique principale de cette espèce est son rostre, relativement long, et sa dorsale triangulaire. Sa coloration varie, mais la population observée à Mayotte est généralement grisâtre, avec la face dorsale sombre et la face ventrale claire. Il vit en groupe de plusieurs centaines d'individus voire plusieurs milliers. Le dauphin à long bec se retrouve souvent associé au dauphin tacheté, ou avec des thons albacores (*Thunnus albacares*), notamment dans l'Est du Pacifique. Cette espèce se rencontre dans les eaux tropicales et subtropicales (Leatherwood & Reeves, 1983). Très démonstratif, il doit son nom anglo-saxon (*spinner dolphin*) aux sauts vrillés qu'il exécute fréquemment (Perrin, 2002). Plusieurs centaines d'individus seraient ainsi présents dans les eaux de Mayotte, essentiellement à l'extérieur du lagon (Pusineri, 2007 ; Gross et al., 2009). L'espèce semble également s'alimenter en dehors du lagon (Kiszka et al., 2011).

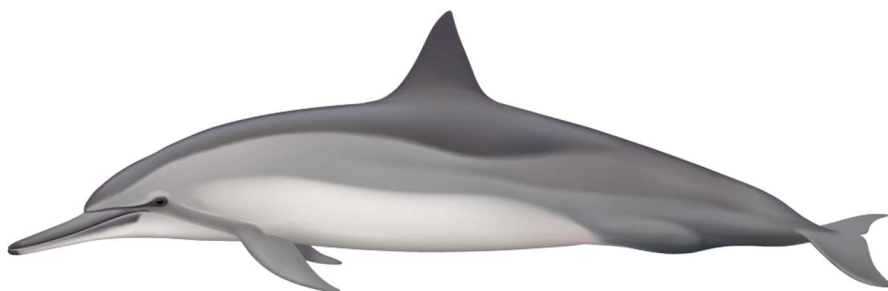


Figure 3: Dauphin à long bec (*Stenella longirostris*)

2.2.6. Le dauphin tacheté pantropical (*Stenella attenuata*)

Un peu plus grand que *S. longirostris*, le dauphin tacheté pantropical mesure environ 2.10 m pour 100 à 120 kg. Doté également d'un corps fuselé, la caractéristique principale est sa coloration. À Mayotte, les animaux sont grisâtres sur les flancs et foncés sur le dos. Le corps est parcouru de taches grises et blanches. Ces dauphins vivent en groupe pouvant atteindre plusieurs centaines d'individus. Les groupes côtiers sont généralement plus petits (Perrin, 2002). On le rencontre dans les eaux océaniques tropicales et subtropicales, souvent associés à des complexes récifaux (Leatherwood & Reeves, 1983). À Mayotte, l'espèce est souvent observée avec le dauphin à long bec à l'extérieur du lagon, sur les abords peu profonds de la pente insulaire (Pusineri, 2007 ; Gross et al., 2009). L'espèce ne semble pas s'alimenter dans le lagon (Kiszka et al., 2011)



Figure 4: Dauphin tacheté pantropical (*Stenella attenuata*)

2.2.7. Le dauphin à bosse de l'Indo Pacifique (*Sousa chinensis*)

Mesurant entre 1,80 et 3,20m pour un poids allant jusqu'à 300kg, le dauphin à bosse de l'Indo Pacifique présente un corps robuste, avec une bosse au niveau de la nageoire dorsale. Il vit dans les eaux chaudes et côtières des eaux tropicales et subtropicales des océans Indien et Pacifique. À Mayotte, 3 individus sont présents depuis au moins 2004 dans le lagon (PNMM, 2011). Les observations de l'espèce suggèrent qu'elle se distribue au niveau des récifs frangeants et barrières, et qu'elle soit présente toute l'année. Il semble donc que cette population soit résidente à Mayotte (Pusineri, 2007). Toutefois, le faible nombre d'individus et l'isolement de la population rendent impossible la survie de ce groupe à terme, malgré des cas d'hybridations constatées avec les grands dauphins (PNMM, 2011).

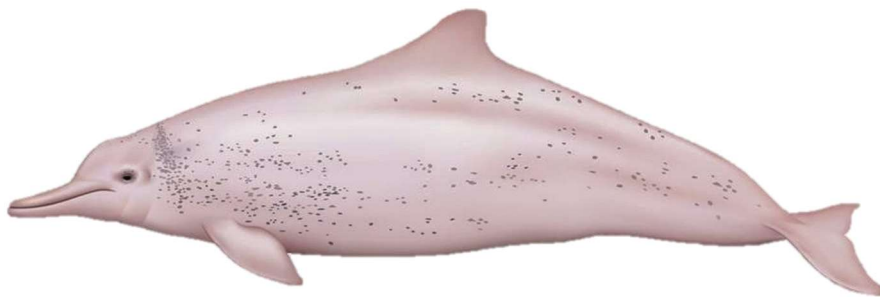


Figure 5: Dauphin à bosse de l'Indo Pacifique (*Sousa chinensis*)

2.2.8. Le péponocéphale (*Peponocephala electra*)

Le péponocéphale mesure environ 2.60m à 2.80m pour un poids moyen de 210kg. Cette espèce ne présente pas de rostre apparent. La coloration est uniformément foncée avec les lèvres blanches. Les pectorales sont longues et fines, la dorsale est haute et falciforme. Grégaire, le péponocéphale vit en groupe de plusieurs centaines voire milliers d'individus.

Il est souvent observé en association avec des dauphins de Fraser (*Lagenodelphis hosei*), ou les stenelles (*S. attenuata* et *S. longirostris*). C'est un nageur rapide et probablement un chasseur diurne (Leatherwood & Reeves, 1983). À Mayotte, il est généralement observé à l'extérieur du lagon (Pusineri, 2007), où il présente une fidélité importante au site : plus de 250 individus ont pu être photo-identifiés entre 2004 et 2006 (Kiszka et al., 2008). Il est fréquemment observé en groupes de 200 à 400 animaux lors de ses incursions irrégulières au niveau de la barrière externe du lagon.



Figure 6: Péponocéphale (*Peponocephala electra*)

2.2.9. Le dugong (*Dugong dugon*)

Le dugong est un sirénien, rencontré dans les eaux tropicales et subtropicales de l'Indo-Pacifique (Perrin, 2002). Il peut mesurer jusqu'à 4m et peser près de 500kg. Le dugong présente une coloration grise, une tête massive et un pédoncule caudal faisant penser à celui d'un cétacé, contrairement à son cousin le lamantin. L'espèce est strictement herbivore, et inféodée au milieu marin. Elle est généralement observée dans des zones d'herbiers marins côtiers peu profondes où les individus passent le plus clair de leur temps à brouter, pour ingurgiter les près de 40kg de nourriture quotidienne qui leur sont nécessaires.

À Mayotte, le dugong est observé tout au long de l'année. Le dugong a pour habitat critique les herbiers (sites de nourrissage) aussi bien de la côte que du récif barrière. Il se nourrit exclusivement d'herbiers de phanérogames marines du genre *Halodule* ou *Halophila* (Kiszka et al., 2011). Chassé et braconné, le dugong fait aujourd'hui face à la destruction de son habitat et à la raréfaction des ressources. Il ne resterait que quelques individus à Mayotte, malgré les mesures de protection mises en place (PNMM, 2011).



Figure 7: Dugong (*Dugong dugon*)

2.3. Les tortues de mer

Les tortues marines sont des espèces migratrices, à sang-froid, dotées de poumons, à longue durée de vie et à maturité sexuelle tardive. Elles présentent un cycle de vie complexe où de nombreux changements vont s'opérer au niveau de leur alimentation, des habitats utilisés et de leur comportement. Ainsi, les individus juvéniles se développent dans des zones éloignées des côtes, les individus subadultes utilisent des habitats côtiers et les adultes effectuent des migrations entre les zones d'alimentation et les zones de reproduction et interponde (Musick, 1997), n'hésitant pas à traverser les océans. Il existe à l'heure actuelle sept espèces de tortues marines réparties en deux groupes : les Cheloniidés comptant 6 espèces et les Dermochelyidés comptant une seule espèce.

2.3.1. Cadres réglementaires

Les tortues marines sont également protégées par plusieurs réglementations et conventions.

L'ensemble de ces réglementations trouve leur application dans le droit français à travers les trois textes suivants :

- ▶ L'Arrêté ministériel du 14 octobre 2005 fixant la liste des tortues marines protégées sur le territoire national et les modalités de leur protection, assure la protection des tortues marines au niveau national.
- ▶ Le code de l'environnement (Articles L.411- 1 à L.411-2) définissant la protection des espèces non domestiques.
- ▶ Le Plan National d'Actions Tortues Marines sud-ouest de l'océan Indien (2015-2020) [qui remplace le Plan National d'Actions 2013 Tortues Marines.](#)

La France a également ratifié plusieurs textes internationaux :

- ▶ Convention de Washington (1973) sur le commerce international des espèces de faunes et de flores sauvages menacées d'extinction (CITES) : Annexe I
- ▶ Convention de Berne (1979) relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe : Annexe II
- ▶ Convention de Bonn (1979) sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS) : Annexes I & II
- ▶ Convention RAMSAR sur la conservation des zones humides (1971) pour la protection des zones humides d'intérêt mondial qui présentent des caractéristiques écologiques exceptionnelles
- ▶ Convention de Rio (1992) sur la diversité biologique
- ▶ Convention de Nairobi (1985) relative à la protection, à la gestion et la mise en valeur des milieux marins et côtiers de la région de l'Afrique orientale et son protocole relatif aux aires protégées ainsi qu'à la faune et la flore sauvage
- ▶ Mémoire d'accord sur la conservation et la gestion des tortues marines et de leurs habitats de l'océan Indien et de l'Asie du Sud-Est (2001) pour la protection et la conservation des tortues marines dans l'ensemble de l'océan Indien
- ▶ Résolution 12/04 concernant les tortues marines dans le Recueil des Mesures de conservation et de gestion actives de la Commission des Thons de l'océan Indien définissant les bonnes pratiques à adopter pour atténuer l'impact de la pêche hauturière sur les tortues marines

Enfin, il existe un arrêté préfectoral territorial :

- ▶ Arrêté préfectoral du 3 décembre 2018 fixant la liste des tortues marines intégralement protégées et les mesures de protection de ces espèces animales représentées dans la collectivité départementale de Mayotte et complétant la liste nationale [qui remplace et abroge les trois arrêtés préfectoraux visant spécifiquement la protection des tortues marines au sein du Parc de Saziley \(n°518/SG du 08 avril 1991\), sur le site de N'Gouja \(n°40/DAF du 11 juin 2001\) et sur la plage de Papani \(n°42/DAF du 05 août 2005\).](#)

2.3.2. Contexte

Cinq espèces sont répertoriées : la tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*), la tortue verte (*Chelonia mydas*), la tortue caouanne (*Caretta caretta*), la tortue olivâtre (*Lepidochelys olivacea*) et la tortue luth (*Dermochelys coriacea*). La tortue verte est l'espèce la plus abondante, suivie, dans une moindre mesure de la tortue imbriquée, Mayotte représentant à la fois un site important de reproduction et d'alimentation (PNMM, 2011). La plupart des plages de Mayotte sont des plages de ponte pour les tortues marines, tout au long de l'année. De rares observations rapportent la présence de la tortue caouanne sur les récifs barrières et internes du lagon, de la tortue luth aux abords des passes et dans les eaux extérieures au lagon et de la tortue olivâtre dans les eaux plus océaniques (PNMM, 2011).

Les espèces principales considérées pour la présente étude sont donc la tortue verte et la tortue imbriquée en raison de leur plus forte probabilité de présence.

Tableau 2 : Liste des tortues de mer observées à Mayotte

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Statut UICN mondial
<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tortue imbriquée	CR
<i>Chelonia mydas</i>	Tortue verte	EN
<i>Caretta caretta</i>	Tortue caouanne	EN
<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tortue olivâtre	VU
<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortue luth	CR

2.3.3. Tortue verte (*Chelonia mydas*)

La tortue verte (Cheloniidés) est rencontrée dans les océans tropicaux et subtropicaux. Ce sont des migratrices qui vivent en larges groupes souvent issus de la même plage natale vers laquelle elles retourneront presque toujours pour la ponte. Elle mesure 80 à 120 cm pour 130 à 300 kg. La dossière est verte, noire, grise, marron et jaune et le plastron blanc jaunâtre (MNHN & OFB, 2022).

À Mayotte, la tortue verte est présente toute l'année, l'île constituant une aire d'alimentation et de reproduction importante pour l'espèce. La saison de ponte s'étale sur toute l'année avec un pic de fréquentation d'avril à août. Entre 1998 et 2005, l'état de la population reproductrice de tortues vertes était qualifié de stable et sa taille estimée à plus de 2000 femelles par an, principalement sur les plages de Saziley et de Petite-Terre (Bourjea et al., 2007 ; PNA 2015-2020). L'ensemble des herbiers sont exploités toute l'année par des populations de tortues vertes en phase d'alimentation et de développement (Ciccione & Rolland, 2005 ; Ballorain, 2010).



Figure 8: Tortue verte (*Chelonia mydas*)

2.3.4. Tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*)

La tortue imbriquée (Cheloniidés) est rencontrée dans les zones tropicales des océans Atlantique et Pacifique. C'est une espèce migratrice qui vit en eau peu profonde au niveau de fonds durs comme les récifs. Seuls les juvéniles étendent leur milieu de vie aux régions subtropicales. La tortue imbriquée mesure 65 à 90 cm pour 45 à 130 kg. La dossière est foncée à marron doré avec des traces d'orange, rouge et noir et un plastron jaune pâle (MNHN & OFB, 2022).

La tortue imbriquée est la seconde espèce la plus présente à Mayotte. Elle se reproduit et de fin août à avril sur les plages mahoraises. Les récifs coralliens (barrières, internes, et frangeants) constituent l'habitat d'alimentation préférentiel pour l'espèce, qui se nourrit essentiellement d'algues, d'éponges et de coraux mous (PNMM, 2011).



Figure 9: Tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*)

2.4. Focus sur la zone du projet

2.4.1. Les mammifères marins

Peu de données standardisées existent ou sont accessibles sur ce secteur. Il en est de même pour les données opportunistes pouvant être collectées. L'essentiel des informations provient des campagnes REMMOA de l'Observatoire PELAGIS (La Rochelle Université) menées en 2009 et des campagnes OMM menées entre 2004 et 2007, puis 2007 et 2010 par l'ONCFS de Mayotte. Les données existantes concernent surtout les façades est et sud de Mayotte, le nord est l'ouest étant moins prospecté. Des observations ont néanmoins été répertoriées autour de l'îlot Mtsamboro, notamment des grands dauphins de l'Indo Pacifique, des baleines à bosse et des sténelles (dauphins tachetés et à long bec) (Figure 10).

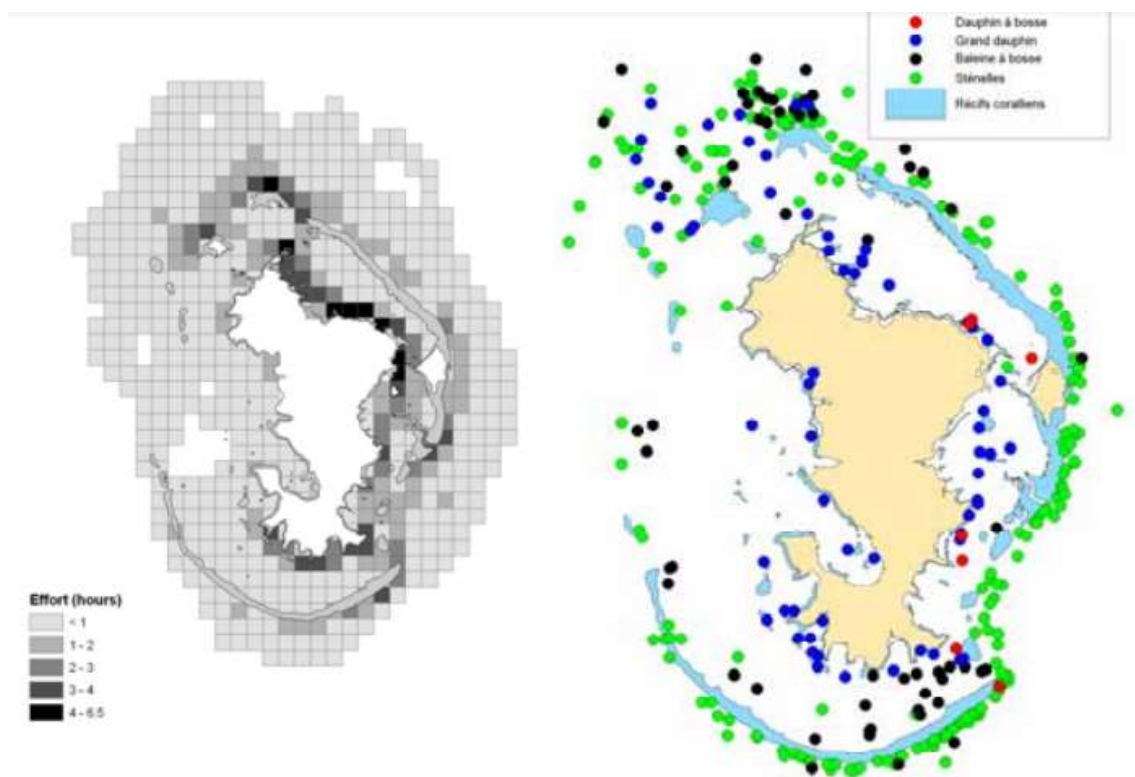


Figure 10 : Localisation des observations de mammifères marins lors des campagnes OMM 2004-2006 et effort d'observation associé (Pusineri, 2007 ; Kiszka et al., 2007). En rouge, les dauphins à bosse, en bleu les grands dauphins de l'Indo Pacifique, en noir les baleines à bosse et en vert les sténelles (dauphins tachetés et dauphins à long bec).

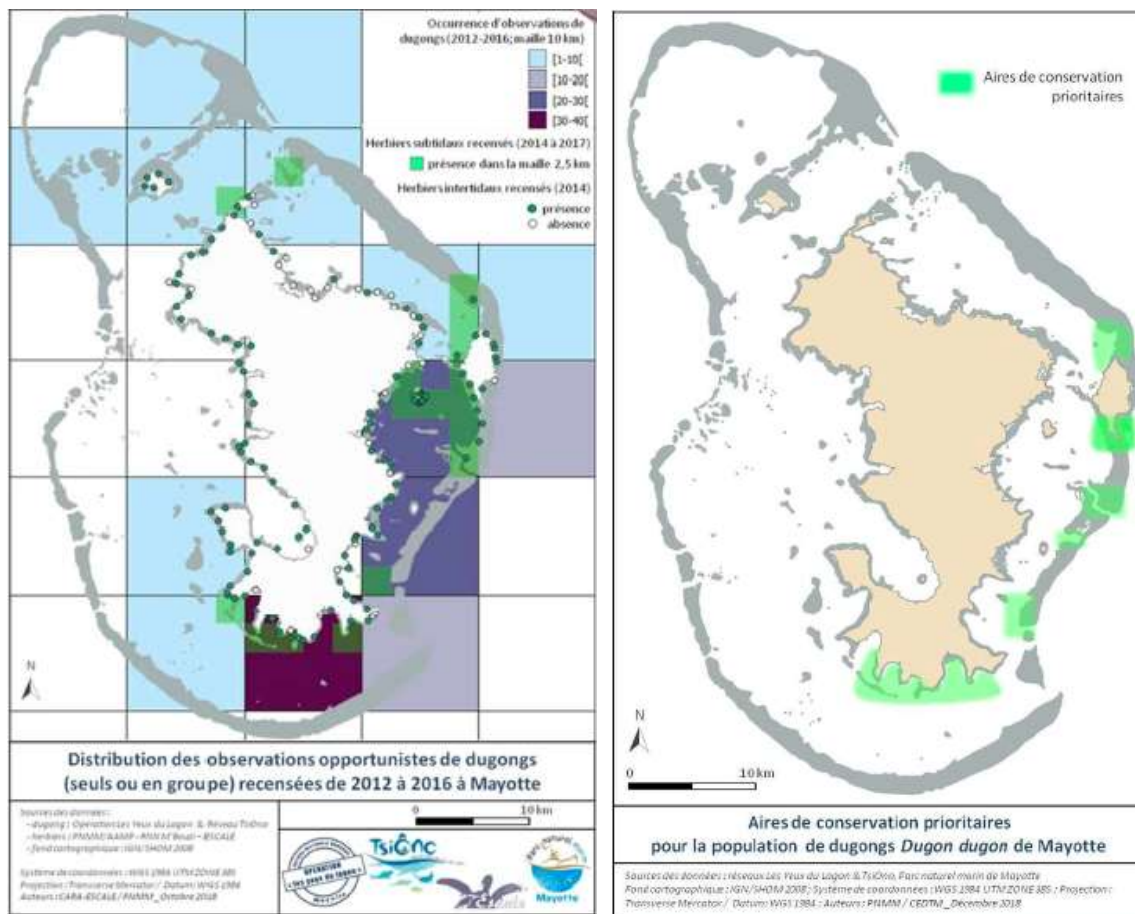


Figure 11 : Distribution des observations opportunistes de dugongs recensée de 2012 à 2016 à Mayotte (gauche) et Délimitation des aires de conservation prioritaires pour la population de Dugong de Mayotte (droite) (PNA 2021–2025)

2.4.2. Les tortues marines

À l'échelle de l'îlot Mtsamboro, les plages au nord-ouest et au nord-est sont très fréquentées par les deux espèces (PNMM 2022 - Figure 12). La plage des Pêcheurs était moyennement fréquentée entre 2003 et 2008 (PNA 2015-2020), mais n'a pas fait l'objet de ponte entre 2019 et 2021. Le braconnage et l'augmentation de la fréquentation du site pourraient être en cause. La zone d'étude du présent projet, située au sud-est de l'îlot, n'est pas un site de ponte majeur. De 2003 à 2008, seule une trace y a été observée en 2008 (PNA 2015-2020), et aucune entre 2019 et 2021.

Carte de la répartition des traces de tortues marines en
 fréquentation relative sur l'ensemble des plages de Mayotte

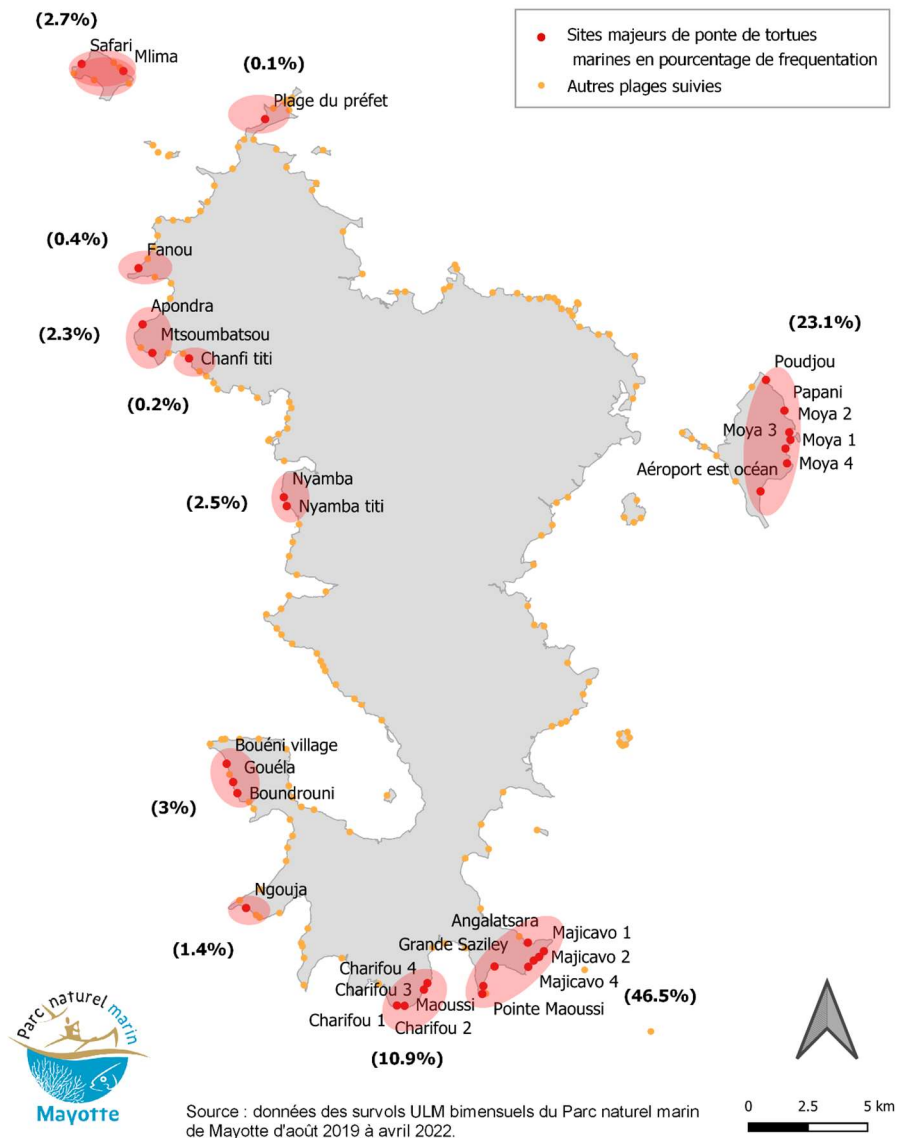


Figure 12 : Sites de ponte prioritaires pour les deux espèces de tortues marines (PNMM, 2022)

2.5. Définition des enjeux et sensibilités

2.5.1. Enjeux

Un enjeu environnemental est « la valeur prise par une fonction ou un usage, un territoire ou un milieu au regard de préoccupations écologiques, patrimoniales, paysagères, sociologiques, de qualité de la vie et de santé [...], dont il faut éviter la dégradation et la disparition. C'est également se fixer des cibles, des objectifs à atteindre pour la protection des populations, des écosystèmes et des zones à risque... » ([Guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens - Ministère de l'Environnement de l'Énergie et de la Mer, 2017](#)). Un enjeu est caractérisé par sa valeur intrinsèque. Ainsi, un enjeu est totalement indépendant du projet.

Définir le niveau d'enjeu pour chacune des espèces est essentiel pour évaluer les impacts potentiels du projet de la façon la plus juste possible et envisager des mesures de mitigation qui soient cohérentes et adaptées. En effet, une menace forte sur une espèce à faible enjeu est une chose tout à fait différente d'une menace faible sur une espèce à fort enjeu.

La définition des enjeux pour les mammifères marins et les tortues de mer s'inspire de la méthodologie développée par l'OFB et appliquée notamment dans le cadre des synthèses de connaissances pour les futurs projets de parcs éoliens¹. La méthode de base a pour objectif de spatialiser les enjeux à l'échelle d'une vaste zone d'étude pour définir les zones de fort intérêt écologique et celles plus propices à accueillir des projets d'énergies marines.

Étant donné l'objectif différent du présent projet et la quantité/qualité des données disponibles, il n'est ni possible ni pertinent de chercher à spatialiser les enjeux dans notre aire d'étude. La philosophie de la méthode sera toutefois conservée afin d'évaluer les enjeux selon les mêmes critères et tendre ainsi vers une standardisation des pratiques.

La méthode consiste ainsi à combiner plusieurs informations :

- ▶ **La probabilité de présence des espèces considérées à l'échelle de l'aire d'étude**
- ▶ **La vulnérabilité de l'espèce**
- ▶ **La représentativité de l'espèce au sein de l'aire d'étude**

La **représentativité** est généralement la part relative de la population dans la zone d'étude par rapport à la répartition totale de la population à l'échelle de la façade ou à l'échelle nationale. En l'absence de ce niveau d'information dans la zone d'étude concernée, une approche alternative a été utilisée ici, basée sur le degré de résidence des espèces (depuis une résidence stricte jusqu'à une simple zone de passage) et le rôle fonctionnel de la zone d'étude pour l'espèce (zone d'alimentation/reproduction à simple zone de passage).

La **vulnérabilité** est la probabilité d'extinction ou d'effondrement d'une espèce, en se fondant sur son statut UICN le plus défavorable et/ou sur l'état connu de la population si elle est exploitée et/ou suivie.

La **vulnérabilité** et la **représentativité** sont moyennées pour calculer la **responsabilité**, c'est-à-dire l'importance de la zone d'étude pour l'espèce considérée au regard des paramètres pris en compte. La responsabilité est ensuite multipliée par la probabilité de présence de la zone pour évaluer l'enjeu.

Responsabilité

La responsabilité est calculée à partir de l'indice de vulnérabilité (statut IUCN le plus conservateur et tendance d'évolution en France ou état écologique issu de la DCMM) et l'indice de représentativité (à partir des informations sur le degré de résidence des espèces concernées).

La moyenne de ces deux indices donne un résultat entre 1 et 3 (du plus faible au plus fort).

¹<https://eolbretsud.debatpublic.fr/wp-content/uploads/DMO-projet-eoliennes-flottantes-sud-bretagne.pdf>
<https://eolmnormandie.debatpublic.fr/images/documents/dmo/DMO-complet.pdf>
<https://eos.debatpublic.fr/wp-content/uploads/EOS-DMO-Etude-bibliographique-Environnement-Maritime.pdf>

Probabilité de densité de présence

La probabilité de densité de présence est estimée à partir de la synthèse bibliographique préalablement effectuée. Une note de 1 à 3 a été attribuée à chaque espèce/groupes d'espèces. Une espèce pour laquelle la zone correspond à un préférentiel écologique, présente de façon permanente et signalée chaque année dans la zone, obtient une note de 3.

Une espèce dont la zone correspond à un préférentiel écologique, mais présente de façon saisonnière et/ou non signalée chaque année obtient la note de 2. Une espèce pour laquelle la zone est hors habitat préférentiel, présente de façon occasionnelle et non signalée chaque année, obtient la note de 1.

Enjeux

L'enjeu est ensuite calculé en multipliant la responsabilité et la probabilité de présence. On obtient ainsi une note sur 9. L'enjeu peut ensuite être qualifié de faible, moyen ou fort à partir de la matrice suivante.

Tableau 3 : Matrice de qualification des enjeux

Note enjeu	Qualification Enjeu
1 - 3	Faible
4 - 6	Moyen
7 - 9	Fort

Tableau 4 : Définition des enjeux pour les principales espèces

Espèce	Responsabilité	Probabilité présence	Note enjeu	Qualification enjeu
Baleine à bosse	1,75	2	3,5	Moyen
Grand dauphin de l'Indo Pacifique	2,8	3	8,4	Fort
Dauphin tacheté pantropical	1,5	2	3	Faible
Dauphin à long bec	1,5	2	3	Faible
Dauphin à bosse de l'Indopacifique	3	3	9	Fort
Péponocéphale	1,5	2	3	Faible
Dugong	2	2	4	Moyen
Tortue verte	2,75	3	8,25	Fort
Tortue imbriquée	2,5	3	7,5	Fort

Le grand dauphin de l'Indo Pacifique, le dauphin à bosse, et les tortues représentent un enjeu fort pour la zone d'étude considérée en raison de leur présence à l'année à l'intérieur du lagon et/ou de leur statut de conservation défavorable.

La baleine à bosse présente un enjeu moyen en raison de leur présence saisonnière. Le dugong présente également un enjeu moyen en raison d'une présence peu probable sur la zone, mais d'un statut de vulnérabilité fort. Le dauphin tacheté, le dauphin à long bec et le péponocéphale représentent des enjeux faibles en raison de leur présence principalement à l'extérieur du lagon, mais également de statut de conservation peu préoccupant.

2.5.2. Sensibilités

La sensibilité est la faculté de réaction face à une modification d'une composante environnementale, à la suite de la réalisation d'un projet. Pour déterminer la sensibilité, plusieurs éléments sont pris en compte comme le contexte local, les caractéristiques du projet et la tolérance du milieu ou des espèces vis-à-vis des pressions. La sensibilité est donc dépendante des caractéristiques du projet.

La sensibilité d'une espèce exprime sa capacité de tolérance et de résilience à une pression. L'approche choisie pour l'évaluer dans le cadre de ce projet est une version adaptée de celle développée par [Garthe & Hüppop \(2004\)](#) et [Bradbury et al. \(2004\)](#) pour les oiseaux dans le contexte des parcs éoliens en mer du Nord, et reprise ensuite pour d'autres applications et d'autres compartiments ([Halpern et al., 2008](#) ; [Stelzenmüller et al., 2010](#) ; [Certain et al., 2015](#)).

Dans le cadre de la présente étude, les principaux risques de pressions identifiés sont :

- ▶ **La perturbation acoustique**
- ▶ **La modification d'habitat et réseaux trophiques**

Des indices descripteurs ont été définis pour évaluer la sensibilité des mammifères marins et des tortues de mer à chacune des pressions identifiées. Une note a alors été attribuée pour chaque descripteur à chaque espèce en se basant sur les retours d'expérience, la bibliographie ou le dire d'expert. Les différentes sensibilités sont ensuite cumulées pour obtenir un indice global de sensibilité. Cet indice devient une valeur qui s'échelonne entre 1 et 6, et vient multiplier la valeur de l'enjeu. Cette méthode vient donner du poids à une espèce sensible, mais n'enlève pas de point à la patrimonialité de l'espèce si celle-ci est peu sensible aux pressions générées par le projet.

Il convient cependant de rappeler que la sensibilité a été évaluée à partir des effets connus et mesurables. Certains effets n'ont pu être pris en compte faute de données et de méthodologies suffisamment robustes pour les évaluer. C'est notamment le cas pour les effets à long terme et les effets cumulés. Il est aujourd'hui avéré qu'un "dérangement" peut avoir des conséquences énergétiques et démographiques : des animaux contraints de quitter une zone écologiquement importante peuvent être dans l'incapacité de s'alimenter de façon satisfaisante et de se reproduire, ce qui à terme peut avoir des effets sur la démographie de leur population. Le cumul des effets avec ceux des activités préexistantes peut également modifier la capacité de tolérance et résilience des populations considérées. Néanmoins, nous ne disposons pas de connaissances suffisantes à ce jour pour évaluer ces effets sur les cétacés de la zone d'étude.

Sensibilité acoustique

L'ouïe est le sens prépondérant chez les mammifères marins, en particulier les cétacés. Ils utilisent le son à tous les stades de leur cycle de vie, pour communiquer, s'orienter, chasser ou se reproduire. Ils sont donc particulièrement sensibles aux perturbations acoustiques ([Tyack, 2008](#)). [Southall et al. \(2019\)](#) proposent une classification des mammifères marins en fonction de leur gamme d'audition : cétacés très haute fréquence (marsouins, cachalots nains et pygmées, dauphin d'eau douce, etc.) ; cétacés haute fréquence (delphinidés, baleines à bec, cachalots...) ; cétacés basse fréquence (grandes baleines) ; siréniens (lamantins, dugong) ; phocidés (phoques) ; autres carnivores (otaries, loutres...).

Les différents groupes de cétacés adoptent des réactions différentes en réponse aux perturbations sonores : les petits cétacés ont tendance à nager très vite loin de la source, tandis que les grands cétacés ont plutôt tendance à regagner la surface, étant incapables de fuir rapidement un secteur bruyant ([Nowacek et al., 2007](#), [Stone & Tasker, 2006](#)).

Afin d'évaluer la sensibilité des mammifères marins et des tortues de mer aux perturbations acoustiques, deux critères sont pris en compte :

- ▶ La sensibilité des espèces dans les fréquences concernées par le bruit généré durant les travaux selon trois catégories : espèces peu sensibles (1), espèces moyennement sensibles (2), espèce très sensible (3)
- ▶ La capacité à quitter la zone lors des travaux selon trois catégories : vitesse de nage élevée (1), vitesse de nage moyenne (2), vitesse de nage faible (3)

Sensibilité à la modification d'habitats

Pour évaluer la sensibilité à la modification d'habitat, deux principaux descripteurs sont à considérer :

- ▶ La plasticité alimentaire de l'espèce/groupe d'espèce, c'est-à-dire la capacité à changer de proies selon trois catégories : espèce opportuniste (1), espèce moyennement spécialisée (2), espèce très spécialisée (3)
- ▶ La capacité à trouver des zones alternatives en cas de modifications rendant l'habitat non favorable aux espèces/groupe d'espèces selon trois catégories : espèce très mobile (1), espèce moyennement mobile (2), espèce peu mobile/résidente (3)

La sensibilité à la perturbation acoustique et à la modification d'habitat sont alors sommées pour obtenir un indice de sensibilité, multiplié ensuite par la note d'enjeux préalablement obtenue. Le tout est ramené à une note sur 10. La sensibilité est alors qualifiée grâce à la matrice suivante :

Tableau 5 : Matrice de qualification des sensibilités

Note sensibilité	Qualification sensibilité
1 – 3,3	Faible
3,3 – 6,6	Moyen
> 6,6	Fort

Tableau 6 : Définition des sensibilités pour les principales espèces

Espèce	Perturbation acoustique	Modification habitat	Indice sensibilité globale	Enjeux	Note sensibilité (sur 10)	Qualification sensibilité
Baleine à bosse	3	1,5	4,5	3,5	3	Faible
Grand dauphin de l'Indo Pacifique	1,25	2	3,25	8,4	5,1	Moyenne
Dauphin tacheté pantropical	1	1,5	2,5	3	1,4	Faible
Dauphin à long bec	1	1,5	2,5	3	1,4	Faible
Dauphin à bosse de l'Indopacifique	2,25	3	5,25	9	8,75	Forte
Péponocéphale	1	1,5	2,5	3	1,4	Faible
Dugong	2,5	3	5,5	4	4,1	Moyenne
Tortue verte	1,5	2,5	4	8,25	6,1	Moyenne
Tortue imbriquée	1,5	2,5	4	7,5	5,6	Moyenne

Le dauphin à bosse présente une sensibilité forte du fait de sa sensibilité importante aux perturbations acoustiques et à la modification d'habitat et à son statut de vulnérabilité.

Le grand dauphin et le dugong présentent une sensibilité globale moyenne, malgré une sensibilité forte aux perturbations acoustiques ou un statut de vulnérabilité important (l'un est un cétacé haute fréquence, l'autre a une faible capacité à fuir une zone bruyante) et à la modification d'habitat (tous deux sont des espèces résidentes, de surcroît très spécialisées pour le dugong). Les tortues présentent également une sensibilité moyenne, en raison de leur note d'enjeu et de leur faible résilience à la modification d'habitat (espèces très spécialisées également).

La baleine à bosse, le dauphin tacheté, le dauphin à long bec et le péponocéphale présentent tous les quatre une sensibilité faible du fait de leur faible probabilité de présence dans la zone (sauf pour la baleine qui est saisonnière et moins sensible à la modification d'habitat).

2.6. Bilan

Mayotte présente une diversité d'espèces marines importante avec plus de 20 espèces de mammifères marins régulièrement observées et 5 espèces de tortues. Plusieurs espèces sont résidentes, à l'instar du grand dauphin de l'Indo Pacifique, du dugong et des tortues vertes et imbriquées, et rencontrées toute l'année dans le lagon. D'autres sont semi-résidentes, présentes de façon saisonnière et/ou ne présentant pas de réelle fidélité au site, comme la communauté de delphinidés océaniques (dauphin tacheté, dauphin à long bec, péponocéphale) ou la baleine à bosse. De nombreuses autres espèces peuvent être rencontrées de façon plus ponctuelle comme le cachalot, le dauphin de Fraser, le globicéphale tropical ou encore le grand dauphin.

L'évaluation des enjeux révèle des enjeux forts pour le grand dauphin de l'Indopacifique, le dauphin à bosse, et les tortues en raison de leur caractère résident et de statuts de conservation défavorables. La baleine à bosse présente un enjeu moyen : même si l'espèce n'est présente que saisonnièrement, la zone joue toutefois un rôle important dans le cycle de vie de l'espèce (reproduction/mise bas). Le dugong présente également un enjeu moyen en raison de son statut de vulnérabilité mais il possède une probabilité plutôt faible de présence. Enfin les enjeux concernant les dauphins tachetés et à long bec et le péponocéphale sont faibles en raison du caractère océanique/pélagique de ces espèces.

L'évaluation des sensibilités s'est principalement basée sur la capacité de résilience/tolérance à la perturbation acoustique et à la modification d'habitat. **Le dauphin à bosse présente une sensibilité forte. Toutes les autres espèces présentent des sensibilités moyennes ou faibles.**

3. Modélisation de propagation sonore

L'objectif des modélisations de propagation est d'établir des cartes de bruit sous-marin qui traduisent les niveaux de bruit prévisionnels ainsi que leurs variations sur la zone d'étude durant la phase de travaux, mais aussi **sur les espèces en présence en fonction de leur sensibilité auditive**. Pour la phase de travaux, le planning des opérations, les méthodes et matériels mis en œuvre ont été identifiés afin d'établir **le scénario acoustique représentatif le plus impactant** à modéliser.

3.1. Choix des indicateurs et conformité avec les normes acoustiques

Pour évaluer le niveau de bruit ambiant, un certain nombre d'indicateurs ont été calculés. Les indicateurs acoustiques retenus, présentés dans le Tableau 7 sont conformes aux recommandations du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire² (MTES) et à la norme ISO-18405 2017 *Acoustique sous-marine - Terminologie*.

Tableau 7. Indicateurs acoustiques retenus pour l'étude

Indicateur		Notation ISO	Notation courante	Unité	Utilisation
Bruit émis	Niveau d'émission	L_s	SL	dB re 1 μ Pa @ 1 m	Établit le niveau d'émission d'une source sonore
	Densité spectrale de puissance	-	DSP (ou PSD)	dB re 1 μ Pa ² /Hz	Établit le spectre acoustique d'une source de bruit (distribution du niveau de bruit en fonction de la fréquence)
Bruit reçu	Niveau de pression sonore (niveau peak)	$L_{p, pk}$ ou $L_{p, 0-pk}$	SPL peak	dB re 1 μ Pa @ X m	Quantifie le niveau de pression reçu par un récepteur à une distance donnée de la source émettrice (différence de pression maximale ou minimale par rapport à la pression de référence)
	Densité spectrale de puissance	-	DSP (ou PSD)	dB re 1 μ Pa/ \sqrt Hz @ X m	Quantifie le niveau de pression reçu par un récepteur à une distance donnée de la source émettrice par bande de fréquence et sur une période donnée.
	Densité spectrale de puissance	-	DSP (ou PSD)	dB re 1 μ Pa ² /Hz	Établit le spectre acoustique du bruit reçu par un hydrophone (distribution du niveau de bruit en fonction de la fréquence) sans prendre en compte la distance entre l'émetteur et le récepteur
	Niveau équivalent continu	$L_{eq, T}$	Leq	dB re 1 μ Pa	Quantifie le niveau large bande moyenné sur toute la période d'enregistrement
	Niveau d'exposition sonore	$L_{E, p}$	SEL _{ss}	dB re 1 μ Pa ² .s	Évalue la quantité d'énergie reçue lors d'une impulsion sonore en intégrant également sa durée
	Niveau d'exposition sonore cumulée	$L_{E, p}$	SEL _{cum}	dB re 1 μ Pa ² .s	Évalue la quantité d'énergie cumulée reçue lors de plusieurs impulsions en intégrant également leur durée

² MTES, 2020. Préconisations pour limiter les impacts des émissions acoustiques en mer d'origine anthropique sur la faune marine, 209 p.

3.2. Méthodologie

Un logiciel de propagation des ondes sonores a été utilisé pour modéliser le bruit ambiant sur la zone d'étude sur base des données disponibles. **Le modèle réalisé répond aux critères définis par le Laboratoire CMST** (Centre for Marine Science and Technology) de l'Université de Curtin (Perth, Australie) et décrit par [Jensen et al., 2011](#). Les algorithmes de modélisation utilisés sont définis en fonction des caractéristiques géoacoustiques du milieu et des caractéristiques acoustiques des sources sonores (algorithmes adaptés notamment à la hauteur d'eau et à la nature du fond) :

- ▶ Théorie des rayons sonores classique basée sur les algorithmes du modèle de propagation KRAKEN, utilisés pour les environnements marins par petit fond et/ou pour les basses fréquences des spectres acoustiques à modéliser
- ▶ Méthode par approximation parabolique basée sur les algorithmes RAM/RAMS, utilisés dans le cadre d'un environnement marin à petit fond
- ▶ Méthode de tracé des rayons sonores basée sur les algorithmes BELLHOP utilisés pour modéliser la propagation acoustique de sources sonores en milieu océanique par grand fond

3.3. Définition du scénario de propagation sonore

Pour définir le scénario de propagation des ondes sonores le plus représentatif, des données d'entrée fiables et robustes sont indispensables. Ces données d'entrée sont :

- ▶ La bathymétrie de la zone d'étude
- ▶ La nature du fond
- ▶ Les conditions météo-océaniques moyennes
- ▶ Les données du projet (planning, type de marteau, de pieux)
- ▶ Les pertes acoustiques associées à la zone d'étude
- ▶ L'audiogramme des espèces marines potentiellement présentes

Certaines de ces données ont été collectées par CREOCEAN, d'autres ont été fournies par le client.

Les données d'entrée du scénario modélisé sont synthétisées dans le Tableau 10 et explicitées ci-dessous :

3.3.1. Bathymétrie

La bathymétrie joue un rôle important dans la modélisation, car la profondeur de l'eau et la topographie du fond marin agissent sur la propagation des ondes sonores. Par exemple, les zones plutôt plates ou en pente douce comme les plateaux sous-marins peuvent favoriser la propagation à longue distance, alors qu'au contraire, les morphologies sous-marines plus complexes ou les tombants peuvent entraîner des réflexions ou absorptions. De la même manière, les profondeurs plus importantes favorisent largement la propagation des ondes sonores, alors qu'en eau peu profonde, les ondes sont réfléchies entre la surface et le fond.

La bathymétrie se comporte également comme un filtre passe-haut, ce qui signifie que les fréquences inférieures à une "fréquence de coupure (fc)" subissent de fortes pertes. Cette fréquence de coupure (fc) est définie par la formule suivante ([Jensen et al., 2011](#)) :

$$f_c \text{ (Hz)} = c_w / (4h\sqrt{1-(c_w/c_b)^2})$$

Avec

h : profondeur de l'eau (m)

c_w : célérité du son dans l'eau (m.s⁻¹)

c_b : célérité du son dans le substrat (m.s⁻¹)

La fréquence de coupure fc (Hz) a été calculé de manière dynamique en fonction de la profondeur de propagation.

Avant de réaliser une modélisation de propagation des ondes sonores, il est important de choisir l'étendue spatiale et la résolution du modèle, pour cela des données bathymétriques doivent être disponibles avec une résolution suffisante.

Plusieurs jeux de données ont été comparés afin de sélectionner la bathymétrie présentant la meilleure résolution (GEBCO, SHOM, ...). **Ce sont les données CARMAY (Mouquet & Bajjouk, 2018) qui ont été retenues dans le cadre de cette étude (Figure 13).**

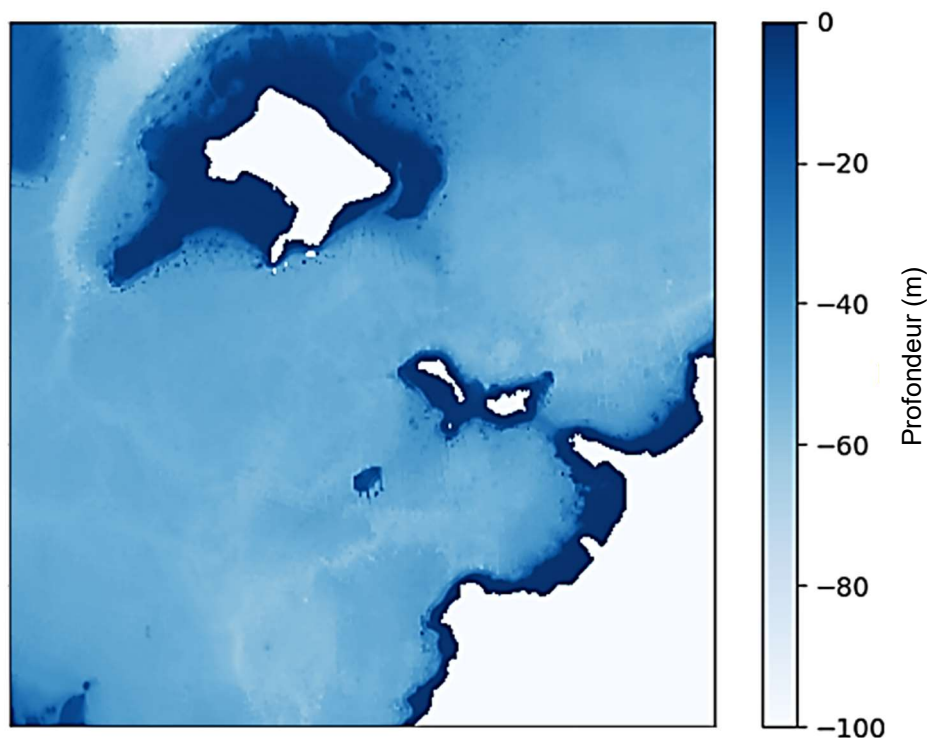


Figure 13 : Données bathymétriques CARMAY sur la zone d'étude (Mouquet & Bajjouk, 2018)

3.3.2. Nature des fonds

Les couches du fond marin et plus particulièrement les caractéristiques des sédiments jouent également un rôle important dans la modélisation des ondes sonores. Comme les caractéristiques des sédiments influencent les réflexions, l'absorption et la transmission à travers le fond marin, les données à prendre en compte sont la densité des sédiments, la vitesse du son et l'atténuation acoustique pour modéliser les effets des pertes de propagation du fond.

De nombreuses approches théoriques nécessitent l'entrée de plus de 10 paramètres géophysiques qui sont difficiles à obtenir (même dans des conditions de laboratoire Etter, 2013). Un modèle empirique, développé par Hamilton et basé sur des mesures, est largement utilisé à des fins pratiques (Hamilton, 1972, 1976, 1980, 1987 ; Hamilton et Bachman, 1982).

Dans le cadre de cette étude, aucune donnée géotechnique n'a été fournie, un profil générique simple a donc été utilisé pour alimenter le modèle de propagation. **Les données des cartes géologiques de Mayotte et du document RP-61803-FR NOTICE MAYOTTE (Nelig et al., 2013) ont été consultées. Les cartes sédimentaires présentes sur data.SHOM montrent que la zone d'étude possède un sol de type sableux vers le large.** Ainsi, la nature du fond a été considérée comme une seule couche sédimentaire de ce type. Cette couche est considérée homogène dans la zone et sans évolution en fonction de la profondeur vers les zones favorisant la propagation des ondes sonores.

Les paramètres caractérisant la propagation acoustique au travers de cette couche sableuse sont issus d'une moyenne entre différentes données bibliographiques et sont présentés dans le Tableau 8 ci-dessous :

Tableau 8. Données d'entrée de la nature du fond

Vitesse des ondes de compression (ondes P) dans le sol [m/s]	1798
Densité du sol [g/cm³]	2.008
Atténuation des ondes de compression dans le sol [dB/ λ]	1.3

3.3.3. Bathycélérimétrie

La vitesse du son et son atténuation sont les deux principaux mécanismes qui affectent la propagation des ondes sonores dans la colonne d'eau. Les conditions océanographiques locales exercent une influence sur la température et la salinité et ces variations peuvent être mesurées dans la colonne d'eau pour établir un profil vertical de la vitesse du son.

L'impact de ces deux mécanismes est également renforcé par la position de la source sonore et des organismes récepteurs dans la colonne d'eau étant donné que, lorsque les ondes acoustiques se propagent sous l'eau rencontrent des changements dans la vitesse du son, ces ondes peuvent être réfractées ou « pliées », ce qui peut entraîner un gain ou une atténuation de niveau. Cependant la plupart des évaluations d'impact du bruit dans l'environnement sont réalisées en eaux peu profondes et à courte distance, où l'influence de la vitesse du son est faible puisque les variations de la profondeur de l'eau sont réduites.

Aucune donnée de sonde CTD n'a été fournie pour établir un profil bathycélérimétrique, **le profil utilisé pour le scénario modélisé est extrait de la littérature (Colborn, 1976)**. Ce profil correspond à un profil générique établi sur une large zone comprise entre Madagascar et la côte africaine (Figure 14), pour les mois de décembre à février (planning prévisionnel des travaux). Le profil bathycélérimétrique a été ensuite ajusté aux données des stations DCE accessibles sur [Surval IFREMER](#) (surface et fond).

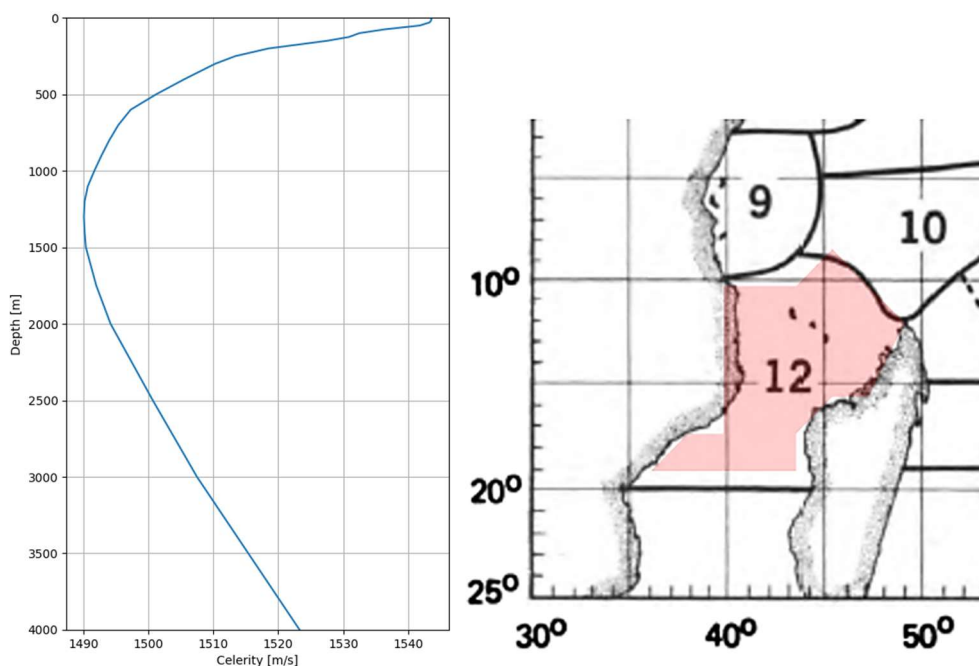


Figure 14 : Profil bathycélérimétrique – Zone 12 (Colborn, 1976)

3.3.4. Conditions environnementales

Lorsque les ondes sonores se propagent dans des eaux peu profondes, elles interagissent non seulement avec le fond marin, mais aussi avec la surface de la mer. Une surface de mer parfaitement calme favorise la réflexion des ondes sonores (l'énergie est facilement transmise) alors qu'au contraire une surface rugueuse (en fonction des conditions météorologiques locales) peut disperser les réflexions et conduire à des atténuations. Il est toutefois important de noter que les pertes acoustiques dues à la surface sont moins importantes que les interactions avec le fond marin.

L'état de mer 0 a été considéré pour cette étude puisqu'il favorise les conditions de propagation sonore dans la zone d'étude.

3.3.5. Données du projet et source sonore

L'une des données les plus importantes pour obtenir une modélisation de propagation du bruit la plus précise est la signature de la source sonore (niveau et fréquences). C'est pourquoi il est important d'obtenir les spécifications du projet, par exemple l'équipement utilisé, le type de navire, les spécifications des pieux et des marteaux, car de petites variations peuvent conduire à des résultats sensiblement différents. Trois approches courantes sont généralement utilisées pour établir un spectre sonore de la source :

- ▶ Utilisation de mesures in situ pour rétrocalculer le niveau de la source sonore
- ▶ Utilisation de mesures provenant d'études antérieures
- ▶ Utilisation d'une source de bruit physique ou numérique

Des modèles ont été développés pour plusieurs sources de bruit courantes, notamment le battage de pieux (par exemple, [Reinhall et Dahl, 2011](#) ; [Zampolli et al., 2013](#) ; [Lippert et von Estorff, 2014](#) ; [Fricke et Rolfes, 2015](#)), les canons à air sismiques et le bruit du trafic maritime.

Les spectres acoustiques sources considérés pour cette étude sont extraits de [Ruggerone et al., 2008](#) à travers l'analyse de [Jiménez-Arranz, et al., 2020](#). Ces données sont issues de mesures réalisées à trois distances différentes sur le terrain permettant ainsi de caractériser la propagation du bruit sur le site d'étude. Ces mesures ont été réalisées lors d'un battage de pieux en eau peu profonde en utilisant un marteau à percussion diesel, avec un pieu creux de diamètre similaire à ceux du chantier prévu. Un comparatif entre les conditions considérées pour cette étude et les conditions les plus pénalisantes prévues (données fournies par le client) est présenté dans le Tableau 9 ci-dessous.

Tableau 9. Données de la source sonore et du chantier

	Conditions pour les niveaux de référence [<i>Ruggerone et al., 2008</i>]	Conditions les plus pénalisantes attendues lors des travaux de Mtsamboro
Type de pieu	Pieu métallique creux	Pieu métallique creux
Diamètre du pieu	0.5 m	0.5 m
Poids du marteau	3 tonnes	2.7 tonnes
Hauteur d'eau	4 à 5 m	6 m
Type de fond	Boue molle	Sable
Cadence		90 / min
Durée de battage		7h / jour

Ainsi, les niveaux considérés lors de la modélisation sont :

- ▶ Niveau $L_{p,pk}$ non pondéré de 215 dB (re 1 μPa) @1m
- ▶ Niveau $L_{E,p}$ non pondéré de 182 dB (re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$) @1m

La Figure 15 représente le spectre de la source de bruit utilisé pour l'étude de propagation. Ce spectre est issu de la littérature scientifique et normalisé afin d'obtenir les niveaux cités précédemment.

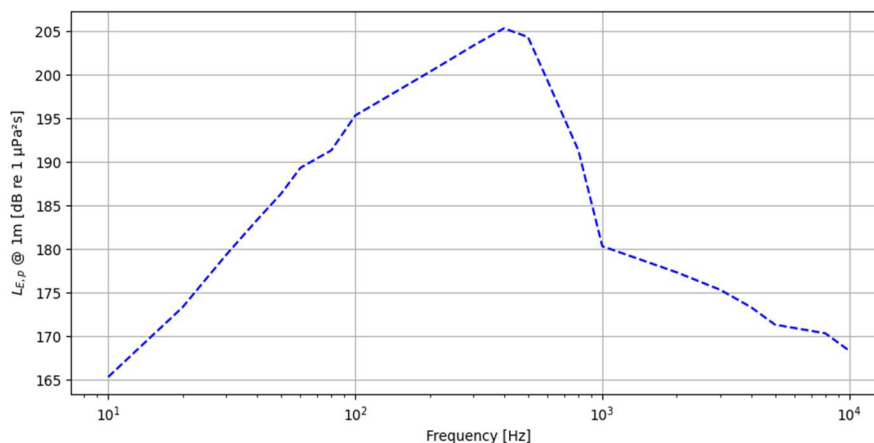


Figure 15 : Spectre acoustique de la source sonore @1m (en dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$)

3.3.6. Algorithmes de propagation du son

De nombreux algorithmes de propagation ont été développés, car aucun modèle de propagation unique n'est applicable à tous les environnements acoustiques et à toutes les gammes de fréquences. Ces modèles sont basés sur des méthodes mathématiques telles que la théorie des rayons, les modes normaux, l'expansion par trajets multiples, l'intégration du nombre d'onde ou l'équation parabolique (Porter, 1992 ; Collins, 1993 ; Porter et Liu, 1994 ; Etter, 2009, 2013 ; Jensen et al., 2011).

L'identification du bon modèle de perte de propagation du son est l'un des paramètres les plus importants qui permet de réduire les incertitudes lors de la modélisation des ondes sonores.

En fonction des fréquences, de la profondeur de l'eau, de la portée et des conditions environnementales, des algorithmes combinés sont couramment utilisés à des fins pratiques, en particulier lorsque la bathymétrie est hétérogène. Cependant, cette stratégie suppose que la portée d'utilisation des algorithmes de propagation choisis et en particulier la fréquence de croisement entre les deux algorithmes soit bien établie au préalable. Cette fréquence doit évoluer en fonction de la bathymétrie et suppose donc des ajustements dynamiques complexes.

Applicability of the most common propagation models according to water depth, acoustic frequency, and range dependence (RI = range independent; RD = range dependent). Black cells indicate modelling approach is applicable and computationally efficient; grey cells indicate limitations in accuracy or computational efficiency; white cells indicate that the modelling approach is neither applicable nor practicable. Adapted from [Etter \(2009\)](#).

Model approach	Example algorithm	Applications							
		Shallow water				Deep water			
		Low frequency		High frequency		Low frequency		High frequency	
		RI	RD	RI	RD	RI	RD	RI	RD
Ray	BELLHOP (Porter and Liu, 1994)								
Normal mode	KRAKEN (Porter, 1992)								
Parabolic equation	RAM (Collins, 1993)								

Figure 16. Applicabilité des algorithmes de propagation (Farcas et al., 2016)

Dans le cadre de cette étude, la hauteur d'eau présente dans la zone de travaux est inférieure à 10 m, le type de source sonore est un battage de pieux entre 10 Hz et 10 kHz présentant un maximum d'énergie entre 400 et 500 Hz et la nature du fond considéré est sableuse.

Le modèle de propagation choisi est le modèle RAM (équation parabolique). Ce modèle est un modèle de propagation en 2D permettant pour un transect donné et à une fréquence précise d'estimer le champ de propagation dans l'ensemble de la colonne d'eau pour différentes distances à la source. Pour chaque champ de propagation, les pertes de propagation sont estimées en considérant la perte minimale observée dans la colonne d'eau à une distance donnée.

Les paramètres utilisés pour le paramétrage de ce modèle sont :

- ▶ Une résolution selon d'axe de la distance : 10 m
- ▶ Une résolution selon l'axe de la profondeur : 1 m
- ▶ Une distance maximale de propagation correspondant à la zone d'étude acoustique

Afin d'établir une carte associée à la propagation du son dans l'ensemble de la zone, les pertes de propagation sont estimées pour différentes fréquences et différents transects en considérant les caractéristiques qui suivent :

- ▶ Une estimation des pertes pour les fréquences comprises entre 0 Hz et 10 kHz avec une résolution fréquentielle linéaire de 100 Hz (fréquence de coupure dynamique)
- ▶ Une décomposition linéairement répartie entre 0 et 360° autour de la source, en 800 transects présentant ainsi une résolution angulaire de 0.45°

3.4. Synthèse des données d'entrée

La synthèse des données d'entrée compilées pour établissement du scénario de propagation le plus représentatif est présentée dans le Tableau 10 ci-dessous :

Tableau 10. Données d'entrée du scénario de propagation et leurs sources

Type de données	Format	Source	Donnée d'entrée	Intérêt
Bathymétrie	Carte	Données CARMAY Mouquet & Bajjouk, 2018	Carte raster bathymétrique	Nécessaire à la modélisation de la propagation des ondes sonores.

Type de données	Format	Source	Donnée d'entrée	Intérêt
Nature du fond	Carte	RP-61803-FR NOTICE MAYOTTE + Carte géologique de Mayotte + data.shom	Tableau 8	Nécessaire pour évaluer les propriétés de réflexion/absorption des ondes sonores
Bathycélérimétrie	Bibliographie	Colborn, 1976	Figure 14	Nécessaire pour le calcul des pertes acoustiques en fonction de la distance à la source
Température	Base de données DCE - Station 006 et 011	Surval Ifremer		
Salinité	Base de données DCE - Station 006 et 011	Surval Ifremer		
Descriptif des ateliers du chantier	Données sur les opérations : types d'engin, cadencements des opérations, diamètres des pieux, positions des ateliers	Client + ETG	Tableau 9	Descriptif des ateliers du chantier
Données sur les pieux	Document PDF et mail	20201207-FAISA V2 + ETG	500mm	Descriptif des ateliers du chantier
Données sur le marteau	Document PDF	Fiche technique EB	2 700 kg 90 coups / min 7h / jour	Descriptif des ateliers du chantier
Spectre sonore du battage	Spectre acoustique	Ruggerone et al., 2008 à travers l'analyse de Jiménez-Arranz, et al. 2020	Figure 15	
Conditions météorologiques et océaniques	Données quantitatives moyennes (vitesse et direction du vent, pluviométrie, niveau d'eau)		État de mer 0	Permet d'intégrer la géophonie au bruit ambiant
Période des travaux	Mail	Client	Décembre 2022	Permet d'intégrer le marnage et les marées
Durée des travaux	Mail	ETG	2 mois	Permet d'intégrer le marnage et les marées
Modèle de perte par propagation	Équation	Farcas et al., 2016	RAM (équation parabolique)	Nécessaire pour le calcul des pertes acoustiques en fonction de la distance à la source
Audiogramme des espèces à enjeux	Courbe niveau/fréquence	Southall et al., 2019 Popper et al., 2014	Figure 19 et 20	Permet de prendre en compte la capacité auditive de chaque espèce afin d'évaluer le niveau de bruit effectivement perçu
Seuils de risque de perte d'audition	Niveaux en dB pondérés	Southall et al., 2019 Popper et al., 2014	Tableau 12 et 13	Permet de définir des périmètres associés aux risques de dommages physiologiques

3.5. Carte de modélisation de propagation sonore

L'objectif de la modélisation a été d'établir à l'échelle de la zone d'étude prédéterminée (emprise acoustique du projet) une carte de bruit ambiant sous-marin représentative de la contribution des sources sonores présentes lors de la phase de construction (battage).

Le scénario le plus représentatif a été déterminé en bout de ponton puisque la bathymétrie favorise la propagation des ondes sonores. Il a donc ainsi été réalisé en fonction des conditions techniques et environnementales, du planning des opérations et de l'état de la mer déterminé précédemment, afin de dimensionner les mesures de mitigations en conséquence. Une carte de propagation non pondérée (propagation physique du son) a ainsi été réalisée (Figure 17).

Afin de faciliter la lecture, la carte de bruit est présentée avec une répartition du bruit par pas de 10 dB. Elle est établie en considérant en tous points le niveau maximum quel que soit le niveau l'immersion dans la colonne d'eau.

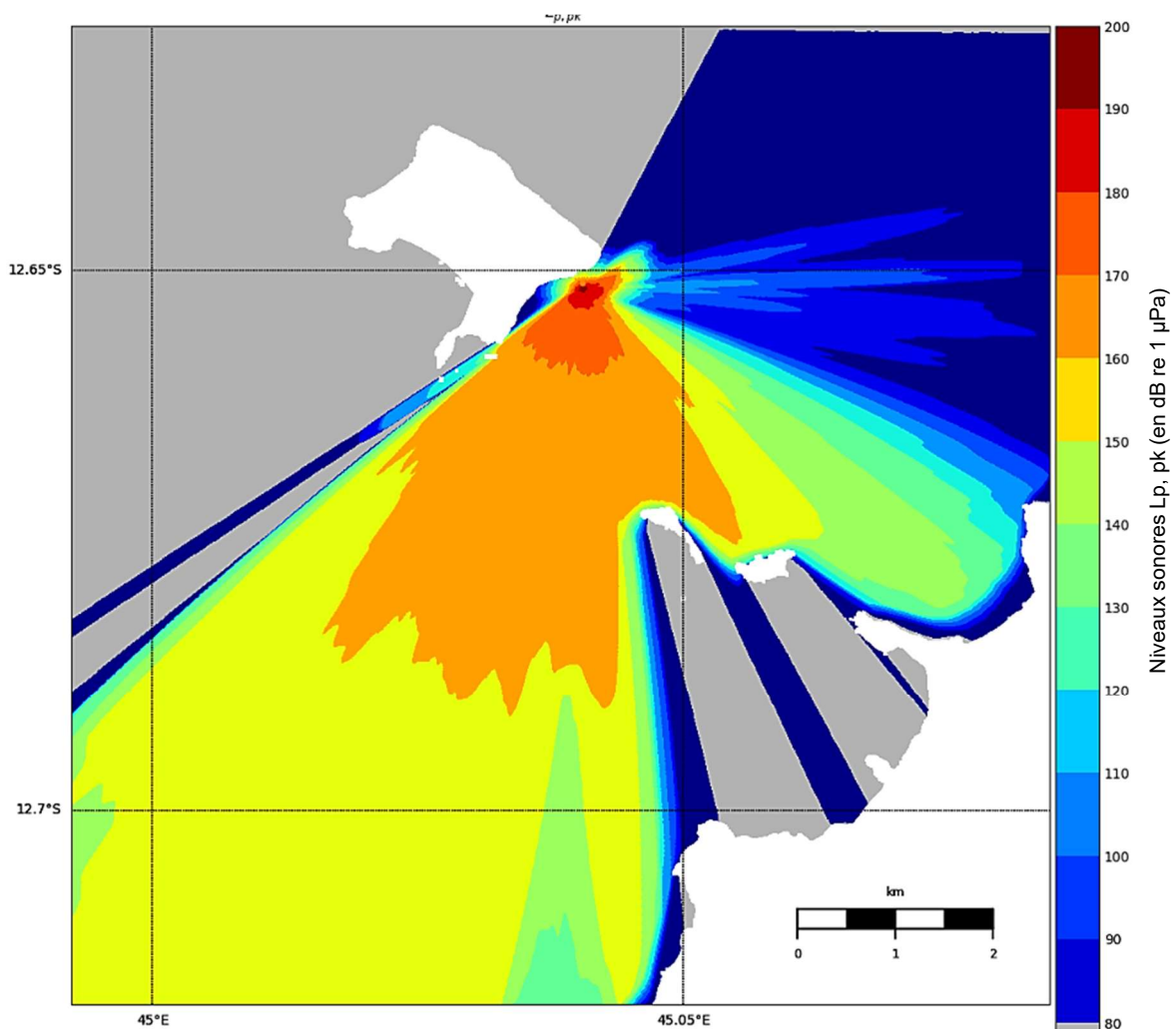


Figure 17 : Carte de modélisation de propagation sonore non pondérée (L_p , peak en dB re 1 μ Pa) pour 1 coup de battage de pieu

4. Évaluation des impacts sonores sur la faune marine

L'étude bibliographique réalisée a permis d'établir une liste principale de mammifères marins et tortues de mer présents ou susceptibles d'être présents à proximité du chantier. **Les mammifères marins et les tortues sont regroupés par groupe d'audition pour lesquels des seuils de tolérance au bruit ont été définis.** Ces seuils sont décrits dans la littérature scientifique par [Southall et al. \(2019\)](#) pour les mammifères marins et [Popper et al. \(2014\)](#) pour les poissons et les tortues de mer. Ils constituent à ce jour la référence en matière d'évaluation de l'impact du bruit sur ces espèces cibles et correspondent aux recommandations du MTES³.

Ces seuils ont donc été utilisés afin de modéliser l'effet attendu du battage de pieux sur chaque groupe d'audition, en fonction de leur capacité auditive. **Pour chaque groupe d'audition, une carte pondérée* a donc été réalisée, représentant les périmètres à l'intérieur desquels les espèces du groupe d'audition considéré sont susceptibles de subir une perte d'audition** temporaire (TTS pour Temporary Threshold Shift) ou permanente (PTS pour Permanent Threshold Shift).

* On appelle carte pondérée, une carte de propagation sonore qui tient compte de la perception et de la sensibilité acoustique d'un groupe d'audition. En effet le niveau reçu par l'animal (Figure 17 - non pondéré) est différent de celui qui sera effectivement perçu (pondéré) par celui-ci (Figure 18).

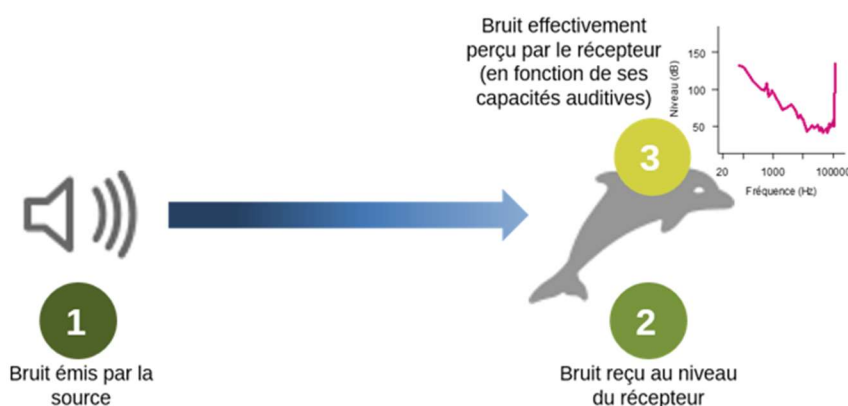


Figure 18. Différence entre les bruits émis, reçu et perçu. (MTES, 2020).

L'étendue de ces périmètres TTS et PTS (risques physiologiques) a donc été calculée et a permis de quantifier l'effet attendu du bruit généré par le battage de pieux. **Le croisement de ces effets avec la sensibilité définie pour chaque espèce a enfin permis d'évaluer l'impact du bruit sur la faune marine.**

Cette méthode d'évaluation se base uniquement sur le risque de dommage physiologique encouru. Elle ne prend pas en compte les éventuelles réactions comportementales (fuite, plongée, arrêt des activités, panique, etc.) qui pourraient être liées aux émissions sonores. Des seuils de bruit susceptibles d'engendrer des réactions comportementales ont déjà été proposés dans la littérature ([NMFS, 1995](#) ; [Nedwell et al., 2007](#) ; [David, 2011](#) par exemple), mais ces seuils sont fortement remis en question aujourd'hui ([Southall et al., 2021](#)). Il est en effet très difficile de relier une réaction comportementale à une cause en particulier et une forte variabilité interindividuelle existe ([Nowacek et al., 2007](#)). À l'inverse, les pertes d'audition consécutives à une exposition au bruit ont fait l'objet de mesures directes sur plusieurs espèces et les seuils disponibles aujourd'hui dans la littérature font consensus au sein de la communauté scientifique.

³ MTES, 2020. Préconisations pour limiter les impacts des émissions acoustiques en mer d'origine anthropique sur la faune marine, 209 p.

4.1. L'audition chez les mammifères marins

En milieu marin, où la visibilité est souvent réduite à quelques mètres, l'audition est un sens particulièrement important pour les organismes vivants. Ceux-ci ont développé des adaptations physiologiques leur permettant de percevoir les ondes acoustiques. Ces adaptations diffèrent sensiblement selon les espèces.

Les mammifères marins utilisent le son pour se nourrir, se reproduire, communiquer et s'orienter. Leur audition est donc particulièrement bien développée et adaptée au milieu marin. Dans l'eau, les mammifères marins sont capables de percevoir les sons sur une très large plage de fréquences allant de 10 Hz à 200 kHz. Cependant, **tous les mammifères marins n'ont pas la même sensibilité auditive et sont répartis en six « groupes d'audition »** notés HG (Hearing Group - [Southall et al., 2019](#) - Figure 19) :

- ▶ Les Cétacés basse fréquence (LF) qui comprennent notamment les baleines à fanons (ou mysticètes) perçoivent les sons entre 10 Hz à 30 kHz avec une sensibilité maximale entre 1000 et 8000 Hz. Dans cette plage de sensibilité maximale, leur seuil d'audition est d'environ 60 dB re 1 μ Pa.
- ▶ Les Cétacés haute fréquence (HF) qui regroupent la plupart des delphinidés (dauphins, globicéphales et orques), les ziphiidés (baleines à bec), les monodontidés (béluga et narval) et le grand cachalot. Ces espèces perçoivent les sons entre 100 Hz et 180 kHz avec une sensibilité maximale entre 10 et 100 kHz. À l'intérieur de cette plage de sensibilité maximale leur seuil d'audition est inférieur à 60 dB re 1 μ Pa
- ▶ Les Cétacés très haute fréquence (VHF), qui incluent les phocoenidés (marsouins), quelques petits delphinidés, les dauphins d'eau douce et les kogiidés (cachalots nain et pygmée). Comme les Cétacés haute fréquence, ils sont capables de percevoir les sons de 100 Hz à 180 kHz, mais ils sont plus sensibles aux très hautes fréquences, avec des seuils d'audition minimum inférieurs à 50 dB re 1 μ Pa autour de 100 kHz
- ▶ Les Siréniens (SI) qui comprennent les lamantins et dugongs perçoivent les sons entre 250 Hz et 60 kHz avec une sensibilité maximale entre 10 et 20 kHz. Dans cette plage plus restreinte leur seuil d'audition maximale se situe autour de 60 dB re 1 μ Pa
- ▶ Les Phocidés (PCW), qui comprennent les phoques et les éléphants de mer. Ces espèces, dépourvues d'oreille externe, sont capables de percevoir les sons aussi bien sous l'eau que dans l'air. Dans l'eau, elles perçoivent les sons entre 100 Hz et 100 kHz. Leur seuil d'audition est inférieur à 60 dB re 1 μ Pa dans leur plage de sensibilité maximale, comprise entre 2 et 30 kHz
- ▶ Les autres carnivores (OCW), qui regroupent les otaries, les lions de mer, le morse, les loutres et l'ours polaire. Contrairement aux phocidés, ces espèces possèdent une oreille externe (à l'exception du morse) et leur seuil d'audition est plus élevé (environ 70 dB re 1 μ Pa au minimum). Dans l'eau, elles perçoivent les sons entre 100 Hz et 60 kHz et leur sensibilité maximale se situe autour de 10 kHz.

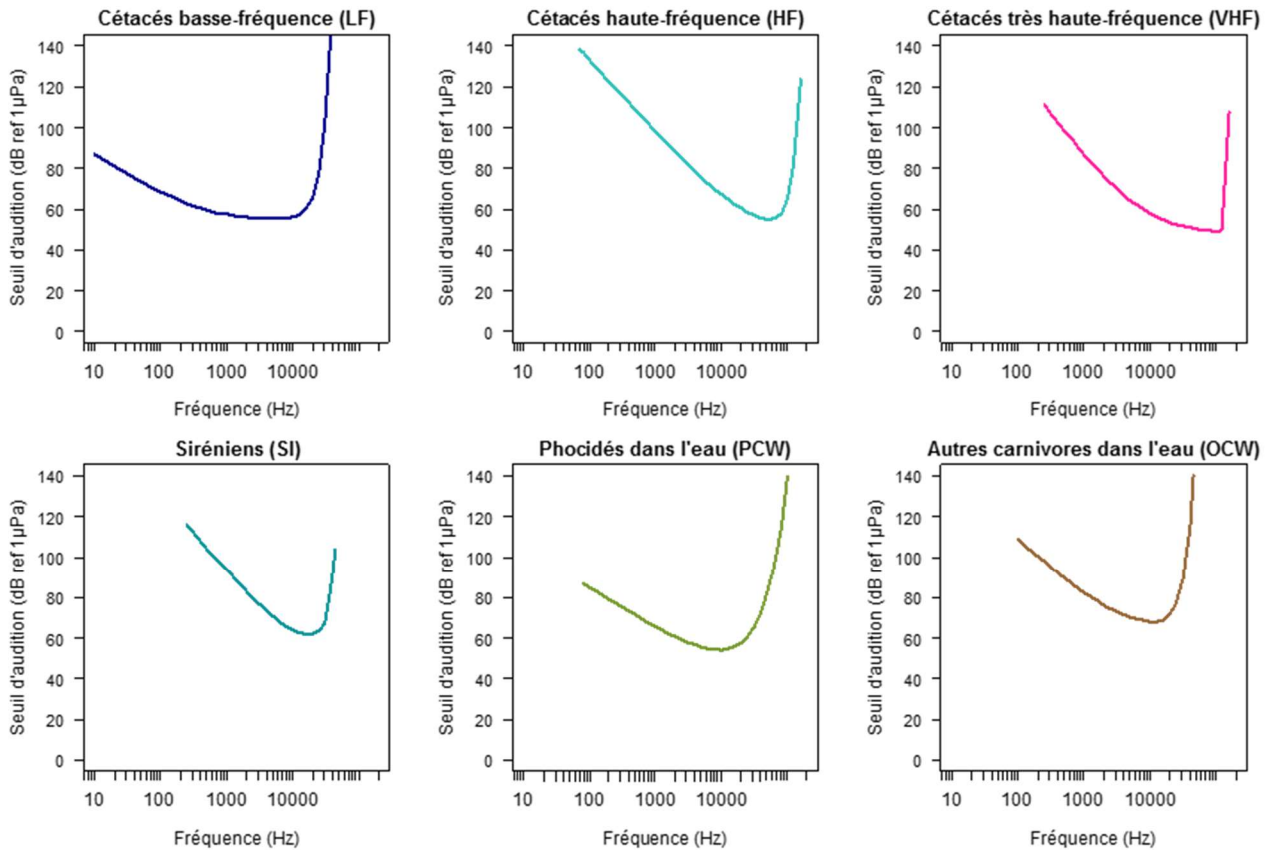


Figure 19 : Audiogrammes médians des différents groupes de mammifères marins (Southall et al., 2019).

Sept espèces de mammifères marins ont été identifiées dans l'étude bibliographique comme susceptibles d'être présentes à proximité du chantier : la baleine à bosse, le grand dauphin de l'Indopacifique, le dauphin tacheté pantropical, le dauphin à long bec, le dauphin à bosse, le péponocéphale et le dugong. Les groupes d'audition ainsi que les capacités auditives (plage d'audition et sensibilité maximum) propres à ces sept espèces sont résumés dans le Tableau 11 ci-dessous.

Tableau 11 : Groupe d'audition des espèces de mammifères marins (Southall et al., 2019).

Espèce	Groupe d'audition	Plage d'audition	Sensibilité maximale
Baleine à bosse	Cétacés basse fréquence (LF)	10 Hz-30 kHz	~60 dB re 1 µPa entre 1 et 8 kHz
Grand dauphin de l'Indopacifique	Cétacés haute fréquence (HF)	100 Hz-180 kHz	~60 dB re 1 µPa entre 10 et 100 kHz
Dauphin tacheté pantropical			
Dauphin à long bec			
Dauphin à bosse de l'Indopacifique			
Péponocéphale			
Dugong	Siréniens (SI)	250 Hz - 60 kHz	~60 dB re 1 µPa entre 10 et 20 kHz

4.2. Seuils de tolérance au bruit pour les mammifères marins

Pour chaque groupe d'audition précédemment cité, des seuils de tolérance au bruit ont été définis en 2007 (Southall et al., 2007) et ont récemment été mis à jour (NMFS, 2018 ; Southall et al., 2019). Ces seuils intègrent les dernières connaissances scientifiques en matière de bioacoustique et sont considérés aujourd'hui comme les plus robustes pour évaluer l'effet du bruit sur les mammifères marins. Ce sont donc ces seuils qui ont été retenus dans la présente étude. **Ces seuils permettent d'établir à partir de quel niveau de bruit un mammifère marin, en fonction de sa sensibilité auditive, est susceptible de subir une perte d'audition temporaire (TTS) ou permanente (PTS). Ils sont déclinés selon le type de bruit considéré : impulsionnel ou continu.**

En effet, dans le cas d'une exposition à un son continu, il est important de prendre en compte la durée d'émission de ce son. De ce fait, les indicateurs TTS et PTS pour un son continu sont exprimés en $LE_{p, 24h}$ ou SEL cumulé sur 24 heures (SEL_{24h}). Ces indicateurs sont pondérés (leurs calculs intègrent la fonction de pondération du groupe d'espèces considéré) afin de prendre en compte la sensibilité auditive de chaque groupe d'audition chez les mammifères marins. Les indicateurs TTS et PTS définis pour les sons de nature impulsionnelle sont exprimés en $LE_{p, HG^4, 24h}$, SEL_{24h} pondéré, mais également en $L_{p, peak}$ ou SPL_{pk} (Sound Pressure Level zero to peak) non pondéré, ce qui correspond au niveau de bruit reçu par l'animal, indépendamment de sa capacité auditive (Tableau 12).

Tableau 12 : Seuils de perte temporaire (TTS) et permanente (PTS) d'audition pour chaque groupe de mammifères marins exposés à un bruit impulsionnel. (Southall et al., 2019).

Son impulsionnel	TTS		PTS	
	$LE_{p, 24h}$ (Pondéré)	$L_{p, pk}$ (Non pondéré)	$LE_{p, 24h}$ (Pondéré)	$L_{p, pk}$ (Non pondéré)
Cétacés basse fréquence (LF)	168	213	183	219
Cétacés haute fréquence (HF)	170	224	185	230
Siréniens (SI)	175	220	190	226

Les niveaux d'exposition sonore cumulés sur 24 heures ($LE_{p, 24h}$ SEL_{24h}) sont exprimés en dB re $1 \mu Pa^2 \cdot s$. Les niveaux de pression sonore ($L_{p, pk}$ ou SPL_{pk}) sont exprimés en dB re $1 \mu Pa$

4.3. L'audition chez les tortues de mer

Les tortues marines possèdent un système auditif développé, comprenant une oreille moyenne (avec un tympan) et une oreille interne. L'oreille moyenne conduit le son via la columelle (petit os équivalent à l'étrier chez les mammifères), tandis que l'oreille interne le réceptionne et détecte la position et l'accélération.

Même si son fonctionnement est encore mal connu, les études suggèrent que l'appareil auditif des tortues marines est adapté à la détection des sons aériens et sous-marins. Le tympan est renforcé par une épaisse couche de graisse, ce qui est propre aux reptiles aquatiques. Les tortues marines sont capables de capter les stimuli acoustiques, mais également les vibrations via le squelette (os de la tête et colonne vertébrale notamment) et la carapace de l'animal qui joueraient le rôle de récepteurs des ondes sonores à terre comme en mer. Cependant, ce processus de perception des vibrations n'est pas encore très bien connu. La présence d'une oreille moyenne (cavité remplie d'air) suggère que les tortues marines sont également capables de percevoir les variations de pression.

Les tortues marines seraient capables de percevoir des sons sous-marins basse fréquence, entre 30 et 2 000 Hz, avec une sensibilité maximale située entre 200 et 600 Hz (Figure 20), **cette sensibilité maximale étant**

⁴ HG pour "Hearing Group" : dépend du groupe d'audition auquel appartient l'animal considéré ; 24h, car le niveau est calculé pour une exposition sur 24 h.

toutefois variable d'une espèce à l'autre, et d'un individu à l'autre, notamment en fonction de son âge. L'appareil auditif des tortues marines est également impliqué dans les déplacements et l'équilibre.

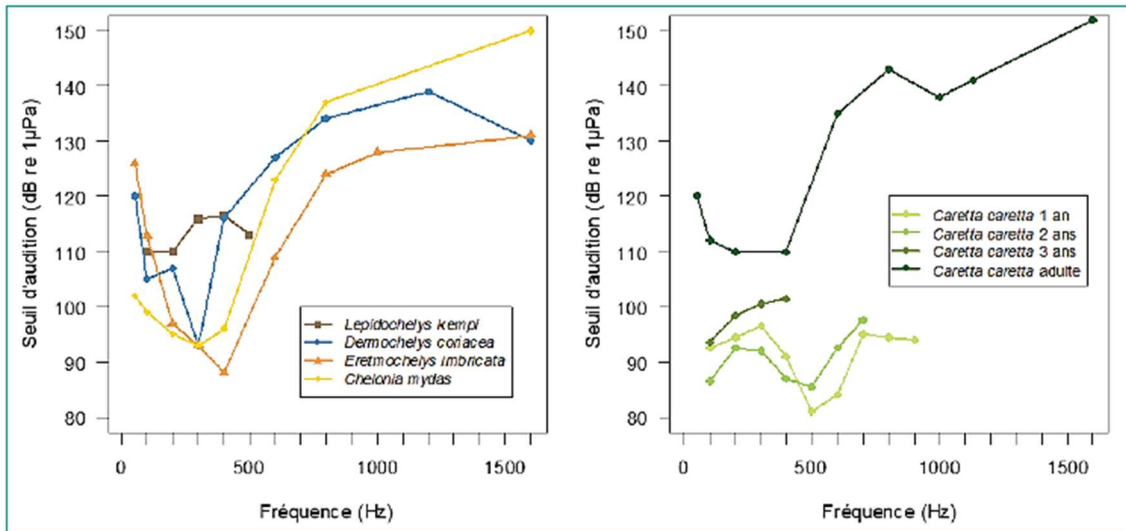


Figure 20 : À gauche, audiogrammes de quatre espèces de tortues marines : la tortue de Kemp (*Lepidochelys kempi*), la tortue luth (*Dermochelys coriacea*), la tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*) et la tortue verte (*Chelonia mydas*). À droite, audiogramme de la tortue caouanne (*Caretta caretta*) à différents stades du cycle de vie (Ketten & Bartol, 2006 ; Dow Piniak, 2012).

4.4. Seuils de tolérance au bruit pour les tortues de mer

Pour les poissons et tortues marines, des seuils de tolérance au bruit ont été définis en 2014 (Popper et al., 2014). Ces seuils intègrent les dernières connaissances scientifiques en matière de bioacoustique et sont considérés aujourd'hui comme les plus robustes pour évaluer l'effet du bruit sur les tortues de mer. Ce sont donc ces seuils qui ont été retenus dans la présente étude. **Ces seuils permettent d'établir à partir de quel niveau de bruit une tortue de mer est susceptible de subir une perte d'audition permanente (PTS) (les seuils TTS pour les tortues de mer sont indisponibles par manque de connaissances).**

Les indicateurs PTS définis pour les sons de nature impulsionnelle sont exprimés en $LE_{p,HG^5,24h}$, SEL_{24h} pondéré, mais également en Lp_{peak} ou SPL_{pk} (Sound Pressure Level zero to peak) non pondéré, ce qui correspond au niveau de bruit reçu par l'animal, indépendamment de sa capacité auditive (Tableau 13).

Tableau 13 : Seuils TTS et PTS pour les tortues de mer exposées à un son impulsionnel. (Popper et al., 2014).

Son impulsionnel	TTS		PTS	
	$LE_{p, 24h}$ (Pondéré)	Lp_{pk} (Non pondéré)	$LE_{p, 24h}$ (Pondéré)	Lp_{pk} (Non pondéré)
Tortues de mer (TU)	Non disponible		210	207

Les niveaux d'exposition sonore cumulés sur 24 heures ($LE_{p, 24h}$, SEL_{24h}) sont exprimés en dB re $1 \mu Pa^2 \cdot s$. Les niveaux de pression sonore (Lp_{pk} ou SPL_{pk}) sont exprimés en dB re $1 \mu Pa$

⁵ HG pour "Hearing Group" : dépend du groupe d'audition auquel appartient l'animal considéré ; 24h, car le niveau est calculé pour une exposition sur 24 h.

4.5. Cartes d'impact du bruit sous-marin sur la faune marine

La modélisation a permis de déterminer les distances maximums d'impact physiologique et de réaliser des cartes de bruit perçu par les espèces marines principales et susceptibles d'être présentes dans la zone d'étude (emprise acoustique du projet).

Les cartes acoustiques réalisées permettent d'estimer en fonction des données acoustiques disponibles le bruit perçu (donc pondéré, après correction en fonction de la sensibilité auditive du groupe considéré) ou non pondéré pour chaque espèce précédemment identifiée regroupée par groupe d'audition.

Afin de faciliter la lecture, la carte de bruit est présentée avec une répartition du bruit par pas de 10 dB. Elle est établie en considérant en tous points le niveau maximum quel que soit le niveau l'immersion dans la colonne d'eau.

Pour rappel, seul le scénario de propagation sonore le plus représentatif (en bout de ponton) a été modélisé, puisque la bathymétrie favorise la propagation des ondes sonores.

Tableau 14 : Seuils TTS et PTS et distances maximales d'impact associées

Son impulsionnel	LE, p, 24h (pondéré)			
	TTS		PTS	
	Seuil	Distance max	Seuil	Distance max
Cétacés basse fréquence (LF)	168 dB	8 km	183 dB	765 m
Cétacés haute fréquence (HF)	170 dB	290 m	185 dB	30 m
Siréniens (SI)	175 dB	330 m	190 dB	40 m
Tortues de mer (TU)	-	-	210 dB	Non atteint

Son impulsionnel	Lp, pk (non pondéré)			
	TTS		PTS	
	Seuil	Distance max	Seuil	Distance max
Cétacés basse fréquence (LF)	213 dB	< 10 m	219 dB	Non atteint
Cétacés haute fréquence (HF)	224 dB	Non atteint	230 dB	Non atteint
Siréniens (SI)	220 dB	Non atteint	190 dB	10 m
Tortues de mer (TU)	-	-	207 dB	< 10 m

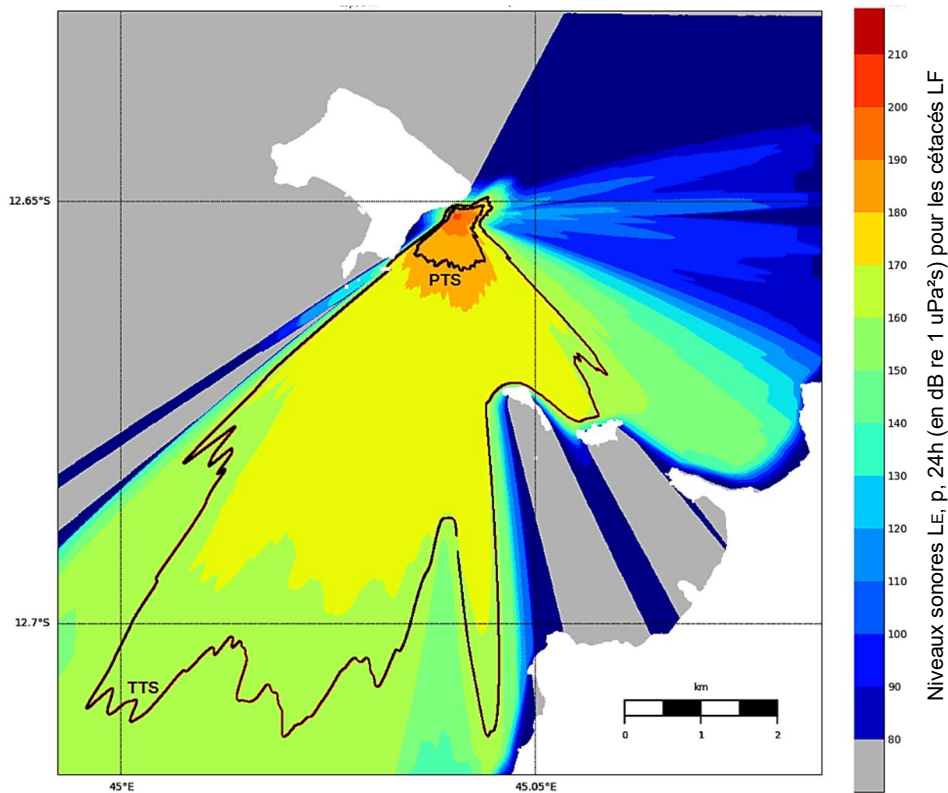


Figure 21 : Carte de propagation pondérée et zones d'impacts TTS et PTS pour les cétacés LF (LE, p, 24h, en dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$) pour 7h de battage avec une cadence de 90 coups / min

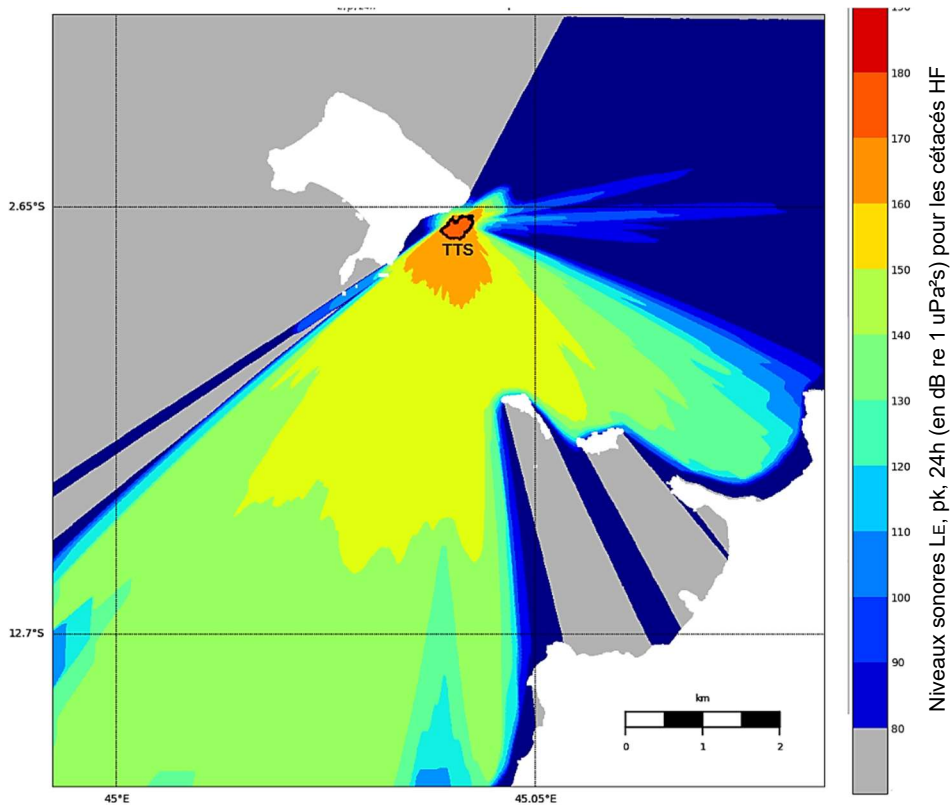


Figure 22 : Carte de propagation pondérée et zones d'impacts TTS pour les cétacés HF (LE, p, 24h, en dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$) pour 7h de battage avec une cadence de 90 coups / min

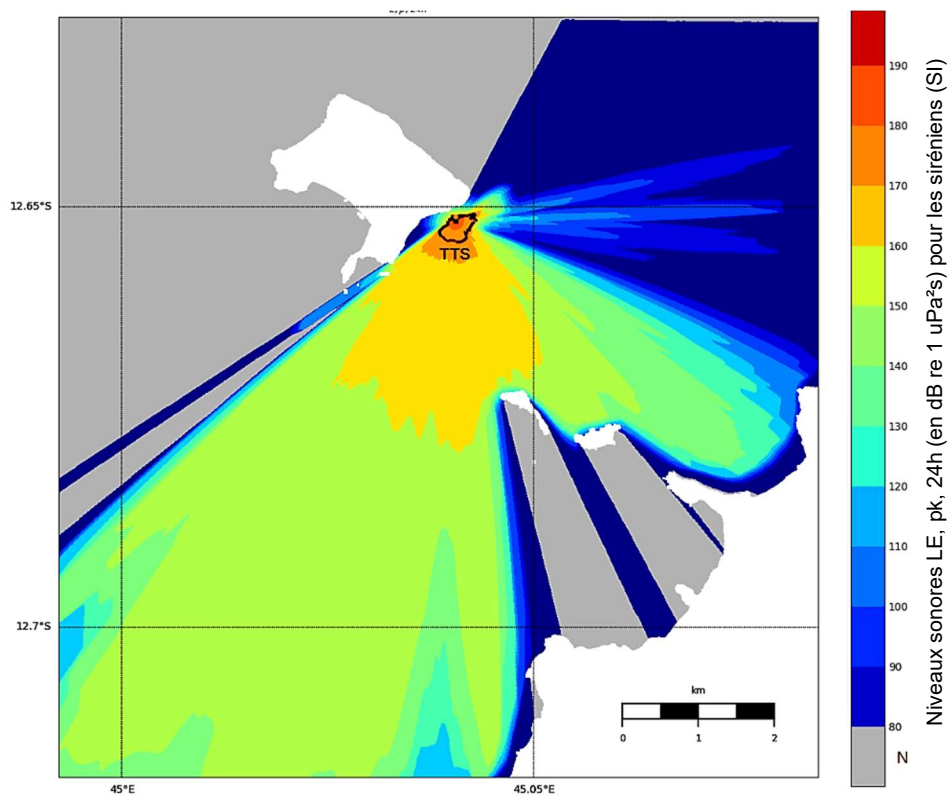


Figure 23 : Carte de propagation pondérée et zones d'impacts TTS pour les siréniens SI (LE, p, 24h, en dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$) pour 7h de battage avec une cadence de 90 coups / min

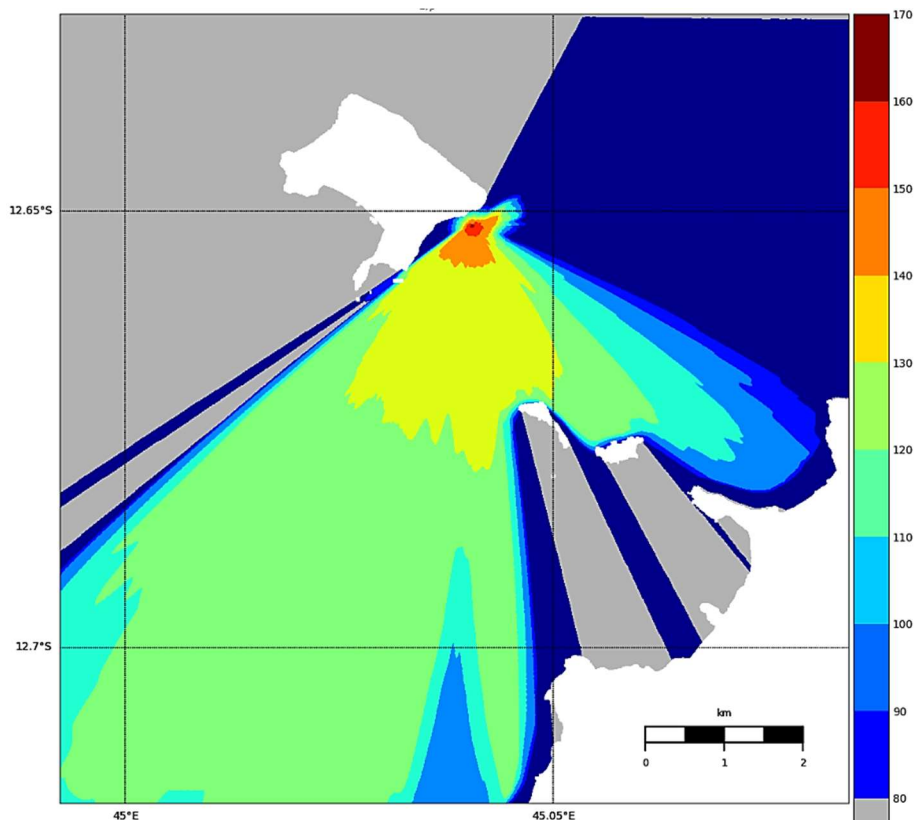


Figure 24 : Carte de propagation pondérée pour les tortues de mer TU (LE, p, en dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$)

4.6. Évaluation des effets sonores sur la faune marine

L'effet se définit comme la conséquence objective d'un projet ou d'une activité sur son environnement (MEEDDM, 2010). Cet effet peut être positif ou négatif, direct ou indirect, temporaire ou permanent, à court, moyen ou long terme. Le degré d'effet varie selon l'espèce considérée et le type d'activité : ces effets pourront être nuls ou négligeables, faibles, moyens ou forts.

Pour évaluer l'effet du bruit sur la faune marine, nous avons considéré l'étendue du périmètre à l'intérieur duquel un individu est susceptible de subir un dommage physiologique (TTS ou PTS) afin d'évaluer le niveau d'effet selon la grille présentée dans le Tableau 15 ci-dessous. Ce périmètre est défini par la valeur du rayon en mètre qui détermine cette zone à risque auditif autour de la source émettrice.

Tableau 15 : Grille d'évaluation des effets liés aux bruit sous-marin

Effet	Absence de TTS	TTS uniquement	PTS ≤ 500 m	PTS > 500 m
Niveau d'effet	Nul ou Négligeable	Faible	Moyen	Fort

Le Tableau 16, quant à lui, présente une synthèse des effets sonores potentiels en fonction des espèces ciblées pour le scénario modélisé.

Tableau 16 : Détermination des effets sonores potentiels sur les espèces principales (mise en évidence des rayons en mètres associés aux périmètres TTS et PTS).

Cétacés basse fréquence (LF)		Cétacés haute fréquence (HF)		Siréniens (SI)		Tortues de mer (TU)
Baleine à bosse		Grand dauphin de l'Indopacifique Dauphin tacheté pantropical Dauphin à long bec Dauphin à bosse de l'Indopacifique Péponocéphale		Dugong		Tortue verte Tortue imbriquée
TTS	PTS	TTS	PTS	TTS	PTS	PTS
8 km	765 m	290 m	30 m	330 m	40 m	Non atteint
Effet fort		Effet moyen		Effet moyen		Effet nul

L'évaluation des effets sonores associée au scénario représentatif (fin de ponton) met en évidence un effet fort sur les cétacés basse fréquence (LF), moyen pour les cétacés haute fréquence (HF) et les siréniens, mais nul pour les tortues de mer (TU).

Pour rappel seuls les effets physiologiques sont considérés dans le Tableau 16, cependant, de fortes réactions comportementales des espèces ciblées seraient potentiellement attendues compte tenu des niveaux de bruit modélisés si une espèce considérée était positionnée à proximité du chantier de battage de pieux.

4.7. Évaluation du risque d'impact acoustique

Le risque d'impact se définit comme la transposition de l'effet sur une échelle de valeurs (MEEDDM, 2010). Il s'évalue en croisant l'effet et la sensibilité (la sensibilité des espèces principales a été évaluée en Chap 2.5 : Définition des enjeux et sensibilités). Ainsi, le croisement des sensibilités, précédemment définies pour chaque espèce, avec les effets déterminés pour chacune des phases de travaux a permis d'évaluer les risques d'impact du bruit généré par les travaux d'ancrage des pieux sur les mammifères marins potentiellement présents sur la zone d'étude. Pour cela, la matrice suivante a été appliquée (Tableau 17).

Tableau 17 : Matrice d'évaluation des risques d'impact en fonction de la sensibilité et des effets.

Sensibilité Effet	Nulle ou négligeable	Faible	Moyenne	Forte
Nul ou négligeable	Nul Négligeable	Nul Négligeable	Nul Négligeable	Nul Négligeable
Faible	Nul Négligeable	Faible	Moyen	Moyen
Moyen	Nul Négligeable	Faible	Moyen	Fort
Fort	Nul Négligeable	Moyen	Moyen	Fort

Cette matrice donne un poids plus important à la sensibilité par rapport à l'effet. Celle-ci apparaît effectivement plus importante, puisqu'elle définit le niveau de risque. Ainsi, même si l'effet est fort (ex. : risque de perte d'audition permanente), si l'espèce n'y est pas sensible (parce qu'elle n'est pas présente sur la zone par exemple), le risque d'impact sera faible ou nul.

Les résultats du croisement des sensibilités et des effets pour les espèces potentiellement présentes sur la zone d'étude pour le battage de pieu sont présentés dans le Tableau 18.

Tableau 18 : Synthèse du risque d'impact acoustique

Cétacés basse fréquence (LF)	Cétacés haute fréquence (HF)				
	Grand dauphin de l'Indopacifique	Dauphin tacheté pantropical	Dauphin à long bec	Dauphin à bosse de l'Indopacifique	Péponocéphale
Baleine à bosse	Moyen	Faible	Faible	Fort	Faible

Siréniens (SI)	Tortues de mer (TU)
Dugong	Tortue verte Tortue imbriquée
Moyen	Nul

Le dauphin à bosse présente des risques forts étant donné sa sensibilité et son statut de vulnérabilité défavorable. La baleine à bosse, le grand dauphin et le dugong présentent des risques moyens étant donné les seuils TTS <500m et leur sensibilité. Le dauphin tacheté, le dauphin à long bec, le péponocéphale présentent des risques faibles malgré des seuils TTS < 500m mais leur présence est moins probable dans la zone. Les tortues de mer quant à elle ne présentent pas de risque puisque les effets sonores prévisionnels sont nuls.

5. Recommandations de mesures de mitigation

5.1. Méthodologie

Les mesures de mitigation peuvent consister à éviter les impacts ou à les réduire s'ils ne peuvent être évités. **L'évaluation des impacts du projet sur les espèces marines a permis de définir et de dimensionner des mesures d'atténuation appropriées.**

Les mesures d'évitement ou de réduction peuvent en général comprendre :

- ▶ L'adaptation du calendrier pour tenir compte de la présence des espèces ciblées
- ▶ La définition d'une zone d'exclusion (c'est-à-dire une zone à l'intérieur de laquelle les espèces subiront des dommages physiologiques) sur la base de cartes de modélisation de la propagation
- ▶ L'utilisation de méthodes de suivi en temps réel (visuel et/ou acoustique) pendant la construction pour détecter la présence de mammifères marins dans des zones potentiellement dangereuses
- ▶ La mise en place de procédures en cas de présence d'animaux dans une zone dangereuse
- ▶ La mise en place de dispositifs pour réduire le bruit à sa source (ex. : rideaux à bulles)
- ▶ Le déploiement de dispositifs pour éloigner les animaux (ex. : soft, start, ramp up, pingers)

Ces mesures sont des exemples de solutions pouvant être proposées.

5.2. Recommandations

L'étude bibliographique a permis d'établir une liste d'espèces principales présentes ou susceptibles de l'être dans la zone d'emprise acoustique du projet ainsi que leur sensibilité. La modélisation de propagation sonore et la réalisation des cartes pondérées ont permis de définir les zones d'impact physiologique et ainsi évaluer les effets potentiels sur les espèces marines si elles venaient à être présentes dans ces périmètres. Les mesures d'atténuation proposées ont été étudiées et sélectionnées en fonction des contraintes techniques, environnementales et budgétaires. **Des protocoles ont été établis conformément à la réglementation en vigueur et adaptés aux conditions locales.**

Les procédures recommandées, décrites ci-après, se basent sur les standards habituellement préconisés dans le cadre de travaux de battage [JNCC, 2010 Statutory nature conservation agency protocol for minimising the risk of injury to marine mammals from piling noise Joint Nature Conservation Committee 14 p](#) et ont été adaptées aux risques et enjeux liés aux travaux d'installation du ponton, évalués lors de l'étude des impacts sonores de cette étude.

Nos recommandations sont les suivantes :

- ▶ **Adaptation du calendrier en fonction de la saisonnalité/présence des espèces.** L'évaluation des enjeux a démontré que la zone joue un rôle important dans le cycle de vie des baleines à bosse (mise bas / reproduction) pendant l'hiver austral. Les autres espèces à fort et moyen enjeux présentent un caractère résident, il ne sera donc pas possible d'adapter le calendrier des travaux en fonction. La mise en place d'une surveillance visuelle ou acoustique permanente permettra de détecter leur présence à proximité du chantier et de déterminer les actions à mener. **Nous recommandons donc de ne pas réaliser les travaux durant la période migratrice des baleines à bosse.**
- ▶ **Définition d'une zone dite d'« exclusion » autour de la source sonore.** Ce périmètre est généralement déterminé par la zone d'impact la plus grande, à savoir l'impact TTS pour les cétacés basse fréquence (LF) avec pour centre la position du pieu qui est battu (la position centrale évolue donc en fonction de l'avancée du chantier). La définition de ce périmètre permet d'établir une zone maximale de risque physiologique toutes espèces confondues pour les procédures qui suivent. Étant donné que seule la baleine à bosse est un cétacé basse fréquence (LF) et qu'une adaptation du planning est recommandée, **nous préconisons alors une zone d'exclusion comprenant au minima l'impact TTS des cétacés haute fréquence (HF) à savoir un minimum de 330m. De manière général une zone d'exclusion de 500m est préférable.**

- **La mise en place d'une surveillance prétravaux (ou pre-watch).** La surveillance avant travaux, ou pre-watch, consiste en général à définir un périmètre d'exclusion et à réaliser une surveillance minutieuse afin de s'assurer qu'aucun animal n'est présent à l'intérieur de ce périmètre avant les travaux et, le cas échéant, de définir les actions à mener en cas de présence avérée. **Nous préconisons la mise en place de ce protocole pendant 30 minutes tous les jours avant le démarrage des travaux. La surveillance devra être réalisée** depuis la terre ou un support maritime **par un opérateur formé** à l'observation de la faune marine. Attention le protocole pre-watch est généralement adapté aux mammifères marins, mais peu aux tortues de mer, du fait de leur plus faible capacité à s'éloigner. Un protocole pre-watch adapté est proposé ci-dessous :

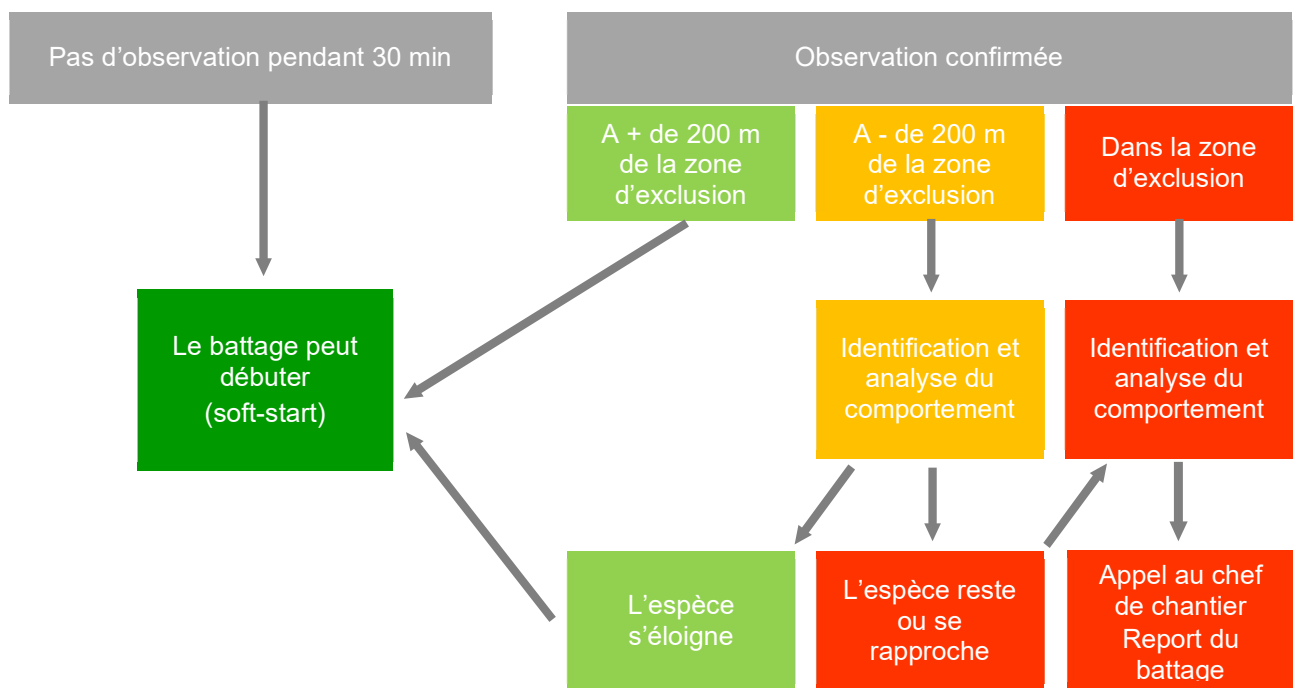


Figure 25 : Protocole pre-watch

- **La mise en place d'une procédure d'augmentation progressive du niveau sonore (ou soft-start).** Le soft-start consiste à augmenter progressivement le niveau sonore généré par les travaux afin de permettre aux espèces marines potentiellement présentes aux alentours de s'éloigner de la zone de travaux et éviter ainsi tous dommages liés au bruit. Dans le cas de battage de pieux, le soft start consiste à augmenter progressivement la cadence de frappe du marteau jusqu'à atteindre le niveau maximum d'émission. **Nous recommandons la mise en place d'un soft start si celui-ci est techniquement réalisable** en produisant une montée en niveau sonore par étapes durant 20 min (20% par 20%) jusqu'au niveau nominal de travail. Un protocole soft-start adapté est proposé ci-dessous :

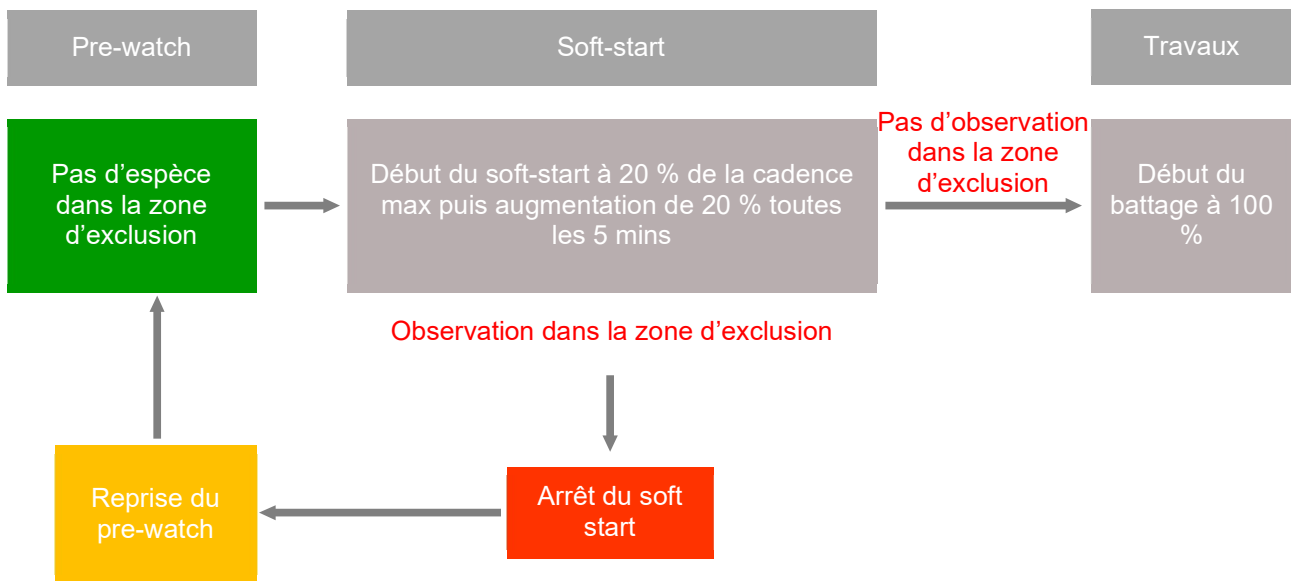


Figure 26 : Protocole soft-start

- ▶ **La mise en place d'une procédure d'arrêt ou de réduction de la puissance du battage (ou work stoppage).** Ce protocole permet de définir les actions à mener en cas de présence d'un animal dans la zone d'exclusion par l'arrêt ou la réduction du niveau sonore du battage. **Nous préconisons la surveillance de la zone d'exclusion** depuis la terre ou un support maritime **par un opérateur formé** à l'observation de la faune marine afin de prévenir de l'entrée d'un animal dans la zone d'impact durant les phases de travaux. NB : En cas d'arrêt du battage supérieur à 15 min en raison de la présence d'un animal ou pour des raisons techniques, il est recommandé de réaliser un pre-watch + soft-start depuis le début.
- ▶ **La mise en place de mesures de convenance.** Les mesures de convenance sont réalisées en début de chantier par enregistrement et mesure des niveaux de bruits initiaux et au démarrage des opérations de battage (en général sur 2-3 jours). Les niveaux mesurés *in situ* sont ensuite corrélés avec la modélisation pour affinage des distances d'impact et de la zone d'exclusion.
- ▶ **La formation / sensibilisation des équipes de chantier.** Pour des raisons économiques, si la surveillance par un opérateur formé à l'observation de la faune marine était impossible à mettre en place pendant la durée des travaux, une formation / sensibilisation devra être réalisée pour permettre aux parties prenantes présentes d'alerter et de réaliser les bonnes actions précédemment recommandées en cas de détection d'un animal dans la zone d'exclusion.

6. Références bibliographiques

- Ballorain K., Ciccione S., Bourjea J., Grizel H., Enstipp M., Georges J. Y., 2010. Habitat use of a multispecific seagrass meadow by green turtles *Chelonia mydas* at Mayotte Island. *Marine Biology*. 157(12) : 2581-2590
- Bourjea J., Frappier J., Quillard M., Ciccione S., Ross D., Hugues G., Grizel H., 2007. Mayotte Island: another important green turtle nesting site in the southwest Indian Ocean. *Endang Species Res* 3:273-282.
- Certain, G, Jørgensen LL, Christel I, Planque B, Bretagnolle V, 2015, Mapping the vulnerability of animal community to pressure in marine systems: disentangling pressure types and integrating their impact from the individual to the community level. *ICES Journal of Marine Science*, fsv003. doi:10.1093/icesjms/fsv003
- Ciccione, S., Taquet, M. Roos, D., Barde, J. 2002. Assistance à la DAF de Mayotte pour la mise en place d'une étude sur les tortues marines CEDT/Ifremer. CEDT, Mamoudzou.
- Ciccione S., Bourjea J., Quillard M., 2004. Evolution de la fréquentation des plages de Mayotte par les femelles en ponte. Assistance à la DAF de Mayotte pour l'encadrement scientifique et la formation des agents sur les programmes d'étude et de conservation des tortues marines et de leurs habitats à Mayotte. Rapport de Convention, Conseil Général, Observatoire des Tortues Marines. pp. 8-10
- Colborn, J.G. (1976). Sound-speed distribution in the western indian ocean. Report NUC TP 502, Undersea Surveillance Department of the Naval Undersea Center, San Diego.
- Collins, M.D., 1993. A split-step Padé solution for the parabolic equation method. *J. Acoust. Soc. Am.* 93, 1736–1742. <http://dx.doi.org/10.1121/1.406739>
- David, A., 2011. Underwater environmental impact assessments on marine mammals and fish by high power anthropogenic radiated sound. *Proceedings of Acoustics 2011*, The 2011 Conference of the Australian Acoustical Society, Gold Coast.
- Dow Piniak, W. E., 2012. Acoustic Ecology of Sea Turtles: Implications for Conservation. Dissertation, Duke University, 114 p.
- Etter, P.C., 2009. Review of ocean-acoustic models. *Proc. IEEE Oceans 2009*.
- Etter, P.C., 2013. Underwater Acoustic Modeling and Simulation. CRC Press, FL <http://dx.doi.org/10.1201/b13906>
- Ersts, P., Kiszka J., Vély M., Rosenbaum H. C., 2011. Density, group composition, and encounter rates of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the eastern Comoros Archipelago (C2). *Journal of Cetacean Research Management* 3:175-182.
- Farcas, A., Thompson, P. M., & Merchant, N. D. (2016). Underwater noise modelling for environmental impact assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, 57, 114–122. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2015.11.012>
- Fricke, M.B., Rolfes, R., 2015. Towards a complete physically based forecast model for underwater noise related to impact pile driving. *J. Acoust. Soc. Am.* 137, 1564–1575. <http://dx.doi.org/10.1121/1.4908241>
- Garthe, Stefan & Hüppop, Ommo. (2004). Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: Developing and applying a vulnerability index. *Journal of Applied Ecology*. 41. 724 - 734. 10.1111/j.0021-8901.2004.00918.x.

- Gross A., Kiszka J., Van Canneyt O., Richard P., Ridoux V., 2009. A preliminary study of habitat and resource partitioning among co-occurring tropical dolphins around Mayotte, southwest Indian Ocean. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 84:367–374.
- Halpern, B.S., Walbridge, S., Selkoe, K.A., Kappel, C.V., Micheli, F., D'Agrosa, C., Bruno, J.F., Casey, K.S., Ebert, C., Fox, H.E., Fujita, R., Heinemann, D., Lenihan, H.S., Madin, E.M.P., Perry, M.T., Selig, E.R., Spalding, M., Steneck, R., Watson, R., 2008. A global map of human impact on marine ecosystems. *Science* 319, 948–952. doi:10.1126/science.1149345
- Hamilton, E.L., 1972. Compressional-wave attenuation in marine sediments. *Geophysics* 37, 620–646. <http://dx.doi.org/10.1190/1.1440287>
- Hamilton, E.L., 1976. Sound attenuation as a function of depth in the sea floor. *J. Acoust. Soc. Am.* 59, 528–535. <http://dx.doi.org/10.1121/1.380910>
- Hamilton, E.L., 1980. Geoacoustic modeling of the sea floor. *J. Acoust. Soc. Am.* 68, 1313–1340. <http://dx.doi.org/10.1121/1.385100>
- Hamilton, E.L., 1987. Acoustic properties of sediments. *Acoust. Ocean Bottom* 3–58.
- Hamilton, E.L., Bachman, R.T., 1982. Sound velocity and related properties of marine sediments. *J. Acoust. Soc. Am.* 72, 1891–1904. <http://dx.doi.org/10.1121/1.388539>
- Jensen, F. B., Kuperman, W. A., Porter, M. B., & Schmidt, H. (2011). “Computational ocean acoustics”, Springer Science & Business Media
- Jiménez-Arranz, G., Banda, N., Cook, S. and Wyatt, R. (2020). Review on existing data on underwater sounds from pile driving activities.
- JNCC, 2010 Statutory nature conservation agency protocol for minimising the risk of injury to marine mammals from piling noise Joint Nature Conservation Committee 14 p
- Ketten, D. R. & Bartol, S. M., 2006. Functional Measures of Sea Turtle Hearing. Woods Hole Oceanographic Institution, ONR Award No: N00014-02-1-0510, Report No: 13051000, 6 p.
- Kiszka J., Vély M., Bertrand N., Breyse O., Wickel J., Maleck-Bertrand N., 2003. Le dugong (*Dugong dugon*, Müller 1776) autour de l'île de Mayotte (Océan Indien occidental) : bilan récent des connaissances acquises et préconisations pour sa conservation. DAF, Megaptera. 28 pp. + annexes
- Kiszka J., Ersts P., Ridoux V. 2006. Cetacean diversity in the lagoon and surrounding waters of Mayotte, Comoros Archipelago. Report No. SC/58/O13, 58th International Whaling Commission
- Kiszka J., Muir C., Poonian C., Cox T., Amir O. A., Bourjea J., Razafindrakoto Y., Wambiji N., Bristol N., 2008a. Marine Mammal Bycatch in the Southwest Indian Ocean: Review and Need for a Comprehensive Status Assessment. *Western Indian Ocean Journal of Marine Science* 7:119-136
- Kiszka, J., B. Simon-Bouhet, L. Martinez, C. Pusineri, P. Richard, and V. Ridoux. 2011a. Ecological niche segregation within a community of sympatric dolphins around a tropical island. *Marine Ecology Progress Series* 433:273-288.
- Leatherwood S, Reeves RR, 1983, *The Sierra Club Handbook of Whales and Dolphins*, Sierra Club Books, San Francisco, 302p.

Lippert, T., von Estorff, O., 2014. On a hybrid model for the prediction of pile driving noise from offshore wind farms. *Acta Acust. United Acust.* 100, 244–253. <http://dx.doi.org/10.3813/aaa.918717>

Lockier, C.H. 1981. Growth and energy budgets of large baleen whales from the southern hemisphere. *Food Agric. Organ. U.N. Fish. Ser.* 5:379-487.

MNHN & OFB [Ed]. 2003-2022. Fiche de *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758). Inventaire national du patrimoine naturel (INPN). Site web : https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/77338 - Le 18 juillet 2022

MTES, 2020. Préconisations pour limiter les impacts des émissions acoustiques en mer d'origine anthropique sur la faune marine. 209 p.

Nedwell, J. R., Turnpenny, A. W. H., Lovell, J., Parvin, S. J., Workman, R., Spinks, J. A. L. & Howell, D., 2007. A validation of the dB_{HL} as a measure of the behavioural and auditory effects of underwater noise. Subacoustech Ltd., Subacoustech Report No. 534R1231, 74 p.

Nehlig P., Lacquement F., Bernard J., Caroff M., Deparis J., Jaouen T., Pelleter A.-A., Perrin J., Prognon C., Vittecoq B. (2013) – Notice de la carte géologique de Mayotte, BRGM/RP-61803-FR, 135 p., 45 ill., 1 ann.

NMFS, 1995. Small Takes of Marine Mammals Incidental to Specified Activities; Offshore Seismic Activities in Southern California. *Federal Register* 60 (200), 53753-53760.

Nowacek, D. P., Thorne, L. H., Johnston, D. W. & Tyack, P. L., 2007. Responses of cetaceans to anthropogenic noise. *Mammal Review* 37 (2), 81-115.

OSPAR Commission, 2016. OSPAR inventory of measures to mitigate the emission and environmental impact of underwater noise (2016 update). OSPAR, report n°706/2016, 61 p.

Perrin WF, 2002a, Spinner Dolphin *Stenella longirostris* In *Encyclopedia of Marine Mammals* (eds. : Perrin WF, Würsig B, Thewissen JGM), Academic Press, San Diego : 1174-1177.

Perrin WF, 2002b, Pantropical Spotted Dolphin *Stenella attenuata* In *Encyclopedia of Marine Mammals* (eds. : Perrin WF, Würsig B, Thewissen JGM), Academic Press, San Diego : 865-867.

Popper, A. N., Hawkins, A. D., Fay, R. R., Mann, D. A., Bartol, S., Carlson, T. J., Coombs, S., Ellison, W. T., Gentry, R. L., Halvorsen, M. B., Løkkeborg, S., Rogers, P. H., Southall, B. L., Zeddis, D. G., & Tavolga, W. N. (2014). Sound Exposure Guidelines for Fishes and Sea Turtles: A Technical Report prepared by ANSI-Accredited Standards Committee S3/SC1 and registered with ANSI. In Springer (Issue May). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-06659-2>

Porter, M.B., 1992. The KRAKEN Normal Mode Program. Tech. Rep. NRL/MR/5120-92- 6920. Naval Research Laboratory, Washington, DC.

Porter, M.B., Liu, Y.-C., 1994. Finite-element ray tracing. *Theor. Comput. Acoust.* 2, 947–956.

Pusineri C., Caceres S., Kiszka J., Ridoux V., 2007. *Conservation des mammifères marins de Mayotte : état des connaissances et premières mesures de gestion*. ONCFS, 37 pp.

Reinhall, P. G. & Dahl, P. H., 2011. Underwater Mach wave radiation from impact pile driving: Theory and observation. *The Journal of the Acoustical Society of America* 130(3), 1209-1216.

Ruggerone, G.T., Goodman, S., and Miner, R. (2008). Behavioral response and survival of juvenile Coho salmon exposed to pile driving sounds. Natural Resources Consultants, Inc., p. 46.

Southall, B. L., Finneran, J. J., Reichmuth, C., Nachtigall, P. E., Ketten, D. R., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Nowacek, D. P. & Tyack, P. L., 2019. Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects. *Aquatic Mammals* 45(2), 125-232.

Southall, B. L., Nowacek, D. P., Bowles, A. E., Senigaglia, V., Bejder, L., & Tyack, P. L. (2021). Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Assessing the Severity of Marine Mammal Behavioral Responses to Human Noise. *Aquatic Mammals*, 47(5), 421–464. <https://doi.org/10.1578/am.47.5.2021.421>

Slijper E.J. 1962. Whales. Cornell University Press, New York

Stelzenmüller V, Ellis JR, Rogers SI, 2010, Towards a spatially explicit risk assessment for marine management: Assessing the vulnerability of fish to aggregate extraction. *Biological Conservation*, 143, 230–238. doi:10.1016/j.biocon.2009.10.007

Stone, C. J. & Tasker, M. L., 2006. The effect of seismic airguns on cetaceans in UK waters. *Journal of Cetacean Research and Management* 8 (3), 255-263.

Tyack, P. L., 2008. Implications for Marine Mammals of Large-Scale Changes in the Marine Acoustic Environment. *Journal of Mammalogy* 89 (3), 549-558.

Wells RS, Scott MD, 2002, Bottlenose Dolphins *Tursiops truncatus* and *T. aduncus*, In *Encyclopedia of Marine Mammals* (eds. : Perrin WF, Würsig B, Thewissen JGM), Academic Press, San Diego : 122-127.

Whitehead H., Moore M.J. 1982. Distribution and movements of West Indian humpback whales in winter. *Canadian Journal of Zoology* 60(9):2203-2211.

Zampolli, M., Nijhof, M.J.J., de Jong, C.A.F., Ainslie, M.A., Jansen, E.H.W., Quesson, B.A.J., 2013. Validation of finite element computations for the quantitative prediction of underwater noise from impact pile driving. *J. Acoust. Soc. Am.* 133, 72–81. <http://dx.doi.org/10.1121/1.4768886>



DEMANDE DE DÉROGATION
POUR **LA CAPTURE OU L'ENLÈVEMENT ***
 LA DESTRUCTION *
 LA PERTURBATION INTENTIONNELLE *
DE SPÉCIMENS D'ESPÈCES ANIMALES PROTÉGÉES
 * cocher la case correspondant à l'opération faisant l'objet de la demande

Titre I du livre IV du code de l'environnement
 Arrêté du 19 février 2007 fixant les conditions de demande et d'instruction des dérogations
 définies au 4° de l'article L. 411-2 du code l'environnement portant sur des espèces de faune et de flore sauvages protégées

A. VOTRE IDENTITÉ

Nom et Prénom :
 ou Dénomination (pour les personnes morales) : ... [COMMUNE DE MTSAMBORO]
 Nom et Prénom du mandataire (le cas échéant) : [BEN SAÏD Laithidine]
 Adresse : N° .. [H4] Rue .. [Avenue de la mairie, BP.115, 97630 Mtsamboro]
 Commune .. [MTSAMBORO]
 Code postal .. [97630]
 Nature des activités : ... [Collectivité territoriale]
 Qualification : ... [Collectivité Territoriale]

B. QUELS SONT LES SPÉCIMENS CONCERNÉS PAR L'OPÉRATION

Nom scientifique Nom commun	Quantité	Description (1)
B1 Baleine à bosse (Megaptera novaeangliae)	10-100	Fréquentation variable suivant les années. Nombre d'individus différents sur zone indéterminé.
B2 Dauphin à long bec (Stenella longirostris) Dauphin tacheté (Stenella attenuata)	100-2000	Nombre d'individus différents sur la zone indéterminé. Adultes mâles et femelles, juvéniles
B3 Grand dauphin de l'Indo-Pacifique (Tursiops truncatus)	<100	Passage de groupes de 5 à 10 individus. Nombre d'individus différents sur la zone indéterminé.
B4 Péponocéphale (Peponocephala electra)	100-1000	Passage de grands groupes au large. Adultes mâles et femelles, juvéniles
B5 Dugong (Dugong dugon)	<5	Uniquement 1 observation signalée en 2021 près de la zone d'étude.

(1) nature des spécimens, sexe, signes particuliers

C. QUELLE EST LA FINALITÉ DE L'OPÉRATION *

Protection de la faune ou de la flore	<input type="checkbox"/>	Prévention de dommages aux cultures	<input type="checkbox"/>
Sauvetage de spécimens	<input type="checkbox"/>	Prévention de dommages aux forêts	<input type="checkbox"/>
Conservation des habitats	<input checked="" type="checkbox"/>	Prévention de dommages aux eaux	<input type="checkbox"/>
Inventaire de population	<input type="checkbox"/>	Prévention de dommages à la propriété	<input type="checkbox"/>
Etude écoéthologique	<input type="checkbox"/>	Protection de la santé publique	<input type="checkbox"/>
Etude génétique ou biométrique	<input type="checkbox"/>	Protection de la sécurité publique	<input type="checkbox"/>
Etude scientifique autre	<input type="checkbox"/>	Motif d'intérêt public majeur	<input type="checkbox"/>
Prévention de dommages à l'élevage	<input type="checkbox"/>	Détention en petites quantités	<input type="checkbox"/>
Prévention de dommages aux pêcheries	<input type="checkbox"/>	Autres	<input type="checkbox"/>

Préciser l'action générale dans laquelle s'inscrit l'opération, l'objectif, les résultats attendus, la portée locale, régionale ou nationale : [Construction d'un ponton pour préserver le patrimoine naturel de l'îlot Mtsamboro via l'accès aux agents du Conservatoire du littoral, brigade environnementale, services p.]
 Suite sur papier libre

D. QUELLES SONT LES MODALITÉS ET LES TECHNIQUES DE L'OPÉRATION
 (renseigner l'une des rubriques suivantes en fonction de l'opération considérée)

D1. CAPTURE OU ENLÈVEMENT *

Capture définitive Préciser la destination des animaux capturés :
 Capture temporaire avec relâcher sur place avec relâcher différé
 S'il y a lieu, préciser les conditions de conservation des animaux avant le relâcher :

S'il y a lieu, préciser la date, le lieu et les conditions de relâcher :

Capture manuelle Capture au filet

Capture avec époussette Pièges Préciser :

Autres moyens de capture Préciser :

Utilisation de sources lumineuses Préciser :

Utilisation d'émissions sonores Préciser :

Modalités de marquage des animaux (description et justification) :

Suite sur papier libre

D2. DESTRUCTION *

Destruction des nids Préciser :

Destruction des œufs Préciser :

Destruction des animaux Par animaux prédateurs Préciser :

Par pièges létaux Préciser :

Par capture et euthanasie Préciser :

Par armes de chasse Préciser :

Autres moyens de destruction Préciser :

Suite sur papier libre

D3. PERTURBATION INTENTIONNELLE *

Utilisation d'animaux sauvages prédateurs Préciser :

Utilisation d'animaux domestiques Préciser :

Utilisation de sources lumineuses Préciser :

Utilisation d'émissions sonores Préciser : Battage de pieux sur le platier sud-est de l'îlot pendant 2 mois

Utilisation de moyens pyrotechniques Préciser :

Utilisation d'armes de tir Préciser :

Utilisation d'autres moyens de perturbation intentionnelle Préciser :

Suite sur papier libre

E. QUELLE EST LA QUALIFICATION DES PERSONNES CHARGÉES DE L'OPÉRATION *

Formation initiale en biologie animale Préciser :

Formation continue en biologie animale Préciser :

Autre formation Préciser : Ingénieur écologue, Observateur de mammifères marins (MMO)

F. QUELLE EST LA PÉRIODE OU LA DATE DE L'OPÉRATION

Préciser la période : .. En dehors de la période de présence de la baleine à bosse

ou la date : .. Entre décembre 2022 et mars 2023

G. QUELS SONT LES LIEUX DE L'OPÉRATION

Régions administratives MAYOTTE

Départements : MAYOTTE

Cantons : MTSAMBORO

Communes : MTSAMBORO

H. EN ACCOMPAGNEMENT DE L'OPÉRATION, QUELLES SONT LES MESURES PRÉVUES POUR LE MAINTIEN DE L'ESPÈCE CONCERNÉE DANS UN ÉTAT DE CONSERVATION FAVORABLE *

Relâcher des animaux capturés Mesures de protection réglementaires

Renforcement des populations de l'espèce Mesures contractuelles de gestion de l'espace

Préciser éventuellement à l'aide de cartes ou de plans les mesures prises pour éviter tout impact défavorable sur la population de l'espèce concernée : .. Evitement de la période de présence de la baleine à bosse. Mise en place d'un périmètre d'exclusion pour les autres espèces suite à une modélisation acoustique

Suite sur papier libre

I. COMMENT SERA ÉTABLI LE COMPTE RENDU DE L'OPÉRATION

Bilan d'opérations antérieures (s'il y a lieu) :

Modalités de compte rendu des opérations à réaliser :

Rapports journaliers des MMO durant le chantier

* cocher les cases correspondantes

La loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux données nominatives portées dans ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour ces données auprès des services préfectoraux.

Fait à MTSAMBORO

le 26/09/2022

Signature

Envoyer par mail

**DEMANDE DE DÉROGATION
POUR LA DESTRUCTION, L'ALTÉRATION, OU LA DÉGRADATION
DE SITES DE REPRODUCTION OU D'AIRES DE REPOS D'ANIMAUX D'ESPÈCES ANIMALES PROTÉGÉES**

Titre I du livre IV du code de l'environnement
Arrêté du 19 février 2007 fixant les conditions de demande et d'instruction des dérogations
définies au 4° de l'article L. 411-2 du code de l'environnement portant sur des espèces de faune et de flore sauvages protégées

A. VOTRE IDENTITÉ

Nom et Prénom :

ou Dénomination (pour les personnes morales) :

Nom et Prénom du mandataire (le cas échéant) :

Adresse : N°

Rue

Commune

Code postal

Nature des activités :

Qualification :

B. QUELS SONT LES SITES DE REPRODUCTION ET LES AIRES DE REPOS DÉTRUITS, ALTÉRÉS OU DÉGRADÉS

ESPÈCE ANIMALE CONCERNÉE		Description (1)
Nom scientifique	Nom commun	
B1	Tortue verte (Chelonia mydas)	Herbier de phanérogames (alimentation) sur le platier occupé pendant 3 mois pour les travaux (<0,6 ha)
B2	Tortue imbriquée (Eretmochelys imbricata)	Récif frangeant plus ou moins colonisé par les coraux (alimentation) occupé pendant 3 mois (2,5 ha)
B3	Dugong (Dugong dugon)	Herbier de phanérogame donc zone d'alimentation potentielle, mais aucune observation depuis plusieurs années
B4		
B5		

(1) préciser les éléments physiques et biologiques des sites de reproduction et aires de repos auxquels il est porté atteinte

C. QUELLE EST LA FINALITÉ DE LA DESTRUCTION, DE L'ALTÉRATION OU DE LA DÉGRADATION *

Protection de la faune ou de la flore	<input type="checkbox"/>	Prévention de dommages aux forêts	<input type="checkbox"/>
Sauvetage de spécimens	<input type="checkbox"/>	Prévention de dommages aux eaux	<input type="checkbox"/>
Conservation des habitats	<input checked="" type="checkbox"/>	Prévention de dommages à la propriété	<input type="checkbox"/>
Etude écologique	<input type="checkbox"/>	Protection de la santé publique	<input type="checkbox"/>
Etude scientifique autre	<input type="checkbox"/>	Protection de la sécurité publique	<input type="checkbox"/>
Prévention de dommages à l'élevage	<input type="checkbox"/>	Motif d'intérêt public majeur	<input type="checkbox"/>
Prévention de dommages aux pêcheries	<input type="checkbox"/>	Détention en petites quantités	<input type="checkbox"/>
Prévention de dommages aux cultures	<input type="checkbox"/>	Autres	<input type="checkbox"/>

Préciser l'action générale dans laquelle s'inscrit l'opération, l'objectif, les résultats attendus, la portée locale, régionale ou nationale :

Construction d'un ponton pour préserver le patrimoine naturel de l'îlot Mtsamboro via l'accès aux agents du Conservatoire du littoral, la brigade environnementale, des services publics.

D. QUELLES SONT LA NATURE ET LES MODALITÉS DE DESTRUCTION, D'ALTÉRATION OU DE DÉGRADATION *

Destruction Préciser :

.....

Destruction localisée au niveau des pieux du ponton et de la barge pour la machine de batage (3500 hp)

Altération Préciser :

.....

Occupation physique du platier pendant 3 mois et gêne pour l'alimentation (passage d'embarcations, périmètre d'exclusion sonore)

Dégradation Préciser :

.....

Suite sur papier libre

E. QUELLE EST LA QUALIFICATION DES PERSONNES ENCADRANT LES OPÉRATIONS *

Formation initiale en biologie animale Préciser :

.....

Formation continue en biologie animale Préciser :

.....

Autre formation Préciser :

Responsable HSE de l'entreprise de travaux

F. QUELLE EST LA PÉRIODE OU LA DATE DE DESTRUCTION, D'ALTÉRATION OU DE DÉGRADATION

Préciser la période :

ou la date : Entre décembre 2022 et mars 2023

G. QUELS SONT LES LIEUX DE DESTRUCTION, D'ALTÉRATION OU DE DÉGRADATION

Régions administratives : MAYOTTE

Départements : MAYOTTE

Cantons : MTSAMBORO

Communes : MTSAMBORO

H. EN ACCOMPAGNEMENT DE LA DESTRUCTION, DE L'ALTÉRATION OU DE LA DÉGRADATION, QUELLES SONT LES MESURES PRÉVUES POUR LE MAINTIEN DE L'ESPÈCE CONCERNÉE DANS UN ÉTAT DE CONSERVATION FAVORABLE *

Reconstitution de sites de reproduction et aires de repos

Mesures de protection réglementaires

Mesures contractuelles de gestion de l'espace

Renforcement des populations de l'espèce

Autres mesures Préciser :

.....

Connaissances sur les herbiers profonds, connaissances sur la population de dugong (2 actions du PNA dugong 2021-2025)

Préciser éventuellement à l'aide de cartes ou de plans les mesures prises pour éviter tout impact défavorable sur la population de l'espèce concernée :

.....

Projet innovant de transplantation des herbiers détruits, mise en place de mouillages et surveillance pour reconstituer le grand herbier à l'ouest de l'îlot (Antakoudja)

Suite sur papier libre

I. COMMENT SERA ÉTABLI LE COMPTE RENDU DE L'OPÉRATION

Bilan d'opérations antérieures (s'il y a lieu) :

.....

Modalités de compte rendu des opérations à réaliser :

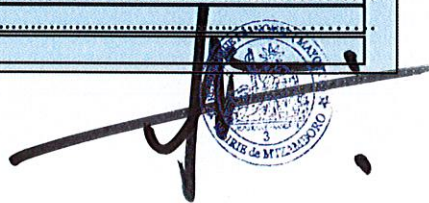
.....

Suivi de (i) la transplantation expérimentale d'herbiers, (ii) la reprise de l'herbier d'Antakoudja après mise en place de mouillages, rapports de réalisation des 2 actions du PNA Dugong

* cocher les cases correspondantes

La loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux données nominatives portées dans ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour ces données auprès des services préfectoraux.

Fait à Mtsamboro le 26/09/2022

Signature 

Envoyer par mail





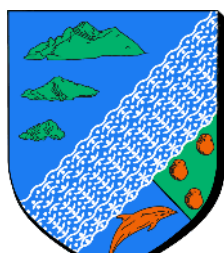
RAPPORT

Réalisation du ponton de l'ilot de Mtsamboro

Dossier de dérogation espèces protégées

Version de septembre 2022

COMMUNE DE MTSAMBORO



COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ÎLOT DE MTSAMBORO

CLIENT : COMMUNE DE MTSAMBORO

COORDONNÉES	Commune de Mtsamboro Mairie annexe de M'tsahara 97630 M'tsamboro
INTERLOCUTEUR	Suldine ABDALLAH Tél. : 02 69 63 74 05 E-mail : suldine.abdallah@mairie-mtsamboro.fr

CREOCEAN OCEAN INDIEN

COORDONNÉES	16 rue Albert Lougnon 97490 Sainte-Clotilde Tél. : 02 63 73 45 52 E-mail : creocean-oi@creocean-oi.fr
INTERLOCUTEUR	Mathilde FACON Tél. : 06 93 40 53 21 E-mail : facon@creocean-oi.fr

RAPPORT

TITRE	Réalisation du ponton de l'îlot de Mtsamboro Dossier de dérogation espèces protégées
N° DE COMMANDE	12 CP – MTS2022 DST
NOMBRE DE PAGES TOTAL	101
NOMBRE D'ANNEXES	1

VERSION

RÉFÉRENCE	VERSION	DATE	REDACTEUR	CONTRÔLE QUALITE
220480-DSP	V0	23/09/2022	MFA	JLA / ASN

Sommaire

Préambule	11
1. Identité du demandeur	12
2. Présentation et justification du projet	13
2.1. Situation géographique du projet	13
2.2. Contexte du projet.....	14
2.3. Intérêt public du projet.....	14
2.4. Raison du choix de la solution retenue	14
2.5. Présentation synthétique du projet.....	16
3. Demande de dérogation.....	20
4. Etat initial et enjeux pour les espèces protégées sur la zone d'étude	21
4.1. Zones d'études	21
4.2. Espèces protégées en présence	22
4.2.1. Inventaires réalisés sur le milieu marin	22
4.2.2. Espèces protégées au niveau de la zone du projet.....	23
4.3. Plans d'action existants.....	25
4.3.1. Plans nationaux d'actions (PNA).....	25
4.3.2. Plan de gestion de l'îlot Mtsamboro	26
4.4. Statuts des espèces protégées concernées	26
4.4.1. Objet du dossier d'espèces protégées : la baleine à bosse.....	26
4.4.2. Objet du dossier d'espèces protégées : les dauphins	27
4.4.3. Objet du dossier d'espèces protégées : le dugong.....	27
4.4.4. Objet du dossier d'espèces protégées : les tortues marines	28
5. Caractérisation de la fréquentation des espèces protégées concernées	29
5.1. Définitions préalables	29
5.2. Caractérisation de la fréquentation des cétacés	29
5.2.1. La Baleine à bosse (<i>Megaptera novaeangliae</i>)	30
5.2.2. Le Grand dauphin Indo-Pacifique (<i>Tursiops aduncus</i>)	32
5.2.3. Le Dauphin long bec (<i>Stenella longirostris</i>).....	34
5.2.4. Le Dauphin tacheté pantropical (<i>Stenella attenuata</i>).....	36
5.2.5. Le péponocéphale (<i>Peponocephala electra</i>).....	38

5.2.6. Le dugong (<i>Dugong dugon</i>)	40
5.3. Caractérisation de la fréquentation des tortues marines sur le site d'étude	42
5.4. Définition des enjeux pour les espèces protégées	46
5.4.1. Démarche.....	46
5.4.2. Synthèse des enjeux	47
6. Menaces pesant sur les espèces protégées en présence	48
6.1. Menaces d'origine anthropique	48
6.1.1. Dégradation de la qualité des eaux.....	48
6.1.2. Dérangement par le bruit sous-marin.....	49
6.1.3. Dérangement par les activités d'approche des mammifères marins	50
6.1.4. Collision avec les embarcations.....	51
6.1.5. Diminution des ressources alimentaires.....	51
6.1.6. Dégradation des habitats de reproduction	52
6.1.7. Captures accidentelles et braconnage	52
6.2. Menaces d'origine globale ou naturelle	55
6.2.1. Dégradation naturelle des habitats	55
6.2.2. Prédation naturelle.....	55
7. Impacts du projet avant la mise en place de mesures	56
7.1. Synthèse des impacts du projet	56
7.2. Impacts en phase travaux	56
7.2.1. Impact acoustique.....	56
7.2.2. Risques de collision	68
7.2.3. Perte d'habitat	69
7.3. Impacts en phase d'exploitation	71
7.3.1. Nuisances acoustiques des navires sur les espèces protégées.....	71
7.3.2. Risques de collision	72
7.3.3. Pollution lumineuse.....	72
7.4. Impacts cumulés	72
7.5. Synthèse des impacts bruts par espèce protégée	74
8. Mesures d'atténuation des impacts	82
8.1. Mesures d'évitement	82

8.2. Mesures de réduction.....	84
8.3. Evaluation des impacts résiduels après évitement et réduction	87
9. Mesures de compensation.....	92
9.1. Rappel sur la compensation.....	92
9.2. Mesures et objectifs de compensation.....	92
9.3. Mesures de suivi et amélioration de la connaissance.....	95
9.3.1. Mise en place d'un comité de suivi	96
9.3.2. Suivi des sources acoustiques durant les travaux.....	96
9.3.3. Transplantation expérimentale d'herbiers	96
10. Bibliographie et webographie	97
Annexes.....	99

Liste des Figures

<i>Figure 2.1 : Localisation de Mayotte dans l'océan Indien occidental.....</i>	<i>13</i>
<i>Figure 2.2 : Tracé retenu du ponton et solution alternative étudiée puis abandonnée</i>	<i>16</i>
<i>Figure 2.3 : Structure en aluminium (d'après ETG 2022)</i>	<i>17</i>
<i>Figure 2.4 : Echelles et poteaux bois permettant l'accostage à l'extrémité du ponton (d'après ETG 2022)</i>	<i>17</i>
<i>Figure 2.5 : Ponton-masse et profil en long (d'après ETG 2022).....</i>	<i>18</i>
<i>Figure 2.6 : Planning prévisionnel du projet (d'après ETG 2022)</i>	<i>19</i>
<i>Figure 4.1 : Représentation des aires d'étude</i>	<i>21</i>
<i>Figure 5.1 : Distribution mondiale de la baleine à bosse (IUCN 2021)</i>	<i>30</i>
<i>Figure 5.2 : Fréquence d'observation des Megaptera novaeangliae de 2015 à 2021 (PNMM, 2022)</i>	<i>31</i>
<i>Figure 5.3 : Distribution mondiale du grand dauphin Indo-Pacifique (IUCN 2021)</i>	<i>32</i>
<i>Figure 5.4 : A gauche : distribution spatiale 2007-2010 par effort de prospection des Tursiops aduncus (Pusineri et al. 2010). A droite : observations Tsiono de 2015 à 2021 (PNMM 2022).</i>	<i>33</i>
<i>Figure 5.5 : Distribution mondiale du dauphin long bec (IUCN 2021).....</i>	<i>34</i>
<i>Figure 5.6 : A gauche : distribution spatiale 2007-2010 des Stenella longirostris par effort de prospection (Pusineri et al. 2010). A droite : observations Tsiono de 2015 à 2021 (PNMM 2022).</i>	<i>35</i>
<i>Figure 5.7 : Distribution mondiale du dauphin tacheté (IUCN 2021).....</i>	<i>36</i>
<i>Figure 5.8 : A gauche : distribution spatiale 2007-2010 par effort de prospection des Stenella attenuata (Pusineri et al. 2010). A droite : observations Tsiono de 2015 à 2021 (PNMM 2022).</i>	<i>37</i>
<i>Figure 5.9 : Distribution mondiale du péponocéphale (IUCN 2021).....</i>	<i>38</i>
<i>Figure 5.10 : Observations 2007-2010 des Peponocephala electra (Pusineri et al. 2010).....</i>	<i>39</i>
<i>Figure 5.11 : Distribution mondiale du dugong (IUCN 2022)</i>	<i>40</i>
<i>Figure 5.12 : Distribution des observations opportunistes de dugongs de 2012 à 2016 (gauche) et Délimitation des aires de conservation prioritaires pour la population de dugong de Mayotte (droite) (PNA 2021–2025).....</i>	<i>41</i>

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ÎLOT DE MTSAMBORO

Figure 5.13 : Sites de ponte (points), distribution et unités régionales de gestion (zones hachurées) de la tortue verte (haut) et la tortue imbriquée (bas) (State of the World's Sea Turtles).....	42
Figure 5.14 : Estimation du nombre annuel de tortues vertes (gauche) et imbriquées (droite) nidifiant dans le sud-ouest de l'océan Indien (PNA 2015-2020).....	43
Figure 5.15 : Sites de ponte prioritaires pour les deux espèces de tortues marines (PNMM, 2022)	45
Figure 6.1 : Densités d'embarcations à moteur dans le lagon par km parcouru en survol entre 2007 et 2010 (Pusineri et al. 2010). 0,08-0,06 ; 0,045-0,06 ; 0,03-0,045 ; 0,03-0,015, 0-0,015.	49
Figure 6.2 : Fréquentation du lagon par les opérateurs touristiques (PNMM 2022)	51
Figure 6.3 : Sites de braconnage recensés à Mayotte (PNMM 2021)	55
Figure 7.1 : Audiogrammes médians des différents groupes de mammifères marins (Southall et al., 2019).	58
Figure 7.2 : À gauche, audiogrammes de quatre espèces de tortues marines : tortue de Kemp (<i>Lepidochelys kempii</i>), tortue luth (<i>Dermochelys coriacea</i>), tortue imbriquée (<i>Eretmochelys imbricata</i>) et tortue verte (<i>Chelonia mydas</i>). À droite, audiogramme de la tortue caouanne (<i>Caretta caretta</i>) à différents stades du cycle de vie (Ketten & Bartol, 2006 ; Dow Piniak, 2012).....	60
Figure 7.3 : Carte de propagation pondérée et zones d'impacts TTS et PTS pour les cétacés LF (LE, p, 24h, en dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$) pour 7h de battage avec une cadence de 90 coups / min	64
Figure 7.4 : Carte de propagation pondérée et zones d'impacts TTS pour les cétacés HF (LE, p, 24h, en dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$) pour 7h de battage avec une cadence de 90 coups / min.....	64
Figure 7.5 : Carte de propagation pondérée et zones d'impacts TTS pour les siréniens SI (LE, p, 24h, en dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$) pour 7h de battage avec une cadence de 90 coups / min.....	65
Figure 7.6 : Carte de propagation pondérée pour les tortues de mer TU (LE, p, en dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$).....	65
Figure 7.7 : Herbiers intertidaux recensés autour de l'îlot Mtsamboro par la DEAL (Loricourt 2006) et CREOCEAN OI (2022)	69

Liste des tableaux

Tableau 2.1 : Analyse multicritères des scénarii de localisation du ponton (d'après ETG 2021).....	15
Tableau 4.1 : Etudes ou remontées d'informations opportunistes sur la zone du projet.....	22
Tableau 4.2 : Liste des mammifères marins observés à Mayotte (PNMM, 2011).....	23
Tableau 4.3 : Liste des tortues marines observées à Mayotte	24
Tableau 4.4 : Statut IUCN international et local pour la baleine à bosse.....	26
Tableau 4.5 : Statut IUCN international et local pour les dauphins ciblés	27
Tableau 4.6 : Statut IUCN international et local pour le dugong.....	27
Tableau 4.7 : Statut IUCN international et local pour les tortues marines ciblées	28
Tableau 5.1 : Matrice de qualification des enjeux.....	47
Tableau 5.2 : Enjeu pour chaque espèce protégée concernée en fonction des zones d'étude	47
Tableau 7.1 : Groupe d'audition des espèces de mammifères marins (Southall et al., 2019).	58
Tableau 7.2 : Seuils de perte temporaire (TTS) et permanente (PTS) d'audition pour chaque groupe de mammifères marins exposés à un bruit impulsif. (Southall et al., 2019).....	59
Tableau 7.3 : Seuils TTS et PTS pour les tortues de mer à un son impulsif. (Popper et al., 2014).	60
Tableau 7.4 : Matrice de qualification des sensibilités.....	62
Tableau 7.5 : Définition des sensibilités pour les espèces protégées concernées	62
Tableau 7.6 : Seuils TTS et PTS et distances maximales d'impact associées.....	63

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ÎLOT DE MTSAMBORO

Tableau 7.7 : Grille d'évaluation des effets liés aux bruit sous-marin.....	66
Tableau 7.8 : Détermination des effets sonores potentiels du battage sur les espèces principales (mise en évidence des rayons en mètres associés aux périmètres TTS et PTS).....	66
Tableau 7.9 : Matrice d'évaluation des risques d'impact en fonction de la sensibilité et des effets.....	67
Tableau 7.10 : Synthèse du risque d'impact acoustique du battage de pieux.....	67
Tableau 7.11 : Impact des nuisances acoustiques liés à la circulation des navires en phase travaux.....	68
Tableau 7.12 : Impact du risque de collision en phase travaux.....	68
Tableau 7.13 : Surfaces impactées pour chaque type d'habitat du récif frangeant d'îlot, en phase travaux.....	70
Tableau 7.14 : Impact des nuisances acoustiques liés à la circulation des navires en phase d'exploitation.....	71
Tableau 7.15 : Impact du risque de collision en phase exploitation.....	72
Tableau 7.16 : Synthèse des impacts bruts potentiels du projet sur la baleine à bosse.....	74
Tableau 7.17 : Synthèse des impacts bruts potentiels du projet sur le dauphin long-bec.....	75
Tableau 7.18 : Synthèse des impacts bruts potentiels du projet sur le dauphin tacheté pantropical.....	76
Tableau 7.19 : Synthèse des impacts bruts potentiels du projet sur le grand dauphin Indo-Pacifique.....	77
Tableau 7.20 : Synthèse des impacts bruts potentiels du projet sur le péponocephale.....	78
Tableau 7.21 : Synthèse des impacts bruts potentiels du projet sur le dugong.....	79
Tableau 7.22 : Synthèse des impacts bruts potentiels du projet sur la tortue verte.....	80
Tableau 7.23 : Synthèse des impacts bruts potentiels du projet sur la tortue imbriquée.....	81
Tableau 8.1 : Mesure ME01 : Adaptation de la période de travaux de battage pour la baleine à bosse.....	82
Tableau 8.2 : Mesure ME02 : Périmètre d'exclusion autour du point de battage.....	83
Tableau 8.3 : Mesure MR01 : Adaptation du tracé du ponton.....	84
Tableau 8.4 : Mesure MR02 : Réduction de la vitesse de navigation.....	85
Tableau 8.5 : Mesure MR03 : Respect de la charte d'approche.....	85
Tableau 8.6 : Mesure MR04 : Montée en puissance progressive des nuisances sonores du battage.....	86
Tableau 8.7 : Evaluation des impacts résiduels sur la baleine à bosse.....	87
Tableau 8.8 : Evaluation des impacts résiduels sur le dauphin long bec.....	88
Tableau 8.9 : Evaluation des impacts résiduels sur le dauphin tacheté pantropical.....	88
Tableau 8.10 : Evaluation des impacts résiduels sur le grand dauphin Indo-Pacifique.....	89
Tableau 8.11 : Evaluation des impacts résiduels sur le péponocéphale.....	89
Tableau 8.12 : Evaluation des impacts résiduels sur le dugong.....	90
Tableau 8.13 : Evaluation des impacts résiduels sur la tortue verte.....	90
Tableau 8.14 : Evaluation des impacts résiduels lors sur la tortue imbriquée.....	91
Tableau 9.1 : Mesure MC01 : Formation des gestionnaires de l'îlot à la préservation et la surveillance des plages de ponte et participation au pacte de sauvegarde des tortues.....	92
Tableau 9.2 : Mesure MC02 : Amélioration de la connaissance sur l'habitat des dugongs à Mayotte.....	93
Tableau 9.3 : Mesure MC03 : Amélioration de la connaissance sur les dugongs à Mayotte.....	94
Tableau 9.4 : Mesure MC04 : Mise en place de mouillages sur le platier de la plage d'Antakoudja pour permettre la régénération de l'herbier.....	95

Glossaire

CEDTM	Centre d'étude des tortues marines
OMMM	Observatoire des Mammifères Marins de Mayotte
ONCFS	Office nationale de la chasse et la faune sauvage
OTM	Observatoire des tortues marines
PNMM	Parc naturel marin de Mayotte
ZNIEFF	Zone naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique

Glossaire utile en acoustique et mammifères marins

- ▶ **Source Level (SL) :** Le niveau d'émission, noté SL pour Source Level, représente le niveau sonore émis par une source acoustique composé d'un ensemble de fréquences contenues sur une bande fréquentielle donnée. Ce niveau est exprimé en dB ref 1 μ Pa @1m (dans le cas d'une source sonore dont le niveau exprimé équivaut à sa mesure à 1 mètre)
- ▶ **Spectre acoustique :** Le spectre acoustique d'un son représente la distribution du niveau de bruit généré en fonction des fréquences produites.
- ▶ **Densité spectrale de puissance (DSP) :** Une densité spectrale de puissance, ou DSP, est une représentation de la puissance sonore reçue en fonction de la fréquence. DSP en dB re 1 μ Pa²/Hz pour exprimer la densité spectrale de puissance d'un niveau reçu. En dB re 1 μ Pa²/Hz @1m dans le cadre des spectres acoustiques dont la puissance sonore émise est exprimée à 1 m de la source.
- ▶ **Spectrogramme :** Représentation de l'amplitude du signal dans le plan temps-fréquence.
- ▶ **Fréquence :** Notée f et exprimée en Hertz (Hz), la fréquence correspond au nombre d'ondes acoustiques qui passent par seconde en un point donné.
- ▶ **Niveau de pression acoustique :** Le niveau de pression acoustique, noté SPL pour Sound Pressure Level et exprimé en dB ref 1 μ Pa, correspond au niveau de pression acoustique mesuré par rapport à un niveau de pression acoustique de référence, ramené par exemple à 1 mètre de la source (@1 m).

Préambule

La commune de Mtsamboro, en partenariat avec le Conservatoire du Littoral et l'association ADINM (association pour le développement intégré du nord de Mayotte), porte actuellement un projet de valorisation du patrimoine naturel et culturel en soutien aux activités traditionnelles et écologiquement exemplaires sur l'îlot, selon les grands axes suivants :

1. **Valorisation écotouristique** en développant des aménagements pour permettre aux visiteurs de découvrir les richesses naturelles du site sans dégrader les milieux (sentiers balisés, aires de pique-nique, observatoire...),
2. **Professionnalisation des agriculteurs** vers des cultures traditionnelles, rentables et respectueuses de l'environnement,
3. **Implication et mobilisation des acteurs locaux** dans cette démarche.

Dans ce contexte, la commune souhaite construire un ponton sur pieux sur le platier au sud-est de l'îlot, permettant l'accostage de deux navires d'un gabarit pouvant aller jusqu'à 7 tonnes et 1,5 m de tirant d'eau.

Ce projet de ponton permettra l'accès sécurisé aux agents du Conservatoire du Littoral, du Parc naturel marin de Mayotte, de la future brigade nautique environnementale de la commune et aux forces intérieures de sécurité de l'Etat. Il présente donc un intérêt pour la sécurité publique. Il ne sera pas autorisé aux autres usagers (pêcheurs, touristes ou plaisanciers).

L'étude d'impact environnementale (CREOCEAN 2022) de ce projet a mis en évidence la présence de tortues marines sur le platier, qui représente une aire d'alimentation et de repos. Par ailleurs, plusieurs espèces protégées de mammifères marins et tortues marines fréquentent la zone d'influence sonore des travaux. Ces espèces sont inscrites à l'arrêté ministériel du 1er juillet 2011 relatif à la liste des mammifères marins et tortues marines protégés à l'échelle nationale.

La présence de ces espèces protégées déclenche une procédure réglementaire spécifique, à savoir la réalisation d'un dossier de demande de dérogation au titre de l'article L.411-2 du code de l'environnement.

Cette demande de dérogation porte sur l'ensemble des impacts que pourraient subir ces espèces dans le cadre du projet, à savoir :

- **La destruction et la dégradation de zones d'alimentation et de repos (cerfa n°13614-01 joint à la demande),**
- **La perturbation intentionnelle (cerfa n°13616-01 joint à la demande).**

Ce dossier est réalisé par CREOCEAN OCEAN INDIEN, avec l'appui d'experts de CREOCEAN et COHABYS.

Ce dossier, instruit par la DEAL, sera soumis au Conseil National du Patrimoine Naturel (CNPN) qui donnera un avis sur l'opportunité du projet vis-à-vis de la préservation du bon état de conservation des espèces protégées recensées. C'est ensuite le Préfet de Département qui donnera ou non l'autorisation de dérogation, sur la base des différents avis.

Ce dossier présente, aux services instructeurs, une description du projet concerné, la caractérisation des populations d'espèces protégées sur la zone et à l'échelle de Mayotte, et l'analyse des effets du projet. Il détaille ensuite les mesures d'évitement et de réduction mises en œuvre, ainsi que les impacts résiduels, les mesures de compensation et les mesures d'accompagnement.

1. Identité du demandeur

Maître d'ouvrage, propriétaire des installations :

Dénomination ou raison sociale	COMMUNE DE MTSAMBORO
Forme juridique	Collectivité territoriale
Numéro de SIRET	20000884500014
Adresse du siège social	44 Avenue de la Mairie, BP 115 97630 MTSAMBORO
Qualité du signataire de la demande	Maire

Personnes à contacter :

Organisme	Intervenant	Courriel
Commune de Mtsamboro	Suldine ABDALLAH	suldine.abdallah@mairie-mtsamboro.fr
CREOCEAN OI	Alexandre SNEESSENS	sneessens@creocean-oi.fr

2. Présentation et justification du projet

2.1. Situation géographique du projet

Le projet est localisé sur l'îlot de Mtsamboro, localisé à 4.5 km au Nord de Grande Terre et d'une superficie de 203 ha. Il s'agit de l'îlot le plus grand de Mayotte. Il appartient à la commune de Mtsamboro.

Le projet de ponton est situé au sud-est de l'îlot (cadre rouge ci-dessous).

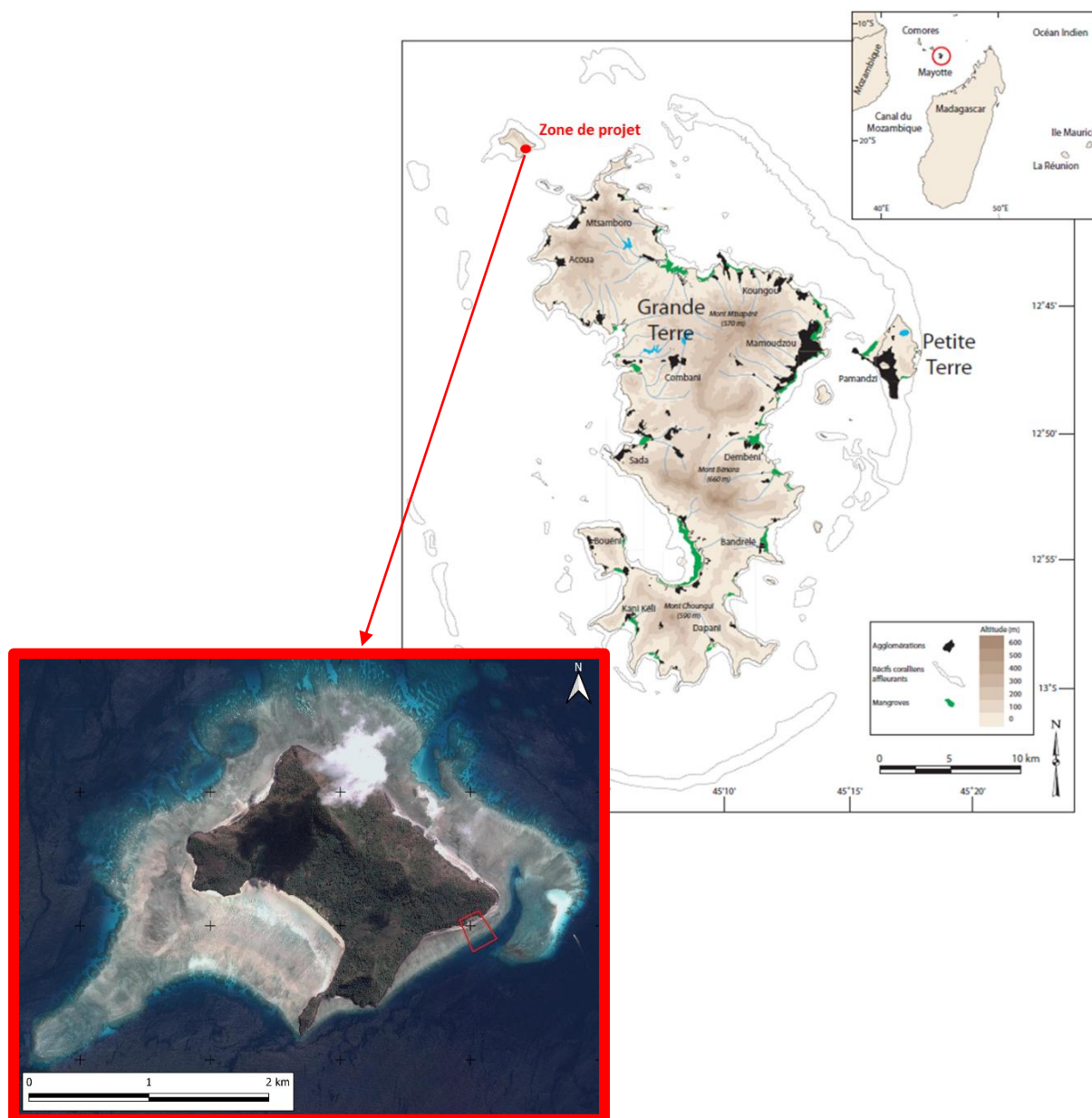


Figure 2.1 : Localisation de Mayotte dans l'océan Indien occidental

2.2. Contexte du projet

La commune de Mtsamboro, en partenariat avec le Conservatoire du Littoral et l'association ADINM (association pour le développement intégré du nord de Mayotte), porte un projet de valorisation du patrimoine naturel et culturel en soutien aux activités traditionnelles et écologiquement exemplaires sur l'îlot. Dans ce contexte, la commune souhaite construire un ponton sur pieux au sud-est de l'îlot permettant l'accostage de deux navires d'un gabarit pouvant aller jusqu'à 7 tonnes et 1,5 m de tirant d'eau.

Ce projet de ponton permettra l'accès sécurisé aux agents du Conservatoire du Littoral, du Parc naturel marin de Mayotte, de la future brigade nautique environnementale de la commune, des forces intérieures de sécurité de l'Etat et des différents services publics. Il ne sera pas autorisé aux autres usagers (pêcheurs, touristes ou plaisanciers).

Le coût global de l'opération est estimé à environ 2 000 000 €.

Ce projet est soumis à autorisation au regard du code de l'environnement. L'arrêté n°2021-DEAL-DIR-426 du 14 décembre 2021 portant décision d'examen au cas par cas a soumis le projet à étude d'impact.

2.3. Intérêt public du projet

Conformément au plan de gestion de l'îlot Mtsamboro, le projet de ponton vise à permettre l'accès sécurisé aux agents du Conservatoire du Littoral, du Parc naturel marin de Mayotte, de la future brigade nautique environnementale de la commune, des forces intérieures de sécurité de l'Etat et des différents services publics.

2.4. Raison du choix de la solution retenue

L'îlot Mtsamboro est un espace naturel remarquable du littoral mahorais, cependant il fait face à de nombreuses pressions d'origine anthropique telles que la dégradation de la végétation du fait de l'absence de cheminements clairs, l'occupation illégale, le braconnage des tortues marines ou l'érosion des sols liée à certaines techniques d'agricultures non adaptées (bananeraies).

Afin de valoriser et préserver le patrimoine naturel et culturel exceptionnel de l'îlot, une présence régulière des agents des services publics y est indispensable. Celle-ci passe par des moyens d'accessibilité adaptés et sécurisés, et nécessite l'implantation d'un ponton. Les différents agents habilités à utiliser le ponton pourront ainsi exercer leurs missions de surveillance, d'aménagement des sentiers, de sensibilisation et d'accompagnement des activités traditionnelles pour une exemplarité écologique.

Une étude de faisabilité a été réalisée en 2021 (ETG, 2021) afin d'étudier 4 secteurs de localisation du ponton. Ces scénarii ont été étudiés selon des contraintes techniques (conditions météorologiques notamment), environnementales (présence de zones protégées), économiques et sociales (facilité d'accès aux sentiers). L'analyse multicritères est reprise ci-dessous.

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ÎLOT DE MTSAMBORO

Tableau 2.1 : Analyse multicritères des scénarii de localisation du ponton (d'après ETG 2021)

Site	Nord-Ouest	Nord-Est	Sud-Est	Sud	Analyse
Distance entre ilot et BMVE	2 tracés de 306m et 146m	2 tracés de 359m et 536m	2 tracés de 103m et 242m	1 tracé de 107m	Les tracés de 103m au sud-est et 107m au sud sont les plus courts
Houle cyclonique	6m	Minimum 2,5m	Minimum 2,5m	Minimum 2,5m	L'orientation nord-ouest est la plus défavorable
Condition de vent sur l'année	19% des vents	14% des vents	50% des vents	50% des vents	Les directions sud sont plus soumises aux vents, notamment en période d'alizés
Zone naturelle	Non	Non mais présence d'herbiers	En limite de ZNIEFF de type 1	En cœur de ZNIEFF de type 1	Le site au sud impacte une zone de ZNIEFF 1. Tous les sites impactent une ZNIEFF de type 2 car tous les récifs sont classés en ZNIEFF de type 2.
Facilité d'accès aux sentiers	Non, parois abruptes	Sentiers existants à proximité de la plage	Sentiers existants à proximité de la plage	Non, façade rocheuse	Les sites situés à l'est sont plus facilement raccordable à la terre
Conclusion	Au vu des données ci-dessus, les sites situés au sud-est de l'ilot ont été retenus pour l'implantation du point de débarquement				

La zone au sud-est de l'ilot présente ainsi le meilleur compromis en termes de localisation. Il est à noter qu'à l'époque de l'étude de faisabilité, la cartographie des herbiers de Mayotte n'indiquait pas d'herbiers sur cette zone. Ceux-ci ont été mis en évidence lors des relevés de terrain en avril 2022.

Au sein de cette zone, le tracé actuel a été privilégié car il permet l'atterrage du ponton sur une avancée rocheuse naturelle. Ceci permet d'éviter tout risque d'érosion ou de modification du trait de côte, et préservera l'atterrage d'un éventuel affouillement. Le positionnement précis du ponton a été affiné de manière itérative entre la maîtrise d'ouvrage, la maîtrise d'œuvre et le bureau d'étude en charge des études environnementales, afin d'éviter et de réduire au maximum les incidences. Ces affinements progressifs sont décrits dans les mesures d'évitement et de réduction de l'étude environnementale.

2.5. Présentation synthétique du projet

Le ponton est situé au sud-est de l'îlot et doit garantir une hauteur d'eau de 2m quel que soit le niveau marin. L'extrémité de l'ouvrage se situe au niveau bathymétrique -4,5m NGM, garantissant un tirant d'eau suffisant pour un accostage en condition de marée de basse mer de vives eaux exceptionnelles.

L'ouvrage traverse le platier sur 194m de long. L'atterrissage est prévu sur une avancée basaltique.

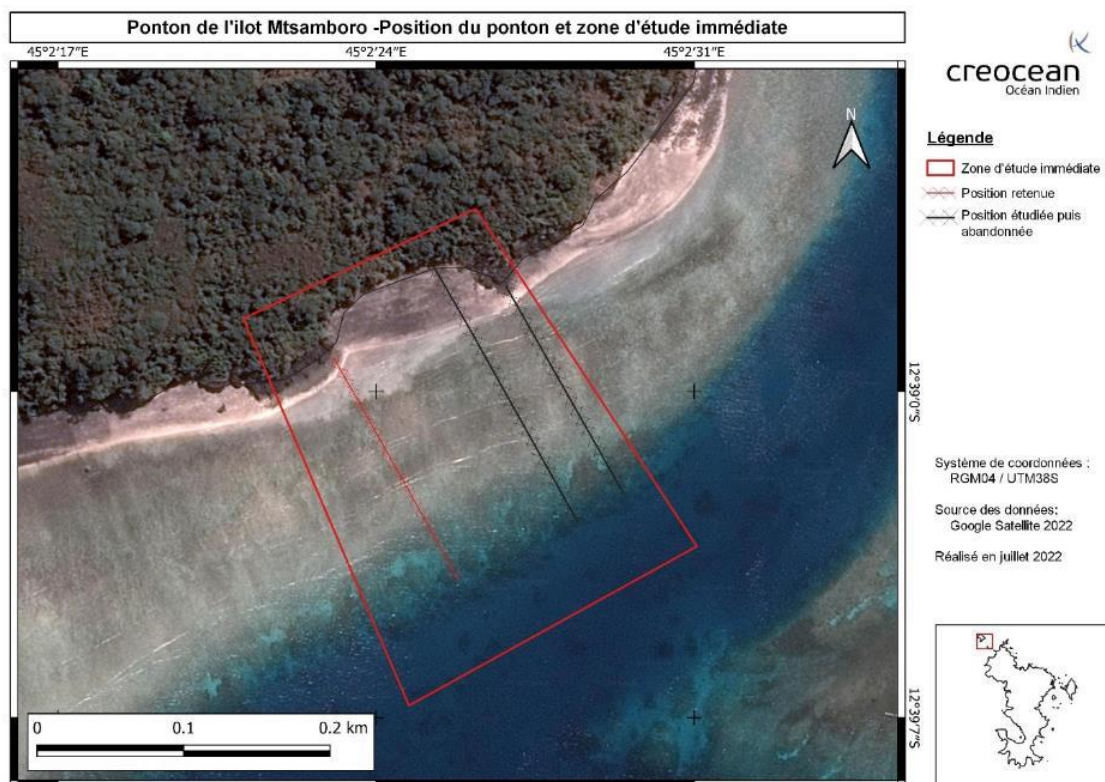


Figure 2.2 : Tracé retenu du ponton et solution alternative étudiée puis abandonnée

Les éléments descriptifs du projet sont issus de l'étude d'avant-projet (ETG 2022). Pour certains éléments non dimensionnés à ce stade du fait de l'absence d'étude géotechnique, comme le diamètre, le nombre et la profondeur d'ancrage des pieux, les hypothèses les plus pénalisantes ont été prises en compte.

Le ponton sera constitué de têtes de pieux en acier espacées de 10m, soutenant une structure en aluminium. Afin de préserver l'aspect paysager, le garde-corps sera formé de clairevoies de carrelats en bois 60mm x 40mm. En bout de ponton, des poteaux en bois et des échelles permettront l'accostage (cf ci-dessous). Le plan de masse et profil en long sont présentés ci-dessous. Une signalisation lumineuse est également prévue.

La mise en place des bases métalliques des pieux sera réalisée à l'aide d'une barge permettant la réalisation de travaux en mer, équipée d'une machine de battage. Les travaux sont prévus pour une durée de 3 mois, dont 2 mois de battage quotidien. Une embarcation fera des rotations quotidiennes afin d'amener les matériaux et les équipes de travaux sur site. Aucun matériel ni engin de chantier ne sera stationné sur l'îlot.

Du fait de son emplacement sur le récif frangeant de l'îlot, situé en Zone naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique (ZNIEFF) de type 2, le projet doit prendre en considération les enjeux de

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ILET DE MTSAMBORO

protection du milieu marin, ainsi que les risques littoraux. Ceux-ci sont détaillés dans le dossier d'étude d'impact.

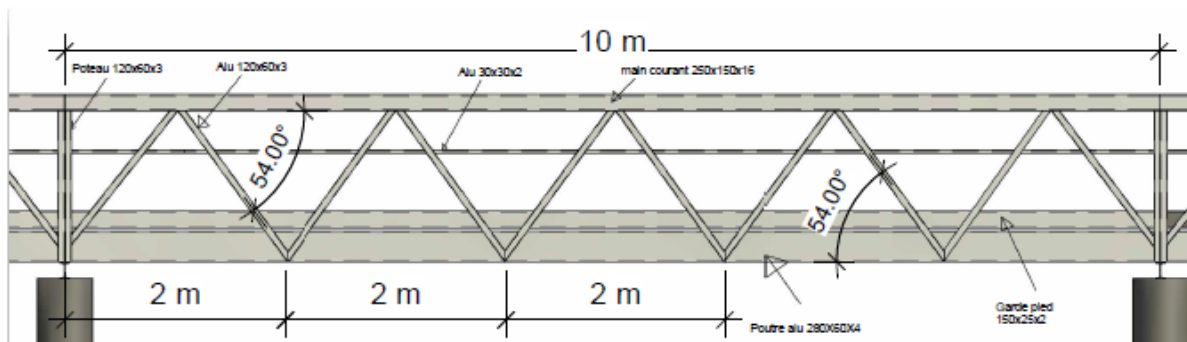


Figure 2.3 : Structure en aluminium (d'après ETG 2022)

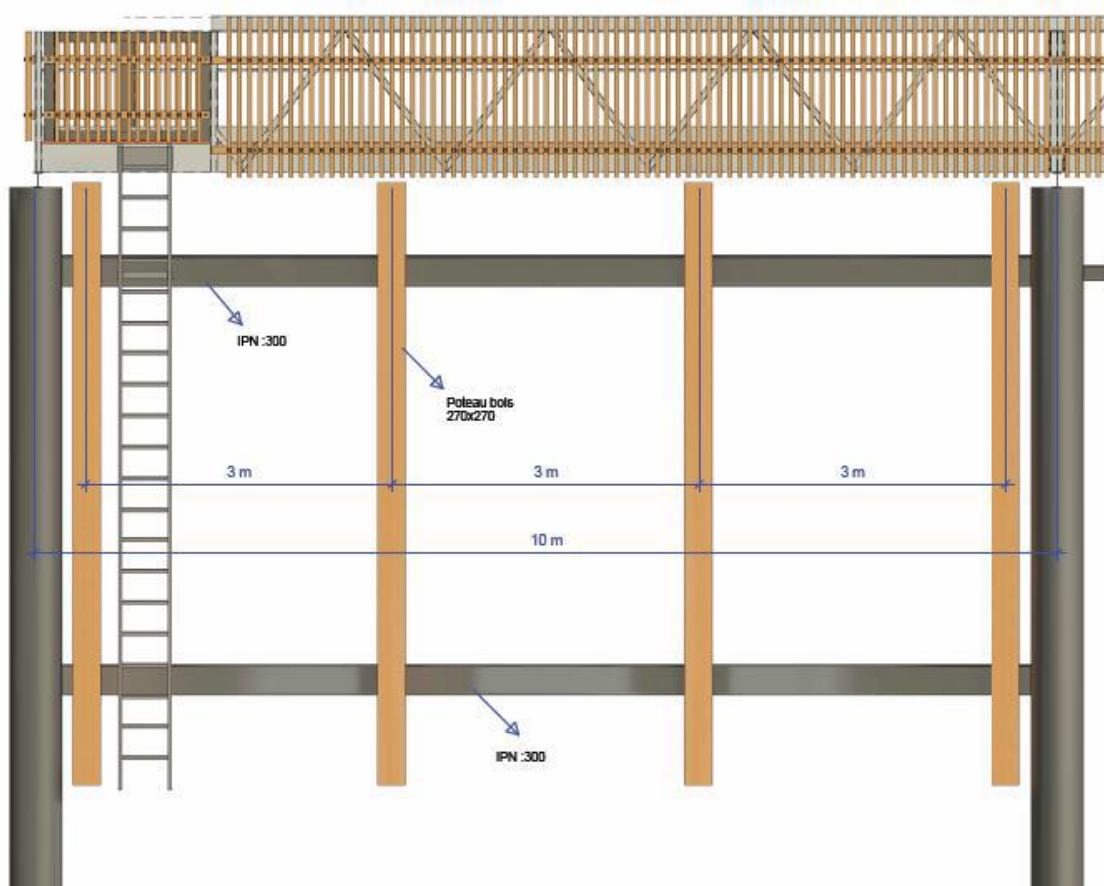


Figure 2.4 : Echelles et poteaux bois permettant l'accostage à l'extrémité du ponton (d'après ETG 2022)

Le planning prévisionnel de l'opération est présenté sur la Figure 2.6.

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ÎLOT DE MTSAMBORO

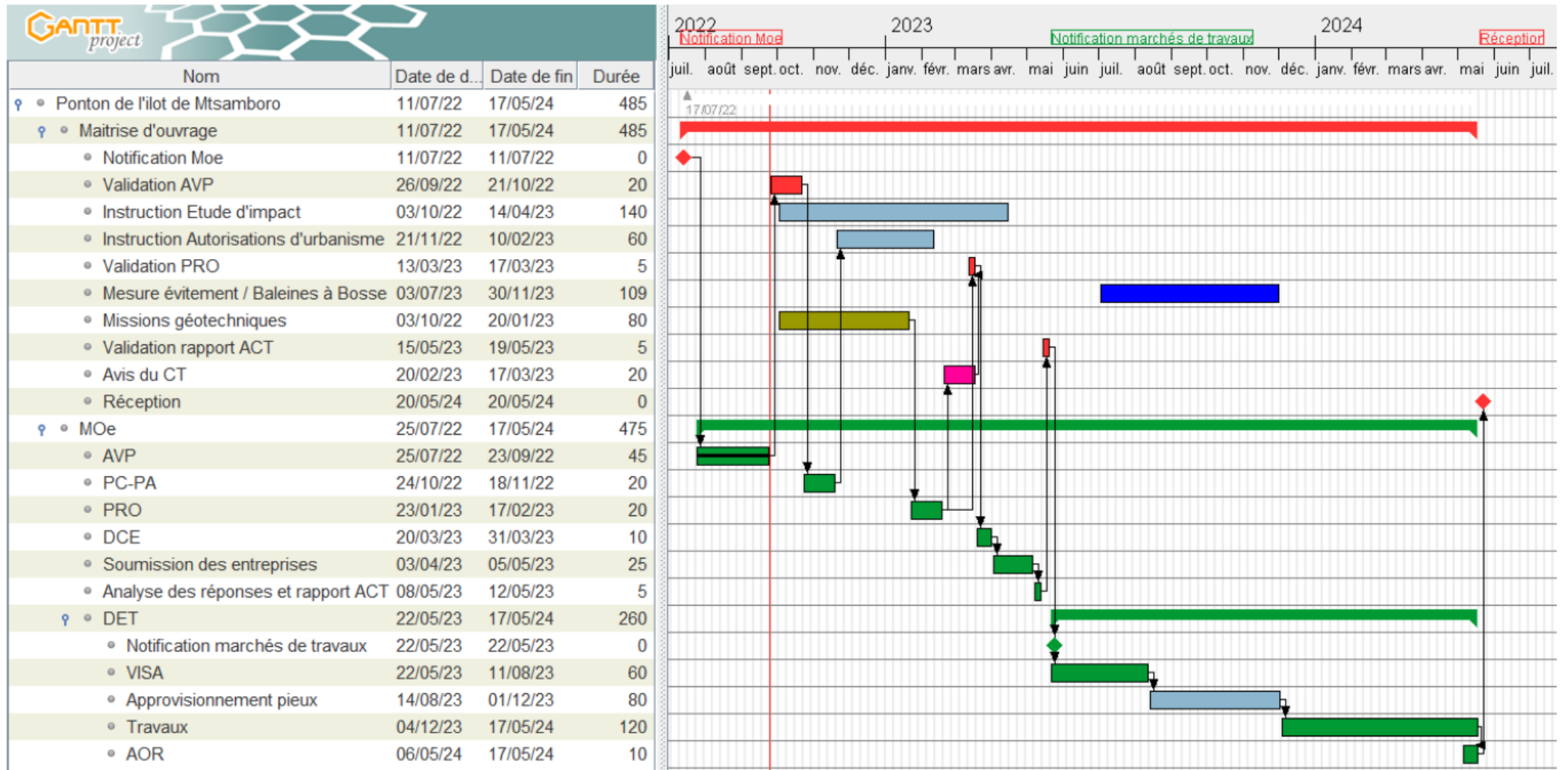


Figure 2.6 : Planning prévisionnel du projet (d'après ETG 2022)

3. Demande de dérogation

Les espèces protégées en droit français sont les espèces animales et végétales dont les listes sont fixées par arrêtés ministériels en application du code de l'Environnement (L.141 1-1 et L.411-2).

L'article L.411-1 précise :

1. Lorsqu'un intérêt scientifique particulier, le rôle essentiel dans l'écosystème ou les nécessités de la préservation du patrimoine naturel justifient la conservation de sites d'intérêt géologique, d'habitats naturels, d'espèces animales non domestiques ou végétales non cultivées et de leurs habitats, sont interdits :

1° La destruction ou l'enlèvement des œufs ou des nids, la mutilation, la destruction, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle, la naturalisation d'animaux de ces espèces ou, qu'ils soient vivants ou morts, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur détention, leur mise en vente, leur vente ou leur achat ;

2° La destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement de végétaux de ces espèces, de leurs fructifications ou de toute autre forme prise par ces espèces au cours de leur cycle biologique, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur mise en vente, leur vente ou leur achat, la détention de spécimens prélevés dans le milieu naturel ;

3° La destruction, l'altération ou la dégradation de ces habitats naturels ou de ces habitats d'espèces.

Le champ des dérogations possibles est strictement encadré par l'article L.411-2 :

« La délivrance de dérogations aux interdictions mentionnées aux 1°, 2° et 3° de l'article L.411-1, à condition qu'il n'existe pas d'autre solution satisfaisante, pouvant être évaluée par une tierce expertise menée, à la demande de l'autorité compétente, par un organisme extérieur choisi en accord avec elle, aux frais du pétitionnaire, et que la dérogation ne nuise pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle :

- Dans l'intérêt de la protection de la faune et de la flore sauvages et de la conservation des habitats naturels ;
- Pour prévenir des dommages importants notamment aux cultures, à l'élevage, aux forêts, aux pêcheries, aux eaux et à d'autres formes de propriété ;
- **Dans l'intérêt de la santé et de la sécurité publique ou pour d'autres raisons impératives d'intérêt public majeur, y compris de nature sociale ou économique, et pour des motifs qui comporteraient des conséquences bénéfiques primordiales pour l'environnement ;**
- A des fins de recherche et d'éducation, de repeuplement et de réintroduction de ces espèces et pour des opérations de reproduction nécessaires à ces fins, y compris la propagation artificielle des plantes ;
- Pour permettre, dans des conditions strictement contrôlées, d'une manière sélective et dans une mesure limitée, la prise ou la détention d'un nombre limité et spécifié de certains spécimens. ».

En d'autres termes, la délivrance de la dérogation à l'interdiction de destruction d'espèces protégées pour le projet de ponton de Mtsamboro ne peut être accordée que si le projet présente des raisons d'intérêt public majeur, qu'il n'existe pas d'autre solution de moindre impact et que la nature des travaux ne porte pas atteinte à l'état de conservation des espèces concernées. L'objet du présent document est de fournir les éléments permettant de conclure au bon respect des trois conditions citées ci-dessus.

Une dérogation aux interdictions mentionnées aux 1 et 3° de l'article L.411.1 du code de l'environnement est également produite.

4. Etat initial et enjeux pour les espèces protégées sur la zone d'étude

Cette partie reprend les éléments de synthèse de l'état initial réalisé pour l'étude d'impact du projet. Elle a pour objectif de retracer le contexte écologique de la zone du projet dans lequel s'inscrit la présente demande de dérogation au dérangement des espèces protégées mammifères marins et tortues marines.

4.1. Zones d'études

Sur base de l'inventaire et des études bibliographiques, 2 zones d'études sont considérées :

- ▶ Une **aire d'étude immédiate** qui correspond à l'emprise du futur ponton et le platier de part et d'autre : sa surface est de 55 700 m² ;
- ▶ Une **aire d'étude élargie basée sur le plus grand périmètre d'exposition sonore pondérée**, évalué d'après la modélisation acoustique. Cette aire de 122 km² inclut principalement les eaux lagonaires comprises entre l'îlot Mtsamboro et la Grande Terre.

Cette aire d'étude élargie est appropriée à nombre d'enjeux environnementaux qui peuvent s'apprécier une échelle spatiale de l'ordre de quelques kilomètres autour de l'îlot : usages humains maritimes et littoraux, pollution sonore, fréquentation de la mégafaune marine, ...

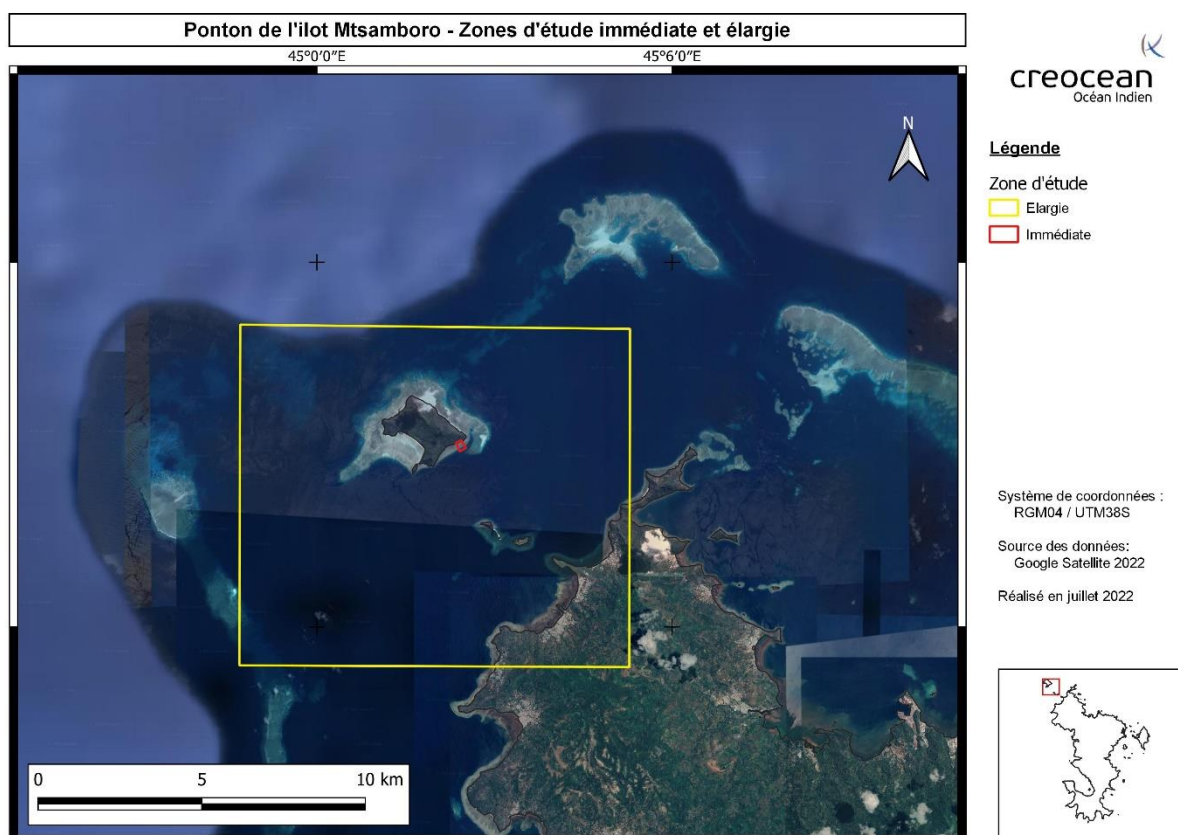


Figure 4.1 : Représentation des aires d'étude

4.2. Espèces protégées en présence

Dans un premier temps, un préambule introduit les inventaires réalisés sur le milieu marin. Les espèces protégées répertoriées au niveau des zones d'étude sont également listées.

Dans un deuxième temps, les espèces protégées en présence, devant faire l'objet d'une dérogation (mammifères marins et tortues marines), sont indiquées.

La fréquentation des différentes zones par chaque espèce est détaillée dans le chapitre suivant.

4.2.1. Inventaires réalisés sur le milieu marin

Depuis les années 1990, plusieurs campagnes de suivi ont été menées afin de connaître et caractériser les populations de mammifères marins et de tortues marines de Mayotte. Plusieurs rapports ont également été produits à partir de la récolte de données opportunistes.

Les premières données sur les populations de tortues marines datent de 1993, avec des patrouilles et des suivis de certaines plages de ponte par le service des Eaux et Forêts.

L'Observatoire des Mammifères Marins de Mayotte (OMMM) a été créé en 1997 et a réalisé un inventaire des espèces rencontrées dans les eaux mahoraises entre 1998 et 2006. Un suivi aérien hivernal, ciblant essentiellement les baleines à bosse, a été initié en 2006.

Le programme Delphinidés 2007-2010 a ensuite porté sur les 4 principales espèces de delphinidés fréquentant le lagon et les eaux océaniques adjacentes : le grand dauphin de l'Indo-Pacifique, le dauphin tacheté pantropical, le dauphin à long bec et le péponocéphale.

En parallèle, des campagnes de survol aérien pour le suivi du dugong ont été effectuées en 2007-2008.

Enfin, le réseau Tsiono, animé par le PNMM, recense toutes les observations opportunistes d'espèces emblématiques qui sont remontées par les usagers de la mer (opérateurs nautiques, plaisanciers, autres professionnels de la mer), incluant les mammifères marins et tortues marines. La principale limite de ce programme est l'effort d'échantillonnage, qui n'est pas homogène dans les eaux de Mayotte. La grande majorité des sorties en mer, et donc des observations, se concentre sur les zones fréquentées par les opérateurs touristiques et les plaisanciers depuis Mamoudzou.

Le tableau ci-dessous récapitule l'ensemble de ces prospections sur le milieu marin.

Tableau 4.1 : Etudes ou remontées d'informations opportunistes sur la zone du projet

Intervenant	Groupe expertisé	Dates des prospections	Projet
Service des Eaux et Forêts	Tortues marines	1993-1997	Suivi du braconnage et des plages de ponte
OMMM	Mammifères marins	1998-2006	Observatoire
CEDTM / IFREMER	Tortues marines	2002-2006	Suivis à l'échelle de Mayotte
LAGONIA	Mammifères marins	2006	Suivi aérien
ONCFS	Dugong	2007-2008	Plan d'étude et conservation
ONCFS	Mammifères marins (4 espèces)	2007-2010	Programme delphinidés
OTM / PNMM	Tortues marines	2010-2022	Survol plages de ponte
CREOCEAN OI	Inventaires des peuplements marins sur la zone d'emprise du projet	Avril 2022	Ponton de l'îlot Mtsamboro
TSIONO (PNMM)	Mammifères marins, tortues marines	Depuis 2012	Suivi participatif sur Mayotte

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ÎLOT DE MTSAMBORO

4.2.2. Espèces protégées au niveau de la zone du projet

4.2.2.1. Espèces potentiellement présentes sur le secteur d'étude

24 espèces de mammifères marins sont recensées dans les eaux de Mayotte, côtières comme du large. Elles sont listées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4.2 : Liste des mammifères marins observés à Mayotte (PNMM, 2011)

	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Common name	Statut IUCN ver. 3.1	Observation à Mayotte
Cétacés (S. Ordre Odontocètes)					
1	<i>Stenella longirostris</i>	Dauphin à long bec	Spinner dolphin	Données insuffisantes	C
2	<i>Stenella attenuata</i>	Dauphin tacheté	Pantropical spotted dolphin	Préoccupation mineure	C
3	<i>Stenella coeruleoalba</i>	Dauphin bleu et blanc	Striped dolphin	Préoccupation mineure	E
4	<i>Tursiops aduncus</i>	Grand dauphin de l'Indo-Pacifique	Indo-Pacific bottlenose dolphin	Données insuffisantes	C
5	<i>Tursiops truncatus</i>	Grand dauphin	Common bottlenose dolphin	Préoccupation mineure	F
6	<i>Peponocephala electra</i>	Dauphin d'Electre	Melon-headed whale	Préoccupation mineure	C
7	<i>Sousa chinensis</i>	Dauphin à bosse	Indo-Pacific humpback dolphin	Quasi menacé	C
8	<i>Mesoplodon densirostris</i>	Mésoplodon de Blainville	Blainville's beaked whale	Données insuffisantes	F
9	<i>Indopacetus pacificus</i>	Mésoplodon de Longman	Longman's beaked whale	Données insuffisantes	R
10	<i>Grampus griseus</i>	Dauphin de Risso	Risso's dolphin	Préoccupation mineure	R
11	<i>Orcinus orca</i>	Orque	Killer whale	Données insuffisantes	R
12	<i>Pseudorca crassidens</i>	Pseudorque	False killer whale	Données insuffisantes	R
13	<i>Feresa attenuata</i>	Orque pygmée	Pygmy killer whale	Données insuffisantes	R
14	<i>Kogia sima</i>	Cachalot nain	Dwarf sperm whale	Données insuffisantes	F
15	<i>Kogia breviceps</i>	Cachalot pygmée	Pygmy sperm whale	Données insuffisantes	F
16	<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalot	Sperm whale	Vulnérable	F
17	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Globicéphale tropical	Short-finned pilot whale	Données insuffisantes	C
18	<i>Lagenodelphis hosei</i>	Dauphin de Fraser	Fraser's dolphin	Préoccupation mineure	F
19	<i>Steno bredanensis</i>	Dauphin à dents rugueuses	Rough-toothed dolphin	Données insuffisantes	R
20	<i>Ziphius cavirostris</i>	Baleine à bec de Cuvier	Cuvier's beaked whale	Données insuffisantes	R
Cétacés (S. Ordre Mysticètes)					
21	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Baleine à bosse	Humpback whale	Préoccupation mineure	C
22	<i>Balaenoptera musculus</i>	Baleine bleue	Blue whale	En danger	R
23	<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	Petit rorqual antarctique	Antarctic minke whale	Données insuffisantes	R
Siréniens					
24	<i>Dugong dugon</i>	Dugong	Dugong	Vulnérable	C (mais moins de 10 individus estimés)

Statut IUCN

EX
EW
CR
EN
VU
NT
LC

Etéinte Menacé Préoccupation mineure

Observation à Mayotte

C= espèces communes, plusieurs observations par an/mois
 F= espèces fréquentes, quelques observations par an (1-10)
 R= espèces rares
 E= espèces seulement observées échouées

Parmi elles, les 6 espèces suivantes fréquentent régulièrement le lagon et les eaux adjacentes :

- Baleine à bosse (*Megaptera novaeangliae*)
- Dauphin à long bec (*Stenella longirostris*)
- Grand dauphin de l'Indo-Pacifique (*Tursiops truncatus*)
- Dauphin tacheté (*Stenella attenuata*)
- Péponocéphale (*Peponocephala electra*)
- Dugong (*Dugong dugon*).

En ce qui concerne les tortues marines, cinq espèces sont répertoriées (Tableau 4.3).

Tableau 4.3 : Liste des tortues marines observées à Mayotte

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Statut UICN mondial
<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tortue imbriquée	CR (En danger critique)
<i>Chelonia mydas</i>	Tortue verte	EN (En danger)
<i>Caretta caretta</i>	Tortue caouanne	EN (En danger)
<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tortue olivâtre	VU (Vulnérable)
<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortue luth	CR (En danger critique)

Parmi ces cinq espèces, deux se reproduisent et s'alimentent de manière fréquente à Mayotte :

- Tortue verte (*Chelonia mydas*),
- Tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*).

De rares observations rapportent la présence de la tortue caouanne sur les récifs barrières et internes du lagon, de la tortue luth aux abords des passes et dans les eaux extérieures au lagon et de la tortue olivâtre dans les eaux plus océaniques (PNMM, 2011).

4.2.2.2. Espèces protégées concernées par la demande de dérogation

Les caractéristiques des observations portant sur les espèces protégées concernées par la demande de dérogation sont les suivantes :

- **Baleine à bosse (*Megaptera novaeangliae*)** : la présence de baleines à bosse à proximité immédiate de l'îlot Mtsamboro est avérée par de nombreuses observations des professionnels de la mer. Elles fréquentent notamment le banc de l'Iris, au nord de l'îlot, et la zone entre l'îlot Mtsamboro et les îlots Choizil. Elles sont présentes dans les eaux mahoraises entre le mois de juillet à novembre, à des profondeurs parfois faibles.
- **Grand dauphin Indo-Pacifique (*Tursiops aduncus*)** : ces dauphins sont régulièrement observés dans le lagon et sur le banc de l'Iris, en petits groupes.
- **Dauphin long bec (*Stenella longirostris*)** : la présence de ces dauphins à l'extérieur du récif barrière et sur le banc de l'Iris, souvent en groupes de grande taille, est bien connue à Mayotte.
- **Dauphin tacheté (*Stenella attenuata*)** : la présence de ces dauphins à l'extérieur du récif barrière et sur le banc de l'Iris, souvent en groupes de grande taille, est connue à Mayotte.
- **Péponocéphale (*Peponocephala electra*)** : ces dauphins sont régulièrement observés dans les eaux profondes, plus au large que les deux espèces précédentes.
- **Dugong (*Dugong dugon*)** : la population de Mayotte compte moins d'une dizaine d'individus. Les observations autour de l'îlot sont rares, cependant compte-tenu de la vulnérabilité de cette espèce à l'échelle locale et de la présence d'herbiers, elle est intégrée au dossier de dérogation.
- **Tortue verte (*Chelonia mydas*)** : cette espèce se nourrit d'herbiers de phanérogames marines tel que celui observé sur le platier concerné par le projet. Une petite tortue verte ou imbriquée, non identifiée du fait de la mauvaise visibilité, a été observée lors des inventaires en avril 2022. La plage concernée par le projet n'est pas un site de ponte majeur (PNA 2015-2020).

- **Tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*)** : les juvéniles de tortue imbriquée se nourrissent au niveau des récifs coralliens peu profonds tels que le tombant du platier de récif frangeant et les massifs coralliens sur la pente externe du récif frangeant.

4.2.2.3. Observations effectuées au sein de la zone d'étude élargie

D'autres espèces protégées ont été recensées autour de Mayotte et sont potentiellement présentes dans la zone d'étude élargie du projet. Au sein de cette zone élargie, les petites portions du banc de l'Iris et de la Prudente sont les plus susceptibles d'être ponctuellement fréquentée par des mammifères marins du large. Cependant au vu de la localisation du projet et de la modélisation acoustique, les impacts y seront nuls. Entre l'îlot et Grande Terre, les observations d'autres espèces sont exceptionnelles. Pour les espèces protégées autres que celles étudiées dans le présent dossier, les impacts en phase travaux et en phase exploitation du projet sont estimés comme faibles :

- Tortue caouanne (*Caretta caretta*) avec une observation dans la maille de 5 km x 5 km entre l'îlot Mtsamboro et Grande Terre entre 2014 et 2020. Les individus adultes n'ont jamais été observés en phase de nourrissage ni de reproduction à Mayotte (PNA 2015-2020).
- Cachalot macrocéphale (*Physeter macrocephalus*), avec 3 observations depuis 2021 entre l'îlot et Grande Terre et au nord de l'Iris.
- Dauphin de Fraser (*Logenodelphis hosei*) parfois observé au nord de l'Iris, associé aux péponocéphales.
- Grand dauphin commun (*Tursiops truncatus*) parfois observé entre l'îlot et Grande Terre et sur le banc de l'Iris, mais à la zone de répartition très large et généralement en dehors du lagon.

Les autres espèces de cétacés et tortues marines n'ont pas été recensées dans la zone d'étude élargie.

NB : des oiseaux marins protégés sont recensés dans la zone d'étude élargie, cependant l'impact du projet est évalué comme faible. Ils ne sont donc pas concernés par un dossier de dérogation.

4.3. Plans d'action existants

Le projet est situé au sein ou à proximité immédiate de plusieurs zonages environnementaux.

4.3.1. Plans nationaux d'actions (PNA)

Les Plans Nationaux d'Actions (PNA) sont la formulation de la politique de l'état en ce qui concerne la conservation d'espèces animales et végétales, mise en œuvre par le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement (MEDDTL) en 2007.

Chaque plan concerne une espèce, ou un groupe d'espèces proches, dont le statut de conservation est jugé défavorable. Ces espèces sont choisies à partir de critères de rareté, de menace (Liste Rouge UICN) et de responsabilité nationale en termes de conservation.

Ces plans visent à mettre en œuvre des actions ciblées dont le but est de restaurer les populations et les habitats de ces espèces menacées. Ces actions concernent trois axes principaux :

- Améliorer les connaissances (biologie et écologie des espèces) par des suivis ;
- Actions de conservation et de restauration ;
- Actions d'information et de communication (sensibilisation).

Les espèces protégées en présence font l'objet de deux PNA :

- Un **PNA tortues marines 2015-2020**, spécifique au sud-ouest de l'océan Indien et à Mayotte. Le PNA 2021-2025 n'est pas encore rédigé.
- Un **PNA dugong 2021-2025**. L'îlot Mtsamboro, et globalement le nord de Mayotte, ne font pas partie des zones de conservation prioritaire de l'espèce. Bien qu'un dugong ait été vu en 2021 au nord de l'îlot Mtsamboro (PNMM, comm. pers.), cette observation localisée est très rare et l'individu semblait en déplacement plutôt qu'en phase d'alimentation. L'association chargée de l'animation du PNA a cependant inclut l'îlot Mtsamboro dans les zones de surveillance prioritaire pour le suivi de la population de dugongs.

4.3.2. Plan de gestion de l'îlot Mtsamboro

Le Conservatoire du Littoral a rédigé un plan de gestion de l'îlot Mtsamboro. Celui-ci fixe la protection des tortues marines comme un enjeu majeur et cible les mesures suivantes :

- La protection stricte des lieux de ponte à l'écart des zones touristiques, avec un accès interdit,
- La lutte contre le braconnage,
- La lutte contre la détérioration de la qualité des sites de pontes (destruction de la végétation littorale des plages et arrière-plages, constructions, ...)
- L'encadrement de leur observation pour limiter le dérangement.

Le plan de gestion ne contient pas de mesure relative aux mammifères marins.

4.4. Statuts des espèces protégées concernées

4.4.1. Objet du dossier d'espèces protégées : la baleine à bosse

La baleine à bosse est inscrite comme objet de préoccupation mineure sur la Liste Rouge de l'UICN (2022). Elle est en revanche inscrite comme vulnérable sur la Liste Rouge nationale.

L'espèce bénéficie de mesures de conservation dans le cadre de la convention international CITES et est inscrite à l'annexe I, rassemblant les espèces les plus menacées. Par ailleurs, des sanctuaires couvrant les zones de reproduction des baleines fréquentant le sud-ouest de l'océan Indien ont été créés sous l'égide de la Commission Baleinière Internationale (CBI). Elle est également inscrite dans la Convention de Nairobi (qui vise à la protection, la gestion et la mise en valeur du milieu marin et des zones côtières de l'Afrique orientale) au titre des espèces menacées et des espèces migratrices protégées.

Enfin, la baleine à bosse fait partie des mammifères marins protégés par l'arrêté ministériel du 1er juillet 2011. Leur approche est réglementée par cet arrêté et par l'arrêté préfectoral du 01/01/2018.

Les cétacés ne font pas, à ce jour, l'objet d'une liste rouge locale à Mayotte.

Tableau 4.4 : Statut IUCN international et local pour la baleine à bosse

	International	Mayotte
Baleine à bosse (<i>Megaptera novaeangliae</i>)	Préoccupation mineure (LC)	Non évalué

4.4.2. Objet du dossier d'espèces protégées : les dauphins

Les 4 espèces de dauphins fréquentant régulièrement la zone d'étude rapprochée et élargie sont inscrites sur la Liste Rouge des espèces menacées de l'IUCN. Elles bénéficient de mesure de conservation dans le cadre de la conservation internationale CITES au titre de l'annexe II, recensant les espèces vulnérables qui pourraient être menacées d'extinction en l'absence de réglementation.

Les dauphins fréquentant les eaux lagunaires et adjacentes de Mayotte sont des mammifères marins protégés par l'arrêté ministériel du 1er juillet 2011. L'approche des dauphins est également encadrée par l'arrêté préfectoral du 01/01/2018.

Le tableau ci-dessous indique le statut IUCN international (UICN, 2022) des quatre espèces ciblées. Aucun statut local n'a été évalué à ce jour, cependant une étude basée sur les critères de l'IUCN recommande de **classer le grand dauphin Indo-Pacifique "En danger" à l'échelle de Mayotte** (Pusineri et al. 2014).

Tableau 4.5 : Statut IUCN international et local pour les dauphins ciblés

	International	Mayotte
Grand dauphin Indo-Pacifique (<i>Tursiops aduncus</i>)	Quasi-menacé (NT)	Non évalué
Dauphin long bec (<i>Stenella longirostris</i>)	Préoccupation mineure (LC)	Non évalué
Dauphin tacheté pantropical (<i>Stenella attenuata</i>)	Préoccupation mineure (LC)	Non évalué
Péponocéphale (<i>Peponocephala electra</i>)	Préoccupation mineure (LC)	Non évalué

4.4.3. Objet du dossier d'espèces protégées : le dugong

Le dugong est inscrit sur la Liste Rouge des espèces menacées de l'IUCN. Il bénéficie de mesure de conservation dans le cadre de la conservation internationale CITES au titre de l'annexe I, recensant les espèces menacées d'extinction.

Comme les autres mammifères marins fréquentant les eaux mahoraises, il est protégé par l'arrêté ministériel du 1er juillet 2011. L'arrêté préfectoral du 01/01/2018 inclut également un article sur l'approche du dugong.

Le tableau ci-dessous indique le statut IUCN international (UICN, 2019) et régional (UICN, 2011) de l'espèce. Aucun statut local n'a été évalué à ce jour.

Tableau 4.6 : Statut IUCN international et local pour le dugong

	International	Mayotte (sud-ouest océan Indien)
Dugong (<i>Dugong dugon</i>)	Vulnérable (NT)	En danger (EN – Marsh et al. 2011)

4.4.4. Objet du dossier d'espèces protégées : les tortues marines

Les 5 espèces de tortues qui fréquentent le sud-ouest de l'océan Indien et les eaux de Mayotte sont inscrites comme vulnérables, menacées d'extinction ou gravement menacées d'extinction sur la Liste Rouge des espèces menacées de l'IUCN. Elles bénéficient de mesures de conservation dans le cadre de la convention internationale CITES-CMS12 et régionale IOSEA-MoU13. En France, ces espèces de tortues marines sont protégées par l'arrêté du 14 octobre 2005. Elles font également l'objet d'une protection locale par l'arrêté préfectoral n°347/DAAF/2000.

Le tableau ci-dessous indique le statut IUCN international (IUCN, 2022) et local (PNA Tortues marines SWIO) des deux espèces ciblées.

Tableau 4.7 : Statut IUCN international et local pour les tortues marines ciblées

	International	Mayotte
Tortue verte (<i>Chelonia mydas</i>)	En danger (EN - Seminoff 2004)	Non évalué
Tortue imbriquée (<i>Eretmochelys imbricata</i>)	En danger critique d'extinction (CR - Martinez et Donnelly 2008)	Non évalué

5. Caractérisation de la fréquentation des espèces protégées concernées

Afin d'évaluer au mieux les impacts potentiels, la fréquentation des 8 espèces protégées concernées par la demande de dérogation est évaluée à large échelle, et sur chacune des zones d'étude. Pour plus de fluidité, l'aire d'étude immédiate et l'aire d'étude élargie sont traitées d'un seul tenant.

5.1. Définitions préalables

La caractérisation des espèces protégées est effectuée, dans la mesure du possible, sur l'habitat des espèces, la taille de la population et les comportements. Certaines notions importantes sont définies ici.

Le **milling** est un type de comportement des mammifères marins et des animaux en général. Il définit un déplacement actif, de manière non directionnelle. Ce comportement est difficile à interpréter car il correspond le plus souvent à un comportement de chasse ou d'interaction sociale qui ne peut être clairement identifié, ou à un comportement intermédiaire entre deux activités.

L'**aire d'occurrence** est la superficie délimitée par la ligne imaginaire continue la plus courte pouvant englober tous les sites connus, déduits ou prévus de présence actuelle d'une espèce, à l'exclusion des individus erratiques (UICN 2001).

L'**aire d'occupation** est la superficie occupée par une espèce au sein de l'aire d'occurrence, à l'exclusion des individus errants. La mesure reflète le fait qu'une espèce ne se rencontre généralement pas dans toute sa zone d'occurrence, qui peut comprendre des habitats peu appropriés ou inoccupés (IUCN 2001). Dans le cas présent, il s'agit de la surface des mailles occupées par les individus.

5.2. Caractérisation de la fréquentation des cétacés

L'objectif est de caractériser les habitats préférentiels et la fréquentation de chaque espèce. Cette analyse se base sur les suivis menés depuis plusieurs années, les données collectées par Tsiono et la bibliographie. La caractérisation de l'habitat et de la fréquentation repose sur :

- La bathymétrie,
- La nature du fond lorsque l'information est disponible,
- Le nombre d'observations et d'individus, ainsi que la taille des groupes.

L'analyse des données collectées par le réseau Tsiono montre que les zones d'étude font partie des zones principales d'observation pour les 5 espèces de cétacés décrites. La zone d'étude éloignée représente une zone de passage confirmée pour certaines espèces rares ou du large, mais le côté ponctuel et le manque de données ne permet pas de détailler la fréquentation et l'usage de l'habitat par ces espèces.

La fréquentation des espèces de cétacés est présentée selon les études disponibles et les dates des campagnes de prospection.

5.2.1. La Baleine à bosse (*Megaptera novaeangliae*)

Répartition de l'espèce

La baleine à bosse a une répartition mondiale. Elle effectue des migrations saisonnières entre les zones de nourrissage des eaux froides de haute latitude, et les zones de reproduction dans les eaux tropicales et subtropicales. Les baleines observées à Mayotte appartiennent au stock reproducteur de l'océan Indien Sud Occidental, dénommé stock C par la Commission Baleinière Internationale. Au sein de ce stock, la sous-population à Madagascar est estimée à 7400 individus. Au niveau mondial, la tendance est à l'augmentation avec une estimation de 135 000 individus dont 84 000 individus matures (IUCN 2018).

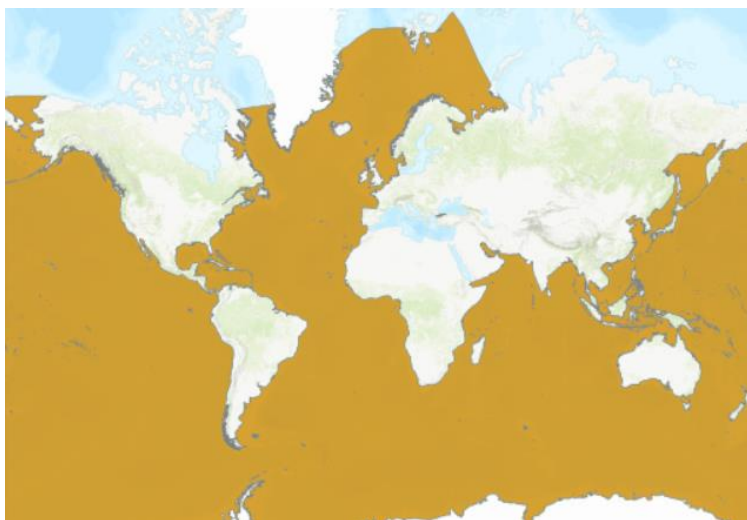


Figure 5.1 : Distribution mondiale de la baleine à bosse (IUCN 2021)

Mayotte fait partie de la sous-région C2, qui regroupe un couloir migratoire passant à travers le centre du canal du Mozambique jusqu'à l'archipel des Comores. Les groupes de baleines sont différenciés de ceux se retrouvant le long de la côte est de l'Afrique du Sud et du Mozambique, ou de la côte sud et est de Madagascar.

Depuis 1996, Mayotte est reconnue comme site d'importance pour les baleines à bosse. Son large lagon peu profond offre des conditions environnementales particulièrement favorables pour l'élevage des nouveau-nés (Ersts et al., 2011). L'espèce fréquente les eaux mahoraises de juillet à novembre.

Comme ailleurs dans le monde, la fréquentation varie selon les années. Cette variabilité pourrait être due à des modifications des mouvements migratoires d'une année sur l'autre. Les facteurs influençant le choix des routes de migration et des sites d'hivernage restent méconnus, mais des échanges réguliers entre La Réunion, Mayotte et Madagascar (Sainte-Marie notamment) ont été mis en évidence (Dulau *et al.* 2017). Ainsi, considérant les zones de nourrissage, de reproduction et les voies migratoires, l'unité fonctionnelle écologique des baleines à bosse fréquentant les eaux côtières de Mayotte est vaste et s'étend sur l'ensemble de la zone sud-ouest de l'Océan Indien, jusqu'à la zone Antarctique.

Biologie et écologie à Mayotte

Mayotte est une zone de mise bas et d'élevage pour les baleines à bosse. Les groupes observés sont majoritairement constitués de femelles accompagnées de leur baleineau (autour de 60% ; Ersts et al. 2011). Viennent ensuite les paires (environ 20%) et les individus solitaires (11%). Les groupes actifs, composés d'adultes présentant des comportements de surface caractéristiques des scènes d'accouplement ou de pré-accouplement, ne représentent que 2% des groupes en 2004. Mayotte ne

semble donc pas représenter une zone de reproduction majeure pour l'espèce. Ces grandes tendances peuvent varier ponctuellement selon les saisons (Wickel 2006).

Habitats préférentiels à Mayotte et sur la zone d'étude

L'aire d'occurrence de l'espèce à Mayotte n'a pas été estimée. Les zones de fréquentation varient selon les saisons, mais la majorité des observations est effectuée dans des eaux peu profondes (-20 à -80m) :

- Dans le nord, sur la pente externe du récif nord-est, le banc de l'Iris et le banc de la Prudente,
- A l'intérieur du lagon dans le sud-est, aux abords de la passe de Saziley. Cette zone semble privilégiée par les couples mère-petit, probablement par son aspect abrité. Les mères se rapprochent également de la côte pour allaiter le baleineau et le protéger contre les prédateurs du large (requins, orques).

Le peu d'observations Tsiono dans l'ouest pourrait s'expliquer par le faible effort de recherche.

Le détail des activités observées n'est pas précisé par les différents suivis. Il est cependant admis que les baleines de cette région s'alimentent exclusivement dans la zone Antarctique. Aucune observation d'une baleine en activité d'alimentation n'a été notée autour de Mayotte jusqu'à aujourd'hui. Ainsi, **le projet n'aura pas d'impact sur l'alimentation de l'espèce.**

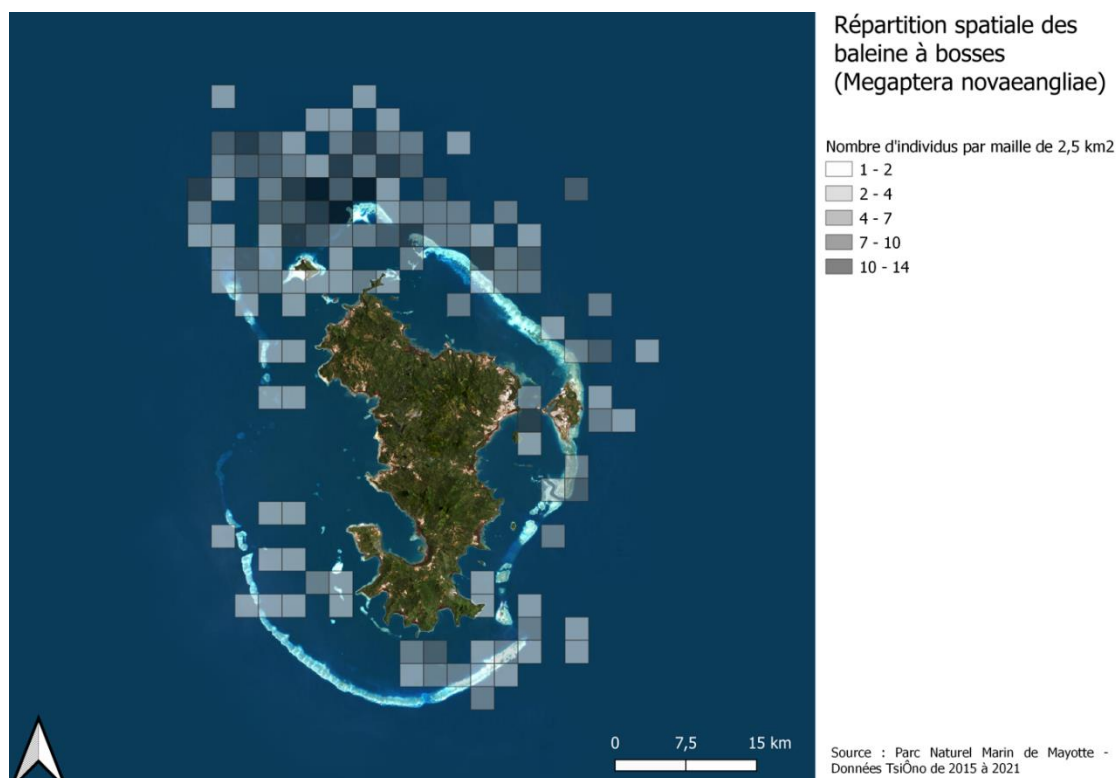


Figure 5.2 : Fréquence d'observation des *Megaptera novaeangliae* de 2015 à 2021 (PNMM, 2022)

La baleine à bosse fréquente la zone d'étude élargie de juillet à novembre, principalement sur le banc de l'Iris, mais également entre l'îlot Mtsamboro et Grande Terre et à l'extérieur du récif barrière nord.

5.2.2. Le Grand dauphin Indo-Pacifique (*Tursiops aduncus*)

Répartition de l'espèce

Le grand dauphin Indo-Pacifique fréquente les eaux côtières de l'Océan Indien, de l'Australie et du Pacifique Ouest. L'espèce semble constituée de petites populations plus ou moins isolées géographiquement. Des migrations avec les îles voisines sont probables mais ne concerneraient que quelques individus par an, et la population de Mayotte est donc considérée fermée (Pusineri et al. 2014).

A Mayotte, le grand dauphin Indo-Pacifique est ponctuellement observé au large. Il préfère cependant les habitats côtiers situés à moins de 45m de profondeur et environ 1,8km des côtes.



Figure 5.3 : Distribution mondiale du grand dauphin Indo-Pacifique (IUCN 2021)

Biologie et écologie à Mayotte

L'espèce est présente toute l'année dans le lagon de Mayotte. Elle a une alimentation variable composée de poissons et de céphalopodes côtiers de surface comme de fond.

A Mayotte, les grands dauphins Indopacifique sont observés en petits groupes, en général moins d'une dizaine d'individus, bien que des groupes d'une centaine d'individus aient été observés dans certaines régions.

En 2009, la population locale est faible et estimée à 82 ± 19 individus, avec un taux de survie annuel de $0,937 \pm 0,059$. La distribution locale de l'espèce varie en fonction de la saison et de l'horaire (Pusineri et al. 2010) :

- Durant la saison sèche, les individus s'observent en général plus loin du récif que durant la saison des pluies.
- Les individus semblent fréquenter des zones moyennement profondes (20-40m) en début de journée (7h-10h), avec essentiellement des comportements de chasse. Ils fréquentent des zones peu à moyennement profondes en milieu de journée (10h-14h), et de profondeurs variables en fin de journée (14h-17h) avec une dominance de sociabilisation.
- Les comportements ne varient pas significativement en fonction des saisons.

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ÎLOT DE MTSAMBORO

Mayotte représente à la fois une zone d'alimentation, de repos, de déplacement et de socialisation. Ces comportements sont observés tout autour du lagon mais semblent privilégiés sur certaines zones, avec :

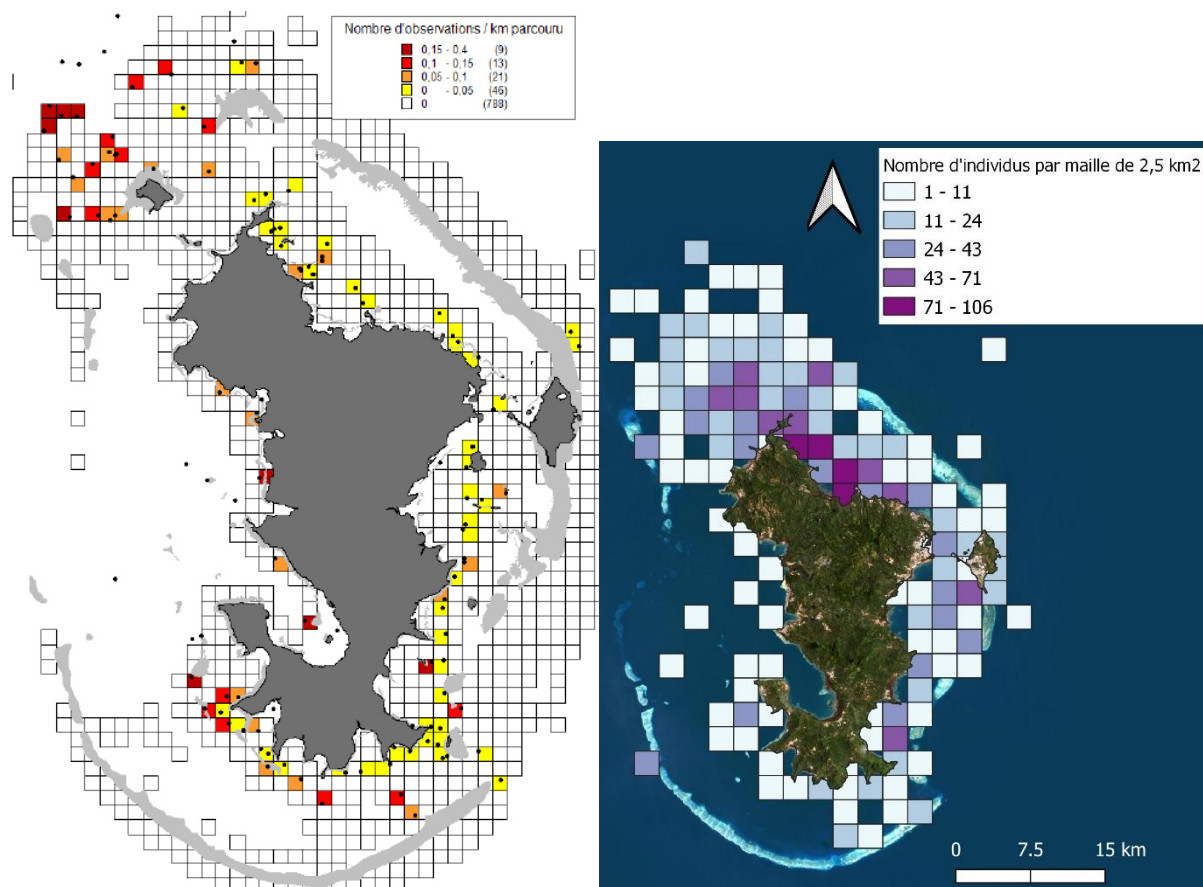
- Un comportement de chasse dominant près des côtes et des récifs (banc de l'Iris, récifs frangeants du sud, récif frangeant d'Handrema notamment).
- Un comportement de socialisation et de milling au nord de l'îlot Mtsamboro, sur le banc de l'Iris, qui constitue une zone de reproduction majeure.
- Des comportements de repos et de déplacement importants plus au large sur le banc de l'Iris.

Habitats préférentiels à Mayotte et sur la zone d'étude

Le grand dauphin Indo-Pacifique est principalement distribué dans le lagon en zone côtière et à l'extérieur du lagon au nord, sur le banc de l'Iris. Ces deux zones semblent abriter deux communautés aux préférences d'habitat différentes, sans variation génétique (Kiszka et al. 2012). Les couples mère-petit se distribuent préférentiellement dans les milieux côtiers protégés, à l'est et l'ouest du lagon.

L'aire d'occurrence de l'espèce à Mayotte a été estimée à 948 km² et son aire d'occupation de 104 km².

La zone d'étude élargie fait partie de son habitat préférentiel. L'espèce est observée tout autour de l'îlot Mtsamboro et se déplace entre les îlots Mtsamboro et Choizil. La surface relativement réduite de son habitat le rend vulnérable aux dérangements.



5.2.3. Le Dauphin long bec (*Stenella longirostris*)

Répartition de l'espèce

Le dauphin long bec est retrouvé dans les eaux tropicales des trois océans. Cette espèce pélagique se nourrit principalement au large et fréquente des habitats côtiers comme océaniques. Il est observé à Mayotte toute l'année, au niveau du tombant du récif barrière (Pusineri et al. 2010).

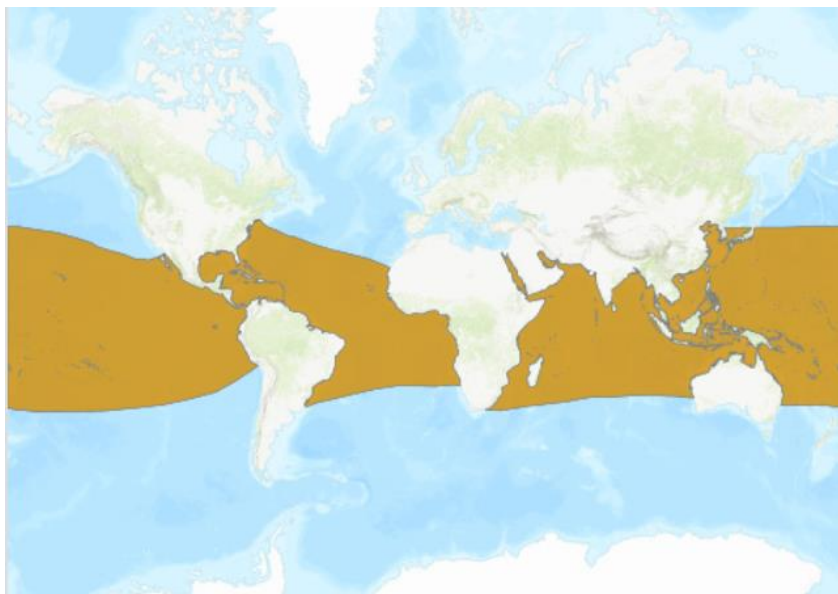


Figure 5.5 : Distribution mondiale du dauphin long bec (IUCN 2021)

Biologie et écologie à Mayotte

Les individus se rapprochent généralement de la côte durant la journée pour se reposer et socialiser. Ils s'en éloignent la nuit pour se nourrir de petits poissons, céphalopodes et crustacés océaniques qui vivent en profondeur le jour et remontent entre la surface et quelques centaines de mètres la nuit. Ils vivent en groupes importants de quelques centaines d'individus, parfois associés au dauphin tacheté.

A Mayotte, les groupes se composent généralement de toutes les catégories d'âge. Une variabilité saisonnière semble observée, avec des observations plus importantes au nord à faible profondeur (banc de l'Iris) durant la saison sèche. Il pourrait s'agir d'une adaptation des animaux aux conditions météorologiques agitées à cette saison (Pusineri et al. 2010).

Les modélisations de populations ont fourni des estimations variables, allant de 701 individus en 2008 à 1776 individus en 2005 (Pusineri et al. 2010).

Les comportements observés à Mayotte sont la socialisation, le déplacement, le milling, et dans une moindre mesure le repos. Aucun comportement de chasse n'a été observé, ce qui suggère que, comme pour les autres populations étudiées dans le monde, cette espèce se nourrit essentiellement la nuit. Ces comportements varient selon l'heure de la journée et non en fonction des saisons, avec :

- Une socialisation prédominante le matin,
- Des activités de repos, milling et déplacement en milieu de journée,
- Des comportements de déplacement et de socialisation l'après-midi.

Ces comportements sont observés tout autour de Mayotte. La seule tendance remarquable est l'augmentation du comportement de déplacement et la diminution du milling et de la socialisation avec

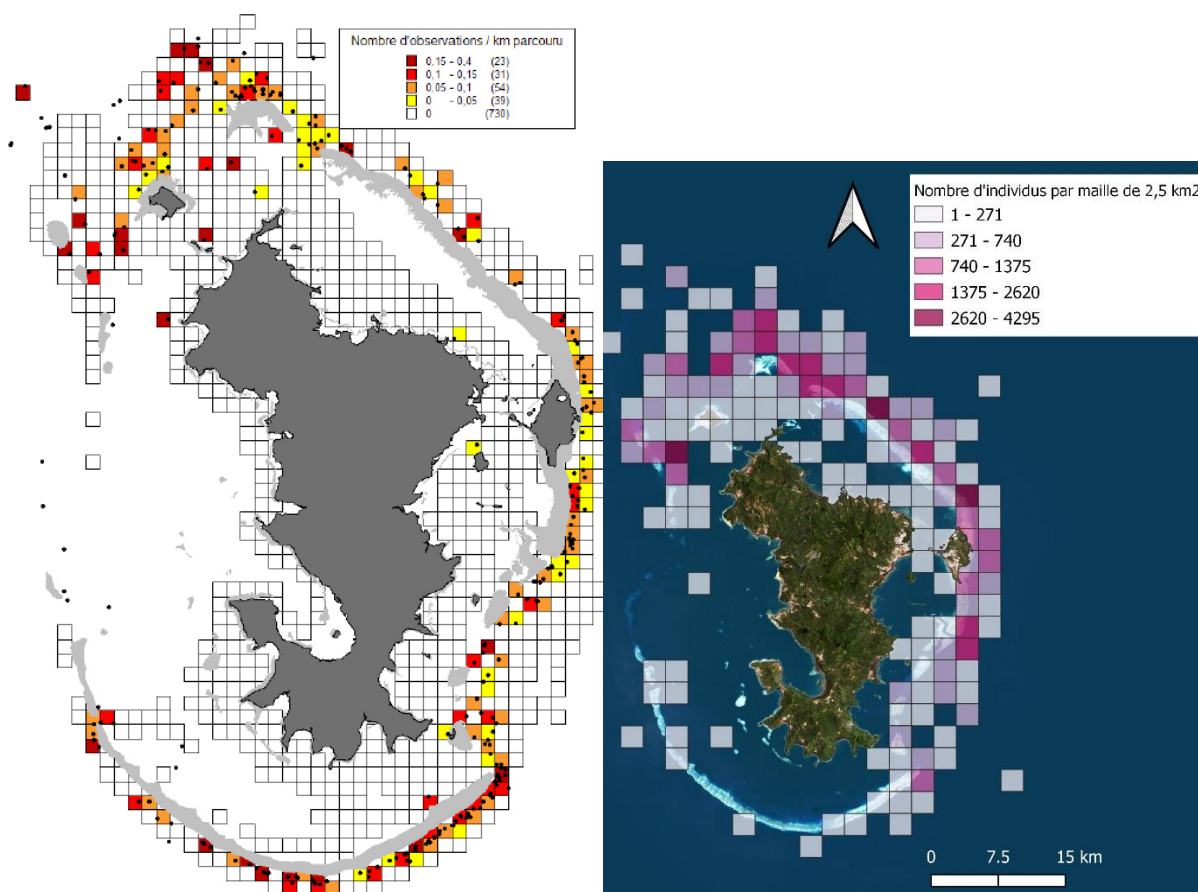
la profondeur. Cette tendance est cohérente avec les observations effectuées dans d'autres milieux, indiquant que le dauphin à long bec s'alimente au large et se rapproche des milieux peu profonds et plus protégés pour se reposer et socialiser (Best 2007 ; Jefferson et al. 2008)

Habitats préférentiels à Mayotte et sur la zone d'étude

A Mayotte, le dauphin long bec se concentre sur la pente externe du récif barrière. Les densités semblent particulièrement élevées au sud et sur le banc de l'Iris (Pusineri et al. 2010). Le peu d'observations Tsiono au sud s'explique probablement par la fréquentation touristique faible sur cette zone, alors que les suivis 2007-2010 ont ciblé l'ensemble du lagon.

L'espèce fréquente essentiellement des eaux de profondeur moyenne (autour de 250m), à environ 800m du récif. L'aire d'occurrence de l'espèce à Mayotte a été estimée à 1439 km² et son aire d'occupation de 171 km².

La zone élargie fait partie de l'habitat préférentiel du dauphin long bec. Il fréquente fortement le banc de l'Iris et le lagon au sud-ouest de l'îlot Mtsamboro. Cependant son aire de distribution est très étendue tout autour du récif barrière de Mayotte. En cas de dérangement, il est probable que les individus évitent ce secteur.



5.2.4. Le Dauphin tacheté pantropical (*Stenella attenuata*)

Répartition de l'espèce

Le Dauphin tacheté pantropical est largement réparti dans les eaux tropicales et subtropicales. Son habitat est généralement décrit comme hauturier, situé dans des eaux profondes au large des côtes (Suarez *et al.* 1994, Baumgartner *et al.* 1997). Il peut cependant vivre près des côtes lorsque les eaux y sont profondes.

Il est observé toute l'année à Mayotte, au tombant externe du récif barrière (Pusineri *et al.* 2010). Il a exceptionnellement été observé sur des fonds allant de 1100m et à 9 km du récif.

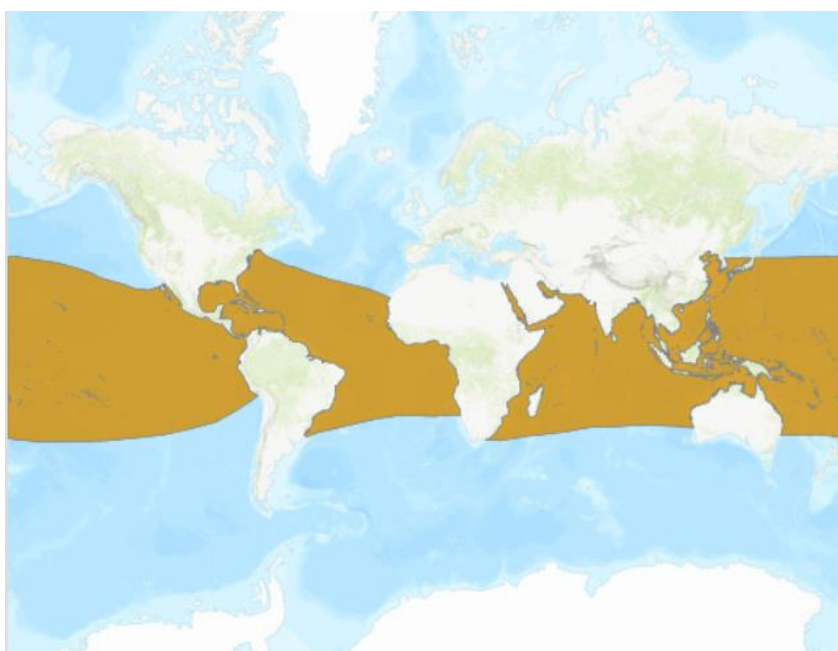


Figure 5.7 : Distribution mondiale du dauphin tacheté (IUCN 2021)

Biologie et écologie à Mayotte

Le dauphin tacheté se nourrit de proies océaniques de taille petite à moyenne, de surface ou de profondeur lorsqu'elles remontent vers la surface la nuit. Il semble se nourrir principalement la nuit (Scott et Chivers 2009). Il est observé en groupes de taille généralement inférieure à 150 individus, mais pouvant aller jusqu'au millier en zone océanique.

A Mayotte, les groupes se composent généralement de toutes les catégories d'âge, même si une proportion non négligeable de groupes formés majoritairement de couples mère-petits est observée (19%). Aucune variabilité de fréquentation saisonnière ou en fonction de l'heure de la journée significative n'a été observée entre 2007 et 2010.

Les survols aériens ont fournis une première évaluation de la population à 675 individus en 2010, mais ces données restent à confirmer.

Mayotte représente une zone de déplacement, de milling, de socialisation et de chasse pour le dauphin tacheté. Les comportements de repos sont faibles à Mayotte (4% des observations). Les matinées sont consacrées essentiellement au milling, et les fins de journées à la chasse et le déplacement.

Habitats préférentiels à Mayotte et sur la zone d'étude

La distribution des dauphins tachetés est similaire à celle des dauphins à long bec. L'espèce est essentiellement observée sur le tombant du récif barrière, sur des fonds de moyennes profondeur (autour de 280m) et à environ 1,2km du récif. Cependant, ces caractéristiques d'habitat sont plus variables que pour le dauphin à long bec. L'aire d'occurrence de l'espèce à Mayotte a été estimée à 1527 km² et son aire d'occupation de 98 km².

La zone élargie fait partie de l'habitat préférentiel du dauphin tacheté. Il fréquente fortement le sud-ouest du banc de l'Iris. Cependant son aire de distribution est étendue tout autour du récif barrière de Mayotte. En cas de dérangement, il est probable que les individus évitent ce secteur.

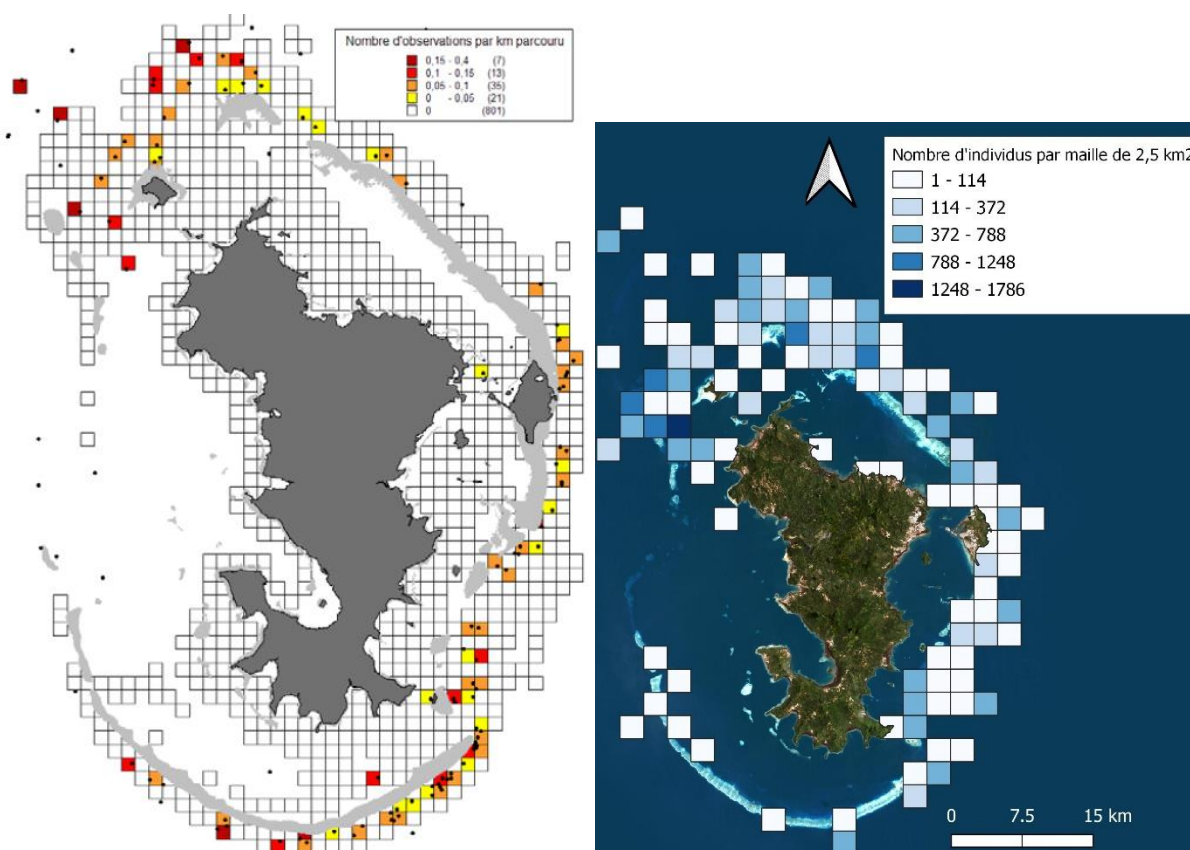


Figure 5.8 : A gauche : distribution spatiale 2007-2010 par effort de prospection des *Stenella attenuata* (Pusineri et al. 2010). A droite : observations Tsiono de 2015 à 2021 (PNMM 2022).

5.2.5. Le péponocéphale (*Peponocephala electra*)

Répartition de l'espèce

Le péponocéphale est retrouvé dans tous les océans dans les régions tropicales et subtropicales. L'espèce est océanique mais peut être observée occasionnellement près des côtes lorsque les eaux y sont profondes.

Ponctuellement, de grands groupes de péponocéphales sont observés à Mayotte aux abords du récif barrière (Pusineri et al. 2010). Il est généralement observé en groupes d'une centaine à 500 individus.

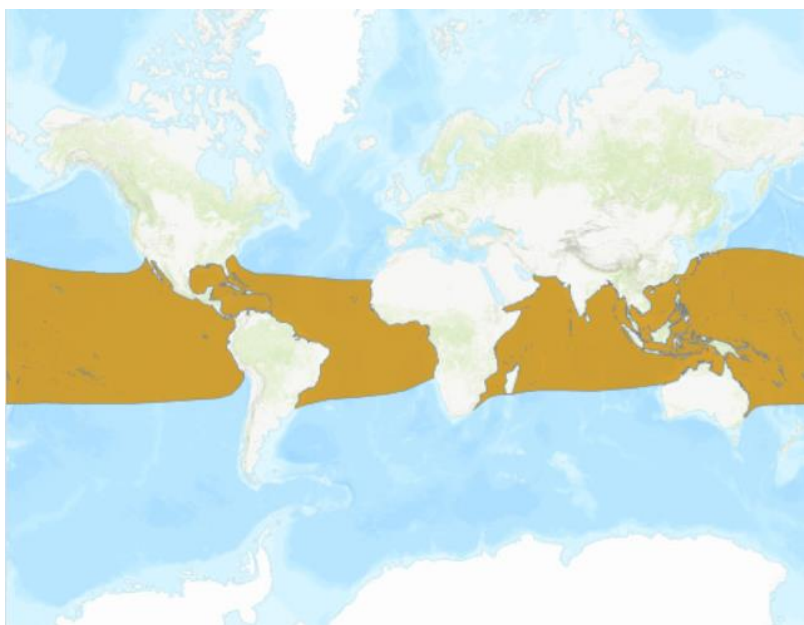


Figure 5.9 : Distribution mondiale du péponocéphale (IUCN 2021)

Biologie et écologie à Mayotte

Le péponocéphale consomme des poissons et des céphalopodes chassés en eaux profondes, jusqu'à plusieurs centaines de mètres, de niveaux trophiques moyens.

Les observations montrent que l'espèce, lorsqu'elle est présente autour de Mayotte, alterne les comportements de déplacement, en général lent, et de repos. Les individus sont généralement observés en groupes importants constitués en moyenne de 240 individus, avec tous les âges représentés (Pusineri et al. 2010).

Habitats préférentiels à Mayotte et sur la zone d'étude

Les péponocéphales s'observent tout autour du récif barrière, mais à des profondeurs et des distances au récif plus élevées que les autres dauphins. Ils affectionnent les eaux autour de 500m de profondeur, à 2km du récif barrière environ. L'aire d'occurrence de l'espèce à Mayotte a été estimée à 1540 km² et son aire d'occupation de 24 km².

Il est possible que cette espèce transite par la zone d'étude élargie, notamment sur le banc de l'Iris, mais il ne semble pas s'agir d'une zone d'habitat préférentiel. L'interaction avec cette zone élargie devrait être faible.



Figure 5.10 : Observations 2007-2010 des *Peponocephala electra* (Pusineri et al. 2010)

NB : du fait du peu de données disponibles sur la période 2007-2010, la carte représente les points d'observations et non des densités corrigées par effort d'observation.

5.2.6. Le dugong (*Dugong dugon*)

Répartition de l'espèce

Le dugong est un sirénien, rencontré dans les eaux tropicales et subtropicales de l'Indo-Pacifique. L'espèce est strictement herbivore et inféodée au milieu marin. Elle est généralement observée dans des zones d'herbiers marins côtiers peu profondes où les individus passent le plus clair de leur temps à brouter, pour ingurgiter les 28 à 40kg de nourriture quotidienne qui leur sont nécessaires.

Au niveau mondial, la tendance est à la diminution (IUCN 2018). La sous-population du sud-ouest de l'océan Indien est estimée à quelques centaines (Marsh et al. 2002), essentiellement à Madagascar et au Mozambique. Dans les îles et autres pays d'Afrique, les observations de dugong restent anecdotiques. Une perte de diversité génétique est possible (PNA 2021-2025).

Les dugongs sont capables de mouvements journaliers, saisonniers et aléatoires de courte et longue distance. Quelques individus ont réalisé des déplacements de plusieurs centaines de kilomètres en milieu océanique.

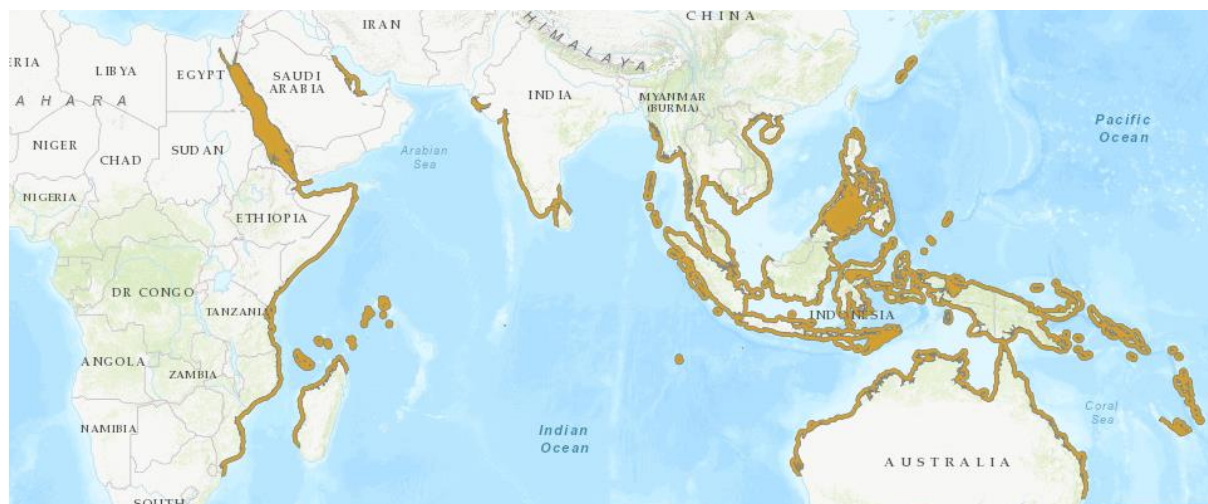


Figure 5.11 : Distribution mondiale du dugong (IUCN 2022)

Biologie et écologie à Mayotte

À Mayotte, le dugong est observé tout au long de l'année. Il a pour habitat critique les herbiers (sites de nourrissage) aussi bien de la côte que du récif barrière. Il se nourrit exclusivement d'herbiers de phanérogames marines du genre *Halodule* ou *Halophila* (Kiszka et al., 2011). Chassé et braconné, le dugong fait aujourd'hui face à la destruction de son habitat et à la raréfaction des ressources. Il ne resterait que quelques individus à Mayotte, malgré les mesures de protection mises en place.

L'état de conservation à Mayotte est considéré comme défavorable du fait du fort impact des menaces, et d'une forte pression sur les zones d'alimentation (PNA Dugong 2021-2025).

Habitats préférentiels à Mayotte et sur la zone d'étude

Le dugong est principalement observé en alimentation sur les zones d'herbier suivantes :

- Le Tombant des Aviateurs, au large de Petite Terre,
- L'herbier de la plage de l'aéroport,
- L'herbier du platier de la Passe en S,

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ÎLOT DE MTSAMBORO

- L'intérieur de la Passe de Bandré et du récif barrière de Bambo Ouest où des herbiers profonds abondants sont recensés,
- La côte et l'intérieur du récif barrière de Saziley au sud-est, où des herbiers profonds abondants sont recensés,
- L'intérieur du récif interne de Lepoe (LAGONAVENTURE, comm. pers.), où des herbiers profonds peu abondants sont recensés.

Historiquement, des observations ont été effectuées autour de l'îlot Mtsamboro (Plan de gestion du PNMM, 2012) mais la seule observation récente ne montrait pas de comportement d'alimentation (PNMM, comm. pers.). Aucune observation n'a été effectuée sur l'herbier du ponton. L'association Naturalistes de Mayotte, en charge de l'animation du PNA 2021-2025, a cependant décidé d'inclure l'îlot dans les zones de surveillance pour le suivi et la conservation de la population.

Le dugong ne semble pas fréquenter la zone d'étude stricte. Il est possible que cette espèce transite par la zone d'étude élargie, notamment entre les herbiers du récif barrière nord-est et l'îlot Mtsamboro.

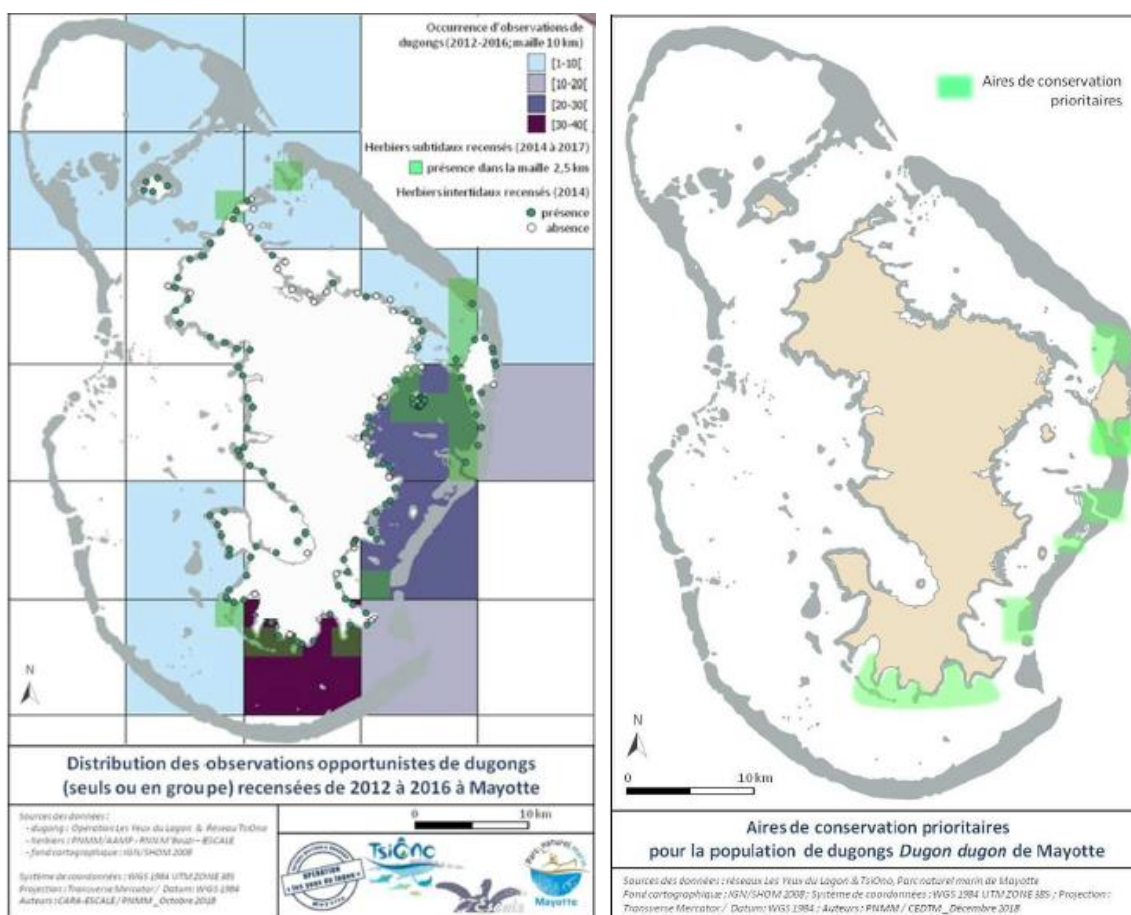


Figure 5.12 : Distribution des observations opportunistes de dugongs de 2012 à 2016 (gauche) et Délimitation des aires de conservation prioritaires pour la population de dugong de Mayotte (droite) (PNA 2021–2025)

5.3. Caractérisation de la fréquentation des tortues marines sur le site d'étude

L'objectif est de caractériser les habitats préférés et la fréquentation de deux espèces de tortues marines présentes sur la zone d'étude. Cette analyse se base sur les observations visuelles, les relevés effectués par le CEDTM, les suivis de plages de ponts effectués par le PNMM et la bibliographie. La caractérisation de l'habitat et de la fréquentation repose sur les mêmes critères que pour les cétacés.

NB : Les résultats des suivis des plages de ponts du PNMM ne différencient pas les deux espèces de tortues. Elles sont donc traitées ensemble dans les paragraphes suivants.

Répartition de l'espèce

La tortue verte et la tortue imbriquée sont des espèces migratrices, présentes dans toutes les zones tropicales. Elles passent l'essentiel de leur vie dans les milieux marins côtiers ou pélagiques, et n'utilisent les habitats terrestres qu'au moment de la reproduction.

Après des migrations parfois importantes, les tortues reviennent pondre à l'endroit où elles ont éclos.

A l'échelle mondiale, les populations de ces deux espèces sont considérées en diminution. A l'échelle du sud-ouest de l'océan Indien, les populations de tortues vertes sont estimées en augmentation, et celles de tortues imbriquées sont considérées comme stables (PNA 2015-2020). Cependant l'état de conservation à Mayotte est considéré comme défavorable à mauvais du fait du fort impact des menaces, et d'une forte pression sur les zones d'alimentation pour les tortues vertes.

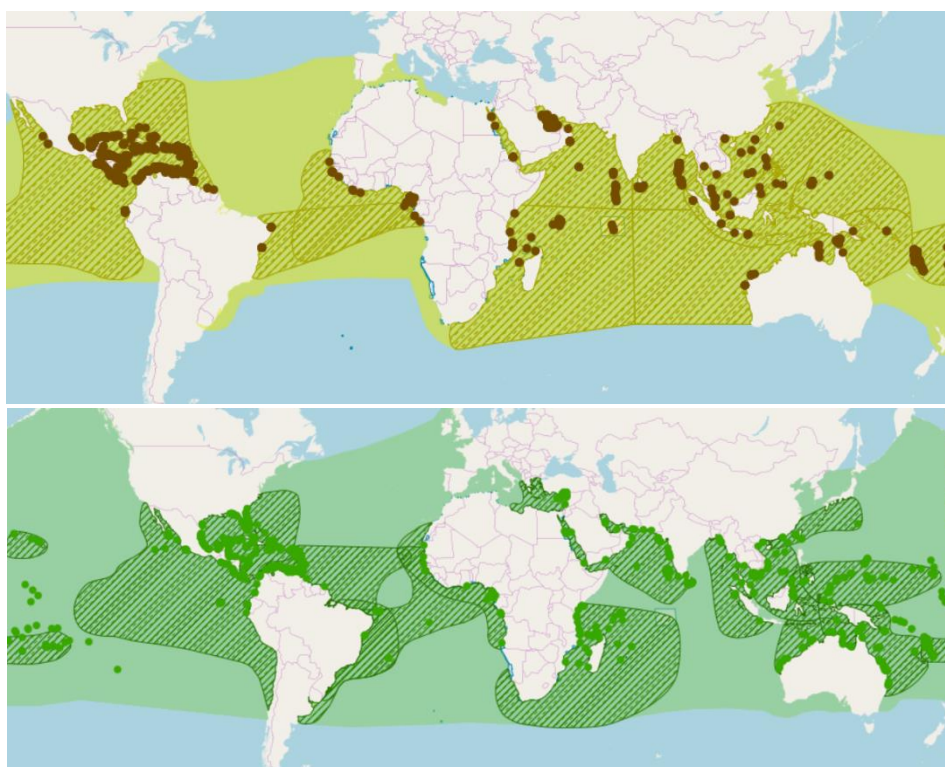


Figure 5.13 : Sites de ponte (points), distribution et unités régionales de gestion (zones hachurées) de la tortue verte (haut) et la tortue imbriquée (bas) (State of the World's Sea Turtles)

Dans le sud-ouest de l'océan Indien, les tortues se développent et s'alimentent le long des côtes est africaines et malgaches, mais également autour des îles de la région. En revanche, la reproduction a lieu majoritairement dans les îles.

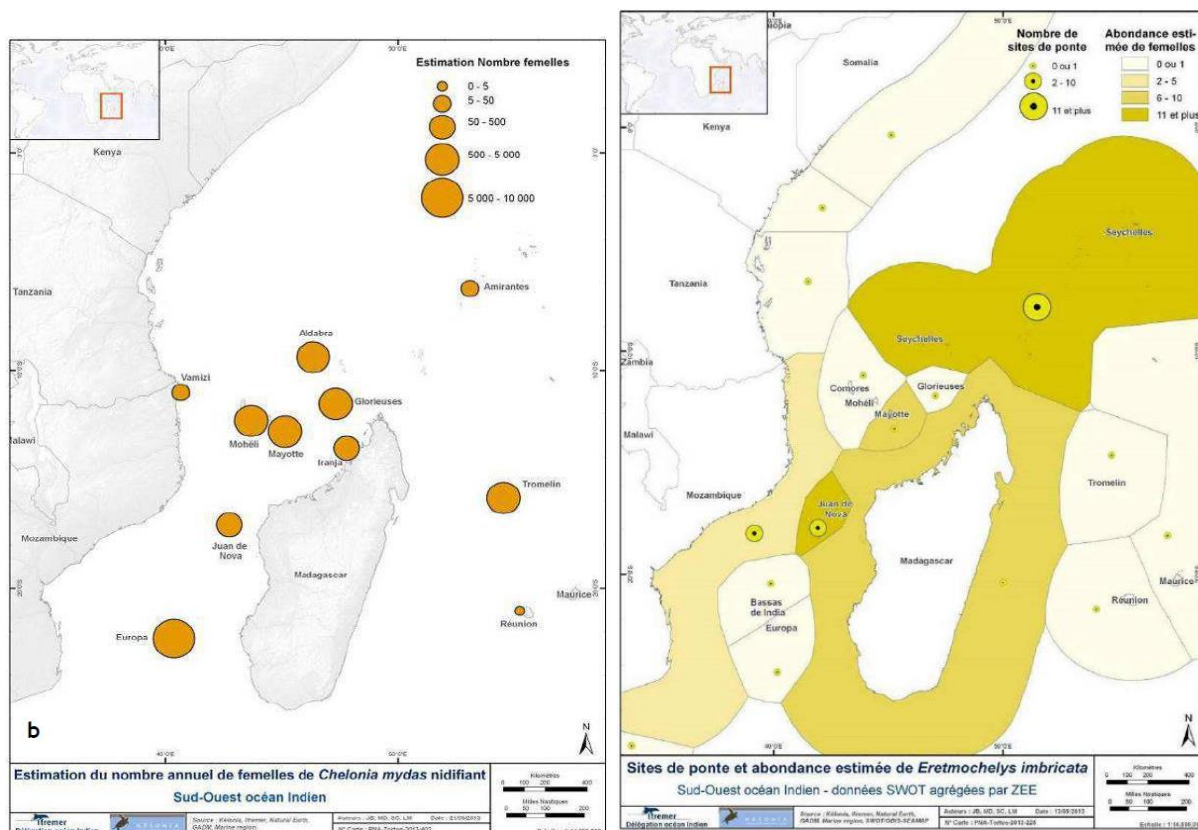


Figure 5.14 : Estimation du nombre annuel de tortues vertes (gauche) et imbriquées (droite) nidifiant dans le sud-ouest de l'océan Indien (PNA 2015-2020)

Les tortues vertes nidifiant dans le secteur nord du canal du Mozambique (incluant l'archipel des Comores) semblent appartenir à un même ensemble génétiquement différencié des autres populations. Mayotte abrite une part importante de la variabilité génétique de la zone sud-ouest de l'océan Indien. Peu de données génétiques sur les tortues imbriquées existent à ce jour.

Biologie et écologie à Mayotte

Les deux espèces fréquentent les eaux mahoraises toute l'année pour s'alimenter, se reposer et se reproduire. La tortue verte est essentiellement herbivore, se nourrissant sur les herbiers de phanérogames marines, tandis que la tortue imbriquée est omnivore et se nourrit d'ascidies, coraux, éponges, crustacés, échinodermes et algues (PNA 2015-2020).

Depuis 2008, la population du lagon de Mayotte est estimée à près de 2000 individus pour les tortues verte (PNA 2015-2020), ce qui place le territoire comme un hotspot d'alimentation de cette espèce.

Les deux espèces se reproduisent à Mayotte. La saisonnalité est moyennement marquée avec des pontes toutes l'année, une augmentation en saison sèche pour les tortues vertes et en saison chaude pour les tortues imbriquées.

Mayotte constitue un site important pour la reproduction des tortues vertes, avec des estimations de populations de 3000-5000 femelles/an et un taux de croissance annuel moyen de femelles de +0,9%

sur la période 1998-2005. Les tortues nidifiant à Mayotte font des migrations post-reproduction en direction des côtes est-africaine et ouest-malgache.

Pour les tortues imbriquées, Mayotte est un site fréquenté (moins de 100 femelles par an, pas de tendance connue) mais bien moins important que l'archipel des Seychelles qui abrite au total plus de 1000 femelles par an (ONA 2020-2025).

Habitats préférentiels à Mayotte et sur la zone d'étude

Les deux espèces fréquentent l'ensemble du lagon de Mayotte. La répartition de leur habitat pour l'alimentation est peu détaillée à ce jour. Les tortues imbriquées sont présentes sur l'ensemble des récifs coralliens du territoire, y compris les récifs frangeants d'îlots. La répartition des tortues vertes est mieux connue. Les herbiers très fréquentés sont ceux de N'Gouja, la presqu'île de Bouéni, la côte ouest de l'île et du récif barrière de Petite Terre (PNA 2015-2020).

Les eaux bordant l'îlot Mtsamboro sont également fréquentées par les tortues vertes qui viennent s'alimenter sur les herbiers (PNA tortues marines 2015-2020). Les récifs frangeants constituent également une source d'alimentation privilégiée pour les tortues imbriquées.

Les inventaires de terrain ont confirmé la fréquentation de la zone d'étude avec l'observation d'une petite tortue verte ou imbriquée (espèce non déterminée du fait de la mauvaise visibilité).

En termes de reproduction, les plages de Mayotte sont fréquentées toute l'année, peu importe la coloration de la plage. La végétation de haut de plage joue un rôle important dans le succès d'éclosion en assurant le maintien du sable et en régulant l'échauffement lié au soleil. Les principales plages de ponte en termes d'abondance sont celles de Saziley-Charifou et Petite-Terre. La fidélité du site de ponte n'est pas avérée pour les tortues vertes, avec une probable alternance de plages au cours d'une même saison ou entre différentes saisons. Les données sont trop éparées pour les tortues imbriquées.

A l'échelle de l'îlot Mtsamboro, les plages au nord-ouest et au nord-est sont très fréquentées par les deux espèces (PNMM 2022 ; Figure 5.15). La plage des Pêcheurs était moyennement fréquentée entre 2003 et 2008 (PNA 2015-2020) mais n'a pas fait l'objet de ponte entre 2019 et 2021. Le braconnage et l'augmentation de la fréquentation du site pourraient être en cause. La zone d'étude du présent projet, située au sud-est de l'îlot, n'est pas un site de ponte majeur. De 2003 à 2008, seule une trace y a été observée en 2008 (PNA 2015-2020), et aucune entre 2019 et 2021.

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ILET DE MTSAMBORO

Carte de la répartition des traces de tortues marines en fréquentation relative sur l'ensemble des plages de Mayotte

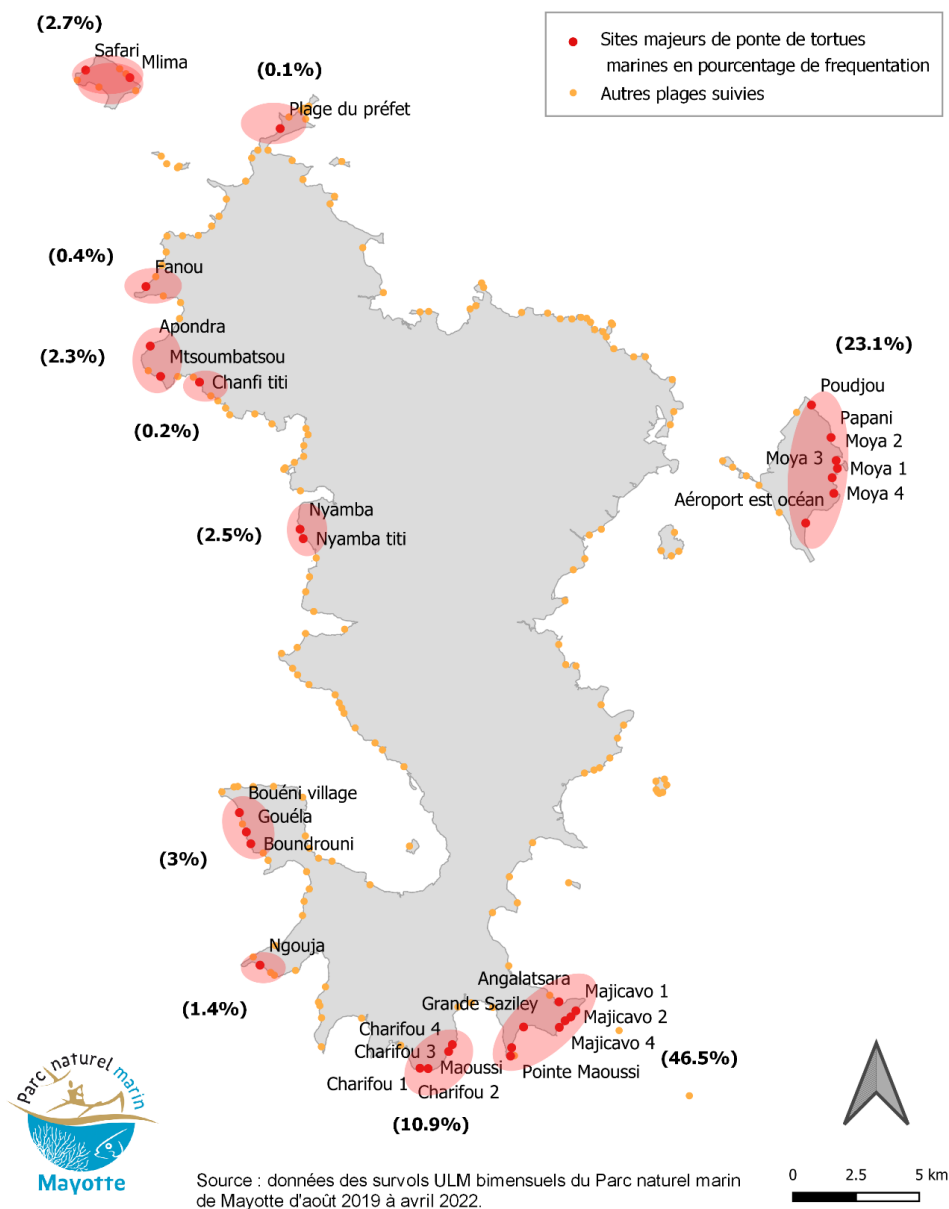


Figure 5.15 : Sites de ponte prioritaires pour les deux espèces de tortues marines (PNMM, 2022)

Les deux espèces présentes toute l'année sur les côtes de Mayotte (tortue verte et tortue imbriquée) fréquentent la zone du projet. L'îlot Mtsamboro dans son ensemble représente donc une zone d'alimentation et de reproduction préférentielle pour ces espèces.

La plage ciblée pour le futur ponton n'est cependant pas un site de ponte avéré.

5.4. Définition des enjeux pour les espèces protégées

5.4.1. Démarche

Un enjeu environnemental est « la valeur prise par une fonction ou un usage, un territoire ou un milieu au regard de préoccupations écologiques, patrimoniales, paysagères, sociologiques, de qualité de la vie et de santé [...], dont il faut éviter la dégradation et la disparition. C'est également se fixer des cibles, des objectifs à atteindre pour la protection des populations, des écosystèmes et des zones à risque... » (*Guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens - Ministère de l'Environnement de l'Énergie et de la Mer, 2017*). Un enjeu est caractérisé par sa valeur intrinsèque. Ainsi, un enjeu est totalement indépendant du projet.

Définir le niveau d'enjeu pour chacune des espèces est essentiel pour évaluer les impacts potentiels du projet de la façon la plus juste possible et envisager des mesures de mitigation qui soient cohérentes et adaptées. En effet, une menace forte sur une espèce à faible enjeu est une chose tout à fait différente d'une menace faible sur une espèce à fort enjeu.

La définition des enjeux pour les mammifères marins et les tortues de mer s'inspire de la méthodologie développée par l'OFB et appliquée notamment dans le cadre des synthèses de connaissances pour les futurs projets de parcs éoliens¹. La méthode de base a pour objectif de spatialiser les enjeux à l'échelle d'une vaste zone d'étude pour définir les zones de fort intérêt écologique et celles plus propices à accueillir des projets d'énergies marines.

Étant donné l'objectif différent du présent projet et la quantité/qualité des données disponibles, il n'est ni possible ni pertinent de chercher à spatialiser les enjeux dans notre aire d'étude. La philosophie de la méthode sera toutefois conservée afin d'évaluer les enjeux selon les mêmes critères et tendre ainsi vers une standardisation des pratiques.

La méthode consiste ainsi à combiner plusieurs informations :

- ▶ **La probabilité de présence des espèces considérées à l'échelle de l'aire d'étude**
- ▶ **La vulnérabilité de l'espèce**
- ▶ **La représentativité de l'espèce au sein de l'aire d'étude**

La **représentativité** est généralement la part relative de la population dans la zone d'étude par rapport à la répartition totale de la population à l'échelle du département. En l'absence de ce niveau d'information dans la zone d'étude concernée, une approche alternative a été utilisée ici, basée sur le degré de résidence des espèces (depuis une résidence stricte jusqu'à une simple zone de passage) et le rôle fonctionnel de la zone d'étude pour l'espèce (zone d'alimentation/reproduction à simple zone de passage).

La **vulnérabilité** est la probabilité d'extinction ou d'effondrement d'une espèce, en se fondant sur son statut UICN le plus défavorable et/ou sur l'état connu de la population si elle est exploitée et/ou suivie.

La **vulnérabilité** et la **représentativité** sont moyennées pour calculer la **responsabilité**, c'est-à-dire l'importance de la zone d'étude pour l'espèce considérée au regard des paramètres pris en compte. La moyenne de ces deux indices donne un résultat entre 1 et 3 (du plus faible au plus fort).

¹<https://eolbretsud.debatpublic.fr/wp-content/uploads/DMO-projet-eoliennes-flottantes-sud-bretagne.pdf>
<https://eolmernormandie.debatpublic.fr/images/documents/dmo/DMO-complet.pdf>
<https://eos.debatpublic.fr/wp-content/uploads/EOS-DMO-Etude-bibliographique-Environnement-Maritime.pdf>

La responsabilité est ensuite multipliée par la probabilité de présence de la zone pour évaluer l'enjeu.

Probabilité de densité de présence

La probabilité de densité de présence est estimée à partir de la synthèse bibliographique. Une note de 1 à 3 a été attribuée à chaque espèce. Une espèce pour laquelle la zone correspond à un préférentiel écologique, présente de façon permanente et signalée chaque année dans la zone, obtient une note de 3.

Une espèce dont la zone correspond à un préférentiel écologique, mais présente de façon saisonnière et/ou non signalée chaque année obtient la note de 2. Une espèce pour laquelle la zone est hors habitat préférentiel, présente de façon occasionnelle et non signalée chaque année, obtient la note de 1.

Enjeux

L'enjeu est ensuite calculé en multipliant la responsabilité et la probabilité de présence. On obtient ainsi une note sur 9. L'enjeu peut ensuite être qualifié de faible, moyen ou fort à partir de la matrice suivante.

Tableau 5.1 : Matrice de qualification des enjeux

Note enjeux	Qualification Enjeux
1 - 3	Faible
4 - 6	Moyen
7 - 9	Fort

5.4.2. Synthèse des enjeux

La synthèse des enjeux est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5.2 : Enjeu pour chaque espèce protégée concernée en fonction des zones d'étude

Espèce	Responsabilité	Probabilité présence	Note enjeux	Qualification enjeux
Baleine à bosse	1,75	2	3,5	Moyen
Grand dauphin de l'Indo Pacifique	2,8	3	8,4	Fort
Dauphin tacheté pantropical	1,5	2	3	Faible
Dauphin à long bec	1,5	2	3	Faible
Péponocéphale	1,5	2	3	Faible
Dugong	2	2	4	Moyen
Tortue verte	2.75	3	8.25	Fort
Tortue imbriquée	2,5	3	7.5	Fort

Le grand dauphin de l'Indo Pacifique et les tortues représentent un enjeu fort en raison de leur présence à l'année sur la zone d'étude et/ou de leur statut de conservation défavorable.

La baleine à bosse présente un enjeu moyen en raison de leur présence saisonnière. Le dugong présente également un enjeu moyen en raison d'une présence peu probable sur la zone mais d'un statut de vulnérabilité fort.

Les autres delphinidés représentent des enjeux faibles en raison de leur présence principalement à l'extérieur du lagon et de statut de conservation peu préoccupants.

6. Menaces pesant sur les espèces protégées en présence

Au-delà du projet, différentes menaces pèsent actuellement sur les mammifères marins et tortues marines de Mayotte et sont susceptibles de générer des impacts cumulés.

6.1. Menaces d'origine anthropique

6.1.1. Dégradation de la qualité des eaux

La gestion des eaux usées et pluviales est encore insuffisante à Mayotte et les déchets sont en augmentation constante dans le milieu marin.

Des études menées sur les teneurs en polluants dans les chairs des huîtres médiolittorales (Arnoux 1998 ; Thomassin et al. 2008) ont montré des concentrations importantes en métaux, HAP et PCB sur certaines stations à proximité de rivières et de zones anthropisées. Ces études révèlent également une dégradation importante de la qualité des eaux côtières dans toute la zone Est du lagon, en lien avec une augmentation de la population et des impacts anthropiques.

L'état écologique des masses d'eau côtières autour de Grande Terre est ainsi moyen à médiocre. Il est bon sur la masse d'eau entourant l'îlot Mtsamboro (cf étude d'impact du projet). L'état chimique est cependant bon sur toutes les masses d'eau de Mayotte.

6.1.1.1. Mammifères marins

Durant les suivis menés de 2004 à 2010, quelques cas de lobomyose ont été observés chez les grands dauphins. Par ailleurs, une expression très légère ou légère du cytochrome P450, respectivement chez le dauphin tacheté et le dauphin long bec, a été mise en évidence (Pusineri et al. 2010). L'expression du cytochrome P450 étant induite par la présence de polluants dans l'alimentation des animaux, ces dauphins ont probablement été contaminés au travers du réseau trophique de Mayotte.

Aucune étude n'a été menée sur le dugong.

6.1.1.2. Tortues marines

Chez les tortues marines, la fibropapillomatose est la maladie la plus répandue et se caractérise par des lésions cutanées. A Mayotte, deux individus atteints ont été recensés en 2005 et 2013. Des taux de prévalence élevés semblent être associés à des aires côtières proches de zones d'activité humaine, ce qui laisse supposer un rôle des co-facteurs environnementaux d'origine anthropique dans la maladie.

Par ailleurs, la dégradation de la qualité des eaux côtières affecte la qualité de leurs zones d'alimentation (herbiers et récifs coralliens). La présence de macro-déchets, largement répandus dans le lagon de Mayotte (Mulochau 2020), est une menace avérée pour les tortues marines. L'ingestion de macro-déchets est à l'origine d'occlusions intestinales sur certains individus (Quillard 2011).

L'impact de la contamination sur la santé des mammifères marins et tortues marines reste inconnu.

6.1.2. Dérangement par le bruit sous-marin

Il n'existe actuellement pas d'étude quantifiant le bruit généré par les embarcations à moteur dans le lagon de Mayotte et les eaux adjacentes. Cependant, des densités particulièrement fortes de ces embarcations sont observées à l'est du lagon, dans le quart sud-est et au niveau du banc de l'Iris.

La comparaison entre les densités théoriques des mammifères marins obtenues d'après des modélisations, les densités réelles et les densités d'embarcations à moteur montre que (Pusineri et al. 2010) :

- Pour le dauphin à long bec et le dauphin tacheté, les densités observées sont supérieures aux densités théoriques sur les secteurs présentant des densités d'embarcations fortes. Ce résultat laisse supposer que la pollution sonore a peu d'impact sur la distribution de ces espèces.
- **Pour le grand dauphin Indo-Pacifique**, la densité observée dans ces zones très fréquentées par les embarcations est inférieure à la densité théorique. **Cela suggère un impact acoustique sur la distribution des animaux.**

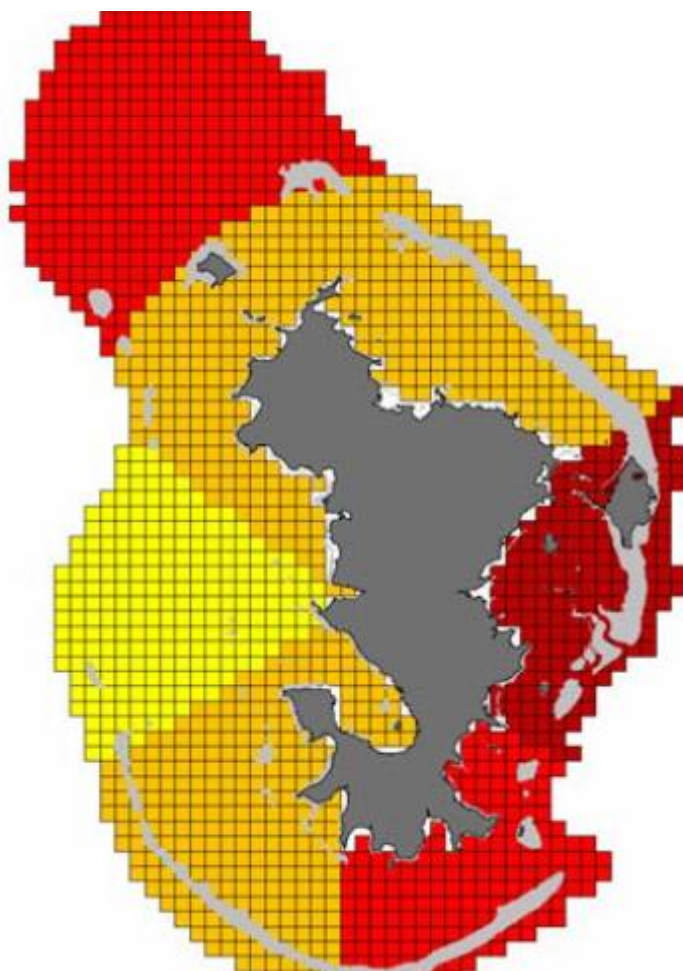


Figure 6.1 : Densités d'embarcations à moteur dans le lagon par km parcouru en survol entre 2007 et 2010 (Pusineri et al. 2010). 0,08-0,06 ; 0,045-0,06 ; 0,03-0,045 ; 0,03-0,015, 0-0,015.

Aucune étude spécifique au dugong ou aux tortues marines de Mayotte n'a été effectuée.

6.1.3. Dérangement par les activités d'approche des mammifères marins

L'activité professionnelle d'approche des mammifères marins est très répandue à Mayotte, avec 9 opérateurs qui possèdent 17 embarcations (dont 4 catamarans) fin 2021 (PNMM, comm. pers.).

Depuis 2021, un arrêté ministériel interdit l'approche des cétacés à moins de 100m dans les eaux mahoraises, ainsi que dans toutes les aires marines protégées françaises. Les arrêtés préfectoraux de 2018 et 2019 réglementent également l'approche des mammifères marins pour limiter la perturbation.

Les observations se concentrent à l'est, à l'intérieur et à l'extérieur du lagon, ainsi que sur le banc de l'Iris. La comparaison entre les densités théoriques des mammifères marins obtenues d'après des modélisations, les densités réelles et la fréquentation par les opérateurs touristique montre, sur les secteurs les plus fréquentés (Pusineri et al. 2010) :

- Pour le dauphin long bec, des densités plus importantes que les densités théoriques. L'activité ne semble pas avoir d'impact significatif sur la distribution de l'espèce.
- Pour le grand dauphin et le dauphin tacheté, les densités observées et théoriques ne diffèrent pas en fonction de la fréquentation. Cependant, les opérateurs touristiques recherchant les cétacés, il était logiquement attendu des densités plus importantes sur les zones fréquentées par les opérateurs, comme c'est le cas pour le dauphin long bec. L'activité d'approche pourrait donc avoir un impact sur la distribution de ces espèces.

COMMUNE DE MTSAMBORO REALISATION DU PONTON DE L'ÎLOT DE MTSAMBORO

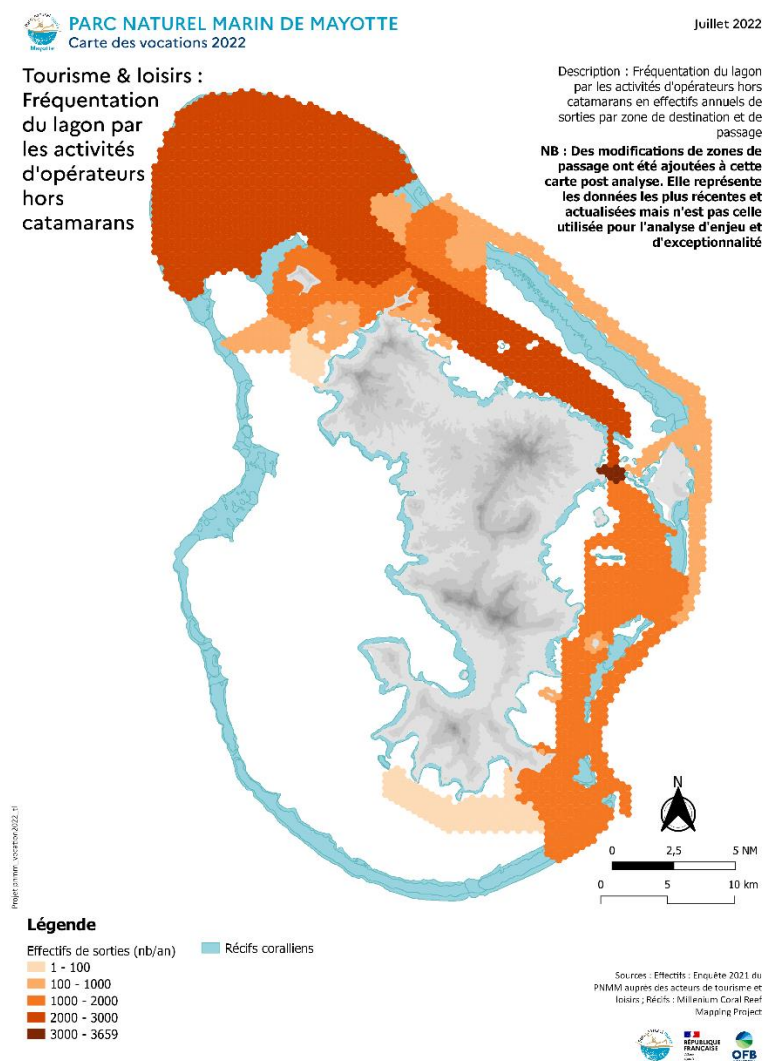


Figure 6.2 : Fréquentation du lagon par les opérateurs touristiques (PNMM 2022)

Aucune étude spécifique au dugong ou aux tortues marines de Mayotte n'a été effectuée.

6.1.4. Collision avec les embarcations

Le risque de collision avec les mammifères ou tortues marines est à relier à l'augmentation de la fréquentation des plages et du nombre d'embarcations nautiques.

Depuis 2009, quelques traces de collision entre dauphins ou tortues et embarcations à moteur ont été recensées. Ce phénomène est difficile à quantifier mais ces observations attestent du risque de collision.

6.1.5. Diminution des ressources alimentaires

6.1.5.1. Mammifères marins

Le dauphin long bec et le dauphin tacheté se nourrissent principalement sur des proies océaniques. En revanche, le grand dauphin Indo-Pacifique, qui se nourrit principalement dans le lagon, est susceptible d'être impacté par la diminution de la ressource alimentaire dans le lagon.

L'état de cette ressource est difficile à quantifier, cependant les diverses études menées depuis les années 2000 laissent supporter une modification de la structure de certaines communautés de poissons, avec la diminution des densités et des tailles inférieures à la maturité sexuelle pour certaines espèces commerciales (Wickel et al. 2020). La quantité de poissons débarqués sur l'ensemble de l'île, rapportée au nombre de sorties de pêche, a baissé entre la fin des années 90 et 2006 (Herfault 2006).

La diminution des ressources pour le dugong, qui se nourrit exclusivement d'herbiers, est avérée. Les herbiers sont en effet dégradés par l'envasement du lagon (cf ci-dessous), sur le platier mais également sur les herbiers profonds proches de la côte (CREOCEAN OI, 2021).

6.1.5.2. Tortues marines

La destruction des ressources alimentaires des tortues vertes et imbriquées résulte principalement d'activités anthropiques et de leurs impacts sur les herbiers marins ou les récifs coralliens.

A Mayotte, l'envasement et la détérioration des herbiers et récifs coralliens est un fait avéré depuis plusieurs années et représente la principale menace sur ces écosystèmes (PNMM, comm. pers.). L'envasement est lié à l'érosion sur les bassins versants, du fait de l'urbanisation non contrôlée et de la déforestation pour la mise en place de monocultures sur des sols pentus. Ces cultures ne retiennent pas le sol qui s'érode fortement et se déverse dans le lagon lors des fortes précipitations (BRGM 2021).

6.1.6. Dégradation des habitats de reproduction

Les mammifères marins sont sujets au dérangement et à l'occupation temporaire au sein de leur habitat (cf menaces ci-dessus), mais peu à leur destruction. En revanche, la reproduction des tortues marines a lieu sur des habitats côtiers pouvant être dégradés ou détruits, notamment par les activités humaines.

Les conditions environnementales des plages (végétation, pollution lumineuse) influent ainsi directement sur le succès reproducteur (succès de ponte et d'émergence). Sur certains sites de ponte, la sur-fréquentation et l'activité touristique (feu, piétinement, déchets) et les défrichements intensifs ont conduit au recul de la végétation. Le piétinement des plages de ponte par les baigneurs et pêcheurs à pied entraîne également un tassement du sable et le rend plus compact, ce qui peut accroître les difficultés des bébés tortues à sortir du nid.

A Mayotte, les principales plages de ponte attirent de nombreux visiteurs, en particulier des touristes. Sur la plupart d'entre elles, le manque de sensibilisation et d'encadrement du public entraîne une perturbation des animaux au sein de leur habitat et durant la ponte. L'emploi d'une lumière mobile peut ainsi arrêter la ponte.

Par ailleurs, l'urbanisation du littoral contribue à modifier les conditions environnementales des plages et hauts de plage. Elle est généralement associée à une augmentation de la pollution lumineuse, qui représente une menace directe pour les nouveau-nés de tortues marines. Ceux-ci utilisent principalement la lumière et d'autres signaux visuels pour localiser la mer après l'émergence. De plus, les femelles préfèrent en général les plages non éclairées pour pondre. Elles peuvent ainsi se retrouver plus nombreuses sur les plages non éclairées, et détruire les nids creusés précédemment par manque de place.

6.1.7. Captures accidentelles et braconnage

La pêche au filet est interdite dans le lagon de Mayotte, mais du braconnage est régulièrement observé (PNMM, comm. pers. 2022). A l'extérieur du lagon, la palangrotte est l'outil de pêche privilégié, pratiquée sur 82% des navires.

6.1.7.1. Mammifères marins

La capture accidentelle ou intentionnelle dans les filets de pêche est la principale menace pesant sur les dugongs à Mayotte. Des mortalités peu nombreuses mais régulières ont été signalées au cours des dernières années, et ont un impact dramatique étant donné la très petite population à Mayotte.

Par le passé, de rares cas de capture de dauphin dans des filets ont été recensés dans le lagon et en dehors. Compte-tenu de la faible population de grand dauphin Indo-Pacifique, cette menace est à prendre en compte. Pour les autres espèces de cétacés, elle ne semble pas significative (Pusineri et al. 2010).

Le braconnage des cétacés ne semble pas pratiqué à Mayotte et aucune observation de capture intentionnelle n'a, à notre connaissance, été recensée.

6.1.7.2. Tortues marines

Le braconnage, visant la viande ou les œufs de tortue, est très répandu dans le sud-ouest de l'océan Indien. Du fait des migrations des individus, les tortues de Mayotte peuvent être impactées par le braconnage à Madagascar, au Mozambique, aux Seychelles ou aux Comores.

Le braconnage est également relativement répandu à Mayotte, et il est considéré comme la principale menace pesant sur les tortues avec une estimation de plus de 60% des causes de mortalité (PNA 2015-2020). Le braconnage des femelles nidifiant sur les plages est la plus importante des menaces directes. Il concerne principalement la tortue verte, et plus rarement la tortue imbriquée.

L'îlot Mtsamboro fait partie des secteurs majeurs de braconnage, ce qui pourrait expliquer la disparition des pontes sur la principale plage de l'îlot (plage des Pêcheurs ; Mtsanga safari).

Les captures volontaires de tortues vertes ou imbriquées en mer, principalement au harpon, existent également.

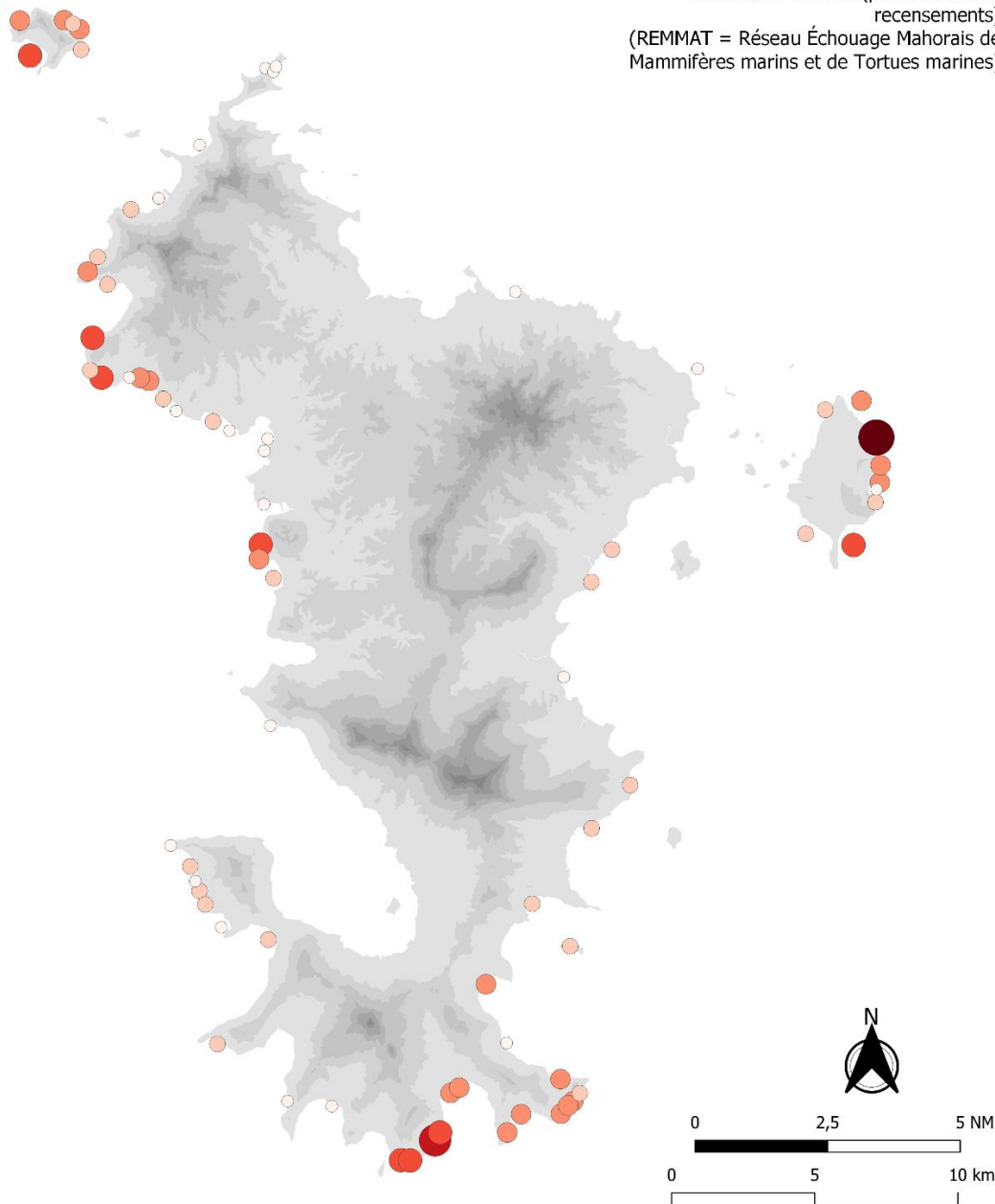
La pêche fantôme, qui correspond à l'enchevêtrement d'une tortue dans du matériel de pêche volontaire ou accidentellement abandonné, est une des causes de mortalité par noyade avérée à Mayotte (PNA 2015-2020).

Enfin, des captures accidentelles sont recensées par la pêche artisanale à la palangrotte (73% des captures) ou au filet (18%). La pêche au filet est responsable de 33% des cas de mortalité par engin de pêche. Entre 100 et 250 tortues par an seraient victimes de captures involontaires, dont 80% de tortues vertes.



Patrimoine naturel :
Plages avec braconnage de
tortue

Description : Fréquentation des plages par les braconniers de tortue d'après les recensements de braconnages du REMMAT entre 2011 et 2021 (par somme des recensements)
(REMMAT = Réseau Échouage Mahorais de Mammifères marins et de Tortues marines)



Projet pmm_vocation2022_pp_tortues

Légende

Recensements de braconnages de tortue (nb)

- | | |
|-----------|-------------|
| ○ 0 | ● 50 - 100 |
| ● 1 - 10 | ● 100 - 150 |
| ● 10 - 50 | ● 150 - 400 |

Sources : Recensements braconnages :
REMMAT



Figure 6.3 : Sites de braconnage recensés à Mayotte (PNMM 2021)

6.2. Menaces d'origine globale ou naturelle

6.2.1. Dégradation naturelle des habitats

La dégradation naturelle des habitats affecte principalement les habitats côtiers, et concerne donc les tortues marines.

Les houles australes et cycloniques sont susceptibles de causer une destruction des nids, et une dégradation importante des habitats d'alimentation (herbiers et récifs coralliens) et de reproduction (plages). Cependant, le lagon de Mayotte est relativement abrité par rapport à d'autres îles océaniques.

L'érosion des plages est un autre facteur de dégradation des zones de ponte. La majorité des plages de Mayotte présentent un trait de côte stable, et cette menace ne semble pas prépondérante à Mayotte.

En revanche, l'augmentation du niveau de la mer est un phénomène dont la menace est avérée à Mayotte. Le plan de prévention des inondations 2022-2027 de Mayotte rappelle les tendances observées sur la période 1993-2017 dans la région des Mascareignes, avec un rythme de montée des eaux de 5mm/an. La montée des eaux représente un risque majeur en contribuant à la dégradation, voire la disparition, des sites de reproduction.

6.2.2. Prédation naturelle

Les œufs et les juvéniles de tortues ont beaucoup de prédateurs sur les plages ou pendant la phase juvénile pélagique, et font partie du régime alimentaire des prédateurs. A Mayotte, les principaux prédateurs sont les corbeaux et les poissons carnivores.

Le dérèglement des écosystèmes et la déstructuration des réseaux trophiques présente une autre menace, certains prédateurs des tortues pouvant se développer de manière anormale et impacter les populations. L'introduction d'espèces exotiques comme les rats, chats et chiens est également susceptible d'avoir un impact significatif sur les nids et les émergences.

La prédation naturelle ne semble pas être un facteur limitant pour l'état de santé des mammifères marins à l'heure actuelle.

7. Impacts du projet avant la mise en place de mesures

7.1. Synthèse des impacts du projet

Les impacts potentiels du projet couvrent les phases de travaux et d'exploitation. Etant donné les caractéristiques du projet, les impacts sur les espèces protégées en phase d'exploitation sont limités.

Les impacts potentiels sur les espèces protégées sont principalement dus aux :

- Nuisances acoustiques pendant les travaux de battage ;
- Perte d'habitat pendant les travaux avec la destruction de certaines zones d'herbiers et l'occupation du récif frangeant ;
- Risques de collision pendant les phases de transport.

Il est à noter que, compte-tenu de la période de fréquentation de l'île par les baleines (juillet à novembre), aucun impact sur cette espèce n'est à envisager dans le cas où les travaux impliqués se font à une autre période. En l'absence de certitude sur le planning définitif, les impacts sont estimés selon l'hypothèse la plus pénalisante, à savoir que les travaux impactant ont lieu durant la période de présence des baleines.

La zone d'étude concernée varie selon le type d'impact attendu. Les impacts acoustiques et les risques de collision sont évalués dans la zone d'étude élargie. Les pertes d'habitats sont évaluées dans la zone d'étude immédiate.

7.2. Impacts en phase travaux

L'évaluation de tous les impacts potentiels liés au projet est détaillée dans le dossier d'étude d'impact. Seuls ceux présentant un risque avéré pour les espèces protégées sont décrits ci-dessous. Les autres impacts pouvant interagir avec la mégafaune marine sont faibles à négligeables.

7.2.1. Impact acoustique

Les impacts acoustiques et les mesures associées ont été évalués en grande partie d'après l'étude acoustique de CREOCEAN (2022), intégrée en annexe du présent dossier.

7.2.1.1. Méthodologie

Les mammifères marins et les tortues sont regroupés par groupe d'audition pour lesquels des seuils de tolérance au bruit ont été définis. Ces seuils recommandés par le MTES ont été utilisés afin de modéliser l'effet attendu du battage de pieux sur chaque groupe d'audition. Pour chaque groupe d'audition, une carte pondérée* est réalisée, représentant les périmètres à l'intérieur desquels les espèces du groupe considéré sont susceptibles de subir une perte d'audition temporaire (TTS pour Temporary Threshold Shift) ou permanente (PTS pour Permanent Threshold Shift, risque physiologique).

** On appelle carte pondérée, une carte de propagation sonore qui tient compte de la perception et de la sensibilité acoustique d'un groupe d'audition. En effet le niveau reçu par l'animal (non pondéré) est différent de celui qui sera effectivement perçu (pondéré).*

L'étendue de ces périmètres TTS et PTS a été calculée afin de quantifier l'effet attendu du bruit généré par le battage de pieux. Le croisement de ces effets avec la sensibilité définie pour chaque espèce a permis d'évaluer l'impact du bruit sur la faune marine.

Cette méthode d'évaluation se base uniquement sur le risque de dommage physiologique encouru. Elle ne prend pas en compte les éventuelles réactions comportementales (fuite, plongée, arrêt des activités, panique, etc.) qui pourraient être liées aux émissions sonores. Des seuils de bruit susceptibles d'engendrer des réactions comportementales ont déjà été proposés mais sont fortement remis en question aujourd'hui (Southall et al., 2021). Il est en effet très difficile de relier une réaction comportementale à une cause en particulier, et une forte variabilité interindividuelle existe.

À l'inverse, les pertes d'audition consécutives à une exposition au bruit ont fait l'objet de mesures directes sur plusieurs espèces et les seuils font consensus au sein de la communauté scientifique.

7.2.1.2. Audition chez les mammifères marins

7.2.1.2.1. Groupes d'audition

Les mammifères marins utilisent le son pour se nourrir, se reproduire, communiquer et s'orienter. Leur audition est donc particulièrement bien développée et adaptée au milieu marin. Dans l'eau, les mammifères marins sont capables de percevoir les sons sur une large plage de fréquences allant de 10 Hz à 200 kHz. Cependant, tous les mammifères marins n'ont pas la même sensibilité auditive et sont répartis en plusieurs « groupes d'audition » notés HG (Hearing Group - Southall et al., 2019). Les groupes concernant les espèces fréquentant la zone d'étude sont les suivants :

- ▶ Les **Cétacés basse fréquence (LF)** qui comprennent les baleines à fanons (ou mysticètes) perçoivent les sons entre 10 Hz à 30 kHz avec une sensibilité maximale entre 1000 et 8000 Hz. Dans cette plage de sensibilité maximale, leur seuil d'audition est d'environ 60 dB re 1 μ Pa.
- ▶ Les **Cétacés haute fréquence (HF)** qui regroupent la plupart des delphinidés (dauphins, globicéphales et orques), les ziphiidés (baleines à bec), les monodontidés (béluga et narval) et le grand cachalot. Ces espèces perçoivent les sons entre 100 Hz et 180 kHz avec une sensibilité maximale entre 10 et 100 kHz. À l'intérieur de cette plage de sensibilité maximale leur seuil d'audition est inférieur à 60 dB re 1 μ Pa
- ▶ Les **Siréniens (SI)** qui comprennent les lamantins et dugongs perçoivent les sons entre 250 Hz et 60 kHz avec une sensibilité maximale entre 10 et 20 kHz. Dans cette plage plus restreinte leur seuil d'audition maximale se situe autour de 60 dB re 1 μ Pa

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ILET DE MTSAMBORO

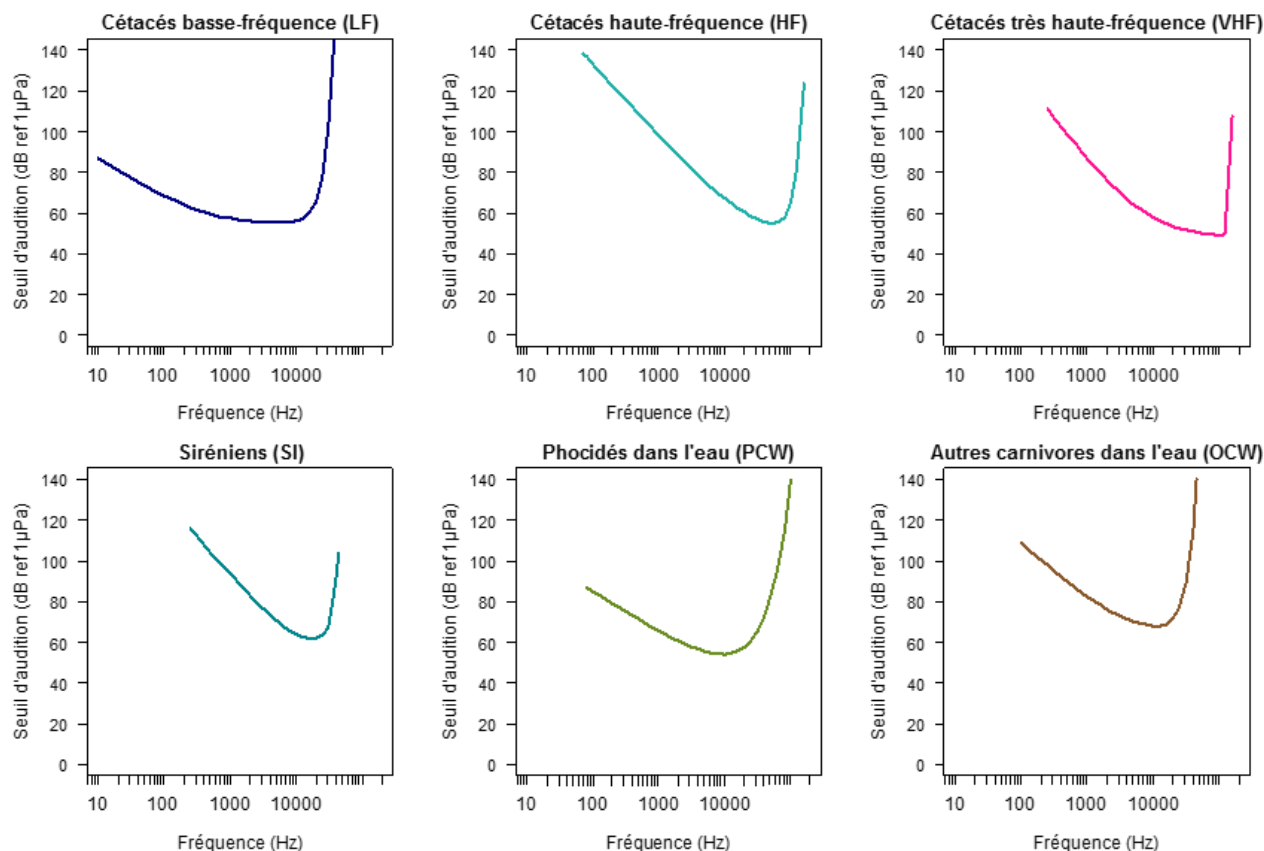


Figure 7.1 : Audiogrammes médians des différents groupes de mammifères marins (Southall et al., 2019).

Six espèces de mammifères marins sont susceptibles d'être présentes à proximité du chantier. Les groupes d'audition ainsi que les capacités auditives propres à ces espèces sont résumés ci-dessous.

Tableau 7.1 : Groupe d'audition des espèces de mammifères marins (Southall et al., 2019).

Espèce	Groupe d'audition	Plage d'audition	Sensibilité maximale
Baleine à bosse	Cétacés basse fréquence (LF)	10 Hz-30 kHz	~60 dB re 1 µPa entre 1 et 8 kHz
Grand dauphin de l'Indopacifique	Cétacés haute fréquence (HF)	100 Hz-180 kHz	~60 dB re 1 µPa entre 10 et 100 kHz
Dauphin tacheté pantropical			
Dauphin à long bec			
Péponocéphale	Siréniens (SI)	250 Hz - 60 kHz	~60 dB re 1 µPa entre 10 et 20 kHz
Dugong			

Les baleines à bosse sont donc plutôt sensibles aux basses fréquences, tandis que les dauphins et dugongs le sont aux moyennes fréquences.

7.2.1.2.2. Seuils de tolérance

Pour chaque groupe d'audition précédemment cité, des seuils de tolérance au bruit ont été récemment été mis à jour (Southall et al., 2019) et sont considérés comme les plus robustes pour évaluer l'effet du bruit sur les mammifères marins. **Ces seuils permettent d'établir à partir de quel niveau de bruit un mammifère marin, en fonction de sa sensibilité auditive, est susceptible de subir une perte d'audition temporaire (TTS) ou permanente (PTS). Ils sont déclinés selon le type de bruit considéré : impulsionnel ou continu.**

En effet, dans le cas d'une exposition à un son continu, il est important de prendre en compte la durée d'émission de ce son. De ce fait, les indicateurs TTS et PTS pour un son continu sont exprimés en $L_{E,p,24h}$ ou SEL cumulé sur 24 heures (SEL_{24h}). Ces indicateurs sont pondérés afin de prendre en compte la sensibilité auditive de chaque groupe d'audition. Les indicateurs TTS et PTS définis pour les sons de nature impulsionnelle sont exprimés en $L_{E,p,HG^2,24h}$, SEL_{24h} pondéré, mais également en $L_{p,peak}$ ou SPL_{pk} (Sound Pressure Level zero to peak) non pondéré, ce qui correspond au niveau de bruit reçu par l'animal, indépendamment de sa capacité auditive (Tableau 7.2).

Tableau 7.2 : Seuils de perte temporaire (TTS) et permanente (PTS) d'audition pour chaque groupe de mammifères marins exposés à un bruit impulsionnel. (Southall et al., 2019).

Son impulsionnel	TTS		PTS	
	SEL_{24h} (Pondéré)	SL_{pk} (Non pondéré)	SEL_{24h} (Pondéré)	SPL_{pk} (Non pondéré)
Cétacés basse fréquence (LF)	168	213	183	219
Cétacés haute fréquence (HF)	170	224	185	230
Siréniens (SI)	175	220	190	226

Les niveaux d'exposition sonore cumulés sur 24 heures (SEL_{24h}) sont exprimés en dB re 1 $\mu Pa^2.s$. Les niveaux de pression sonore (SPL_{pk}) sont exprimés en dB re 1 μPa

7.2.1.3. Audition chez les tortues marines

7.2.1.3.1. Groupes d'audition

Les tortues marines possèdent un système auditif développé, impliqué dans les déplacements et l'équilibre. Même si son fonctionnement est encore mal connu, il semble adapté à la détection des sons aériens et sous-marins. Les tortues marines sont capables de capter les stimuli acoustiques, mais également les vibrations via le squelette (os de la tête et colonne vertébrale notamment) et la carapace de l'animal qui joueraient le rôle de récepteurs des ondes sonores à terre comme en mer. La présence d'une oreille moyenne (cavité remplie d'air) suggère que les tortues marines sont également capables de percevoir les variations de pression.

Les tortues marines seraient capables de percevoir des sons sous-marins basse fréquence, entre 30 et 2 000 Hz, avec une sensibilité maximale située entre 200 et 600 Hz (Figure 7.2), cette sensibilité maximale étant toutefois variable d'une espèce à l'autre et d'un individu à l'autre, notamment en fonction de son âge.

² HG pour "Hearing Group" : dépend du groupe d'audition auquel appartient l'animal considéré ; 24h, car le niveau est calculé pour une exposition sur 24 h.

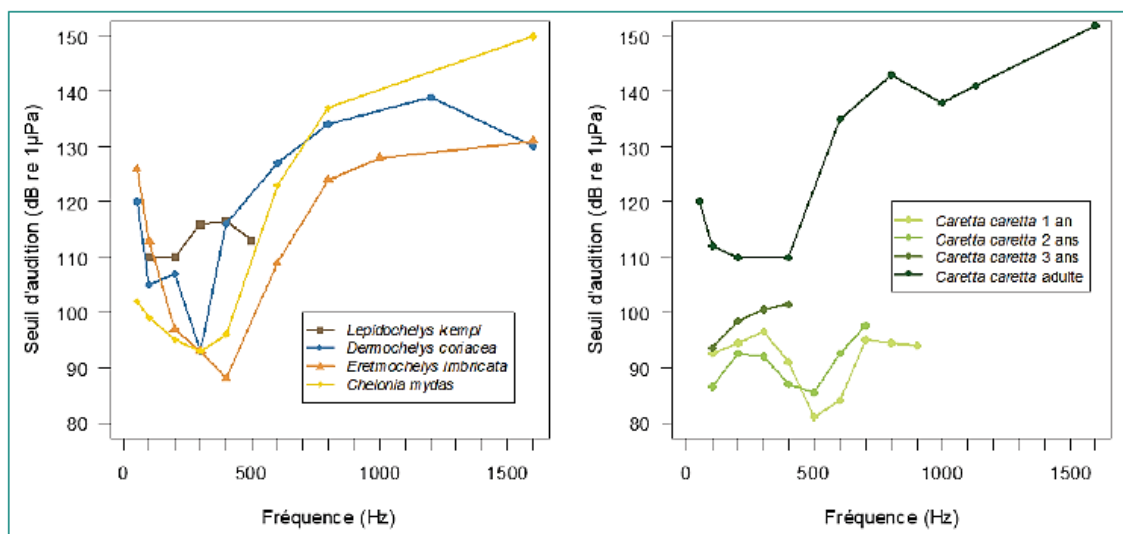


Figure 7.2 : À gauche, audiogrammes de quatre espèces de tortues marines : tortue de Kemp (*Lepidochelys kempi*), tortue luth (*Dermochelys coriacea*), tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*) et tortue verte (*Chelonia mydas*). À droite, audiogramme de la tortue caouanne (*Caretta caretta*) à différents stades du cycle de vie (Ketten & Bartol, 2006 ; Dow Piniak, 2012).

Les tortues marines sont donc plutôt sensibles aux basses fréquences.

7.2.1.3.2. Seuils de tolérance

Pour les poissons et tortues marines, des seuils de tolérance au bruit ont été définis en 2014 (Popper et al., 2014). Ces seuils intègrent les dernières connaissances scientifiques et sont considérés comme les plus robustes pour évaluer l'effet du bruit sur les tortues de mer. Ce sont donc ces seuils qui ont été retenus dans la présente étude. Ils permettent d'établir à partir de quel niveau de bruit une tortue de mer est susceptible de subir une perte d'audition permanente (PTS) (les seuils TTS pour les tortues de mer sont indisponibles par manque de connaissances).

Les indicateurs PTS définis pour les sons de nature impulsionnelle sont exprimés en $L_{E,p,HG^3,24h}$, SEL_{24h} pondéré, mais également en $L_{p,peak}$ ou SPL_{pk} (Sound Pressure Level zero to peak) non pondéré, ce qui correspond au niveau de bruit reçu par l'animal, indépendamment de sa capacité auditive (Tableau 7.3).

Tableau 7.3 : Seuils TTS et PTS pour les tortues de mer à un son impulsionnel. (Popper et al., 2014).

Son impulsionnel	TTS		PTS	
	SEL_{24h} (Pondéré)	SPL_{pk} (Non pondéré)	SEL_{24h} (Pondéré)	SPL_{pk} (Non pondéré)
Tortues de mer (TU)	Non disponible		210	207

Les niveaux d'exposition sonore cumulés sur 24 heures (SEL_{24h}) sont exprimés en dB re 1 $\mu Pa^2.s$. Les niveaux de pression sonore (SPL_{pk}) sont exprimés en dB re 1 μPa

7.2.1.4. Nuisances acoustiques du battage sur les espèces protégées

7.2.1.4.1. Sensibilités des espèces protégées aux opérations de battage

La sensibilité est la faculté de réaction face à une modification d'une composante environnementale, à la suite de la réalisation d'un projet. Pour déterminer la sensibilité, plusieurs éléments sont pris en

³ HG pour "Hearing Group" : dépend du groupe d'audition auquel appartient l'animal considéré ; 24h car le niveau est calculé pour une exposition sur 24 h.

compte comme le contexte local, les caractéristiques du projet et la tolérance du milieu ou des espèces vis-à-vis des pressions. La sensibilité est donc dépendante des caractéristiques du projet.

La sensibilité d'une espèce exprime sa capacité de tolérance et de résilience à une pression. L'approche choisie pour l'évaluer dans le cadre de ce projet est une version adaptée de celle pour les oiseaux dans le contexte des parcs éoliens en mer du Nord, et reprise ensuite pour d'autres applications et compartiments.

Dans le cadre de la présente étude, les principaux risques de pressions identifiés sont :

- ▶ **La perturbation acoustique**
- ▶ **La modification d'habitat et réseaux trophiques**

Des indices descripteurs ont été définis pour évaluer la sensibilité des mammifères marins et des tortues marines à chacune des pressions identifiées. Une note a alors été attribuée pour chaque descripteur à chaque espèce en se basant sur les retours d'expérience, la bibliographie ou le dire d'expert. Les différentes sensibilités sont ensuite cumulées pour obtenir un indice global de sensibilité. Cet indice devient une valeur qui s'échelonne entre 1 et 6, et vient multiplier la valeur de l'enjeu. Cette méthode vient donner du poids à une espèce sensible, mais n'enlève pas de point à la patrimonialité de l'espèce si celle-ci est peu sensible aux pressions générées par le projet.

Il convient cependant de rappeler que la sensibilité a été évaluée à partir des effets connus et mesurables. Certains effets n'ont pu être pris en compte faute de données et de méthodologies suffisamment robustes pour les évaluer. C'est notamment le cas pour les effets à long terme et les effets cumulés. Il est aujourd'hui avéré qu'un "dérangement" peut avoir des conséquences énergétiques et démographiques : des animaux contraints de quitter une zone écologiquement importante peuvent être dans l'incapacité de s'alimenter de façon satisfaisante et de se reproduire, ce qui à terme peut avoir des effets sur la démographie de leur population. Le cumul des effets avec ceux des activités préexistantes peut également modifier la capacité de tolérance et de résilience des populations considérées. Néanmoins, nous ne disposons pas de connaissances suffisantes à ce jour pour évaluer ces effets sur les cétacés de la zone d'étude.

Sensibilité acoustique

L'ouïe est le sens prépondérant chez les mammifères marins, en particulier les cétacés. Ils utilisent le son à tous les stades de leur cycle de vie, pour communiquer, s'orienter, chasser ou se reproduire. Ils sont donc particulièrement sensibles aux perturbations acoustiques. Southall et al., 2019, proposent une classification des mammifères marins en fonction de leur gamme d'audition : cétacés très haute fréquence (marsouins, cachalots nains et pygmées, dauphin d'eau douce, etc.) ; cétacés haute fréquence (delphinidés, baleines à bec, cachalots...) ; cétacés basse fréquence (grandes baleines) ; siréniens (lamantins, dugong) ; phocidés (phoques) ; autres carnivores (otaries, loutres...).

Les différents groupes de cétacés adoptent des réactions différentes en réponse aux perturbations sonores : les petits cétacés ont tendance à nager très vite loin de la source, tandis que les grands cétacés ont plutôt tendance à regagner la surface, étant incapables de fuir rapidement un secteur bruyant.

Afin d'évaluer la sensibilité des mammifères marins et des tortues de mer aux perturbations acoustiques, deux critères sont pris en compte :

- ▶ La sensibilité des espèces dans les fréquences concernées par le bruit généré durant les travaux selon trois catégories : espèces peu sensibles (1), espèces moyennement sensibles (2), espèce très sensible (3)
- ▶ La capacité à quitter la zone lors des travaux selon trois catégories : vitesse de nage élevée (1), vitesse de nage moyenne (2), vitesse de nage faible (3)

Sensibilité à la modification d'habitats

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ÎLOT DE MTSAMBORO

Pour évaluer la sensibilité à la modification d'habitat, deux principaux descripteurs sont à considérer :

- ▶ La plasticité alimentaire de l'espèce/groupe d'espèce, c'est-à-dire la capacité à changer de proies selon trois catégories : espèce opportuniste (1), espèce moyennement spécialisée (2), espèce très spécialisée (3)
- ▶ La capacité à trouver des zones alternatives en cas de modifications rendant l'habitat non favorable aux espèces/groupe d'espèces selon trois catégories : espèce très mobile (1), espèce moyennement mobile (2), espèce peu mobile/résidente (3)

La sensibilité à la perturbation acoustique et à la modification d'habitat sont alors sommées pour obtenir un indice de sensibilité, multiplié ensuite par la note d'enjeux préalablement obtenue. Le tout est ramené à une note sur 10. La sensibilité est alors qualifiée grâce à la matrice suivante :

Tableau 7.4 : Matrice de qualification des sensibilités

Note sensibilité	Qualification sensibilité
1 – 3,3	Faible
3,3 – 6,6	Moyen
> 6,6	Fort

Cette méthodologie a permis de définir les sensibilités de chacune des espèces protégées concernées.

Tableau 7.5 : Définition des sensibilités pour les espèces protégées concernées

Espèce	Perturbation acoustique	Modification habitat	Indice sensibilité globale	Enjeux	Note sensibilité (sur 10)	Qualification sensibilité
Baleine à bosse	3	1,5	4,5	3,5	3	Faible
Grand dauphin de l'Indo Pacifique	1,25	2	3,25	8,4	5,1	Moyenne
Dauphin tacheté pantropical	1	1,5	2,5	3	1,4	Faible
Dauphin à long bec	1	1,5	2,5	3	1,4	Faible
Péponocéphale	1	1,5	2,5	3	1,4	Faible
Dugong	2,5	3	5,5	4	4,1	Moyenne
Tortue verte	1,5	2,5	4	8,25	6,1	Moyenne
Tortue imbriquée	1,5	2,5	4	7,5	5,6	Moyenne

Le grand dauphin et le dugong présentent une sensibilité globale moyenne, malgré une sensibilité forte aux perturbations acoustiques ou un statut de vulnérabilité important (l'un est un cétacé haute fréquence, l'autre a une faible capacité à fuir une zone bruyante) et à la modification d'habitat (tous deux sont des espèces résidentes). **Les tortues présentent également une sensibilité moyenne**, en raison de leur note d'enjeu et de leur faible résilience à la modification d'habitat (espèces très spécialisées également).

La baleine à bosse et les autres delphinidés présentent une sensibilité faible du fait de la sensibilité au bruit limitée, ou d'une présence peu régulière sur la zone.

7.2.1.4.2. Cartes d'impact du bruit sous-marin

La modélisation a permis de déterminer les distances maximales d'impact physiologique et de réaliser des cartes de bruit perçu par les espèces susceptibles d'être présentes dans la zone d'étude élargie.

Pour rappel, le bruit perçu est le bruit pondéré après correction en fonction de la sensibilité auditive du groupe considéré.

Afin de faciliter la lecture, la carte de bruit est présentée avec une répartition du bruit par pas de 10 dB. Elle est établie en considérant en tous points le niveau maximum quel que soit le niveau l'immersion dans la colonne d'eau.

Les distances maximales d'impact associées aux seuils TTS et PTS, pour chaque groupe d'audition, sont indiquées dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 7.6 : Seuils TTS et PTS et distances maximales d'impact associées

Son impulsionnel	LE, p, 24h (pondéré)			
	TTS		PTS	
	Seuil	Distance max	Seuil	Distance max
Cétacés basse fréquence (LF)	168 dB	8 km	183 dB	765 m
Cétacés haute fréquence (HF)	170 dB	290 m	185 dB	30 m
Siréniens (SI)	175 dB	330 m	190 dB	40 m
Tortues de mer (TU)	-	-	210 dB	Non atteint

Son impulsionnel	Lp, pk (non pondéré)			
	TTS		PTS	
	Seuil	Distance max	Seuil	Distance max
Cétacés basse fréquence (LF)	213 dB	< 10 m	219 dB	Non atteint
Cétacés haute fréquence (HF)	224 dB	Non atteint	230 dB	Non atteint
Siréniens (SI)	220 dB	Non atteint	190 dB	10 m
Tortues de mer (TU)	-	-	207 dB	< 10 m

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ÎLOT DE MTSAMBORO

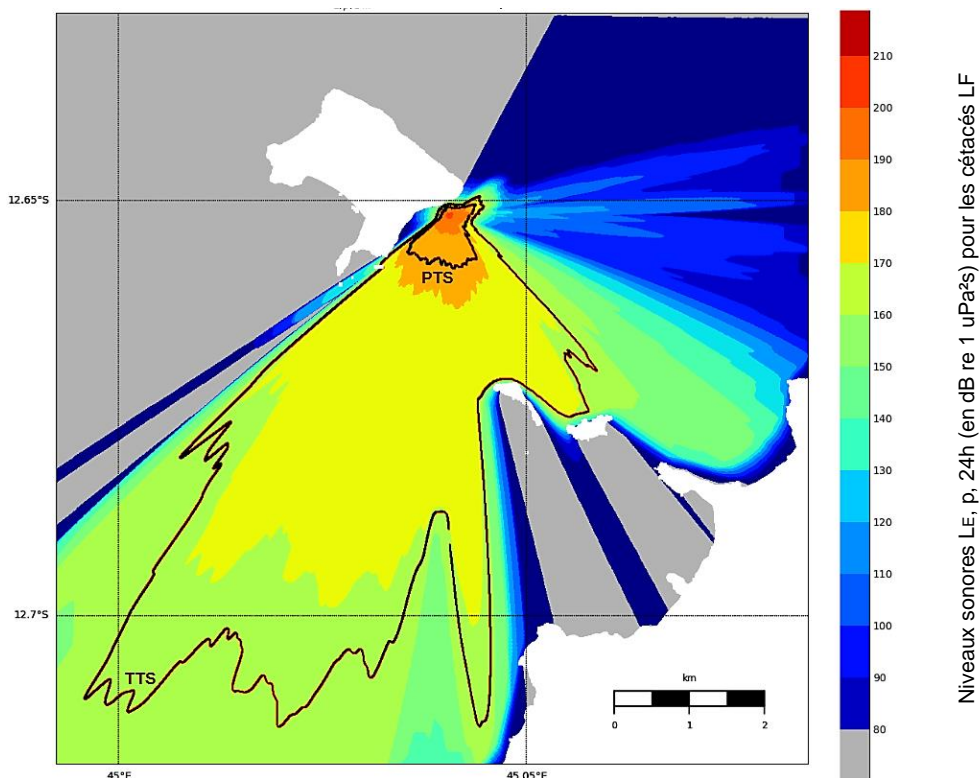


Figure 7.3 : Carte de propagation pondérée et zones d'impacts TTS et PTS pour les cétacés LF (LE, p, 24h, en dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$) pour 7h de battage avec une cadence de 90 coups / min

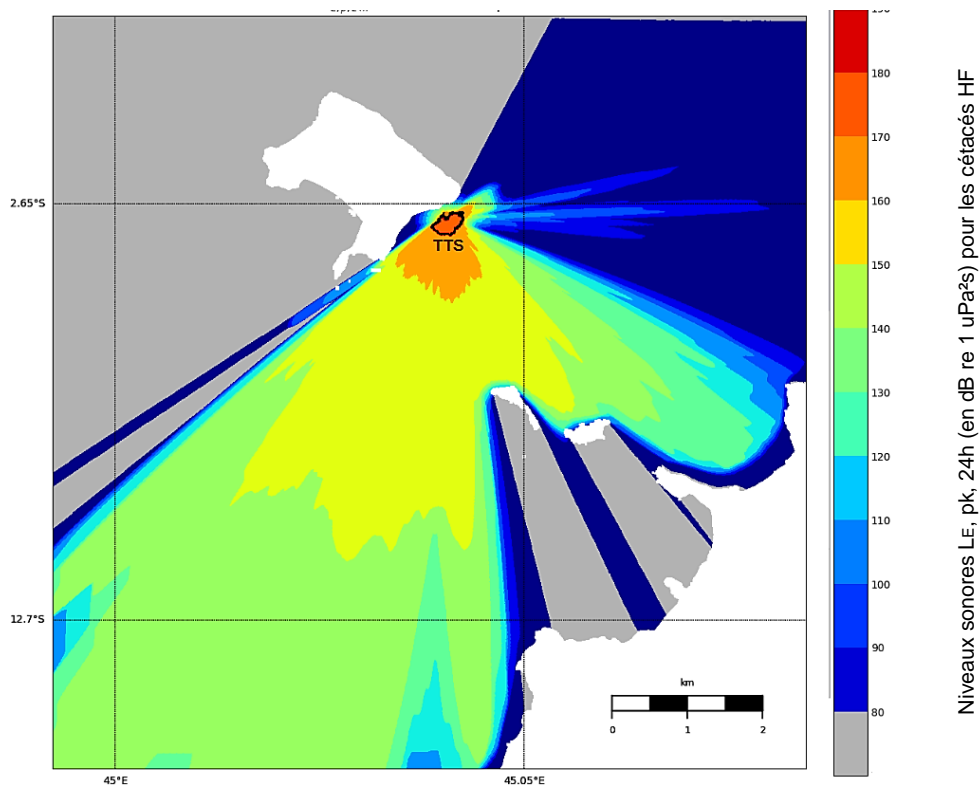


Figure 7.4 : Carte de propagation pondérée et zones d'impacts TTS pour les cétacés HF (LE, p, 24h, en dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$) pour 7h de battage avec une cadence de 90 coups / min

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ILET DE MTSAMBORO

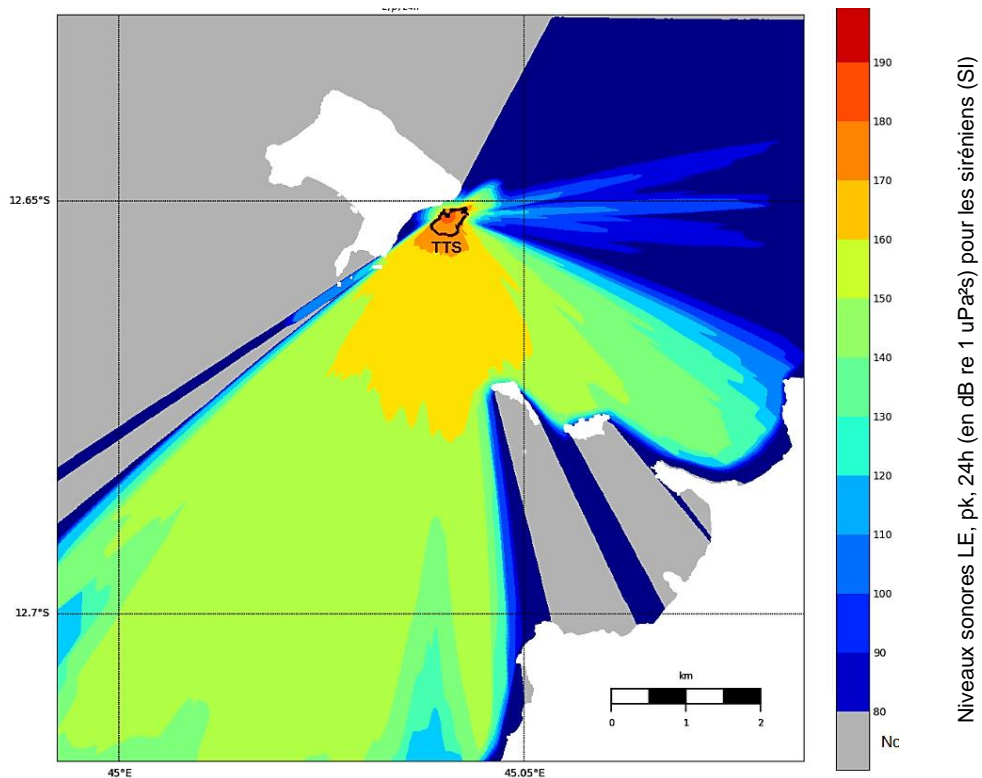


Figure 7.5 : Carte de propagation pondérée et zones d'impacts TTS pour les siréniens SI (LE, p, 24h, en dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$) pour 7h de battage avec une cadence de 90 coups / min

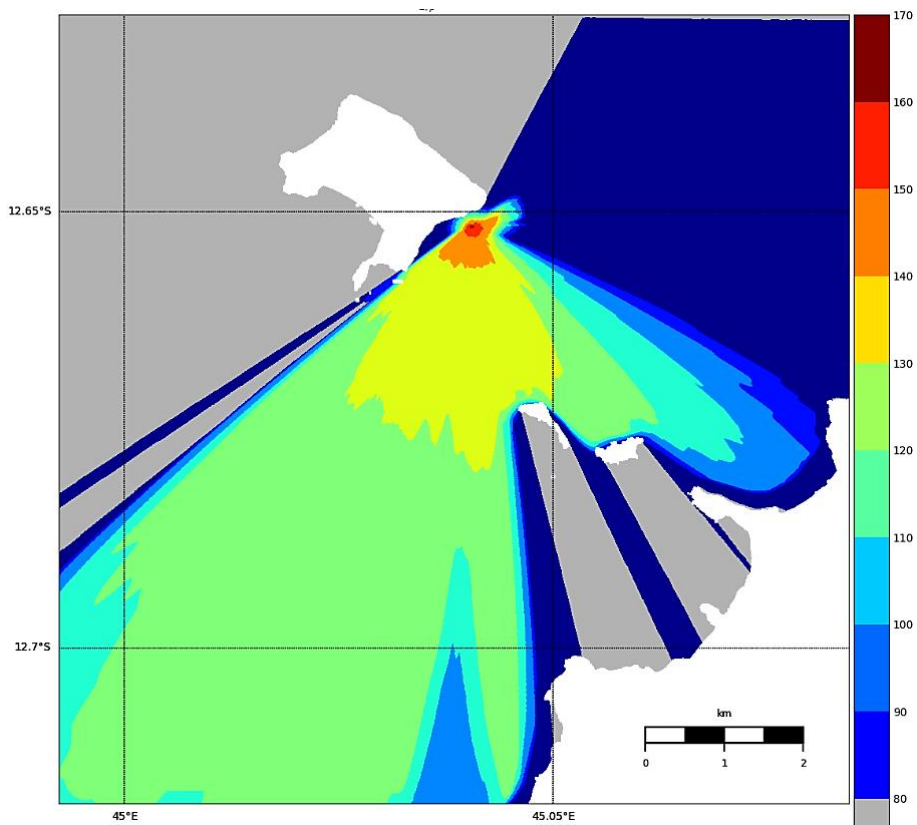


Figure 7.6 : Carte de propagation pondérée pour les tortues de mer TU (LE, p, en dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$)

7.2.1.4.3. Evaluation des effets sonores

L'évaluation des effets sonores sur les espèces protégées fait l'objet d'une méthodologie standardisée.

L'effet se définit comme la conséquence objective d'un projet ou d'une activité sur son environnement (MEEDDM, 2010). Cet effet peut être positif ou négatif, direct ou indirect, temporaire ou permanent, à court, moyen ou long terme. Le degré d'effet varie selon l'espèce considérée et le type d'activité : ces effets pourront être nuls ou négligeables, faibles, moyens ou forts.

Pour évaluer l'effet du bruit sur la faune marine, nous avons considéré l'étendue du périmètre à l'intérieur duquel un individu est susceptible de subir un dommage physiologique (TTS ou PTS) afin d'évaluer le niveau d'effet selon la grille présentée ci-dessous. Ce périmètre est défini par la valeur du rayon en mètre qui détermine cette zone à risque auditif autour de la source émettrice.

Tableau 7.7 : Grille d'évaluation des effets liés aux bruit sous-marin

Effet	Absence de TTS	TTS uniquement	PTS ≤ 500 m	PTS > 500 m
Niveau d'effet	Nul ou Négligeable	Faible	Moyen	Fort

Les effets sonores potentiels sont caractérisés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7.8 : Détermination des effets sonores potentiels du battage sur les espèces principales (mise en évidence des rayons en mètres associés aux périmètres TTS et PTS).

Cétacés basse fréquence (LF)		Cétacés haute fréquence (HF)		Siréniens (SI)		Tortues de mer (TU)
Baleine à bosse		Grand dauphin de l'Indopacifique Dauphin tacheté pantropical Dauphin à long bec Péponocéphale		Dugong		Tortue verte Tortue imbriquée
TTS	PTS	TTS	PTS	TTS	PTS	PTS
8 km	765 m	290 m	30 m	330 m	40 m	Non atteint
Effet fort		Effet moyen		Effet moyen		Effet nul

L'évaluation des effets sonores met en évidence un effet fort sur les cétacés basse fréquence (LF), moyen pour les cétacés haute fréquence (HF) et les siréniens (SI), et nul pour les tortues de mer (TU).

Pour rappel, seuls les effets physiologiques sont considérés dans ce tableau. Au-delà de ces effets physiologiques, de fortes réactions comportementales seraient potentiellement attendues si une espèce considérée était positionnée à proximité du chantier de battage de pieux. Cependant comme indiqué précédemment, les modifications comportementales ne font actuellement pas l'objet d'un consensus scientifique et ne sont pas quantifiables. Par ailleurs, les individus pourront revenir dans le secteur à l'issue des travaux de battage, qui sont prévus pour une durée de 2 mois uniquement.

7.2.1.4.4. Evaluation du risque d'impact

Le risque d'impact se définit comme la transposition de l'effet sur une échelle de valeurs. Il s'évalue en croisant l'effet et la sensibilité évaluée précédemment. Pour cela, la matrice suivante a été appliquée.

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ILET DE MTSAMBORO

Tableau 7.9 : Matrice d'évaluation des risques d'impact en fonction de la sensibilité et des effets.

Sensibilité	Effet			
	Nulle ou négligeable	Faible	Moyenne	Forte
Nul ou négligeable	Nul Négligeable	Nul Négligeable	Nul Négligeable	Nul Négligeable
Faible	Nul Négligeable	Faible	Moyen	Moyen
Moyen	Nul Négligeable	Faible	Moyen	Fort
Fort	Nul Négligeable	Moyen	Moyen	Fort

Cette matrice donne un poids plus important à la sensibilité par rapport à l'effet. Celle-ci définit en effet le niveau de risque. Ainsi, même si l'effet est fort (ex. : risque de perte d'audition permanente), si l'espèce n'y est pas sensible (parce qu'elle n'est pas présente sur la zone par exemple), le risque d'impact sera faible ou nul.

Les résultats du croisement des sensibilités et des effets pour les espèces potentiellement présentes pour le battage de pieu sont présentés ci-dessous.

Tableau 7.10 : Synthèse du risque d'impact acoustique du battage de pieux

Cétacés basse fréquence (LF)	Cétacés haute fréquence (HF)				Siréniens (SI)
Baleine à bosse	Grand dauphin de l'Indopacifique	Dauphin tacheté pantropical	Dauphin à long bec	Péponocéphale	Dugong
Moyen	Moyen	Faible	Faible	Faible	Moyen

Tortues de mer (TU)
Tortue verte Tortue imbriquée
Nul

La baleine à bosse, le grand dauphin et le dugong présentent des risques moyens étant donné les seuils TTS et leur sensibilité. Les autres delphinidés présentent des risques faibles puisque leur sensibilité acoustique est moindre et leur présence dans la zone plus rare.

Les tortues de mer ne présentent pas de risque puisque les effets sonores sont nuls.

7.2.1.5. Nuisances acoustiques des navires sur les espèces protégées

Les nuisances sonores engendrées par les navires sont peu documentées, mais les niveaux de bruit sont bien plus faibles que ceux liés aux travaux de battage. Les gammes de fréquences concernent principalement les basses fréquences. L'étude de Au et Green (2000) montre que le pic de puissance maximal dépend de la taille et du type d'embarcation, ainsi que de la vitesse. A titre d'exemple, un zodiac de 8m, équipé d'un moteur 250c hors-bord et naviguant à 10 nœuds, émet un pic de puissance maximal de 121 dB à 315 Hz.

Les nuisances sonores liées à la circulation des embarcations de chantier sont bien plus faibles que celles liées aux travaux. Du fait de leur gamme de basses fréquences, elles sont cependant susceptibles de se superposer aux chants des baleines et nuire à la communication entre les individus.

Tableau 7.11 : Impact des nuisances acoustiques liés à la circulation des navires en phase travaux

Cétacés basse fréquence (LF)	Cétacés haute fréquence (HF)				Siréniens (SI)
Baleine à bosse	Grand dauphin de l'Indopacifique	Dauphin tacheté pantropical	Dauphin à long bec	Péponocéphale	Dugong
Moyen	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible

Tortues de mer (TU)
Tortue verte Tortue imbriquée
Faible

L'effet cumulé et chronique de la circulation des embarcations de chantier peut avoir un impact moyen pour les baleines, entraînant une réaction d'évitement.

Cet impact est faible pour les autres espèces.

7.2.2. Risques de collision

Les mammifères et les tortues marines sont des espèces pulmonées, qui ont besoin de remonter à la surface pour respirer. Il s'agit d'un moment sensible, où ils peuvent être percutés par les bateaux.

Les risques de collisions dépendent du type de bateau, de sa vitesse et des espèces présentes. Les baleines à bosse ou les dugongs sont plus sujets aux collisions que les delphinidés. Les nouveau-nés et les jeunes individus sont également plus exposés. L'activité en cours joue un rôle dans la probabilité de collision ; les cétacés en train de s'alimenter ou en train de se reposer seraient ainsi moins attentifs aux navires et plus sensibles au risque de collision. Par ailleurs, une étude menée en Australie a montré que les tortues marines avaient du mal à éviter les bateaux qui naviguent à plus de 4 km/h (Hazel, Lawler, Marsh, & Robson, 2007).

Les risques de collision existent en phase travaux. Cependant la zone d'étude immédiate est située dans la bande des 300m, et le respect de la vitesse réglementaire dans cette zone suffit largement à éviter les collisions. De plus lors des opérations de battage, la barge bouge peu, et à vitesse très réduite. L'extension de l'effet est limitée à la zone de travail du navire. La probabilité de collision est plus importante lors du transit entre la zone de battage et le port (en phase de travaux). Cependant, cela revient à considérer l'impact du trafic maritime en général, déjà important sur la zone.

Le risque d'impact de collision en phase de travaux est donc négligeable.

Tableau 7.12 : Impact du risque de collision en phase travaux

Espèces	Impact en phase travaux
Baleine à bosse	Faible
Grand dauphin de l'Indo-Pacifique	Nul à négligeable
Dauphin long-bec	Nul à négligeable
Dauphin tacheté	Nul à négligeable
Péponocéphale	Nul à négligeable
Dugong	Faible

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ÎLOT DE MTSAMBORO

Tortue verte	Faible
Tortue imbriquée	Faible

7.2.3. Perte d'habitat

Lors des travaux de battage de pieux et de construction du ponton, le platier du récif frangeant sera physiquement occupé par des engins et embarcations de chantier.

L'habitat local des tortues marines et du dugong sera donc indisponible pendant les 3 mois des travaux. Pour rappel, les tortues vertes et le dugong sont concernés par l'habitat de platier à herbiers, et les tortues imbriquées par l'habitat de platier à colonies coralliennes éparses et de platier externe de récif frangeant d'îlot. Les autres mammifères marins ne sont pas concernés.

Il n'existe actuellement pas d'étude sur les préférences géographiques de fréquentation d'un habitat par les tortues marines et les dugongs. Ainsi, il n'est pas possible de définir si l'herbier de Mtsamboro est plus ou moins fréquenté que celui de Acoua, ou quels herbiers sont privilégiés par les tortues juvéniles et lesquels le sont par les tortues adultes. L'évaluation de la perte d'habitat est donc réalisée d'une manière strictement mathématique, en comparant les surfaces impactées aux surfaces totales de l'habitat disponibles dans le lagon de Mayotte et autour de l'îlot Mtsamboro.

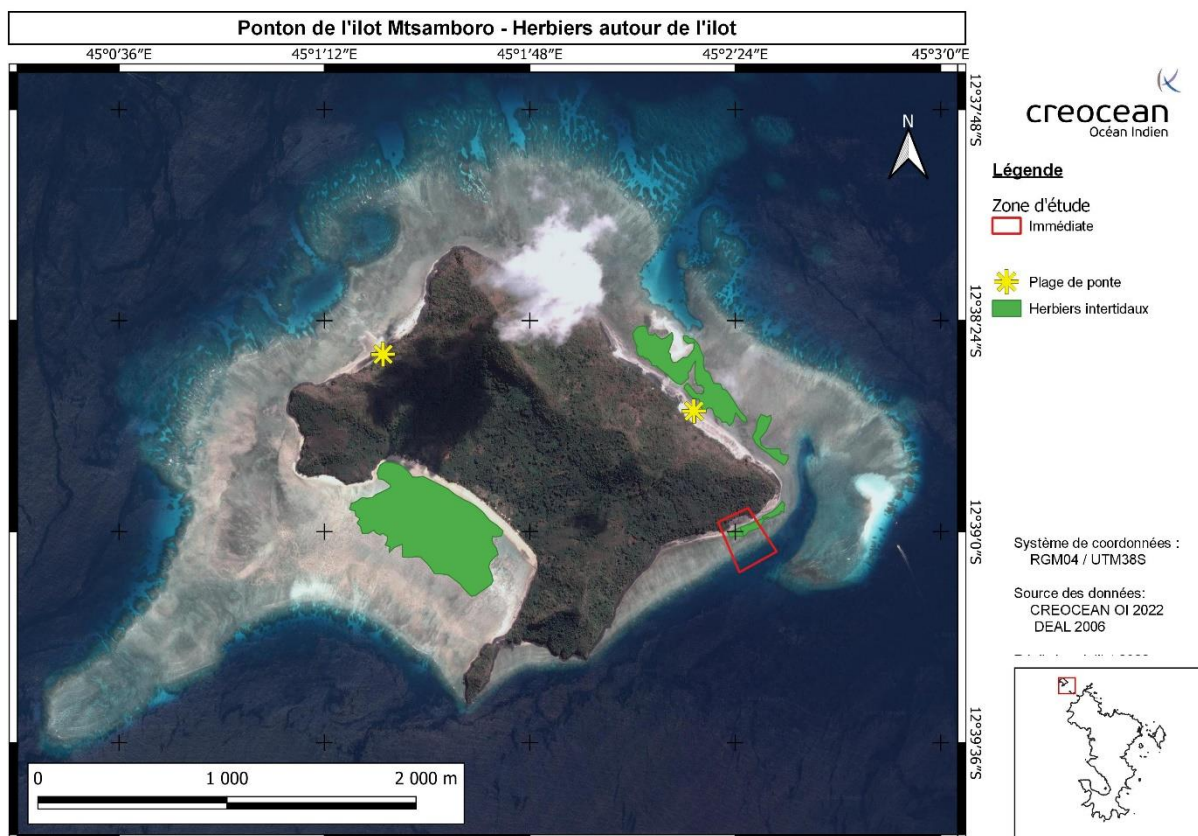


Figure 7.7 : Herbiers intertidaux recensés autour de l'îlot Mtsamboro par la DEAL (Loricourt 2006) et CREOCEAN OI (2022)

NB : la surface totale des herbiers est issue de la couche SIG fournie par la DEAL, indiquant 760 ha. Cependant les enveloppes des herbiers n'ont pas été actualisées récemment et ce chiffre est

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ÎLOT DE MTSAMBORO

possiblement surestimé. Ainsi, le grand herbier face à la plage Antakoudja sur l'îlot Mtsamboro a quasiment disparu du fait des mouillages sauvages, mais est comptabilisé dans les 760 ha.

NB2 : la surface de l'herbier identifié sur la zone de projet, qui était absent de la couche SIG de référence, a été intégrée dans le calcul (0,7 ha).

Les surfaces d'habitat des tortues marines et dugongs occupées lors des travaux sont très faibles par rapport aux surfaces totales disponibles à Mayotte. Les surfaces d'herbiers occupées sont en revanche non négligeables à l'échelle de l'îlot. Par ailleurs, cette proportion d'herbiers impactés est calculée en incluant la grande superficie d'herbiers face à la plage d'Antakoudja, qui semble avoir disparu aujourd'hui. Si l'on exclut cette zone du calcul, le projet conduit à l'occupation de 6% des herbiers autour de l'îlot Mtsamboro.

Tableau 7.13 : Surfaces impactées pour chaque type d'habitat du récif frangeant d'îlot, en phase travaux

Habitat	Surface (m ²)	Proportion impactée à l'échelle de Mayotte	Proportion impactée à l'échelle de l'îlot Mtsamboro
Platier externe de frangeant d'îlot	5784	0.073%	1.751%
Platier de frangeant d'îlot à herbiers	7294	0.096%	1.858%
Platier de frangeant d'îlot à couverture corallienne faible	5131	0.013%	0.121%

En intégrant la probable disparition du grand herbier face à la plage d'Antakoudja, ces résultats sont à relativiser et tendent à indiquer un impact moyen, temporaire, sur les tortues vertes.

L'impact est faible sur les tortues imbriquées, qui disposent de sites d'alimentation bien plus variés, et sur les dugongs, qui fréquentent le site de manière exceptionnelle et n'ont pas été observé sur cette zone.

NB : les pertes d'habitat sont négligeables en phase d'exploitation et se limitent à l'emplacement des pieux.

7.3. Impacts en phase d'exploitation

En phase d'exploitation, les impacts à prévoir concernent :

- La fréquentation d'une partie de l'habitat (herbiers et récif corallien) des tortues marines et du dugong par les navires, susceptible d'entraîner un dérangement et un déplacement.
- La disparition d'une partie des zones d'alimentation des tortues et du dugong sous le ponton et au niveau des pieux (herbiers et récifs coralliens). Ces surfaces sont très faibles comparativement à l'ensemble des zones d'alimentation préférentielle.
- La fréquentation d'une partie de l'habitat des mammifères marins, entre l'îlot et Grande Terre, par les navires venant accoster au nouveau ponton.

7.3.1. Nuisances acoustiques des navires sur les espèces protégées

Les nuisances sonores générées par les navires ont été décrites au 7.2.1.5. Deux types de fréquentations sont attendues en phase exploitation :

- L'accostage des navires de gendarmerie, de taille moyenne,
- L'accostage des navires de la brigade nautique environnementale et du Parc, de petite taille.

Les nuisances sonores liées à la circulation de ces embarcations sont plus faibles que celles liées aux embarcations de chantier, du fait de tailles plus petite, mais il est attendu un effet chronique et régulier dans le temps. Du fait de leur gamme de basses fréquences, elles sont susceptibles de se superposer aux chants des baleines et nuire à la communication entre les individus.

Cependant, il convient de noter que la fréquentation de l'îlot par des navires de plaisance est très importante à l'heure actuelle. La mise en place du ponton ne devrait donc pas modifier significativement leur ampleur.

Tableau 7.14 : Impact des nuisances acoustiques liés à la circulation des navires en phase d'exploitation

Cétacés basse fréquence (LF)	Cétacés haute fréquence (HF)				Siréniens (SI)
	Grand dauphin de l'Indopacifique	Dauphin tacheté pantropical	Dauphin à long bec	Péponocéphale	
Baleine à bosse					Dugong
Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible

Tortues de mer (TU)
Tortue verte Tortue imbriquée
Faible

L'effet cumulé de la circulation des embarcations des services publics fréquentant le ponton peut donc avoir un impact comportemental faible, entraînant une réaction d'évitement. L'impact additionnel par rapport à la situation actuelle est très faible.

7.3.2. Risques de collision

Les risques de collision existent également en phase d'exploitation. Cependant, cela revient à considérer l'impact du trafic maritime en général, déjà important sur la zone.

Par ailleurs, la zone d'étude immédiate est située dans la bande des 300m, et le respect de la vitesse réglementaire dans cette zone suffit largement à éviter les collisions.

Tableau 7.15 : Impact du risque de collision en phase exploitation

Espèces	Impact en phase exploitation
Baleine à bosse	Nul à négligeable
Grand dauphin de l'Indo-Pacifique	Nul à négligeable
Dauphin long-bec	Nul à négligeable
Dauphin tacheté	Nul à négligeable
Péponocéphale	Nul à négligeable
Dugong	Nul à négligeable
Tortue verte	Nul à négligeable
Tortue imbriquée	Nul à négligeable

En phase d'exploitation, le risque d'impact de collision est considéré comme négligeable.

7.3.3. Pollution lumineuse

En phase d'exploitation, un signalement lumineux du ponton est préconisé à l'aide d'une bouée munie d'un éclairage blanc scintillant (50 à 80 scintillements par minute). Ce type de signalement est obligatoire pour la sécurité. En l'absence de plage de ponton à proximité immédiate, l'impact est négligeable sur les tortues marines.

Aucun impact sur les mammifères marins ou les tortues marines n'a été observé sur les nombreuses bouées munies d'un éclairage installées dans le lagon.

L'impact de la pollution lumineuse liée au signalement du ponton est donc négligeable.

7.4. Impacts cumulés

Les activités anthropiques génèrent différentes pressions qui vont s'appliquer sur les individus, les populations et les écosystèmes. Les pressions interagissent entre elles et peuvent augmenter (synergie) ou diminuer (antagonisme) un effet. L'évaluation des effets de ces pressions requiert l'accès à des données physiologiques, démographiques et comportementales expérimentales et de terrain à une échelle spatio-temporelle très large, depuis l'individu jusqu'à l'écosystème. En milieu marin, ces données sont quasiment inexistantes.

La question du cumul des impacts se pose à différents niveaux :

- ▶ **les effets cumulés du projet sur toute sa durée** : Il est difficile de prédire le comportement d'espèces hautement mobiles comme les mammifères face aux nuisances générées par un chantier. Le cumul des impacts acoustiques et trophiques sur toute la durée d'exploitation implique de connaître le comportement et le degré de dérangement des animaux. Si des modèles se développent pour les impacts acoustiques pour les sons de types impulsifs

(IPCoD, DEPONS...), la combinaison avec d'autres types d'impacts et l'élargissement au bruit continu ne sont pas encore disponibles.

- ▶ **le cumul spatial et temporel des impacts du projet avec d'autres activités anthropiques :**
Aux pressions générées par le projet se combinent les pressions anthropiques déjà existantes dans le milieu. Que ce soit le bruit ambiant déjà généré par les activités humaines (trafic maritime, pêche, ...), le braconnage, les collisions avec les navires ou la pollution lumineuse, de nombreuses pressions pèsent sur les mammifères marins et les tortues marines à Mayotte. Une telle évaluation dépasse le champ d'une étude d'impact.

Il faut cependant noter que le projet n'est pas de nature à modifier significativement le nombre d'embarcations sur la zone, déjà très fréquentée. Par ailleurs, la présence régulière de la brigade environnementale est susceptible d'avoir un impact positif sur le braconnage des tortues marines, en limitant fortement l'occupation illégale de l'îlot.

7.5. Synthèse des impacts bruts par espèce protégée

Les tableaux ci-dessous synthétisent les impacts potentiels du projet pour chaque espèce protégée.

Tableau 7.16 : Synthèse des impacts bruts potentiels du projet sur la baleine à bosse

Baleine à bosse (<i>Megaptera novaeangliae</i>)				
Population impactée à l'échelle de Mayotte : moyenne, les zones concernées étant fréquentées chaque année de manière saisonnière.				
Enjeu moyen				
Battage des pieux				
Nature de l'impact	Effet sur l'espèce	Durée de l'impact	Risque	Degré de l'impact brut
Nuisance sonore à partir du point de battage considéré. Dépassement du seuil TTS jusqu'à 8km du point et du seuil PTS jusqu'à 765m. Dépassement du bruit ambiant sur plusieurs km.	Lésions physiques, impacts perceptifs et comportementaux (évitement, perturbation de la communication)	2 mois	Certain (en période de présence des baleines)	Moyen
Travaux de construction du ponton				
Nuisance sonore liée aux embarcations	Lésions physiques	3 mois	Accru	Moyen
Risque de collision	Impacts comportementaux	3 mois	Accru	Négligeable
Exploitation				
Nuisance sonore liée aux embarcations	Lésions physiques et impacts comportementaux	Permanent	Identique au niveau actuel	Négligeable
Risque de collision	Lésions physiques	Permanent	Identique au niveau actuel	Négligeable
Conclusion : espèce moyennement concernée par le projet				

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ILOT DE MTSAMBORO

Tableau 7.17 : Synthèse des impacts bruts potentiels du projet sur le dauphin long-bec

Dauphin long-bec (<i>Stenella longirostris</i>)				
Population impactée à l'échelle de Mayotte : faible, la zone d'étude élargie ne correspond pas à l'habitat préférentiel. Habitat étendu à l'extérieur de l'ensemble du lagon.				
Enjeu faible				
Battage des pieux				
Nature de l'impact	Effet sur l'espèce	Durée de l'impact	Risque	Degré de l'impact brut
Nuisance sonore à partir du point de battage considéré. Dépassement du seuil TTS jusqu'à 290m du point et du seuil PTS jusqu'à 30m. Dépassement du bruit ambiant sur plusieurs km.	Lésions physiques, impacts perceptifs et comportementaux (évitement, perturbation de la communication)	2 mois	Peu probable	Faible
Travaux de construction du ponton				
Nuisance sonore liée aux embarcations	Lésions physiques	3 mois	Accru	Faible
Risque de collision	Impacts comportementaux	3 mois	Accru	Négligeable
Exploitation				
Nuisance sonore liée aux embarcations	Lésions physiques	Permanent	Identique au niveau actuel	Négligeable
Risque de collision	Impacts comportementaux	Permanent	Identique au niveau actuel	Négligeable
Conclusion : espèce peu concernée par le projet				

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ILOT DE MTSAMBORO

Tableau 7.18 : Synthèse des impacts bruts potentiels du projet sur le dauphin tacheté pantropical

Dauphin tacheté pantropical (<i>Stenella attenuata</i>)				
Population impactée à l'échelle de Mayotte : faible, la zone d'étude élargie ne correspond pas à l'habitat préférentiel. Habitat étendu à l'extérieur de l'ensemble du lagon.				
Enjeu faible				
Battage des pieux				
Nature de l'impact	Effet sur l'espèce	Durée de l'impact	Risque	Degré de l'impact brut
Nuisance sonore à partir du point de battage considéré. Dépassement du seuil TTS jusqu'à 290m du point et du seuil PTS jusqu'à 30m. Dépassement du bruit ambiant sur plusieurs km.	Lésions physiques, impacts perceptifs et comportementaux (évitement, perturbation de la communication)	2 mois	Peu probable	Faible
Travaux de construction du ponton				
Nuisance sonore liée aux embarcations	Lésions physiques	3 mois	Accru	Faible
Risque de collision	Impacts comportementaux	3 mois	Accru	Négligeable
Exploitation				
Nuisance sonore liée aux embarcations	Lésions physiques	Permanent	Identique au niveau actuel	Négligeable
Risque de collision	Impacts comportementaux	Permanent	Identique au niveau actuel	Négligeable
Conclusion : espèce peu concernée par le projet				

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ÎLOT DE MTSAMBORO

Tableau 7.19 : Synthèse des impacts bruts potentiels du projet sur le grand dauphin Indo-Pacifique

Grand dauphin Indo-Pacifique (<i>Tursiops truncatus</i>)				
Population impactée à l'échelle de Mayotte : moyenne, le projet couvre des zones d'habitat préférentiel à la côte. La population est considérée comme en danger à l'échelle de Mayotte.				
Enjeu fort.				
Battage des pieux				
Nature de l'impact	Effet sur l'espèce	Durée de l'impact	Risque	Degré de l'impact brut
Nuisance sonore à partir du point de battage considéré. Dépassement du seuil TTS jusqu'à 290m du point et du seuil PTS jusqu'à 30m. Dépassement du bruit ambiant sur plusieurs km.	Lésions physiques, impacts perceptifs et comportementaux (évitement, perturbation de la communication)	2 mois	Probable	Moyen
Travaux de construction du ponton				
Nuisance sonore liée aux embarcations	Lésions physiques	3 mois	Accru	Faible
Risque de collision	Impacts comportementaux	3 mois	Accru	Négligeable
Exploitation				
Nuisance sonore liée aux embarcations	Lésions physiques	Permanent	Identique au niveau actuel	Négligeable
Risque de collision	Impacts comportementaux	Permanent	Identique au niveau actuel	Négligeable
Conclusion : espèce moyennement concernée par le projet				

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ÎLOT DE MTSAMBORO

Tableau 7.20 : Synthèse des impacts bruts potentiels du projet sur le péponocephale

Péponocéphale (<i>Peponocephala electra</i>)				
Population impactée à l'échelle de Mayotte : faible. L'espèce privilégie les habitats au large du récif barrière				
Enjeu faible.				
Battage des pieux				
Nature de l'impact	Effet sur l'espèce	Durée de l'impact	Risque	Degré de l'impact brut
Nuisance sonore à partir du point de battage considéré. Dépassement du seuil TTS jusqu'à 330m du point et du seuil PTS jusqu'à 40m. Dépassement du bruit ambiant sur plusieurs km.	Lésions physiques, impacts perceptifs et comportementaux (évitement, perturbation de la communication)	2 mois	Peu probable	Faible
Travaux de construction du ponton				
Nuisance sonore liée aux embarcations	Lésions physiques	3 mois	Accru	Faible
Risque de collision	Impacts comportementaux	3 mois	Accru	Négligeable
Exploitation				
Nuisance sonore liée aux embarcations	Lésions physiques	Permanent	Identique au niveau actuel	Négligeable
Risque de collision	Impacts comportementaux	Permanent	Identique au niveau actuel	Négligeable
Conclusion : espèce faiblement concernée par le projet				

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ÎLOT DE MTSAMBORO

Tableau 7.21 : Synthèse des impacts bruts potentiels du projet sur le dugong

Dugong (<i>Dugong dugon</i>)				
Population impactée à l'échelle de Mayotte : faible. Les observations autour de l'îlot sont exceptionnelles. Cependant compte-tenu de la taille dramatique de la population à Mayotte (<10 individus), la proportion de la population impactée est difficile à établir avec certitude.				
Enjeu moyen.				
Battage des pieux				
Nature de l'impact	Effet sur l'espèce	Durée de l'impact	Risque	Degré de l'impact brut
Nuisance sonore à partir du point de battage considéré. Dépassement du seuil TTS jusqu'à 290m du point et du seuil PTS jusqu'à 30m. Dépassement du bruit ambiant sur plusieurs km.	Lésions physiques, impacts perceptifs et comportementaux (éviter, perturbation de la communication)	2 mois	Probable	Moyen
Travaux de construction du ponton				
Destruction des herbiers marins et occupation du platier	Réduction des ressources alimentaires	3 mois	Peu probable	Faible
Nuisance sonore liée aux embarcations	Lésions physiques	3 mois	Accru	Faible
Risque de collision	Impacts comportementaux	3 mois	Accru	Négligeable
Exploitation				
Nuisance sonore liée aux embarcations	Lésions physiques	Permanent	Identique au niveau actuel	Négligeable
Risque de collision	Impacts comportementaux	Permanent	Identique au niveau actuel	Négligeable
Conclusion : espèce moyennement concernée par le projet				

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ILET DE MTSAMBORO

Tableau 7.22 : Synthèse des impacts bruts potentiels du projet sur la tortue verte

Tortue verte (<i>Chelonia mydas</i>)				
Population impactée à l'échelle de Mayotte : moyenne. L'herbier est fréquenté par les tortues et des plages de ponte sont présente au nord et l'ouest de l'ilot (en dehors du cône d'impact acoustique). L'état de conservation de l'espèce est considéré comme défavorable à Mayotte.				
Enjeu fort.				
Battage des pieux				
Nature de l'impact	Effet sur l'espèce	Durée de l'impact	Risque	Degré de l'impact brut
Nuisance sonore à partir du point de battage considéré. Pas de dépassement du seuil PTS (absence de seuil TTS dans le guide national). Dépassement du bruit ambiant sur plusieurs km.	Lésions physiques, impacts perceptifs et comportementaux (évitement, perturbation de la communication)	2 mois	Peu probable	Négligeable
Travaux de construction du ponton				
Destruction d'herbiers marins et occupation du platier	Réduction des ressources alimentaires, gêne pour le repos	3 mois	Certain	Moyen
Nuisance sonore liée aux embarcations	Lésions physiques	2 mois	Accru	Faible
Risque de collision	Impacts comportementaux	2 mois	Accru	Négligeable
Exploitation				
Nuisance sonore liée aux embarcations	Lésions physiques	Permanent	Identique au niveau actuel	Négligeable
Risque de collision	Impacts comportementaux	Permanent	Identique au niveau actuel	Négligeable
Conclusion : espèce moyennement concernée par le projet du fait d'un enjeu fort et d'un dérangement en zone d'alimentation pendant 3 mois				

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ÎLOT DE MTSAMBORO

Tableau 7.23 : Synthèse des impacts bruts potentiels du projet sur la tortue imbriquée

Tortue imbriquée (<i>Eretmochelys imbricata</i>)				
Population impactée à l'échelle de Mayotte : moyenne. Le récif frangeant est fréquenté par les tortues et des plages de ponte sont présente au nord et l'ouest de l'îlot (en dehors du cône d'impact acoustique). L'état de conservation de l'espèce est considéré comme défavorable à Mayotte.				
Enjeu fort.				
Battage des pieux				
Nature de l'impact	Effet sur l'espèce	Durée de l'impact	Risque	Degré de l'impact brut
Nuisance sonore à partir du point de battage considéré. Pas de dépassement du seuil PTS (absence de seuil TTS dans le guide national). Dépassement du bruit ambiant sur plusieurs km.	Lésions physiques, impacts perceptifs et comportementaux (évitement, perturbation de la communication)	2 mois	Peu probable	Négligeable
Destruction de coraux par la pose de pieux	Réduction des ressources alimentaires	Permanent	Peu probable	Négligeable
Travaux de construction du ponton				
Occupation du platier et du récif frangeant, destruction de coraux	Gêne pour le repos et l'alimentation	2 mois	Certain	Faible
Nuisance sonore liée aux embarcations	Lésions physiques	2 mois	Accru	Faible
Risque de collision	Impacts comportementaux	2 mois	Accru	Négligeable
Exploitation				
Nuisance sonore liée aux embarcations	Lésions physiques	Permanent	Identique au niveau actuel	Négligeable
Risque de collision	Impacts comportementaux	Permanent	Identique au niveau actuel	Négligeable
Conclusion : espèce moyennement concernée par le projet du fait d'un enjeu fort				

8. Mesures d'atténuation des impacts

Les mesures d'atténuation des impacts des travaux, qui reposent d'abord sur une volonté d'évitement ou de réduction, sont présentées ci-dessous.

Les modélisations acoustiques et l'évaluation des impacts ont été réalisées sur la base d'hypothèses conservatrices. Dans le cas où les conditions réelles (cadence et durée journalière de battage, espacement des pieux, ...) seraient bien moins pénalisantes que les hypothèses, les mesures décrites ci-dessous pourraient être revues à la baisse.

Les impacts en phase d'exploitation sont des impacts liés au trafic maritime global et ne font donc pas l'objet de mesures d'atténuation.

8.1. Mesures d'évitement

La première mesure d'évitement consiste à éviter la période de présence de la baleine à bosse pour les travaux de battage. Cette mesure resterait sans conséquence pour les autres espèces présentes toute l'année (dauphins, dugong et tortues).

Tableau 8.1 : Mesure ME01 : Adaptation de la période de travaux de battage pour la baleine à bosse

CODE	ME01	OBJET	ADAPTATION DE LA PERIODE DE BATTAGE POUR LA BALEINE A BOSSE			
PHASE	<input type="checkbox"/>	Conception	<input checked="" type="checkbox"/>	Construction	<input type="checkbox"/>	Démantèlement
	<input type="checkbox"/>	Pré-construction	<input type="checkbox"/>	Exploitation	<input type="checkbox"/>	Post-démantèlement
OBJECTIF						
Eviter la période de présence de la baleine à bosse pour les travaux de battage générant un impact sur l'espèce.						
DESCRIPTION						
La baleine à bosse est une espèce protégée par décret ministériel. Cette espèce fréquente les eaux mahoraises de juillet à novembre.						
L'espèce risque d'être impactée par les nuisances sonores liées aux travaux de battage.						
Afin d'éviter ces incidences, il est prévu de ne pas réaliser de travaux entre juillet et novembre.						
SUIVI DE LA MESURE		La commune fournira en amont de la réalisation des travaux un calendrier des opérations pour s'assurer que la mesure est respectée.				
COÛT PREVISIONNEL		Intégré au coût global du projet.				

Les autres espèces protégées sont présentes toute l'année à Mayotte. Afin d'éviter les lésions physiques permanentes ou temporaires, il est préconisé de définir une zone d'exclusion autour de la source sonore.

8.2. Mesures de réduction

Le déplacement de la position initialement prévue pour le ponton, suite aux inventaires de terrain, permet de réduire la destruction des ressources alimentaires pour les tortues vertes (herbiers) et imbriquées (récif frangeant).

Tableau 8.3 : Mesure MR01 : Adaptation du tracé du ponton

CODE	MR01	OBJET	ADAPTATION DU TRACÉ DU PONTON POUR RÉDUIRE LA DESTRUCTION D'ÉCOSYSTÈMES RÉCIFAUX
PHASE	<input checked="" type="checkbox"/> Conception	<input type="checkbox"/> Construction	<input type="checkbox"/> Démantèlement
	<input type="checkbox"/> Pré-construction	<input type="checkbox"/> Exploitation	<input type="checkbox"/> Post-démantèlement
OBJECTIF			
Positionner le ponton sur les zones les moins riches en herbiers et récifs coralliens pour limiter les surfaces détruites.			
DESCRIPTION			
<p>L'herbier de phanérogames est une source d'alimentation pour les tortues vertes. Ceux-ci sont relativement rares à l'échelle de Mayotte. L'herbier présent dans la zone d'étude représente 0,6ha sur les 760ha estimés à l'échelle de Mayotte, soit 1,8%. Les peuplements récifaux sur le front récifal et le tombant du récif frangeant sont des sources d'alimentation pour la tortue imbriquée.</p> <p>Afin de limiter la réduction des ressources alimentaires, un changement de position du ponton a été validé par le maître d'ouvrage. Le nouveau tracé est situé à l'ouest de la plage étudiée, avec un atterrissage sur l'avancée rocheuse. Il traverse :</p> <ul style="list-style-type: none"> • une zone d'herbier moins dense et deux fois moins étendue que le tracé initial • une zone du front récifal du récif frangeant moins riche en coraux et entrecoupée de sillons détritiques non colonisés <p>Cette mesure permet de limiter les surfaces d'écosystèmes récifaux détruites.</p>			
SUIVI DE LA MESURE	Plan mis à jour dans les documents de travaux.		
COUT PREVISIONNEL	Intégré au coût global du projet – 900 000 euros cf augmentation du linéaire		

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ILET DE MTSAMBORO

Afin de réduire le risque de collision avec les engins et embarcations de chantier, il est prévu de limiter la vitesse de circulation des navires.

Tableau 8.4 : Mesure MR02 : Réduction de la vitesse de navigation

CODE	MR02	OBJET	REDUCTION DE LA VITESSE DE NAVIGATION
PHASE	<input type="checkbox"/> Conception	<input checked="" type="checkbox"/> Construction	<input type="checkbox"/> Démantèlement
	<input type="checkbox"/> Pré-construction	<input type="checkbox"/> Exploitation	<input type="checkbox"/> Post-démantèlement
OBJECTIF			
Réduire les risques de collision avec les tortues marines, les dugongs et les baleines, et dans une moindre mesure les dauphins.			
DESCRIPTION			
Les tortues marines, le dugong et les baleines sont moins agiles que les dauphins, et peuvent difficilement éviter les embarcations lorsque celles-ci circulent à grande vitesse. Afin de réduire le risque de collision, la vitesse sera limitée à 3 nœuds dans la bande côtière des 300m. En cas d'observation d'une tortue marine ou d'un mammifère, la navigation sera adaptée au respect de la charte d'approche du Parc naturel marin de Mayotte et de l'arrêté ministériel de 2021, avec notamment une vitesse limitée à 5 nœuds dans un périmètre de 300m autour de l'animal.			
SUIVI DE LA MESURE	Les bateaux seront soumis à la surveillance maritime comme tous les navires naviguant à Mayotte		
COUT PREVISIONNEL	Intégré au coût global du projet.		

Afin de réduire le risque de nuisance sonore liée à la circulation des embarcations de chantier, le respect de la charte d'approche des cétacés et tortues marines sera mis en place.

Tableau 8.5 : Mesure MR03 : Respect de la charte d'approche

CODE	MR03	OBJET	RESPECT DE LA CHARTE D'APPROCHE ET DE L'ARRETE DU 1 ^{ER} JANVIER 2018
PHASE	<input type="checkbox"/> Conception	<input checked="" type="checkbox"/> Construction	<input type="checkbox"/> Démantèlement
	<input type="checkbox"/> Pré-construction	<input type="checkbox"/> Exploitation	<input type="checkbox"/> Post-démantèlement
OBJECTIF			
Réduire le stress et les nuisances sonores liées à la navigation des embarcations de chantier.			
DESCRIPTION			
Les cétacés, et dans une moindre mesure les tortues marines, sont sensibles aux nuisances sonores engendrées par les moteurs de navires. Le respect de la charte d'approche du Parc et de l'arrêté ministériel de 2021 sera imposé aux embarcations de chantier. Le respect des distances et vitesses recommandées permettra d'éviter tout stress ou dommage du système auditif.			
SUIVI DE LA MESURE	Les bateaux seront soumis à la surveillance maritime comme tous les navires naviguant à Mayotte		
COUT PREVISIONNEL	Intégré au coût global du projet.		

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ILOT DE MTSAMBORO

Si la mise en place d'un soft start est techniquement réalisable, il est également préconisé de mettre en place une procédure d'augmentation progressive du niveau sonore.

Tableau 8.6 : Mesure MR04 : Montée en puissance progressive des nuisances sonores du battage

CODE	MR04	OBJET	MISE EN PLACE D'UNE PROCEDURE DE SOFT START POUR LES TRAVAUX DE BATTAGE
PHASE	<input type="checkbox"/> Conception <input checked="" type="checkbox"/> Construction <input type="checkbox"/> Démantèlement <input type="checkbox"/> Pré-construction <input type="checkbox"/> Exploitation <input type="checkbox"/> Post-démantèlement		
OBJECTIF			
Effaroucher les espèces protégées préalablement aux opérations les plus bruyantes.			
DESCRIPTION			
<p>Dans les configurations les plus défavorables, un impact acoustique moyen est à prévoir sur le grand dauphin de l'Indo-Pacifique et le dugong, avec un dépassement du seuil TTS dans un périmètre de 290m et 330m, respectivement.</p> <p>Le soft-start consiste à augmenter progressivement le niveau sonore généré par les travaux afin de permettre aux espèces marines potentiellement présentes aux alentours de s'éloigner de la zone de travaux et éviter ainsi tous dommages liés au bruit. Dans le cas de battage de pieux, le soft start consiste à augmenter progressivement la cadence de frappe du marteau jusqu'à atteindre le niveau maximum d'émission. Nous recommandons la mise en place d'un soft start si celui-ci est techniquement réalisable en produisant une montée en niveau sonore par étapes durant 20 min (20% par 20%) jusqu'au niveau nominal de travail. Un protocole soft-start adapté est proposé ci-dessous.</p> <p>Cette mesure permet de garantir l'absence d'individus dans ce périmètre et donc l'absence d'impact.</p>			
SUIVI DE LA MESURE	Rapports de fonctionnement des engins de construction et mesures acoustiques		
COÛT PREVISIONNEL	Intégré au coût global du projet.		

8.3. Evaluation des impacts résiduels après évitement et réduction

Les tableaux ci-dessous évaluent les impacts résiduels sur chaque espèce protégée en phase de travaux et d'exploitation, après mise en place des mesures d'évitement et de réduction.

Bien que les impacts acoustiques sur la plupart des delphinidés et tortues marines soient faibles, les mesures de réduction du bruit décrites plus haut sont présentées pour ces espèces de manière additionnelle.

Tableau 8.7 : Evaluation des impacts résiduels sur la baleine à bosse

La Baleine à bosse (<i>Megaptera novaeangliae</i>)			
Population impactée à l'échelle de Mayotte : moyenne, les zones concernées étant fréquentées chaque année de manière saisonnière. Enjeu moyen			
Battage des pieux			
Nature de l'impact	Impact brut avant mesures	Mesure d'évitement ou de réduction	Impact résiduel
Nuisance sonore à partir du point de battage considéré. Dépassement du seuil TTS jusqu'à 8km du point et du seuil PTS jusqu'à 765m. Dépassement du bruit ambiant sur plusieurs km.	Moyen	ME01, ME02, MR04	Négligeable
Travaux de construction du ponton			
Nuisance sonore liée aux embarcations	Faible	MR03	Négligeable
Risque de collision	Négligeable	MR02	Négligeable
Exploitation			
Nuisance sonore liée aux embarcations	Négligeable	-	Négligeable
Risque de collision	Négligeable	-	Négligeable

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ILET DE MTSAMBORO

Tableau 8.8 : Evaluation des impacts résiduels sur le dauphin long bec

Dauphin long-bec (<i>Stenella longirostris</i>)			
Population impactée à l'échelle de Mayotte : faible, la zone d'étude élargie ne correspond pas à l'habitat préférentiel. Habitat étendu à l'extérieur de l'ensemble du lagon.			
Enjeu faible			
Battage des pieux			
Nature de l'impact	Impact brut avant mesures	Mesure d'évitement ou de réduction	Impact résiduel
Nuisance sonore à partir du point de battage considéré. Dépassement du seuil TTS jusqu'à 290m du point et du seuil PTS jusqu'à 30m. Dépassement du bruit ambiant sur plusieurs km.	Faible	ME02, MR04	Négligeable
Travaux de construction du ponton			
Nuisance sonore liée aux embarcations	Faible	MR03	Négligeable
Risque de collision	Négligeable	MR02	Négligeable
Exploitation			
Nuisance sonore liée aux embarcations	Négligeable	-	Négligeable
Risque de collision	Négligeable	-	Négligeable

Tableau 8.9 : Evaluation des impacts résiduels sur le dauphin tacheté pantropical

Dauphin tacheté pantropical (<i>Stenella attenuata</i>)			
Population impactée à l'échelle de Mayotte : faible, la zone d'étude élargie ne correspond pas à l'habitat préférentiel. Habitat étendu à l'extérieur de l'ensemble du lagon.			
Enjeu faible			
Battage des pieux			
Nature de l'impact	Impact brut avant mesures	Mesure d'évitement ou de réduction	Impact résiduel
Nuisance sonore à partir du point de battage considéré. Dépassement du seuil TTS jusqu'à 290m du point et du seuil PTS jusqu'à 30m. Dépassement du bruit ambiant sur plusieurs km.	Faible	ME02, MR04	Négligeable
Travaux de construction du ponton			
Nuisance sonore liée aux embarcations	Faible	MR03	Négligeable
Risque de collision	Négligeable	MR02	Négligeable
Exploitation			
Nuisance sonore liée aux embarcations	Négligeable	-	Négligeable
Risque de collision	Négligeable	-	Négligeable

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ÎLOT DE MTSAMBORO

Tableau 8.10 : Evaluation des impacts résiduels sur le grand dauphin Indo-Pacifique

Grand dauphin Indo-Pacifique (<i>Tursiops truncatus</i>)			
Population impactée à l'échelle de Mayotte : moyenne, le projet couvre des zones d'habitat préférentiel à la côte. La population est considérée comme en danger à l'échelle de Mayotte.			
Enjeu fort.			
Battage des pieux			
Nature de l'impact	Impact brut avant mesures	Mesure d'évitement ou de réduction	Impact résiduel
Nuisance sonore à partir du point de battage considéré. Dépassement du seuil TTS jusqu'à 290m du point et du seuil PTS jusqu'à 30m. Dépassement du bruit ambiant sur plusieurs km.	Moyen	ME02, MR04	Faible
Travaux de construction du ponton			
Nuisance sonore liée aux embarcations	Faible	MR03	Négligeable
Risque de collision	Négligeable	MR02	Négligeable
Exploitation			
Nuisance sonore liée aux embarcations	Négligeable	-	Négligeable
Risque de collision	Négligeable	-	Négligeable

Tableau 8.11 : Evaluation des impacts résiduels sur le péponocéphale

Péponocéphale (<i>Peponocephala electra</i>)			
Population impactée à l'échelle de Mayotte : faible. L'espèce privilégie les habitats au large du récif barrière			
Enjeu faible.			
Battage des pieux			
Nature de l'impact	Impact brut avant mesures	Mesure d'évitement ou de réduction	Impact résiduel
Nuisance sonore à partir du point de battage considéré. Dépassement du seuil TTS jusqu'à 290m du point et du seuil PTS jusqu'à 30m. Dépassement du bruit ambiant sur plusieurs km.	Faible	ME02, MR04	Négligeable
Travaux de construction du ponton			
Nuisance sonore liée aux embarcations	Faible	MR03	Négligeable
Risque de collision	Négligeable	MR02	Négligeable
Exploitation			
Nuisance sonore liée aux embarcations	Négligeable	-	Négligeable
Risque de collision	Négligeable	-	Négligeable

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ÎLOT DE MTSAMBORO

Tableau 8.12 : Evaluation des impacts résiduels sur le dugong

Dugong (<i>Dugong dugon</i>)			
Population impactée à l'échelle de Mayotte : faible. Les observations autour de l'îlot sont exceptionnelles. Cependant compte-tenu de la taille dramatique de la population à Mayotte (<10 individus), la proportion de la population impactée est difficile à établir avec certitude. Enjeu moyen.			
Battage des pieux			
Nature de l'impact	Impact brut avant mesures	Mesure d'évitement ou de réduction	Impact résiduel
Nuisance sonore à partir du point de battage considéré. Dépassement du seuil TTS jusqu'à 330m du point et du seuil PTS jusqu'à 40m. Dépassement du bruit ambiant sur plusieurs km.	Moyen	ME02, MR04	Faible
Travaux de construction du ponton			
Destruction d'herbiers marins et occupation du platier	Faible	MR01	Faible
Nuisance sonore liée aux embarcations	Faible	MR03	Négligeable
Risque de collision	Négligeable	MR02	Négligeable
Exploitation			
Nuisance sonore liée aux embarcations	Négligeable	-	Négligeable
Risque de collision	Négligeable	-	Négligeable

Tableau 8.13 : Evaluation des impacts résiduels sur la tortue verte

Tortue verte (<i>Chelonia mydas</i>)			
Population impactée à l'échelle de Mayotte : moyenne. L'herbier est fréquenté par les tortues et des plages de ponte sont présentes au nord et l'ouest de l'îlot (en dehors du cône d'impact acoustique). L'état de conservation de l'espèce est considéré comme défavorable à Mayotte. Enjeu fort.			
Battage des pieux			
Nature de l'impact	Impact brut avant mesures	Mesure d'évitement ou de réduction	Impact résiduel
Nuisance sonore à partir du point de battage considéré. Pas de dépassement du seuil PTS (absence de seuil TTS dans le guide national). Dépassement du bruit ambiant sur plusieurs km.	Négligeable	ME02, MR04	Négligeable
Travaux de construction du ponton			
Destruction d'herbiers marins et occupation du platier	Moyen	MR01	Moyen
Nuisance sonore liée aux embarcations	Faible	MR03	Négligeable
Risque de collision	Négligeable	MR02	Négligeable
Exploitation			
Nuisance sonore liée aux embarcations	Négligeable	-	Négligeable
Risque de collision	Négligeable	-	Négligeable

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ÎLOT DE MTSAMBORO

Tableau 8.14 : Evaluation des impacts résiduels lors sur la tortue imbriquée

Tortue imbriquée (<i>Eretmochelys imbricata</i>)			
Population impactée à l'échelle de Mayotte : moyenne. Le récif frangeant est fréquenté par les tortues et des plages de ponte sont présente au nord et l'ouest de l'îlot (en dehors du cône d'impact acoustique). L'état de conservation de l'espèce est considéré comme défavorable à Mayotte.			
Enjeu fort.			
Battage des pieux			
Nature de l'impact	Impact brut avant mesures	Mesure d'évitement ou de réduction	Impact résiduel
Nuisance sonore à partir du point de battage considéré. Pas de dépassement du seuil PTS (absence de seuil TTS dans le guide national). Dépassement du bruit ambiant sur plusieurs km.	Négligeable	ME02, MR04	Négligeable
Travaux de construction du ponton			
Occupation du platier et du récif frangeant, destruction de coraux par la pose de pieux	Faible	MR01	Faible
Nuisance sonore liée aux embarcations	Faible	MR03	Négligeable
Risque de collision	Négligeable	MR02	Négligeable
Exploitation			
Nuisance sonore liée aux embarcations	Négligeable	-	Négligeable
Risque de collision	Négligeable	-	Négligeable

9. Mesures de compensation

La grande majorité des impacts résiduels après mesures d'évitement et réduction sont négligeables ou faibles. Seul l'impact résiduel sur la perte de 6 000m² d'habitat des tortues vertes pendant les 3 mois de travaux est estimé comme moyen, et nécessite d'être compensé.

9.1. Rappel sur la compensation

La Loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages a réaffirmé (pour les atteintes à la biodiversité) les principes de la séquence ERC et en a renforcé certains (L. 163-1 du code de l'environnement) :

- **L'équivalence écologique** avec la nécessité de « compenser dans le respect de leur équivalence écologique »
- « **L'objectif d'absence de perte nette voire de gain de biodiversité** » (cf. figure suivante).
- La **proximité géographique** avec la priorité donnée à la compensation « sur le site endommagé ou, en tout état de cause, à proximité de celui-ci afin de garantir ses fonctionnalités de manière pérenne » ;
- L'efficacité avec « **l'obligation de résultats** » pour chaque mesure compensatoire ;
- La **pérennité** avec l'effectivité des mesures de compensation « pendant toute la durée des atteintes ».

À noter également que le même article décrit les moyens disponibles pour mettre en œuvre une mesure de compensation des atteintes à la biodiversité (« soit directement, soit en confiant par contrat, la réalisation de ces mesures à un opérateur de compensation [...], soit par l'acquisition d'unités de compensation dans le cadre d'un site naturel de compensation ») et précise que « le Maître d'Ouvrage reste seul responsable à l'égard de l'autorité administrative » qui a prescrit les mesures de compensation.

Mayotte ne fait pas encore l'objet d'un atlas des mesures de compensation. Ce projet est en cours d'élaboration sur le milieu terrestre. Il est donc proposé de financer des actions du PNA dugong à l'échelle de l'ensemble du territoire afin de contribuer à la préservation de la population de cette espèce protégée. A l'heure actuelle, il s'agit en effet du seul PNA actif sur la période ciblée portant sur la mégafaune marine.

9.2. Mesures et objectifs de compensation

Tableau 9.1 : Mesure MC01 : Formation des gestionnaires de l'îlot à la préservation et la surveillance des plages de ponte et participation au pacte de sauvegarde des tortues

CODE	MC01	OBJET	FORMATION DES GESTIONNAIRES DE L'ÎLOT A LA PRESERVATION ET LA SURVEILLANCE DES PLAGES DE PONTE ET PARTICIPATION AU PACTE DE SAUVEGARDE DES TORTUES
PHASE	<input type="checkbox"/> Conception	<input type="checkbox"/> Construction	<input type="checkbox"/> Démantèlement
	<input type="checkbox"/> Pré-construction	<input checked="" type="checkbox"/> Exploitation	<input type="checkbox"/> Post-démantèlement
OBJECTIF			
Former les gestionnaires afin de (i) diffuser les bonnes pratiques de préservation des plages de ponte et (ii) contribuer à la surveillance du braconnage			

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ILET DE MTSAMBORO

DESCRIPTION	
<p>Pour compenser l'occupation de 6 000m² d'herbiers pendant les 3 mois de travaux, une formation des gestionnaires de l'ilot et agents du Conservatoire du Littoral sera proposée par l'association naturaliste référente pour la protection des tortues marines (Oulanga Na Nyamba). L'objectif est, sur le long terme, que la plage d'Antakoudja redevienne une plage de ponte pour les tortues marines, comme c'était le cas au début des années 2000.</p> <p>La formation concerne :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La préservation des plages : conditions environnementales favorables à la ponte de tortues marines à préserver ou à restaurer (pollution lumineuse, végétation, méthodes d'observation des éventuelles pontes, ...) • La surveillance du braconnage : modalités de surveillance, fréquence, concertation avec la brigade environnementale et les services publics, ... <p>Par ailleurs, les gestionnaires et propriétaires du ponton participeront au Pacte de sauvegarde des tortues signé le 16 décembre 2020 dans la mesure de leurs moyens humains et matériels.</p>	
SUIVI DE LA MESURE	CR de formation par l'association
COUT PREVISIONNEL	A déterminer

Tableau 9.2 : Mesure MC02 : Amélioration de la connaissance sur l'habitat des dugongs à Mayotte

CODE	MC02	OBJET	AMELIORATION DE LA CONNAISSANCE SUR L'HABITAT DES DUGONGS		
PHASE	<input type="checkbox"/> Conception		<input type="checkbox"/> Construction		<input type="checkbox"/> Démantèlement
	<input type="checkbox"/> Pré-construction		<input checked="" type="checkbox"/> Exploitation		<input type="checkbox"/> Post-démantèlement
OBJECTIF					
Améliorer les connaissances sur les herbiers profonds d'intérêt pour le dugong à Mayotte					
DESCRIPTION					
<p>Un PNA en faveur du dugong a été mis en place par la DEAL Mayotte sur 2021-2025. Les principaux objectifs sont de limiter la mortalité des individus en agissant sur les menaces directes qui pèsent sur les dugongs et d'améliorer les connaissances sur l'espèce et ses habitats pour une gestion pertinente. L'animation a été confiée à l'association des Naturalistes Environnement et Patrimoine de Mayotte. Au vu de l'importance écologique des herbiers pour les dugongs, il apparaît pertinent de réaliser une étude approfondie sur cet écosystème à Mayotte et d'évaluer les pressions.</p> <p>Dans le cadre des missions de surveillance réalisées, les Naturalistes ont identifié des zones d'intérêt pour le dugong à Mayotte. Le recensement des herbiers subtidiaux sera étoffé en priorisant l'effort au sein des zones d'observations du dugong. Une cartographie précise sera réalisée, afin de mettre en place des stations de suivi.</p> <p>Le fonctionnement des herbiers subtidiaux sera étudié sur un site d'intérêt (Saziley barrière, Bambo barrière) afin de mettre en relation la densité des herbiers avec différents facteurs environnementaux (profondeur, pente, courantologie, apports d'origine terrigène, ...)</p> <p>Une partie de l'action pourra également se concentrer sur les potentialités d'accueil des herbiers profonds au regard de la disponibilité alimentaire. Pour cela, une analyse croisée de la qualité des herbiers profonds (abondance et état de santé) et de leur fréquentation par les dugongs et autres herbivores sera réalisée afin d'apprécier s'ils représentent un facteur limitant pour la survie de la</p>					

9.3.1. Mise en place d'un comité de suivi

Un comité de suivi sera mis en place et se réunira à une fréquence ajustée en fonction des besoins. Il sera constitué à minima :

- D'un représentant du Maître d'Ouvrage,
- D'un représentant de la DEAL,
- Des experts locaux appartenant aux associations de suivi des cétacés et tortues marines,
- D'un représentant du REMMAT, géré par le Parc,
- D'un représentant du comité nautique mis en place dans les phases amont du projet.

Ce comité aura en charge de contrôler la bonne exécution du protocole de suivi qui se basera sur les deux axes suivants : la caractérisation du bruit et l'étude comportementale des cétacés.

9.3.2. Suivi des sources acoustiques durant les travaux

Les mesures de convenance sont réalisées en début de chantier par enregistrement et mesure des niveaux de bruits initiaux et au démarrage des opérations de battage (en général sur 2-3 jours). Les niveaux mesurés *in situ* sont ensuite corrélés avec la modélisation pour affinage des distances d'impact et de la zone d'exclusion. Ces mesures permettront également de valider les hypothèses conservatives prises pour la modélisation.

Coût estimatif : 10 k€

9.3.3. Transplantation expérimentale d'herbiers

A l'heure actuelle, il existe très peu de retours d'expérience dans le monde sur des tentatives de transplantation d'herbier, et la plupart ont lieu en Méditerranée. En l'absence de certitude sur la réussite d'une telle opération, il n'est donc pas pertinent de la proposer comme une mesure de compensation. Cependant, la transplantation des herbiers qui seront physiquement détruits constitue une mesure innovante, permettant d'améliorer la connaissance sur ces écosystèmes.

Cette action de restauration et le suivi devront être réalisés par des scientifiques maîtrisant les processus de transplantation.

Préalablement au battage des pieux, l'emprise stricte des pieux et des pieds de la barge se situant sur des herbiers sera « décapée » manuellement. Compte-tenu du substrat sous-jacent et de la sensibilité de la zone, il n'est pas pertinent de faire intervenir des engins supplémentaires.

Les patchs d'herbiers détachés de l'estran doivent contenir l'ensemble du système racinaire et le substrat associé (sable et débris). Ils seront ensuite immédiatement déplacés et replantés, dans des conditions assurant un stress minimal, sur le site récepteur d'Antakoudja.

Un suivi de l'évolution des patchs transplantés sera réalisé à T+1, T+3, T+12, T+24 et T+36 mois.

Coût estimatif : 10 k€ pour la transplantation et 25 k€ pour les suivis

10. Bibliographie et webographie

- BRGM, 2021. Projet LESELAM 2 (Lutte contre l'Erosion des Sols et l'Envasement du Lagon à Mayotte). Note relative au bassin de Mtsamboro.
- CONDET M., DULAU V., 2016. Habitat selection of two islands associated dolphin species from the south-west Indian Ocean. *Continental Shelf Res.* 125: 18-27.
- Cooke, J.G. 2018. *Megaptera novaeangliae*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2018.
- CREOCEAN 2022. Evaluation de l'impact sonore et mesures de mitigation pour le chantier de battage de l'îlot Mtsamboro.
- DULAU V., PINET P., GEYER Y., FAYAN 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 Ecol.* 5:11. DOI 10.1186/s40462-017-0101-5
- ERSTS P.J., KISZKA J., VELY M., ROSENBAUM R., 2011. Density, group composition and encounter rates of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the easter Comoros Archipelago (C2). *J. Cetacean Res. Managem.* 3: 175-182.
- ETG, 2021. Atterrage à l'îlot Mtsamboro. Faisabilité.
- ETG, 2022. Réalisation du ponton de l'îlot de Mtsamboro et d'aménagement écotouristique. Phase avant-projet.
- KISZKA, J., JAMON, A., ROLLAND, R. & CHARLIER, F., 2005. Mayotte : Observatoire des Mammifères Marins. Bilan d'activité (juillet 2004 – août 2005).
- KISZKA J., SIMON-BOUHET S., GASTEBOIS C., PUSINERI C., RIDOUX V., 2012. Habitat partitioning and fine scale population structure among insular bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) in a tropical lagoon. *Jour. of Exp. Mar. Biol. and Ecol.* 416-417: 175-184.
- KISZKA J., ERSTS P.J., RIDOUX V., 2010. Structure of a toothed cetacean community around a tropical island (Mayotte, Mozambique Channel). *African Jour. Of Mar. Sci.* 32(3): 543-551.
- MEDDE, non daté (ultérieur à 2013). Guide « Espèces protégées, aménagements et infrastructures ». Recommandations pour la prise en compte des enjeux liés aux espèces protégées et pour la conduite d'éventuelles procédures de dérogation au sens des articles L.411-1 et L.411-2 du code de l'environnement dans le cadre des projets d'aménagements et d'infrastructures.
- Mortimer, J.A & Donnelly, M. (IUCN SSC Marine Turtle Specialist Group). 2008. *Eretmochelys imbricata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008.
- MTES, 2020. Préconisations pour limiter les impacts des émissions acoustiques en mer d'origine anthropique sur la faune marine. 209 p.
- MULOCHAU, 2020. Estimation des densités en macro-déchets sur les platiers et récifs frangeants de Mayotte. Impacts sur les communautés coralliennes.
- National Marine Fisheries Service, 2018. 2018 revision to « Technical guidance for assessing the effects of anthropogenic sounds on marine mammal hearing: underwater thresholds for onset of permanent and temporary thresholds shifts.
- PHILIPPE JS, CICCIONE S, BOURJEA J, BALLORAIN K, MARINESQUE S, GLENARD 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)..
- PUSINERI C., CACERES S., KISZKA., RIDOUX V., 2010. Bilan du programme delphinidés 2007-2010 et des études associées. Les delphinidés de Mayotte : Etat des lieux et recommandations.
- PUSINERI C., BARBAUD C., KISZKA J., CACERES S., MOUGNOT J., DAUDIN G., RIDOUX V., 2013. Capture-mark-recapture modelling suggests an Endangered status for the Mayotte Island (eastern Africa) population of Indo-Pacific bottlenose dolphins. *Endang. Species Res.* 23: 23-33.

COMMUNE DE MTSAMBORO
REALISATION DU PONTON DE L'ÎLOT DE MTSAMBORO

Ridgway S.H., 1969. Hearing in the giant sea turtle, *Chelonia mydas*. *Psychology* vol 64, 884-890.

Seminoff, J.A. (Southwest Fisheries Science Center, U.S.). 2004. *Chelonia mydas*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2004.

Southall, B. L., Nowacek, D. P., Bowles, A. E., Senigaglia, V., Bejder, L., & Tyack, P. L. (2021). Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Assessing the Severity of Marine Mammal Behavioral Responses to Human Noise. *Aquatic Mammals*, 47(5), 421–464. <https://doi.org/10.1578/am.47.5.2021.421>

Thomassin BA., 2007. Evaluation de la qualité des eaux côtières du lagon à partir des polluants dosés dans les huîtres médiolittorales (octobre-novembre 2007).

Wickel J., Suivi hivernal 2006 des populations de mammifères marins du lagon de Mayotte. Première campagne de survols aériens.

WICKEL J., NICET J.B., PINAULT M., (2021). Évaluation de l'état de santé des récifs coralliens et des peuplements ichtyologiques à Mayotte- Suivi MSA 2020 des récifs internes et barrière. Rapport MAREX pour le compte du Parc Naturel Marin de Mayotte.

WICKEL J., WICKEL A., BALLORAIN K., 2020. PNA dugong 2021-2025.

www.iucnredlist.org

www.tsiono.fr

ANNEXES

Annexe 1 : Modélisation acoustique du battage de pieux et impacts sur la mégafaune marine (CREOCEAN 2022)

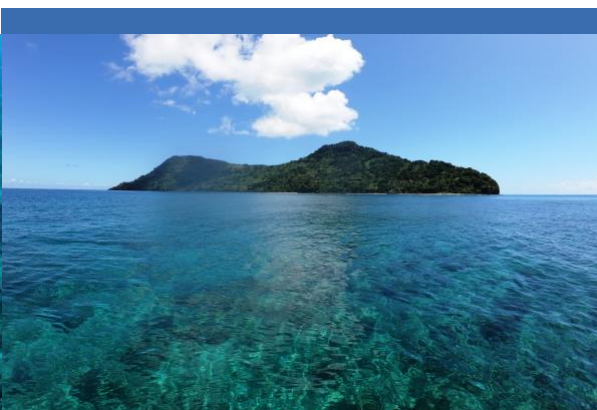


creocean
Océan Indien

www.oi.creocean.fr



keran
Des hommes, une planète
[GROUPE KERAN](#)



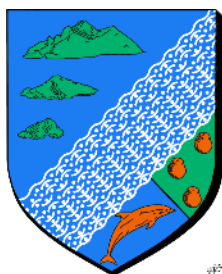
RAPPORT FINAL

Réalisation du ponton de l'ilot de M'tsamboro

Actualisation de l'inventaire faune flore marine du nord-est de l'ilot de M'tsamboro

Mai 2022

COMMUNE DE MTSAMBORO



CLIENT : Commune de MTSAMBORO

COORDONNÉES	Commune de Mtsamboro Mairie annexe de M'tsahara 97630 M'tsamboro
INTERLOCUTEUR <i>(nom et coordonnées)</i>	Suldine ABDALLAH Tél. : 0269 63 74 05 E-mail : suldine.abdallah@mairie-mtsamboro.fr

CREOCEAN OCEAN INDIEN

COORDONNÉES	16 rue Albert Lougnon 97490 Sainte-Clotilde Tél. : 02 63 73 45 52 E-mail : creocean-oi@creocean-oi.fr
INTERLOCUTEUR	Mathilde FACON Tél. : 06 93 40 53 21 E-mail : facon@creocean-oi.fr

RAPPORT

TITRE	Réalisation du ponton de l'ilot de M'tsamboro - Actualisation de l'inventaire faune flore marine du nord-est de l'ilot de M'tsamboro
N° DE COMMANDE	OS n° 2022-30
NOMBRE DE PAGES TOTAL	51
NOMBRE D'ANNEXES	2

VERSION

DATE	RÉFÉRENCE	VERSION	MOTIF	RÉDACTEUR	VALIDATION
31/05/2022	220480-1	V1		MFA	ASN

TABLES DES MATIERES

1. Contexte et objectifs	6
2. Méthodologie.....	7
2.1. Présentation du secteur d'étude	7
2.2. Étude bibliographique.....	8
2.3. Collecte de données de terrain.....	8
2.3.1. Moyens à la mer	8
2.3.2. Cartographie et inventaire des peuplements marins	9
2.3.3. Quantification de l'état de santé des peuplements récifaux	10
2.3.4. Description des herbiers de phanérogames	11
2.3.5. Plan d'échantillonnage.....	12
2.4. Bancarisation des données de terrain.....	13
2.5. Diagnostic des oiseaux marins et côtiers.....	13
2.6. Diagnostic des tortues marines et mammifères marins	14
2.7. Évaluation de l'état initial et des enjeux	14
2.7.1. Diagnostic de l'état initial des peuplements	14
2.7.2. Cartographie de la sensibilité	14
3. Résultats des inventaires sur la biodiversité marine	16
3.1. Biocénoses récifales.....	16
3.1.1. Platier du frangeant d'îlot à herbiers.....	16
3.1.2. Platier du frangeant d'îlot à débris et colonies coralliennes.....	21
3.1.3. Platier du frangeant d'îlot à colonies moyennement denses	22
3.1.4. Front récifal du frangeant d'îlot	23
3.1.5. Tombant du récif frangeant d'îlot	28
3.1.6. Carte de synthèse des biocénoses	30
3.2. Oiseaux marins et côtiers.....	32
3.3. Tortues marines.....	34
3.4. Mammifères marins.....	36
4. Évaluation des enjeux	40
4.1. Valeur patrimoniale	40
4.2. Espèces protégées associées à la zone d'étude	41
4.3. Carte de sensibilité.....	42
4.4. Synthèse des enjeux sur le milieu marin	44
5. Conclusion et perspectives.....	45
6. Bibliographie	46
Annexes	47

1. Contexte et objectifs

L'intensité des pressions exercées sur les îlots de Mayotte diffère selon leur position dans le lagon (proche ou non de Grande Terre ou Petite Terre). Certains îlots, comme celui de M'tsamboro, subissent une pression, notamment touristique, importante et non-régulée engendrant de multiples problématiques telles que le dérangement de la faune, la destruction des habitats naturels ou l'érosion des pentes.

La commune de M'tsamboro porte un projet de valorisation du patrimoine naturel et culturel en soutien aux activités traditionnelles et écologiquement exemplaires sur l'îlot de M'tsamboro, selon les grands axes suivants :

1. **Valorisation écotouristique** en développant des aménagements pour permettre aux visiteurs de découvrir les richesses naturelles du site sans dégrader les milieux (sentiers balisés, aires de pique-nique, observatoire...),
2. **Professionnalisation des agriculteurs** vers des cultures traditionnelles, rentables et respectueuses de l'environnement,
3. **Implication et mobilisation des acteurs locaux** dans cette démarche.

Dans ce contexte, la commune de M'tsamboro a conduit une étude de faisabilité pour identifier les enjeux et proposer les solutions d'aménagements adéquates suivantes :

- La construction d'un ponton d'accès au nord-est de l'îlot,
- La réalisation de sentiers,
- L'élévation d'abris de style « faré »,
- La construction d'un observatoire.

La présente mission se focalise sur les aménagements « maritimes », c'est-à-dire la construction d'un ponton sur pieux au sud-est de l'îlot permettant l'accostage de deux navires d'un gabarit pouvant aller jusqu'à 7 tonnes et 1,5m de tirant d'eau.

D'un point de vue réglementaire la création de cet aménagement sera soumise à **déclaration** au titre de la Loi sur l'eau dont le dossier d'instruction développe tous les aspects environnementaux du projet.

En vue de ce dossier, il est nécessaire de réaliser un inventaire faunistique et floristique du milieu marin sur la zone qui sera impactée par les travaux et déterminer si le projet sera soumis à dérogation d'espèces protégées.

Ces inventaires permettront d'établir l'état initial du site pour le dépôt de la demande d'autorisation du projet nécessaires pour :

- Valider les hypothèses et le site sélectionné lors du pré-cadrage,
- Établir un état zéro des différentes composantes du milieu marin potentiellement affectées par le projet : données d'entrée de l'étude d'impacts,
- Hiérarchiser les enjeux environnementaux sur la zone considérée.

Ce rapport présente les résultats des inventaires réalisés sur le terrain.

2. Méthodologie

2.1. Présentation du secteur d'étude

Le secteur d'étude est situé sur la masse d'eau lagonaire de Mtsamboro - Choizil (FRMC07) présentant un bon état écologique global (2019). Le site propre est ourlé par un récif frangeant bien développé avec un platier récifal d'environ 150 mètres et une pente de type tombant vertical avec faciès à gorgones.

Par conséquent, le secteur d'étude sera subdivisé en 2 zones pour permettre une évaluation spatiale précise des impacts du projet :

- **Une zone d'étude rapprochée**, correspondant à l'emprise stricte des aménagements en mer (nouveau ponton),
- **Une zone d'étude élargie**, correspondant au secteur alentour susceptible d'être impacté par les travaux (ancrage, éventuel panache turbide).

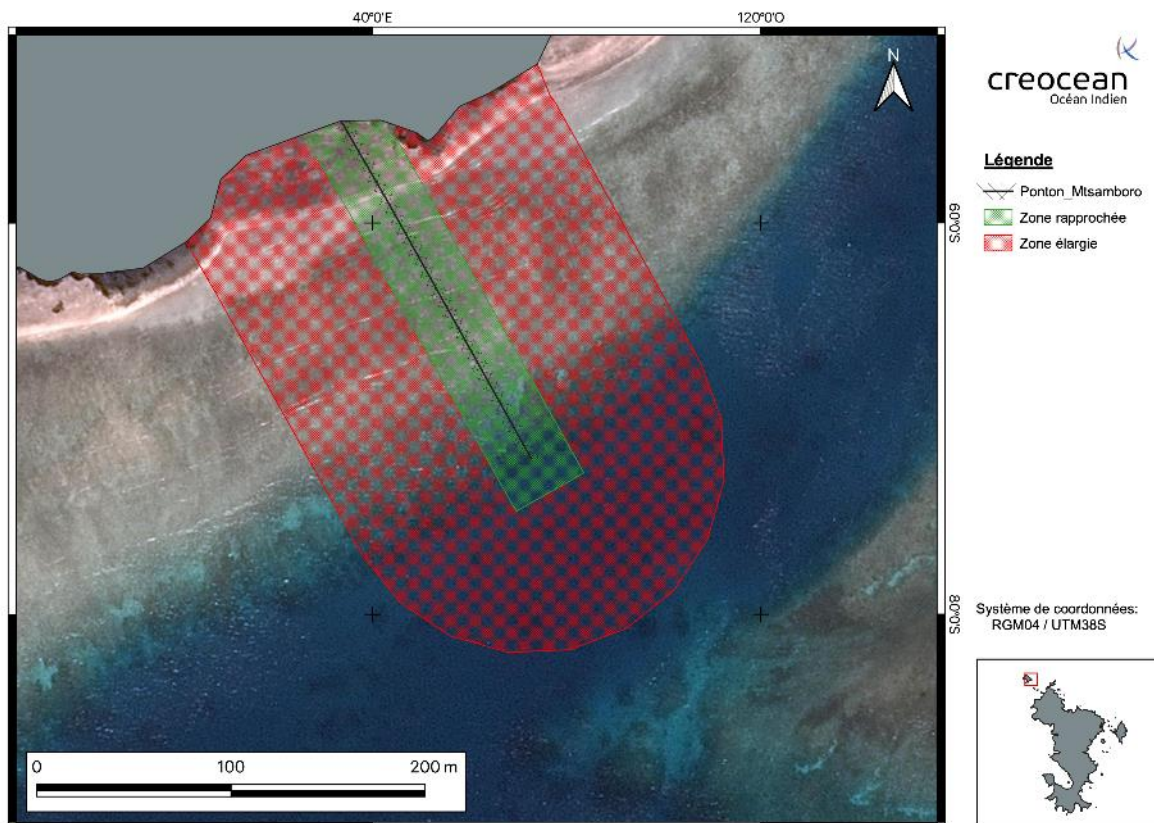


Figure 1: Présentation des zones d'étude

Les aménagements projetés ne feront pas obstacle à la continuité hydraulique, donc aucune modification du transit morfo-sédimentaire n'est à prévoir.

NB : Considérant l'impact sonore sur les tortues et mammifères marins, l'étude bibliographique est menée sur une zone plus large, correspondant aux mailles de 5km² entourant la zone de projet.

2.2. Étude bibliographique

Dans un premier temps, les données bibliographiques relatives au milieu marin et côtier du secteur d'étude ont été compilées :

- Données bathymétriques (Litto3D, SHOM),
- Données courantologiques (BRGM),
- Cartographie des récifs coralliens de Mayotte (CARMAYOTTE, comm. pers.),
- Inventaire ZNIEFF de type I (6M000019 – *Mtsamboro Pointes Sud*) et de type II (6M000005 - *récifs frangeants d'îlot*)
- Observatoire des récifs coralliens de Mayotte (ORC),
- Études diverses sur le secteur d'étude ou à proximité,
- Habitats des dugongs, tortues marines et héron crabier blanc définis dans les PNA respectifs,
- Suivi des populations de tortues marines par le PNMM,
- Observations d'espèces remarquables, tortues marines et mammifères marins compilées dans la base de données Tsiono (PNMM),
- Suivi des oiseaux nicheurs par le GEPOMAY.



Figure 2: Exemple de sources bibliographiques consultées

2.3. Collecte de données de terrain

2.3.1. Moyens à la mer

Les inventaires ont été réalisés depuis un navire professionnel (navire de charge division 222) de la société LAGONAVENTURE. Le navire est équipé d'un fond de verre, ce qui a permis d'effectuer de nombreuses radiales sur le platier.

Les inventaires ont été réalisés :

- A pied sur l'estran à marée basse,
- En apnée sur le platier,
- En plongée sur la pente externe du récifs frangeants.

La localisation des stations et des transitions entre habitats le long des radiales est effectuée à l'aide d'un GPS GARMIN MONTANA 610 étanche.

2.3.2. Cartographie et inventaire des peuplements marins

Protocoles

Les étapes de la réalisation d'une cartographie des habitats sont les suivantes :

- **Etape 1** : pré-cartographie à partir des images disponibles et de la bathymétrie,
- **Etape 2** : vérité-terrain pour valider/enrichir la pré-cartographie,
- **Etape 3** : consolidation pour une restitution des informations sous forme de couches thématiques et d'un document descriptif.

Les vérités-terrain sont effectuées le long des radiales décrites précédemment par une équipe de 2 biologistes, afin d'identifier les transitions d'habitats. Un protocole rapide est mis en œuvre pour effectuer un maximum de points, et augmenter la précision de la carte obtenue :

- **Expert 1** : point GPS à chaque transition d'habitat, relevé de métadonnées caractérisant l'habitat et l'état de santé, estimation du recouvrement corallien par cotation de Dahl (Dahl, 1981), estimation du recouvrement des principales catégories benthiques, identification des phanérogames
- **Expert 2** : relevé des peuplements dominants de poissons et invertébrés, photographies géoréférencées.

Chaque expert dispose d'appareils photo. Les photographies sont géoréférencées et fournies sous forme d'un fichier Google Earth (ci-dessous). Les métadonnées sont saisies directement sous Excel, au moyen d'une tablette tactile sous-marine étanche.



Figure 3: Photographies géoréférencées descriptives du secteur d'étude

Deux grands types de protocoles sont prévus le long de ces radiales :

- L'inventaire de toutes les espèces rencontrées, au niveau taxonomique le plus fin possible pour chaque type de taxon, afin d'obtenir des listes d'espèces exhaustives (protocole ZNIEFF),
- Sur des points ponctuels au sein des différents habitats, l'évaluation quantifiée et répliquable de l'abondance des principaux peuplements. Les protocoles mis en œuvre sont adaptés à chaque type de peuplement (cf ci-dessous).

Plan d'échantillonnage

La description des habitats a été réalisée le long de radiales perpendiculaires et parallèles à la côte, selon le plan ci-dessous.

Paramètres analysés

Les paramètres relevés sont, pour les habitats :

- La nature du substrat,
- L'estimation du pourcentage de recouvrement corallien,
- Les peuplements coralliens, d'herbiers et de poissons dominants,
- L'observation de maladies, signes de blanchissement ou d'espèces prédatrices du corail (*Acanthaster*, *Drupella*, ...).

Pour chaque taxon (benthos fixe, phanérogames, poissons, macro-invertébrés) sont relevés :

- L'identification à l'espèce (ou au genre pour les taxons nécessitant des prélèvements),
- Le statut IUCN,
- La classe d'abondance et le groupe trophique de chaque espèce (ou genre).

2.3.3. Quantification de l'état de santé des peuplements récifaux

Protocoles

Le front récifal, qui correspond à la bordure externe du platier juste au-dessus du tombant, est la zone corallienne la plus riche des récifs frangeants. Elle est d'ailleurs suivie à l'échelle entière de Grande Terre et des îlots dans le cadre de l'ORC (CREOCEAN OI, 2020).

Afin de quantifier précisément le taux de recouvrement des principales catégories benthiques, ainsi que la composition du peuplement corallien, le protocole de MSA adapté, mis en œuvre dans le cadre de l'ORC, a été appliqué sur 3 stations sur la zone d'étude rapprochée et élargie. Ce protocole permet d'obtenir un taux de recouvrement précis à l'échelle de chaque habitat. Un décimètre de 20m est déroulé parallèlement à la côte, et le recouvrement des principales catégories est estimé visuellement au sein de 10 quadrats de 2m x 2m.

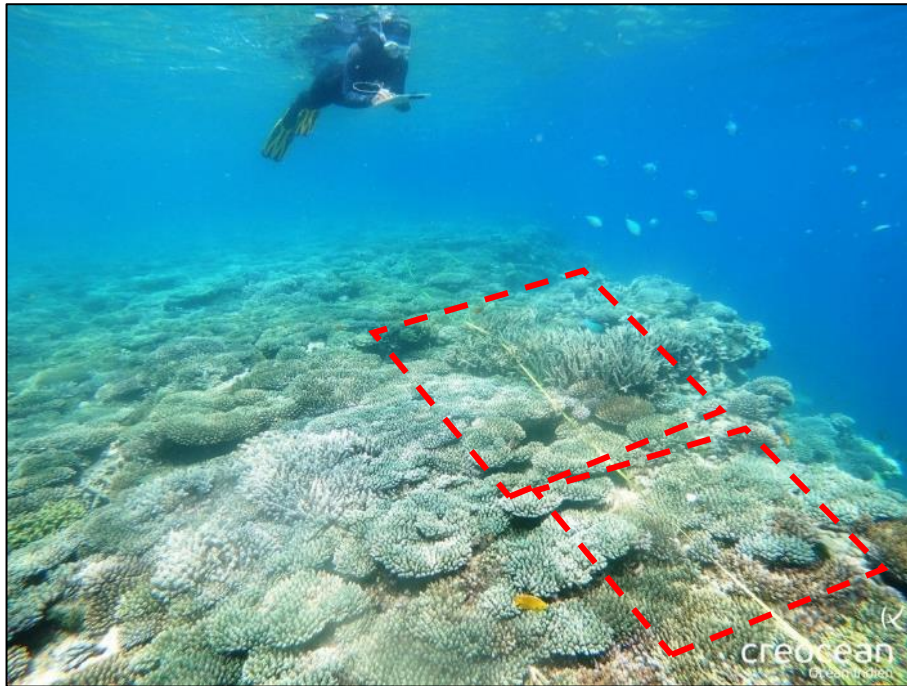


Figure 4: Transect et quadrats visuels selon la méthode du MSA adapté aux récifs frangeants

Des inventaires **de poissons et macro-invertébrés** sont réalisés au sein de points de comptages stationnaires (PCS) de 4m de rayon, sur chacune des stations de MSA adapté. Cette méthode non invasive permet de disposer rapidement de données quantifiées et répliquables. Les individus sont identifiés et dénombrés à l'espèce, avec relevé de la taille pour les familles d'intérêt commercial.

Plan d'échantillonnage

Le MSA adapté a été appliqué sur 3 stations sur le front récifal, autour du tracé envisagé.

Paramètres analysés

Les paramètres relevés sur les stations fixes sont :

- La nature du substrat,
- Le recouvrement des principales catégories benthiques, selon la méthode de l'ORC,
- Les espèces de poissons et de macro-invertébrés,
- La taille des poissons d'intérêt commercial.
- L'observation de maladies, signes de blanchissement ou d'espèces prédatrices du corail.

Les familles d'intérêt commercial sont les Carangidae (carangues), Haemulidae (gaterins), Lethrinidae (capitaines), Lutjanidae (lutjans), Serranidae (mérours) et Scaridae (perroquets).

2.3.4. Description des herbiers de phanérogames

Protocoles

Suite à l'observation d'un herbier sur la totalité de la zone d'étude, le protocole de suivi des herbiers intertidaux appliqué par le PNMM (PNMM, 2020) a été appliqué sur une station centrée sur l'emplacement du futur ponton. Ce protocole consiste à relever des paramètres descriptifs de l'herbier le long de 3 transects de 50m de long, déroulés perpendiculairement à la côte. Sur chaque transect, les données sont relevées au sein de 10 quadrats de 50 x 50 cm espacés tous les 5m.

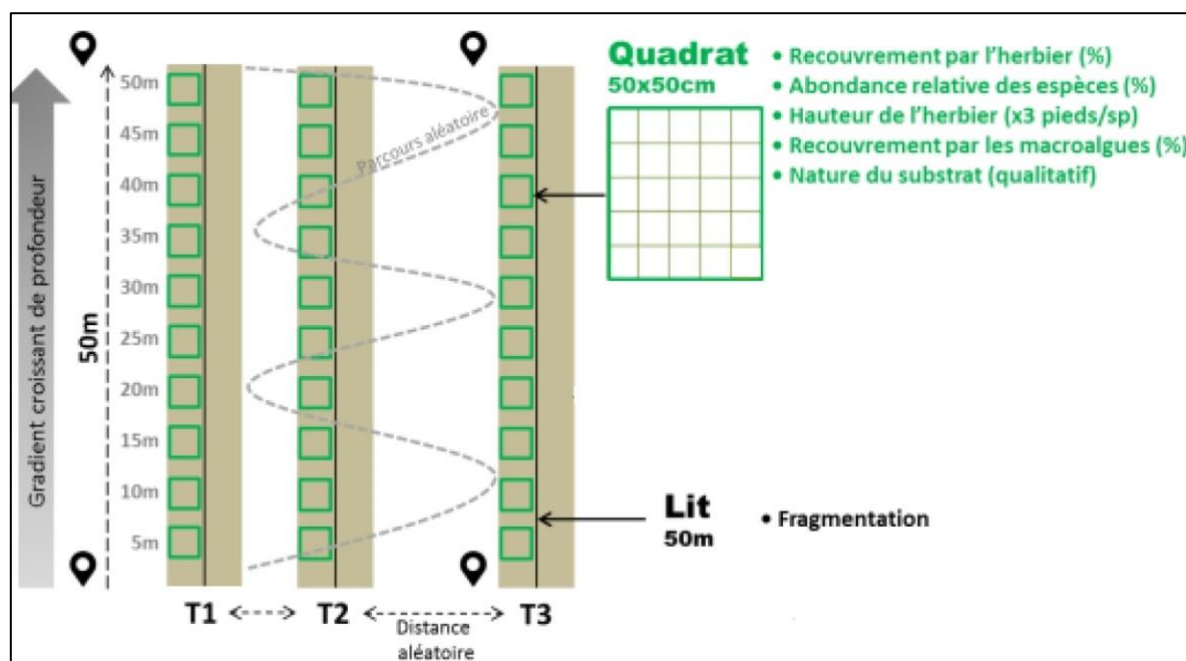


Figure 5 : Protocole de suivi des herbiers intertidaux (d'après Scholten et al., 2020)

Plan d'échantillonnage

Le suivi des herbiers a été réalisé sur une station, soit 3 transects de 50m chacun.

Paramètres analysés

Les paramètres relevés sont :

- La nature du substrat (vase, sable, débris, roche),
- Le recouvrement des différentes espèces de phanérogames,
- Le recouvrement des macroalgues,
- La fragmentation de l'herbier.

2.3.5. Plan d'échantillonnage

Les inventaires marins sont réalisés sous la forme de points fixes et de radiales d'exploration, le long desquelles seront caractérisés :

- Les transitions d'habitats,
- La densité et diversité des peuplements selon les protocoles quantifiables détaillés ci-dessous.

Sur la zone d'étude rapprochée, les radiales sont espacées de 10m afin d'obtenir une cartographie fine et exhaustive autour du projet de ponton (± 20 m).

Sur la zone d'étude élargie, les radiales sont espacées de 50m afin d'évaluer les transitions d'habitats et leurs caractérisations à distance du projet de ponton (± 100 m).

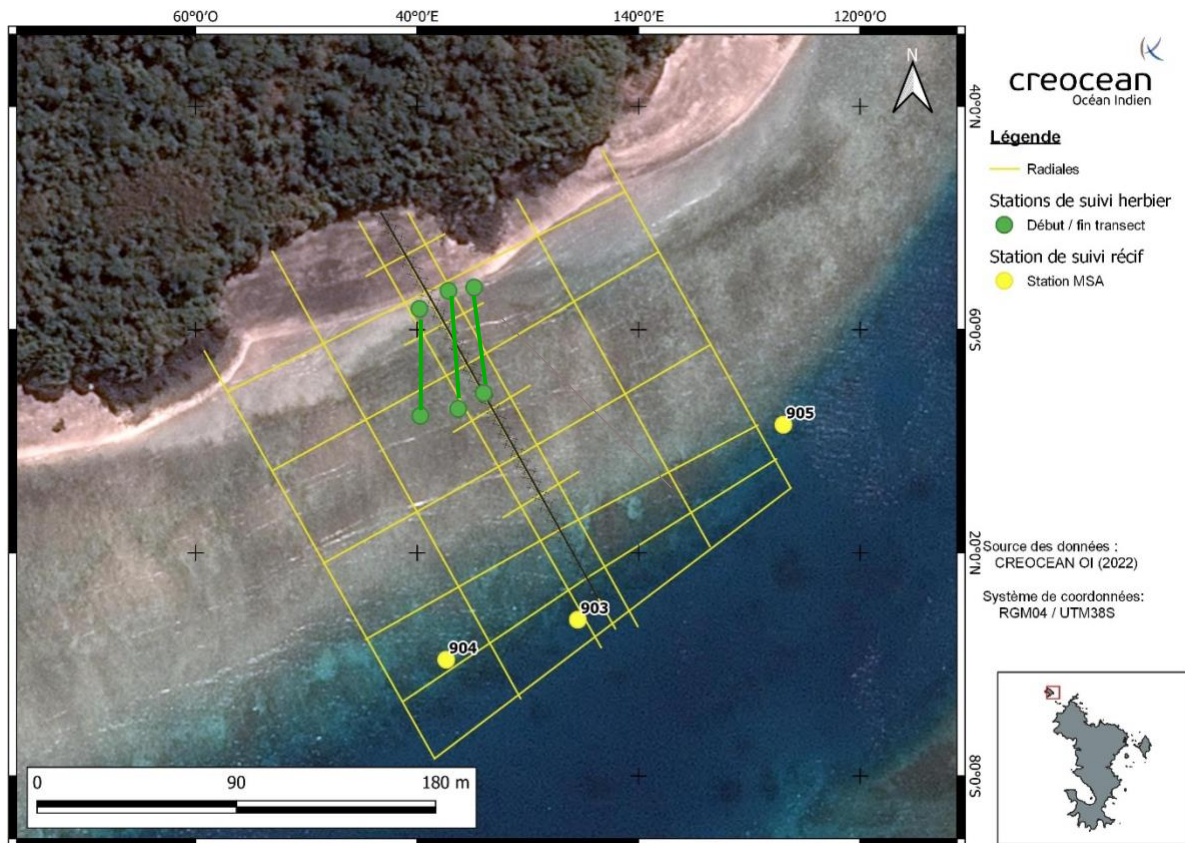


Figure 6: Plan d'échantillonnage des radiales et stations fixes de suivi du front récifal et des herbiers

2.4. Bancarisation des données de terrain

Les données relevées et métadonnées associées sont bancarisées dans un fichier Excel sur une tablette étanche directement à bord du bateau, et sécurisées sur un serveur Sharepoint en direct. Ceci permet (i) un gain d'efficacité, (ii) l'absence d'erreurs de saisie (menus déroulants prédéfinis) et (iii) une sécurisation immédiate des données.

En fonction de la future utilisation éventuelle des données à des fins de monitoring, l'ensemble des données sera bancarisé dans la base nationale BD Récifs sur demande du maître d'ouvrage. En complément, les observations d'espèces ciblées par le réseau « Tsiôno » ont été enregistrées dans la base de données.

2.5. Diagnostic des oiseaux marins et côtiers

Le diagnostic des oiseaux fréquentant l'îlot Mtsamboro a été réalisé d'après la bibliographie, nos retours d'expérience et les informations fournies par le GEPOMAY. Cette base de données contient plus de 16 000 enregistrements issus des observations et des suivis réalisés par les membres du GEPOMAY depuis 2010 et du Conseil départemental (DEDD) de Mayotte depuis 2007, mais également des bénévoles et des observations compilées de la bibliographie disponible.

Lors des inventaires marins, nous avons relevé la présence éventuelle d'oiseaux nicheurs sur la zone d'étude (Phaéton à bec jaune) ou des espèces voyageuses.

2.6. Diagnostic des tortues marines et mammifères marins

Compte-tenu (i) de l'enjeu de la zone d'étude pour ces espèces et (ii) du niveau de connaissance disponible dans la bibliographie, il est prévu de relever toute présence de tortues et mammifères marins lors des prospections de terrain.

Considérant l'impact acoustique des travaux sur les tortues marines et mammifères marins, l'étude bibliographique sera menée sur une zone plus large, correspondant aux mailles de 5km² entourant la zone de projet. Cela représente toute la zone lagunaire autour de l'îlot de M'tsamboro. Les espèces fréquentant fréquemment le lagon de Mayotte seront étudiées d'après les suivis réalisés en routine par le PNMM et les données bibliographiques (Tsiono, PNA, suivis divers) :

Tortues marines	Mammifères marins
Tortue verte (<i>Chelonia mydas</i>)	Baleine à bosse (<i>Megaptera novaeangliae</i>)
Tortue imbriquée (<i>Eretmochelys imbricata</i>)	Dauphin à long bec (<i>Stenella longirostris</i>)
	Grand dauphin de l'Indo-Pacifique (<i>Tursiops truncatus</i>)
	Dauphin tacheté (<i>Stenella attenuata</i>)
	Dugong (<i>Dugong dugon</i>).

Les données utilisées sont donc issues d'un réseau d'observateur, qui ne reflètent que les informations saisies (parfois très variables selon les années) et sous-estime probablement la fréquentation des différentes espèces.

2.7. Évaluation de l'état initial et des enjeux

2.7.1. Diagnostic de l'état initial des peuplements

A l'issue de la collecte de données de terrain, un diagnostic de l'état initial des peuplements marins et côtiers est réalisé. Les différents habitats observés sur la zone d'étude sont cartographiés, décrits et illustrés à l'aide de photographies prises lors des expertises.

NB : conformément à la demande, les autres compartiments constitutifs du milieu marin (hydrologique et sédimentaire) ne font pas l'objet d'un diagnostic. Le diagnostic bibliographique de ces compartiments sera effectué dans l'étude d'impacts du projet.

2.7.2. Cartographie de la sensibilité

Dans un premier temps, l'évaluation de la valeur patrimoniale des habitats de la zone d'étude et des espèces recensés est réalisée à l'aide des indicateurs suivants, sur l'ensemble des groupes :

- Endémicité (Mayotte/canal du Mozambique/océan Indien) et statut IUCN (liste rouge nationale et locale),
- Espèce ou habitat classé déterminant pour les ZNIEFF,
- Espèces protégées par arrêté préfectoral ou au niveau national.

L'évaluation du caractère protégé des espèces est réalisée d'après la réglementation nationale et régionale :

- Arrêté ministériel du 14/10/2005 fixant la liste des tortues marines protégées sur le territoire national et les modalités de leur protection ;

- Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection ;
- Arrêté ministériel du 01/07/2011 fixant la liste des mammifères marins protégés sur le territoire national et les modalités de leur protection ;
- AP n°361/DEAL/SEPR/2018 fixant la liste des espèces animales terrestres (et tortues marines) protégées et les mesures de protection de ces espèces représentées dans le département de Mayotte, et complétant les listes nationales ;
- PNA tortues marines 2015-2020 (Volet Mayotte) ;
- PNA dugong 2020-2024 (Volet Mayotte),
- PNA héron crabier blanc 2019-2023.

Dans un second temps, la synthèse des enjeux pour chaque habitat est réalisée sous forme cartographique et de tableau, en croisant :

- **La sensibilité écologique**, définie comme l'aptitude d'une biocénose à résister à un facteur de stress, et qui dépend de la structuration des peuplements. 4 niveaux de sensibilité écologique sont hiérarchisés : « Très faible », « Faible », « Moyenne » et « Forte ».
- **Les facteurs de vulnérabilité** (pressions/menaces) sur la zone d'étude.
- **Les principales zones d'intérêt patrimonial**, caractérisées par un rôle écologique important.

3. Résultats des inventaires sur la biodiversité marine

3.1. Biocénoses récifales

Les peuplements sont homogènes sur la zone d'étude rapprochée (futur ponton) et élargie. Ils sont décrits ci-dessous par grands types d'habitats, successivement de la côte vers le large.

3.1.1. Platier du frangeant d'îlot à herbiers

Dans le prolongement de la plage, au niveau de la zone de déferlement à marée haute, seul un substrat sableux recouvert de macroalgues (*Padina sp.*) est observé.



Figure 7 : Zone de déferlement sableuse à macroalgues mortes (*Padina sp.*)

Rapidement après les premiers herbiers sont observés avec une densité et une composition spécifique qui varie de la côte vers le large en fonction de (i) la nature du substrat et la proportion de débris et (ii) l'hydrodynamisme.

Densité des herbiers : taux de recouvrement

Trois transects d'analyse ont été réalisés (Figure 6) pour caractériser précisément les taux de recouvrement des herbiers qui varient entre 11 et 23%. Ces données sont cohérentes avec les résultats de l'étude réalisée par le Parc Naturel Marin de Mayotte à proximité de notre zone d'étude (Scholten et al., 2020).

Afin d'extrapoler à l'échelle de la zone d'étude, le recours aux indices de classe est une méthode permettant de mettre en évidence certaines disparités entre les observations et de limiter aussi la subjectivité des estimations de recouvrement.

Tableau 1: Indices attribués en fonction du pourcentage de recouvrement du substrat par les herbiers (D'après Braun-Blanquet et al., 1952)

Indice	Classe de recouvrement
1	< 5%
2	5 – 25%
3	25 – 50%
4	50 – 75%
5	> 75%

Selon cette grille d'indice de recouvrement, la zone d'étude présente en moyenne un indice de 2 (classe 5 – 25%). Ce faible recouvrement peut s'expliquer par :

- La localisation de l'îlot dans un système ouvert, non protégé par la barrière récifale et soumis aux influences océaniques (hydrodynamisme, courants) notamment durant l'été austral (De la Torre Y. et al., 2003).
- Le broutage par les espèces herbivores, en particulier les tortues marines abondantes sur le secteur.
- La présence de débris qui limite, d'une manière purement physique, le recouvrement en herbier. Si l'on calcule le recouvrement en herbier sur les zones de substrat meuble uniquement, celui-ci est compris entre 30 et 32% par transect et présente en moyenne un indice de classe 3.

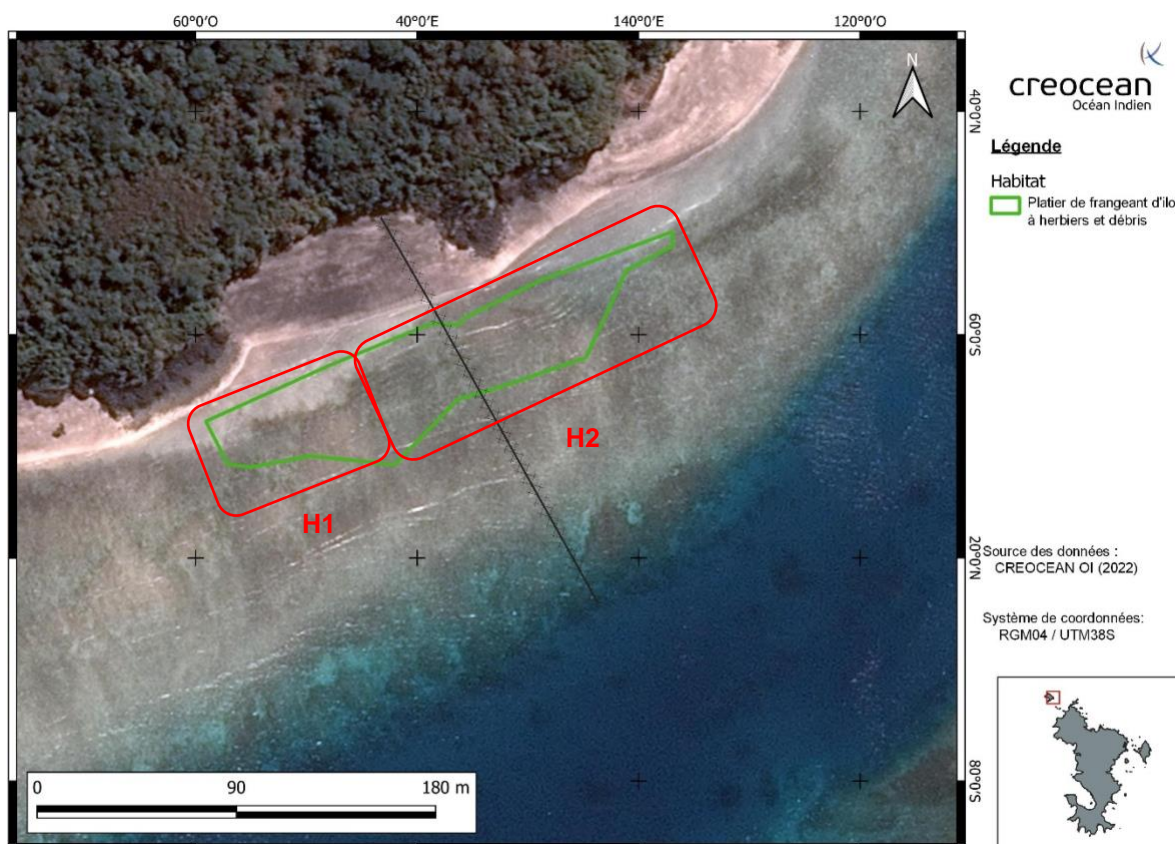


Figure 8 : Recouvrement estimé en herbiers sur la zone d'étude

Il apparait donc que le taux de recouvrement des herbiers est hétérogène sur la zone d'étude élargie de sorte que l'on peut distinguer deux zones, parallèlement à la côte :

- **A l'ouest (H1), les herbiers sont peu denses** du fait d'une forte proportion de débris (partie basse de la classe 5-25%). Cette caractéristique est observée sur un linéaire de 50m environ.
- **Sur le reste de la zone d'étude (H2), les herbiers sont plus denses** sous forme de grands patches entre les débris (partie haute de la classe 2 et partie basse de la classe 3).

Composition des herbiers : richesse spécifique et abondance

Cette campagne terrain a permis de recenser 4 espèces réparties en 4 genres de phanérogames marines : le complexe *Halophila ovalis/minor*, *Halodule uninervis*, *Syringodium isetifolium*, *Thalassia hemprichii*. Ces dernières comptent parmi les 11 espèces déjà recensées à Mayotte lors du suivi herbier de 2004.

Les résultats d'abondance relative montrent que l'espèce *Halodule uninervis* est la plus abondante parmi la communauté de phanérogames, suivie par *Thalassia hemprichii* (Figure 9).

Bien que souvent associée aux autres phanérogames, *Halodule uninervis* est l'espèce largement dominante car c'est une espèce pionnière qui présente les plus grandes capacités d'adaptation aux variabilités des conditions environnementales (Masini et al. 2001).

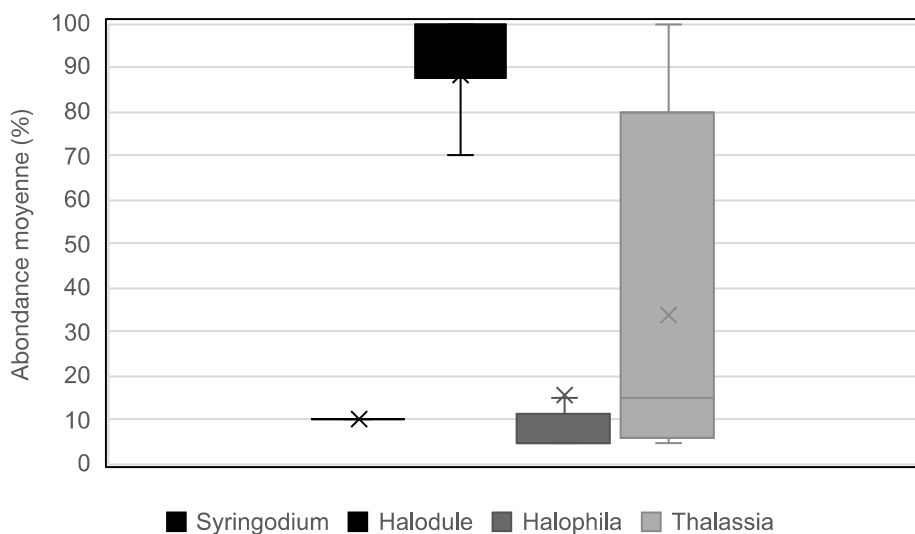


Figure 9 Abondance relative moyenne des espèces (%)

Un gradient de densité et de composition est également observé perpendiculairement à la côte, de manière systématique sur la zone :

- La présence du complexe *Halophila ovalis/minor* uniquement dans les 20 derniers mètres de la plage, où l'hydrodynamisme semble le plus marqué. Sur un des transects, ce complexe est même largement majoritaire en bordure immédiate de la plage.
- Au contraire, l'espèce *T. hemprichii* est plus abondante sur la bordure externe de l'herbier.
- Les densités sont maximales au milieu de la zone d'herbiers. Sur ces zones, l'espèce *H. uninervis* domine largement, mais on note fréquemment une association avec *S. isoetifolium*.



Figure 10 : Herbier à *Halophila* spp.

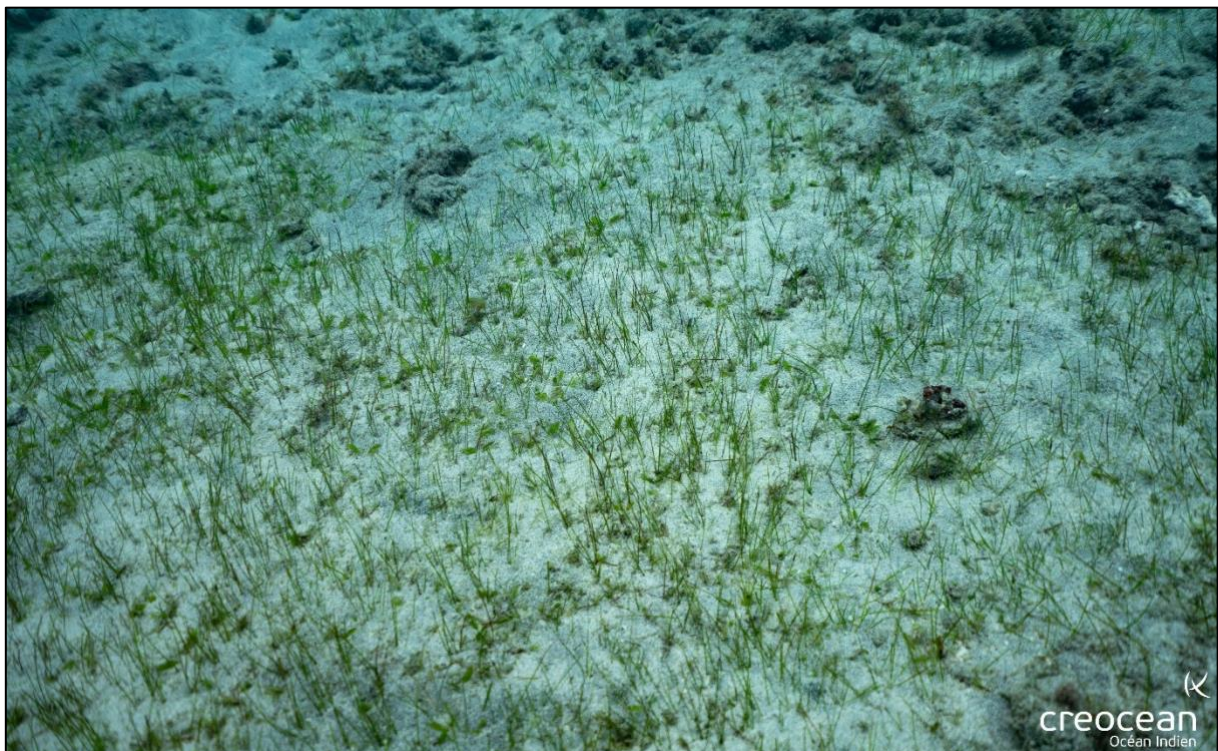


Figure 11 : Herbier mixte à *Halophila ovalis/minor* et *Halodule uninervis*

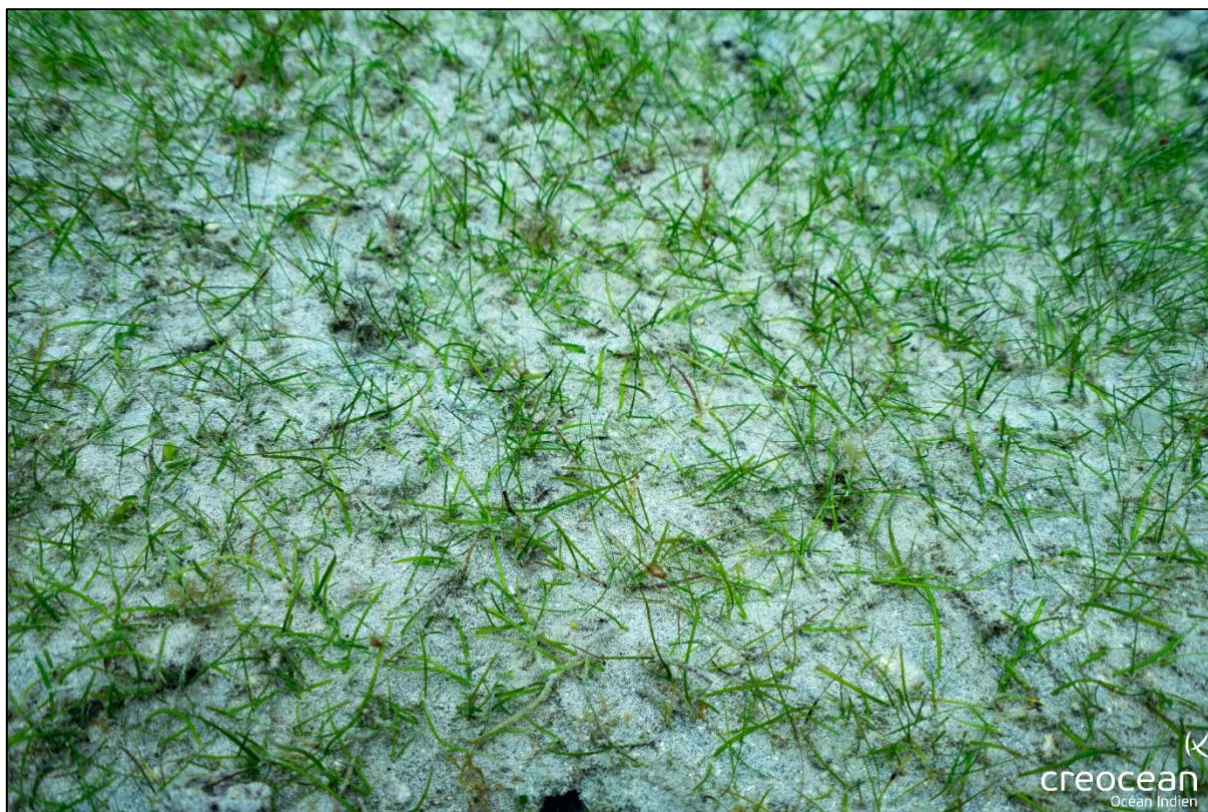


Figure 12: Herbier mixte à *Halophila ovalis/minor*, *Halodule uninervis*, *S. isoetifolium* et *Thalassia hemprichii*

Biodiversité des herbiers : faune et flore associée

Les herbiers épars ne semblent pas abriter de faune particulière, cependant la faune inféodée au platier détritique est observée. De nombreux juvéniles de poissons (labres, papillons, chirurgiens) s'abritent dans les débris coralliens.

Le recouvrement moyen des macro-algues a été estimé à 7% sur les stations d'étude. Leur recouvrement varie également en fonction de l'hydrodynamisme.

3.1.2. Platier du frangeant d'îlot à débris et colonies coralliennes

Les herbiers laissent ensuite place à un platier détritique à débris, macroalgues et de rares colonies coralliennes. Ces colonies massives ou encroûtantes sont de petite taille (<10cm) et recouvrent moins de 5% du substrat. Ces caractéristiques témoignent d'un turn-over régulier et de conditions défavorables, liées à un hydrodynamisme marqué et un exondement fréquent selon les marées.

En se rapprochant du front récifal, le recouvrement corallien augmente légèrement et atteint localement 20%. Les colonies sont de plus grandes tailles et toujours peu diversifiées, avec essentiellement des coraux massifs et des Acropores digités.

Les mêmes peuplements de juvéniles de poissons que ceux cités précédemment sont observés. L'observation d'un juvénile de vivaneau pagaie (*Lutjanus gibbus*), espèce d'intérêt commercial, confirme le rôle de nurserie de ces petits fonds détritiques.

A noter l'observation d'une holothurie verte (*Stichopus chloronotus*), espèce d'intérêt commercial en Asie et fréquemment prélevée dans l'océan Indien.



Figure 13 : Platier détritique à rares colonies coralliennes de petite taille

3.1.3. Platier du frangeant d'îlot à colonies moyennement denses

En se rapprochant du front récifal, le recouvrement corallien augmente progressivement. Il est de 10 à 30% sur cette zone de transition entre le platier détritique et le front récifal.

Les Acropores digités de taille moyenne (environ 20 cm) dominent largement, signe de conditions environnementales pouvant être contraignantes. Quelques Acropores tabulaires, Acropores submassifs ou coraux massifs de la même taille complètent le peuplement.



Figure 14 : Platier détritique à rares colonies coralliennes de petite taille

3.1.4. Front récifal du frangeant d'ilot

Le front récifal du récif frangeant de l'ilot Mtsamboro est entrecoupé par des sillons sablo-détritiques. Ceux-ci sont plus abondants à l'ouest de la zone d'étude, avec un tombant moins bien marqué. Sur la partie à l'est de la zone, le tombant est plus net et le recouvrement corallien plus régulier.



Figure 15 : Sillon détritique entrecoupant le front récifal

La carte ci-dessous décrit la couverture corallienne le long du front récifal, estimé visuellement à l'aide de la cotation de Dahl (1981). La composition corallienne varie le long du front récifal. Les observations le long de la radiale et les suivis quantitatifs réalisés selon le protocole de l'ORC mettent en évidence 3 zones distinctes :

- **Un recouvrement corallien exceptionnel immédiatement à l'est (zone B)** du tracé envisagé (plus de 50% avec une portion à près de 100%). Les peuplements sont caractérisés par de grands massifs de coraux foliacés et de nombreux Acropores tabulaires de grande taille.
- **Un bon recouvrement corallien sur la zone A**, avec principalement des Acropores tabulaires de grande taille et quelques sillons détritiques localisés. Le recouvrement avoisine les 50%.
- **Un recouvrement moyen sur la zone C** (20-50%) du fait de la présence plus régulière de sillons détritiques. Le peuplement corallien semble soumis à un turn-over légèrement plus important, avec des colonies de plus petite taille. Il reste cependant en bonne santé et diversifié, avec un équilibre entre Acropores tabulaires, Acropores digités, coraux massifs, submassifs et foliacés.

A noter que sur l'ensemble du front récifal, la quasi-totalité du substrat non colonisé par la faune benthique fixe (coraux, éponges, ...) est recouverte d'algues calcaires encroûtantes. Seules des zones très localisées présentent une faible proportion de turf algal ou de macroalgues. Ce constat est signe d'une bonne qualité de l'eau, et est associé à des écosystèmes coralliens en bonne santé.

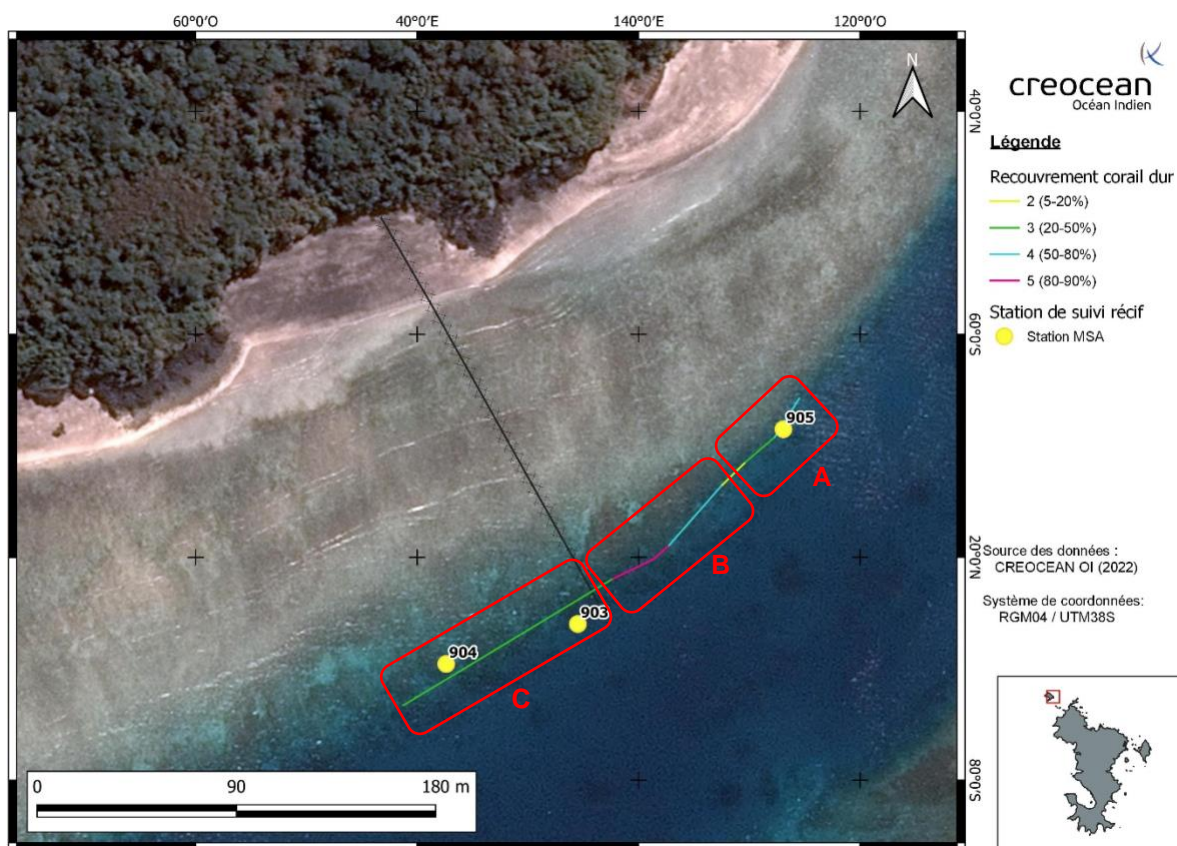


Figure 16 : Recouvrement corallien estimé le long du front récifal sur la zone d'étude

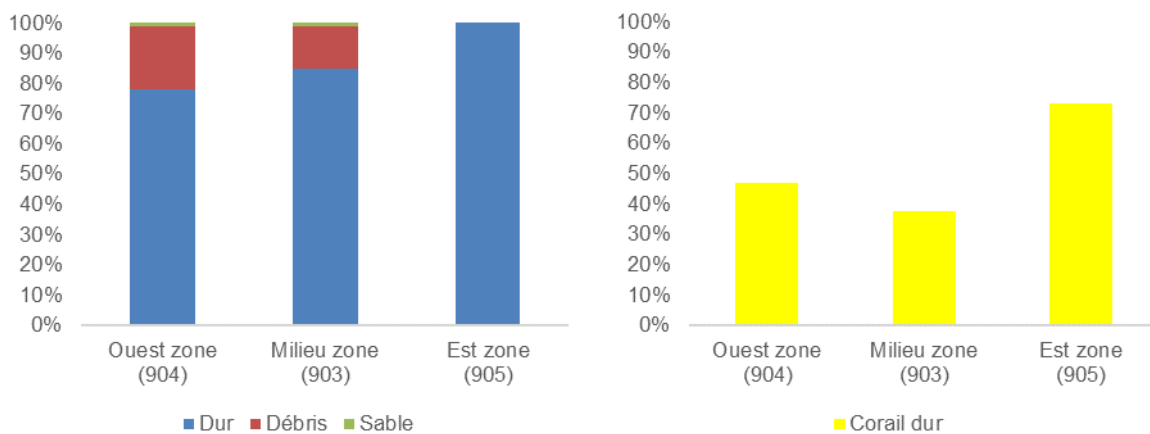


Figure 17 : Proportion des différents types de substrat et recouvrement en corail dur par station

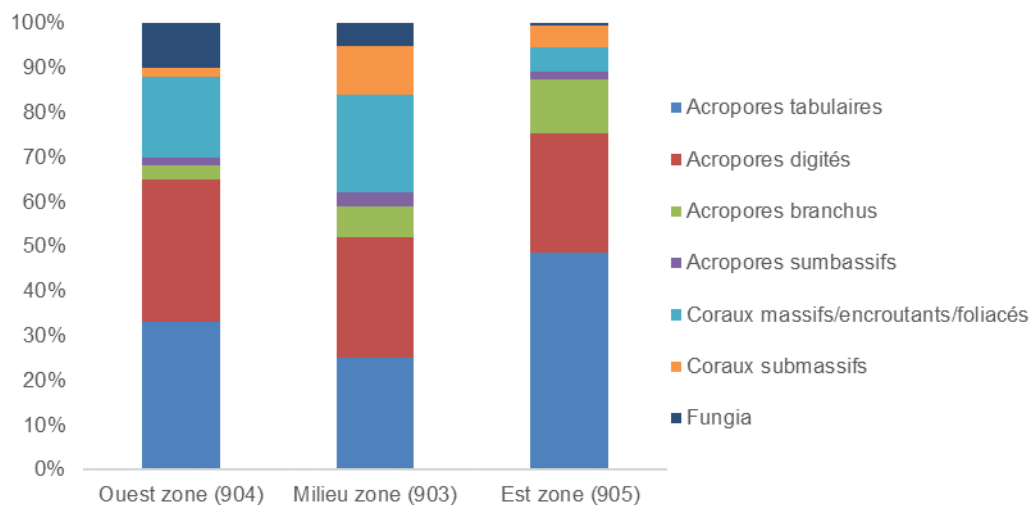


Figure 18 : Composition du peuplement corallien par station

A titre d'illustration, quelques photographies des zones coralliennes et des travées détritiques sont présentées ci-dessous.



Figure 19 : Station 905 à l'est de la zone à recouvrement élevé et grands Acropores tabulaires



Figure 20 : Station 903 au droit du tracé envisagé



Figure 21: Alternance entre sillon détritique et zone corallienne sur la station 904 à l'ouest



Figure 22 : Alternance entre sillon détritique et zone corallienne sur la station 904 à l'ouest

Les espèces de poissons recensées sont typiques des récifs coralliens de Mayotte : demoiselles, poissons-papillons, labres principalement. Il est intéressant de noter :

- Le poisson-papillon *Chaetodon trifascialis* sur la station 905, classé Quasi-menacé sur la liste rouge de l'IUCN et espèce déterminante pour les ZNIEFF. Cette espèce est inféodée à des habitats coralliens en bonne santé, composés majoritairement d'Acropores.
- La présence régulière de poisson-lime à taches orange *Oxymonacanthus longirostris*, classé Vulnérable sur la liste rouge mondiale de l'IUCN du fait de la dégradation de son habitat, et espèce déterminante pour les ZNIEFF.
- L'observation de petits individus d'intérêt commercial : plusieurs mérours *Cephalopholis argus*, capitaines bossu *Monotaxis grandoculis*, un perroquet *Scarus sp.*, Tous font entre 12 et 16cm, soit des tailles inférieures à la maturité sexuelle.

Les densités sont élevées, principalement en lien avec la présence de bancs de demoiselles planctonophages. Elles sont corrélées au recouvrement corallien et à la diversité des peuplements, avec des valeurs maximales sur la station 905 (220 ind./100m²), qui est celle au plus fort taux de recouvrement (75%). La structure trophique du peuplement ichthyologique est similaire sur toutes les stations, et montre :

- Une dominance nette des planctonophages, en lien avec l'abondance des demoiselles (*Chromis fieldi*, *C. ternatensis*, *C. weberi*, *C. viridis*).
- La quasi-absence des herbivores, à relier à la faible proportion de turf algal et de macroalgues.

NB : du fait de la très mauvaise visibilité le deuxième jour du suivi, il n'a pas été possible de réaliser d'autres PCS sur le tombant qui soient représentatifs des peuplements.

Tableau 2 : Synthèse des caractéristiques des peuplements ichthyologiques

Abondance (ind./100m ²) Diversité totale	Front récifal			Tombant
	903	904	905	PCS1
	32	127	221	61
	9	12	15	8

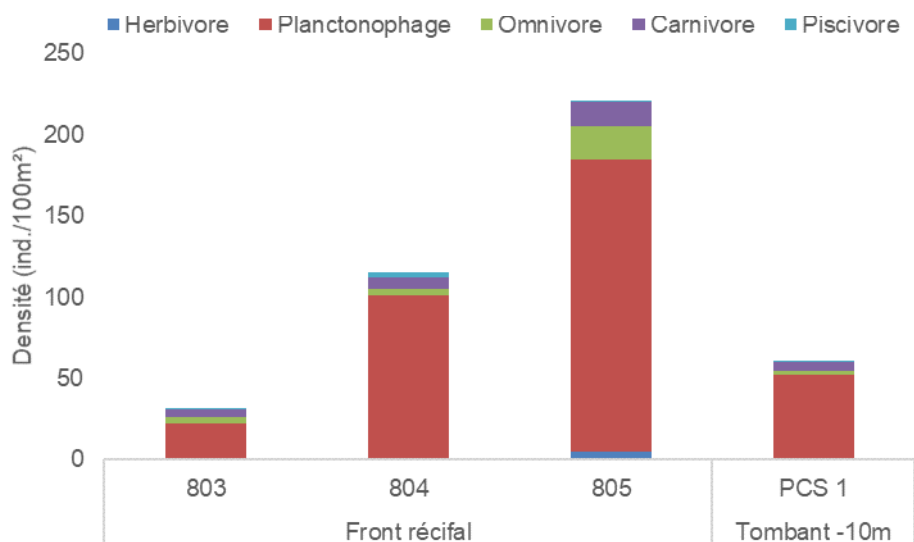


Figure 23 : Structure trophique des peuplements ichthyologiques sur les 4 points de comptage

3.1.5. Tombant du récif frangeant d'îlot

Le front récifal est prolongé par un tombant plus ou moins net selon la zone, et entrecoupé par des sillons sableux dans lesquels s'accumulent les débris coralliens. Au pied de ce tombant sur -12m se trouve une plaine sableuse peu colonisée, à l'exception de rares massifs coralliens.

Les peuplements du tombant sont décrits ci-dessous et sont séparés en deux horizons. La réalisation des prospections avec un vent fort et une houle marquée a permis d'observer les conditions de visibilité parfois mauvaises autour de l'îlot, avec une remise en suspension importante du sable et dans une moindre proportion des particules fines.

L'horizon -6m est bien colonisé par les coraux durs, avec des travées sableuses et détritiques régulières. Une fine couche de particules fines est observée sur le fond sableux, indiquant un léger envasement. Les Acropores tabulaires, digités et branchus dominent, signe d'un bon état de santé. De nombreux coraux massifs et submassifs sont également observés avec une bonne diversité.

Là encore, les espèces de poissons sont typiques des récifs de Mayotte. Il est intéressant de noter :

- Une babone *Plectropomus laevis* de petite taille (14cm ; inférieure à la maturité sexuelle), qui est une espèce commerciale prisée, classée comme espèce déterminante au titre des ZNIEFF
- Le poisson-papillon *Chaetodon trifascialis*, classé Quasi-menacé sur la liste rouge de l'IUCN et espèce déterminante. Cette espèce est inféodée à des habitats coralliens en bonne santé, composés majoritairement d'Acropores.
- La présence régulière de poisson-lime à taches orange *Oxymonacanthus longirostris*, classé Vulnérable sur la liste rouge mondiale de l'IUCN du fait de la dégradation de son habitat, et espèce déterminante pour les ZNIEFF.
- Des perroquets adultes (*Chlorurus sordidus*) et juvéniles.



Figure 24 : Petits massifs coralliens sur -6m

Sur l'horizon -10m, les travées sableuses et détritiques sont nombreuses. Des massifs coralliens épars sont régulièrement observés, faisant de 2 à 5m de large. Ils abritent des morphotypes coralliens assez diversifiés avec des colonies de grandes tailles : Acropores tabulaires et digités, coraux massifs. De nombreuses gorgones de taille moyenne sont également observées. Les coraux mous sont rares.

De nombreux Acropores tabulaires en partie morts et envasés sont observés. Ce constat suggère un certain stress, probablement lié à la sédimentation de particules fines, qui n'est pas observé plus haut à -6m. Un envasement modéré a en effet été régulièrement observé tout le long de l'exploration.



Figure 25 : Acropora en partie mort et envasé (gauche) et massif corallien (droite) sur -10m

Les espèces de poissons varient par rapport à l'horizon -6m, mais il s'agit toujours de peuplements habituels : demoiselles, girelles, labres, poissons papillons et zancles notamment. Les seules espèces d'intérêt notable sont :

- Quelques capucins pouvant être d'intérêt commercial (*Parupeneus spp.*),
- Présence régulière de poisson-lime à taches orange.

Des bécards et des holothuries noires (*Bohadschia atra*) sont également régulièrement observés, que ce soit sur le front récifal ou sur le tombant.



Figure 26 : Bénitiers dans un corail massif *Diploastrea heliopora* sur -6m

3.1.6. Carte de synthèse des biocénoses

Les sections précédentes décrivent les habitats benthiques de la zone d'étude. La carte ci-dessous synthétise l'étendue de chacune des biocénoses.

..

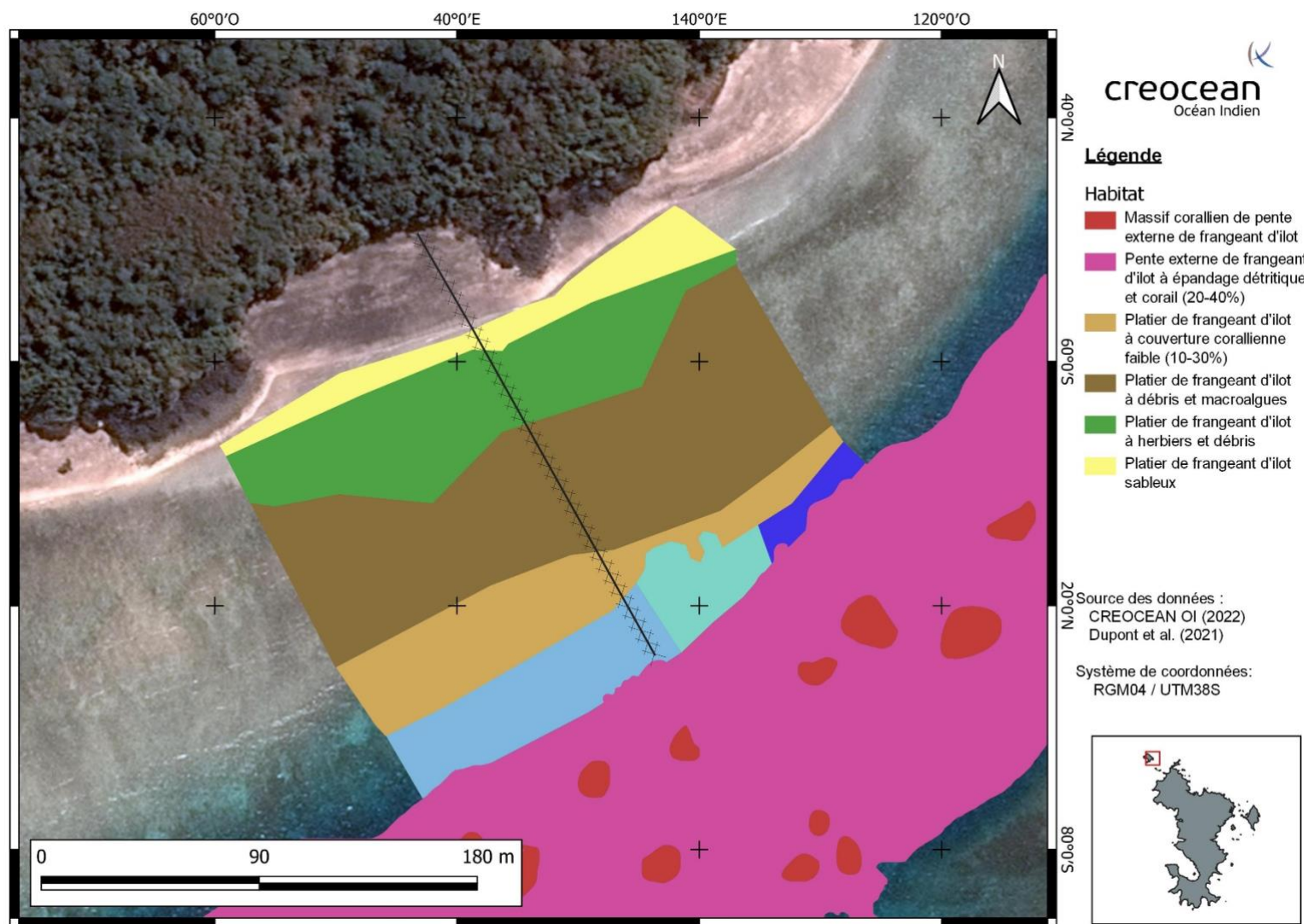


Figure 27 : Biocénoses observées sur la zone d'étude

3.2. Oiseaux marins et côtiers

L'îlot de sable blanc à proximité immédiate de la zone d'étude est un reposoir à sternes d'importance internationale (GEPOMAY-ENTROPIE, 2022). Il est fréquenté par de nombreuses espèces migratrices (Sterne voyageuse, Noddi brun), principalement entre février et mai, mais reste largement moins fréquenté que les autres reposoirs de Mayotte comme l'îlot de sable blanc du sud, de Choizil ou la Vasière des Badamiers.

Le tableau ci-dessous synthétise la présence éventuelle des principaux oiseaux menacés sur l'îlot Mtsamboro, et liste les espèces fréquentant régulièrement l'îlot (GEPOMAY 2022). Le statut IUCN indiqué est celui spécifique à Mayotte, défini par l'UICN France, le MNHN et le GEPOMAY en 2014. De plus le statut de protection sur arrêté préfectoral (361/DEAL/SEPR/2018) est indiqué pour chaque espèce.

Tableau 3 : Synthèse des espèces d'oiseaux menacés et présents sur l'îlot (hors espèces exotiques)

	Espèce	UICN Mayotte	AP	Zone d'étude	Îlot Mtsamboro	Précisions
Oiseaux d'eau	Héron crabier blanc	En danger critique	x	Non	Non	
	Héron de Humblot	En danger	x	Non	Non	
	Grande Aigrette	En danger	x	Non	Non	
	Héron strié	Quasi-menacé	x	Non	Non	Présence occasionnelle (1 individu entre 2013 et 2016)
	Grèbe castagneux	Vulnérable	x	Non	Non	
	Drome ardéole	Vulnérable	x	Non	Non	1 observation en 2013 (1 individu)
Autres espèces	Phaéton à bec jaune	Vulnérable	x	Non	Oui	Seul oiseau marin nicheur. La falaise de la pointe de l'îlot est un des principaux sites de nidification.
	Martinet malgache	En danger	x	ND	Oui	Reproduction suspectée dans les falaises
	Talève d'Allen	Vulnérable	x	Non	Non	
	Pigeon des Comores	Vulnérable	x	Non	Non	
	Drongo de Mayotte	Vulnérable	x	Non	Non	
	Faucon pèlerin	Vulnérable	x	Non	Non	Observation occasionnelle en 2013
Oiseaux du lagon	Sterne voyageuse	Quasi-menacé	x	Oui	Oui	Fréquentation importante, moindre que sur îlot de sable blanc du sud et de la passe Choizil.
	Sterne huppée	Quasi-menacé	x	Non	Non	Sur îlot de sable blanc du sud et de Choizil.
	Noddi brun	Quasi-menacée	x	Oui	Oui	Faible fréquentation, principalement sur îlot de sable blanc du sud et de la passe Choizil.
	Sterne fuligineuse	LC	x	Probable	Probable	1 observation en 2015 sur l'îlot de sable blanc
	Sterne à joue blanche	NA	x	Oui	Oui	Sur îlot de sable blanc, dont phase reproduction
	Sterne de Saunders	DD	x	Oui	Oui	Sur îlot de sable blanc

Noddi à bec grêle	LC	x	Probable	Probable	Présence probable sur l'îlot de sable blanc
-------------------	----	---	----------	----------	---

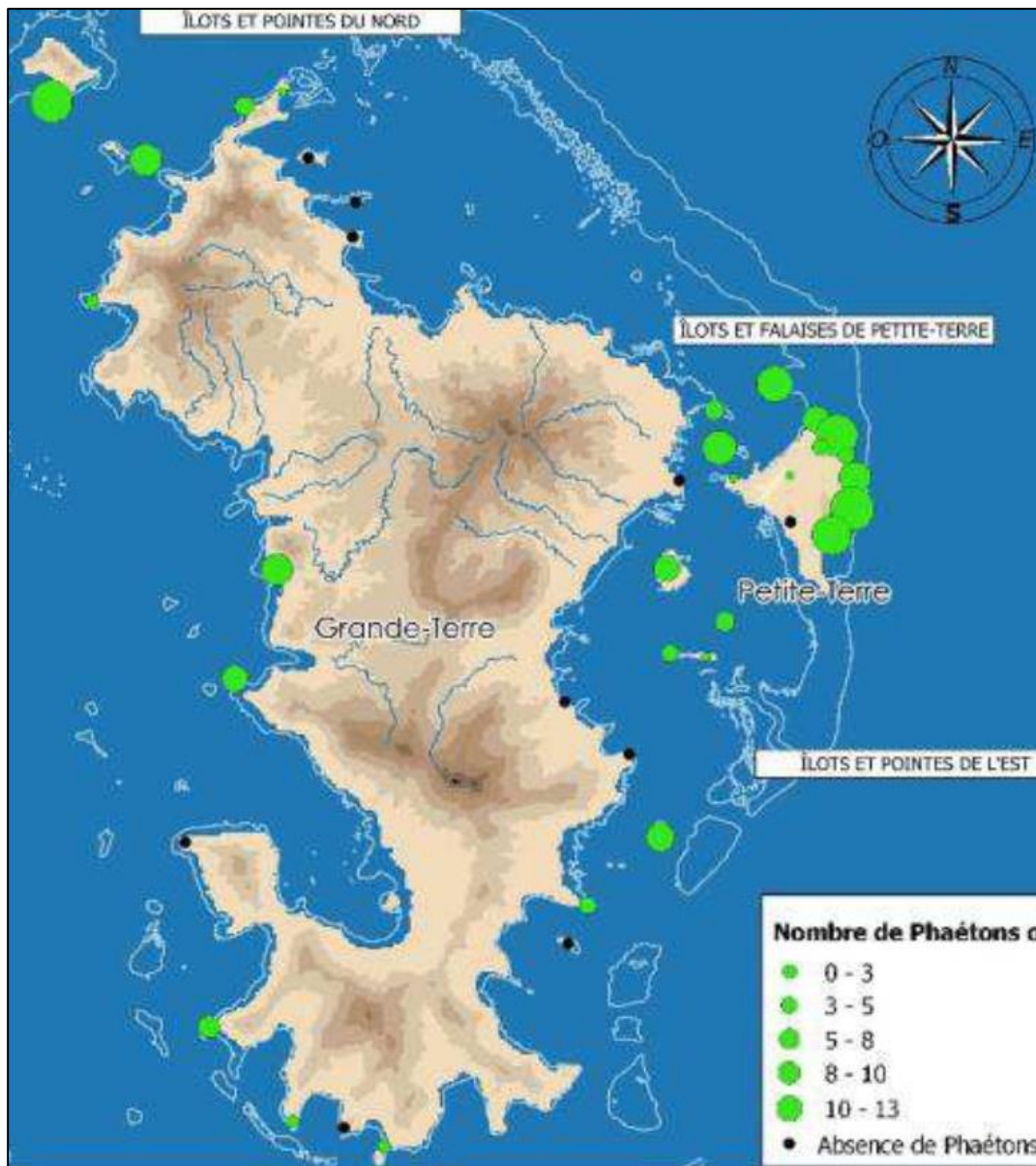


Figure 28 : Répartition des colonies Phaétons à bec jaune en 2015-2016 (GEPOMAY, 2017)

De manière générale, les îlots hauts du lagon n'ont qu'un intérêt limité pour les oiseaux marins et côtiers autres que le Phaéton à bec jaune (ROCAMORA, 2004). Cependant des espèces d'oiseaux migrateurs menacés fréquentent l'îlot de sable blanc à proximité immédiate du secteur d'étude (sternes, noddis). Ailleurs sur l'îlot, les falaises abritent des colonies d'oiseaux nicheurs avérés (Phaétons à bec jaune - Figure 28) et probables (martinet malgache). **Plusieurs espèces menacées de Mayotte sont donc présentes à proximité immédiate de la zone d'étude.**

3.3. Tortues marines

Deux espèces de tortues marines se reproduisent et sont fréquentes à Mayotte :

- Tortue verte (*Chelonia mydas*), classée « En danger » sur la liste rouge de l'IUCN,
- Tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*), classée « En danger critique ».

Les inventaires de terrain ont confirmé la fréquentation par des tortues avec l'observation, au droit du tracé du ponton, une tortue verte ou imbriquée (espèce non déterminée du fait de la mauvaise visibilité).

Les eaux bordant l'îlot Mtsamboro sont très fréquentées par les tortues vertes du fait de la présence d'herbiers (PNA tortues marines 2015-2020).

En termes de reproduction, les plages au nord-ouest et au nord-est sont très fréquentées par les deux espèces (PNMM 2022). La plage des Pêcheurs était moyennement fréquentée entre 2003 et 2008 (PNA 2015-2020) mais n'a pas fait l'objet de ponte entre 2019 et 2021. L'augmentation de la fréquentation du site pourrait être en cause. La zone d'étude du présent projet, située au sud-est de l'îlot, n'est pas un site de ponte majeur. De 2003 à 2008, seule une trace y a été observée en 2008 (PNA 2015-2020), et aucune entre 2019 et 2021.

L'îlot Mtsamboro dans son ensemble représente donc une zone d'alimentation et de reproduction préférentielle pour ces espèces. La plage ciblée pour le futur ponton n'est cependant pas un site de ponte privilégié.

D'autres espèces fréquentent plus ou moins régulièrement les eaux mahoraises. Parmi elles, la tortue caouanne (*Caretta caretta*) est la plus fréquemment observée. La base de données Tsiono (PNMM) a recensé 1 observation entre 2014 et 2020 dans la maille de 5 km x 5 km entre l'îlot et Grande Terre. Les individus adultes n'ont jamais été observés en phase de nourrissage ni de reproduction à Mayotte (PNA 2015-2020).

NB : les observations des autres espèces de tortues sont rares dans le lagon. Elles ne sont donc pas prises en compte dans cette étude.

Carte de la répartition des traces de tortues marines en fréquentation relative sur l'ensemble des plages de Mayotte

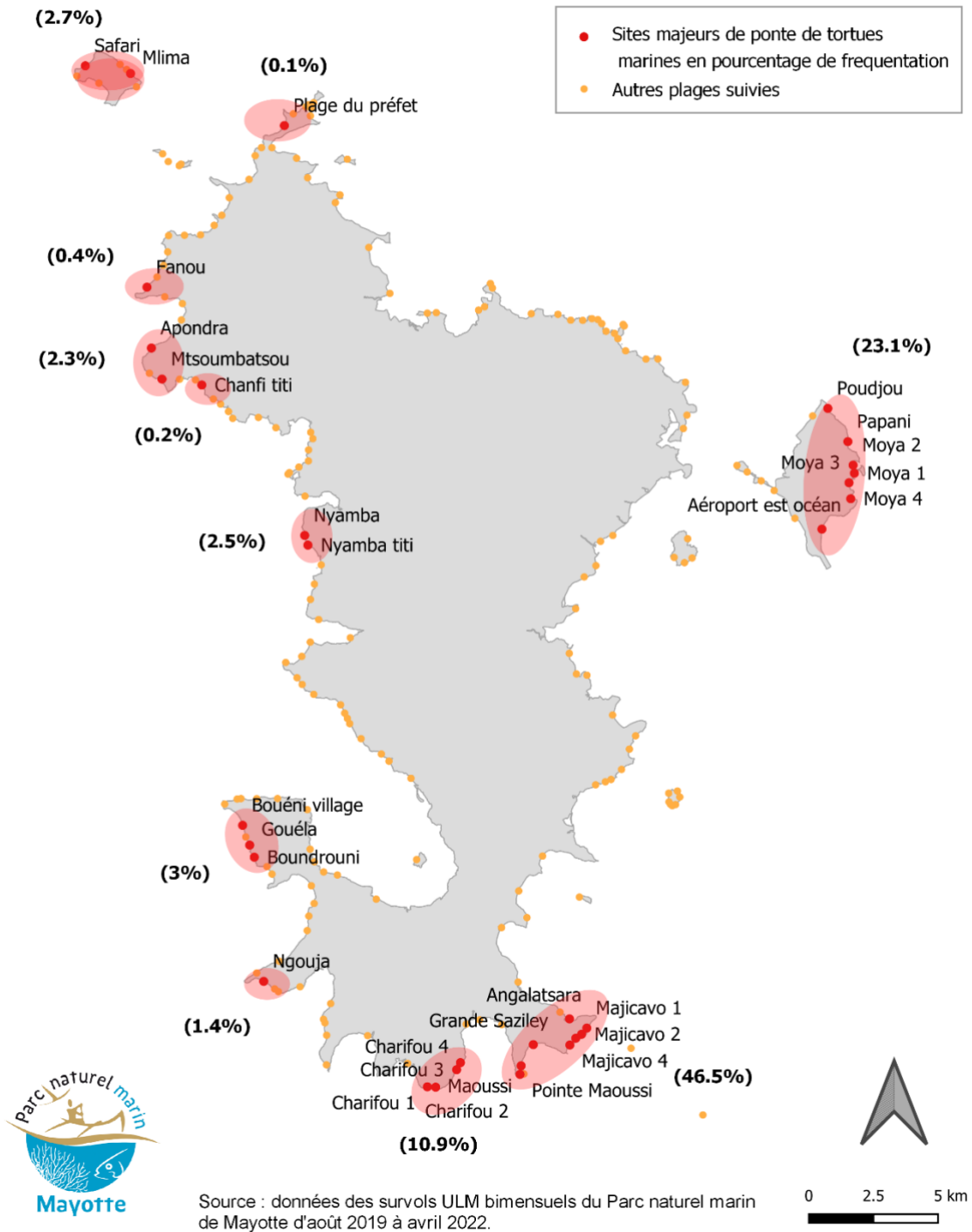


Figure 29 : Sites de ponte prioritaires pour les deux espèces de tortues marines (PNMM, 2022)

3.4. Mammifères marins

Parmi un total de vingt-quatre espèces de mammifères marins recensé à Mayotte, les 5 espèces suivantes fréquentent régulièrement le lagon :

- Baleine à bosse (*Megaptera novaeangliae*)
- Dauphin à long bec (*Stenella longirostris*)
- Grand dauphin de l'Indo-Pacifique (*Tursiops truncatus*)
- Dauphin tacheté (*Stenella attenuata*)
- Dugong (*Dugong dugon*).

Cette étude n'incluait pas de prospection de terrain sur ce volet de sorte que ce travail est basé sur une analyse bibliographique des données issues du réseaux d'observateur TSIONO (PNMM).

Grand Dauphin de l'Indo-Pacifique

Bien que son habitat soit réparti sur l'ensemble du lagon, le Grand Dauphin de l'Indo-Pacifique fréquente régulièrement la zone d'étude (Figure 30) de sorte que celle-ci représente une des zones de fréquentation préférentielle, au même titre que les côtes au nord-est et est de Grande Terre. A noter, le peu d'observation à l'ouest est probablement lié à un effort d'observation moindre.

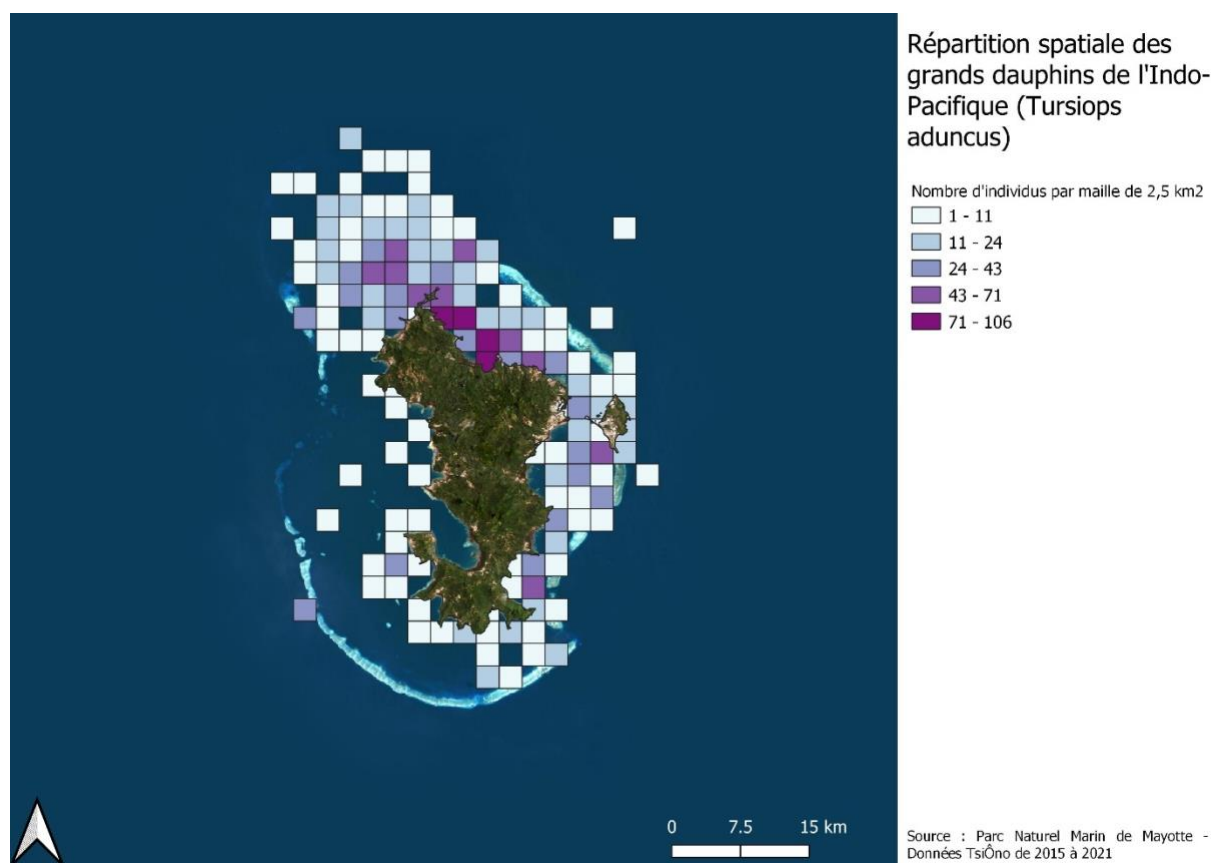


Figure 30: Observations de Grand Dauphin de l'Indo-Pacifique entre 2015 et 2021 (TsiŌno, 2021).

Dauphin à Long bec - Dauphin tacheté

Les dauphins à long bec et tacheté sont des espèces du large dont les observations se concentrent principalement à l'extérieur du lagon. Bien qu'ils fréquentent occasionnellement le lagon, le zone autour l'îlot Mtsamboro ne semble pas représenter une zone d'habitat, d'alimentation ou de reproduction

préférentielle. La fréquentation des deux autres principales espèces de mammifères marins est présentée ci-dessous.

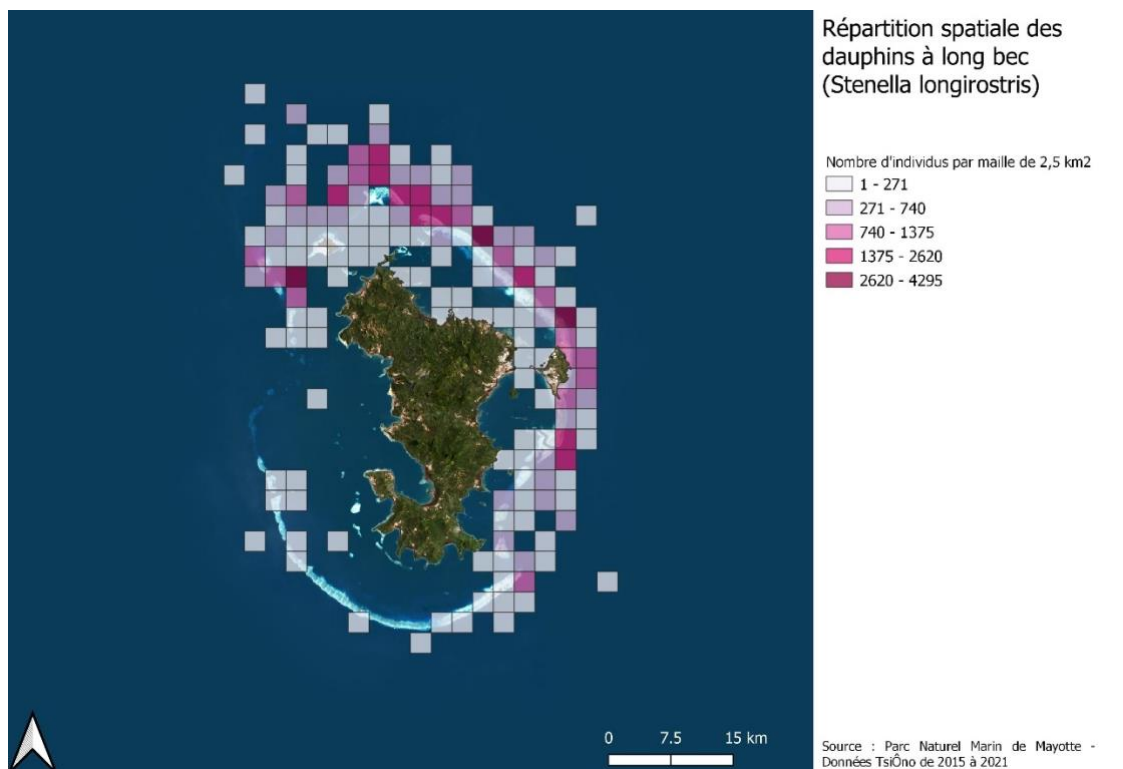


Figure 31 : Observations de Dauphin long-bec entre 2015 et 2021 (Tsiono, 2021).

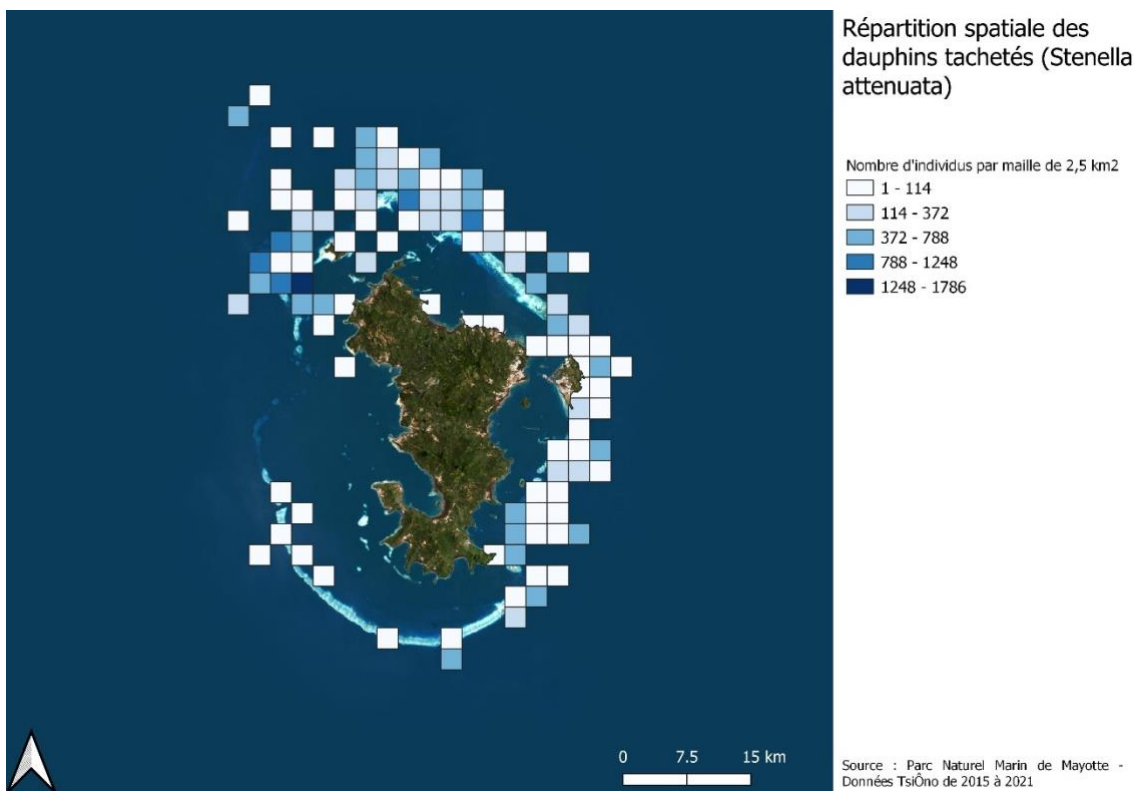


Figure 32 : Observations de Dauphin tacheté entre 2015 et 2021 (Tsiono, 2021)

Baleine à bosse

La baleine à bosse fréquente les eaux mahoraises en phase de reproduction durant l'hiver austral (juillet à novembre). Bien que cette espèce reste principalement à l'extérieur du récif barrière, elle peut ponctuellement être observée dans le lagon et plus spécifiquement au niveau du banc de l'Iris situé au nord de la zone d'étude (Figure 33).

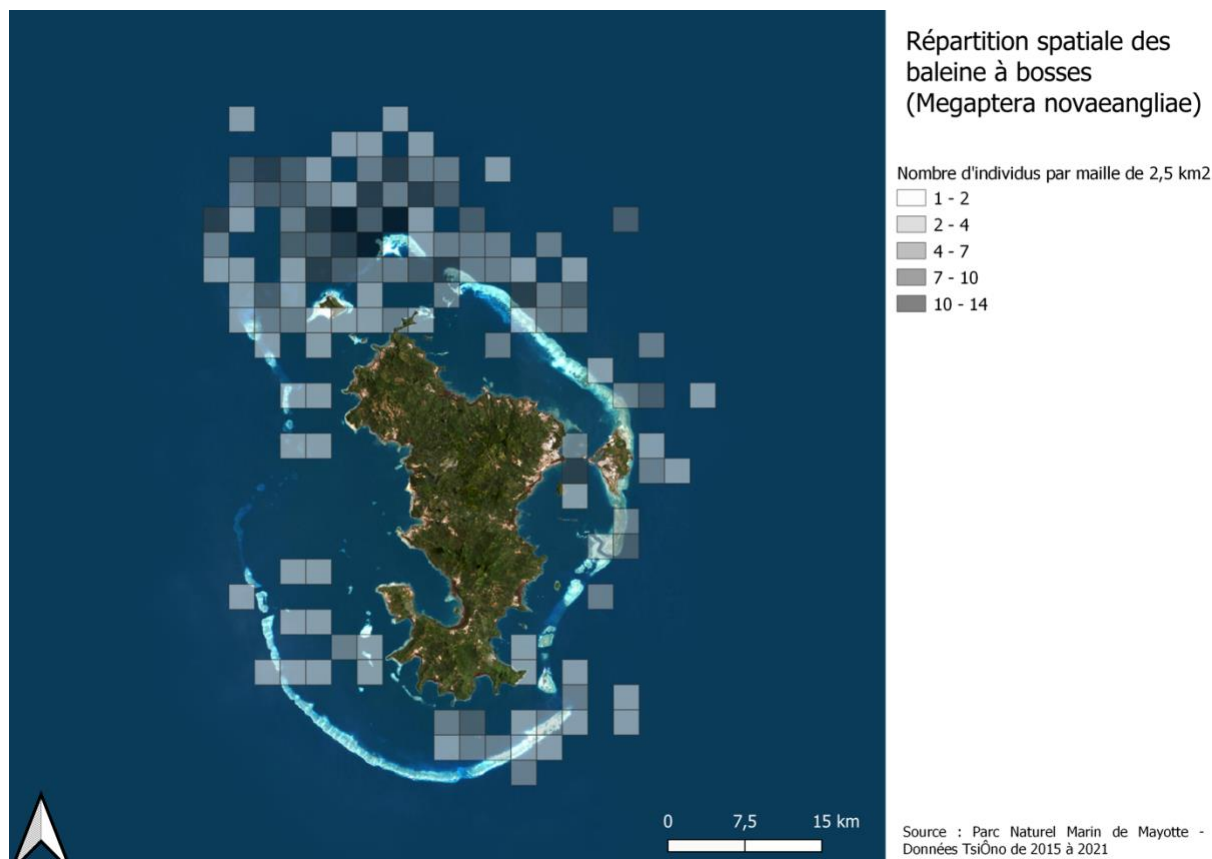


Figure 33: Observations de la baleine à bosse entre 2015 et 2021 (Tsiono, 2021)

Dugong

La distribution du dugong est intimement liée à celle des herbiers pour leur alimentation. En dehors de ces périodes d'alimentation, l'espèce privilégie les zones protégées comme les baies et les larges chenaux des mangroves. Le fait que le dugong soit inféodé à ces milieux côtiers en fait une espèce particulièrement sensible aux impacts anthropiques.

Cependant l'îlot Mtsamboro, et globalement le nord de Mayotte, ne font pas partie des zones de conservation prioritaire de l'espèce (PNA Dugong 2021-2025 - Figure 34). Bien qu'un dugong ait été vu récemment au nord de l'îlot Mtsamboro (PNMM, comm. pers.), cette observation localisée est très rare et l'individu semblait en déplacement plutôt qu'en phase d'alimentation.

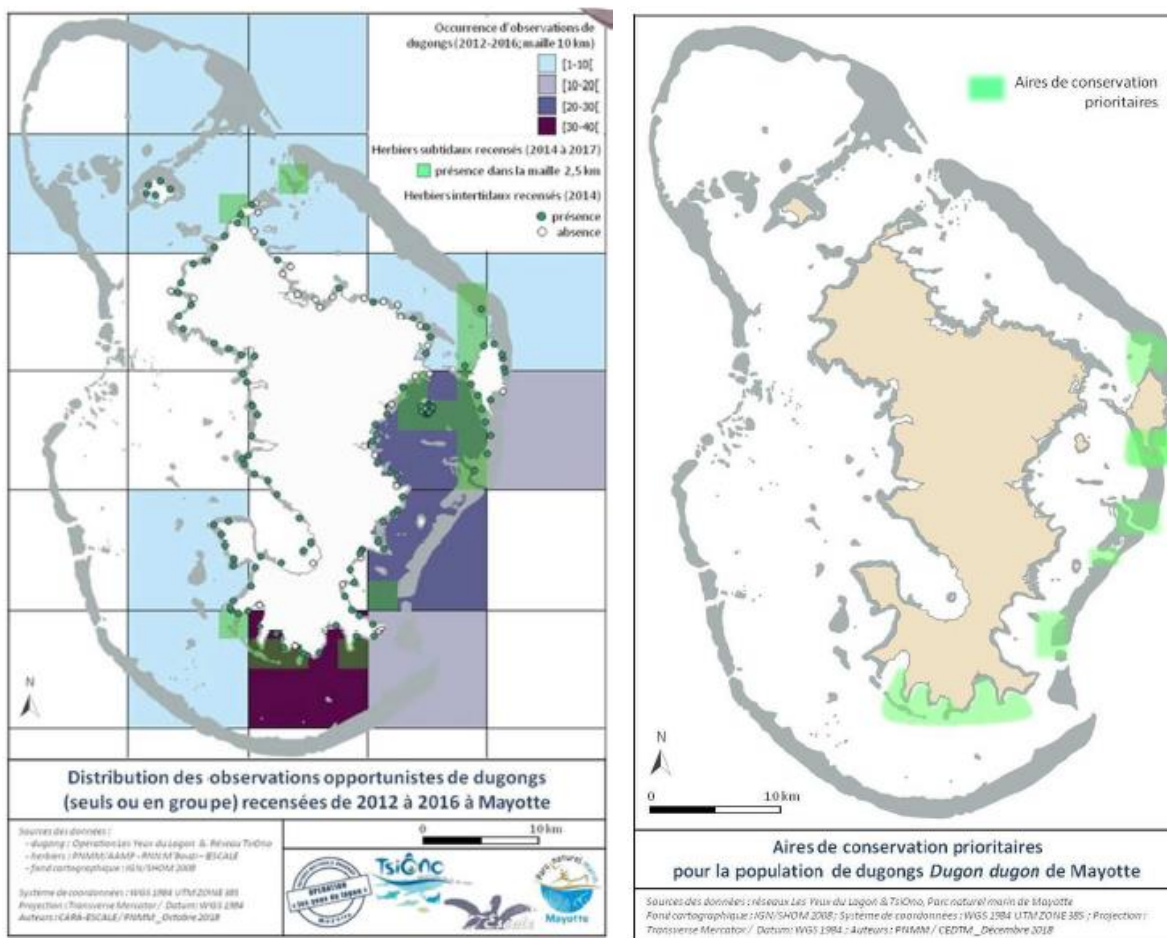


Figure 34: (gauche) Distribution des observations opportunistes de dugongs recensée de 2012 à 2016 à Mayotte (droite) Délimitation des aires de conservation prioritaires pour la population de *Dugon dugon* de Mayotte (PNA 2021–2025)

4. Évaluation des enjeux

La sensibilité des habitats et espèces aux pressions d'origine anthropique fait aujourd'hui partie intégrante des paramètres à prendre en compte pour une gestion efficace du milieu marin et pour répondre aux objectifs de conservation de l'environnement. Il est notamment essentiel d'évaluer cette sensibilité pour :

- Permettre d'identifier les pressions qui pourraient compromettre l'état écologique des habitats et espèces,
- Évaluer la vulnérabilité des habitats et espèces et les risques d'impact liés aux activités humaines,
- Aider à orienter et prioriser des mesures de gestion qui soient adaptées et cohérentes à l'échelle locale et régionale.

4.1. Valeur patrimoniale

La valeur patrimoniale est une notion subjective qui attribue une valeur d'existence forte aux espèces qui sont plus rares. Les espèces patrimoniales rassemblent donc l'ensemble des espèces protégées, des espèces menacées (liste rouge) et des espèces rares, ainsi que des espèces ayant un intérêt scientifique ou symbolique. Le statut d'espèce patrimoniale n'est donc pas un statut légal.

Par ailleurs, plusieurs espèces de faune marine sont sur les listes rouges de l'IUCN (liste « Mayotte » pour les coraux (IUCN France 2020), et liste mondiale pour les poissons).

Tableau 4 : Espèces de poissons sur la liste rouge mondiale de l'IUCN

Espèce	Statut IUCN mondial
<i>Oxymonacanthus longirostris</i>	Vulnérable
<i>Chaetodon trifascialis</i>	Quasi-menacé

Tableau 5 : Espèces de coraux sur la liste rouge Mayotte de l'IUCN

Espèce	Statut IUCN Mayotte	Espèce	Statut IUCN Mayotte
<i>Acropora austera</i>	Quasi-menacé	<i>Physogyra lichtensteini</i>	Vulnérable
<i>Acropora clathrata</i>	Vulnérable	<i>Seriatopora cf caliendrum</i>	Vulnérable
<i>Acropora cytherea</i>	Vulnérable	<i>Stylophora pistillata</i>	Quasi-menacé
<i>Acropora florida</i>	Quasi-menacé		
<i>Acropora grandis</i>	Quasi-menacé		
<i>Acropora hemprichii</i>	Quasi-menacé		
<i>Acropora hyacinthus</i>	Vulnérable		
<i>Acropora intermedia</i>	Vulnérable		
<i>Acropora lutkeni</i>	Vulnérable		
<i>Acropora microphthalma</i>	Vulnérable		
<i>Acropora secale</i>	Quasi-menacé		
<i>Diploastrea heliopora</i>	Vulnérable		
<i>Goniopora cf columna</i>	Quasi-menacé		
<i>Heliopora coerulea</i>	En danger		
<i>Isopora palifera</i>	Vulnérable		

Plusieurs espèces de poissons, coraux et herbiers sont également des espèces déterminantes au titre des ZNIEFF à Mayotte.

4.2. Espèces protégées associées à la zone d'étude

Bien que l'ensemble des espèces de coraux durs et de phanérogames marines de Mayotte figure dans un projet d'arrêté préfectoral listant les espèces protégées, cet arrêté ne devrait pas voir le jour dans les délais du projet. **Les seules espèces observées sur la zone d'étude à avoir le statut d'espèces protégées sont :**

Les tortues marines

Comme partout dans le monde et dans tout l'océan Indien, les populations de tortues marines de Mayotte sont menacées. Les tortues vertes et les tortues imbriquées sont inscrites sur la liste rouge des espèces menacées de l'UICN (Union Mondiale pour la Conservation de la Nature) et sont considérées comme « en danger » pour la tortue verte et « en état critique » pour la tortue imbriquée. Du point de vue de la réglementation, toutes les tortues marines sont protégées sur l'ensemble du territoire national par l'arrêté ministériel du 14 octobre 2005. Protégeant les spécimens (notamment contre la capture ou le commerce), cet arrêté interdit également « la destruction, l'altération ou la dégradation du milieu particulier des tortues marines ». Au niveau local, il est interdit de capturer ou de ramasser les oeufs des tortues marines des espèces *Chelonia mydas* (tortue verte) et *Eretmochelys imbricata* (tortue imbriquée) depuis 1977 (arrêté n° 4/AGR, 1977).

En raison de leurs caractéristiques biologiques (forte dépendance vis-à-vis des habitats, croissance lente et maturité sexuelle tardive), ces espèces sont extrêmement sensibles aux dégradations de leurs habitats, et aux pressions anthropiques d'une manière générale : urbanisation de l'île, fréquentation de plus en plus importante des plages et envasement des herbiers sont les principaux facteurs ayant un impact négatif sur leurs habitats.

Pour ces deux espèces, l'ensemble de l'îlot de Mtsamboro représente une zone préférentielle d'habitat, d'alimentation et de reproduction. La zone d'étude stricte est une zone d'habitat et d'alimentation mais ne constitue pas, à notre connaissance, une zone de reproduction bien que la plage présente les critères favorables à la nidification. Par conséquent, **le secteur d'étude présente donc un intérêt écologique considéré comme « fort » pour les tortues marines.**

Les mammifères marins

Les mammifères marins (cétacés, siréniens) sont protégés par l'arrêté ministériel du 27 juillet 1995. De plus certains cétacés fréquentant les eaux de Mayotte, comme la baleine à bosse, sont inscrits à l'annexe I de la convention de Bonn (1979) pour la protection des espèces migratrices.

La zone d'étude est concernée par une fréquentation moyenne des cétacés côtiers, avec la présence privilégiée du Grand dauphin de l'Indopacifique (*Tursiops adunctus*) et, plus au large, de la baleine à bosse (*Megaptera novaeangliae*). Ces espèces, qui occupent la zone de manière préférentielle, présente donc **un enjeu considéré comme « modéré »** dans le cadre des travaux de construction du ponton, spécifiquement au regard de l'impact acoustique des opérations de battage de pieux.

Les oiseaux marins

Sur le territoire mahorais, la majeure partie des espèces d'oiseaux marins et côtiers sont protégés par arrêté préfectoral (AP 361/DEAL/SEPR/2018 du 03/12/2018). Le site d'étude présente donc un intérêt avec la présence ponctuelle d'individus en transit (repos, alimentation) d'espèces remarquables telles que le Phaéon à bec jaune, la sterne voyageuse ou le Noddi brun. **L'enjeu est donc considéré comme « modéré »** pour les oiseaux, spécifiquement au regard du dérangement acoustique probable lors des opérations de battage de pieux.

4.3. Carte de sensibilité

La **sensibilité écologique** des habitats est définie selon 3 niveaux de sensibilité écologique sont hiérarchisés : « **Faible** », « **Moyenne** » et « **Forte** ».

Sur la base de la présente actualisation des inventaires des espèces en présence, ainsi que les données de recouvrement benthique, les sensibilités écologiques de la zone d'étude sont illustrées sur la Figure 35 et définies comme suit:

- **Le platier détritique à herbiers** est classé en sensibilité « **Forte** » du fait de la présence d'un herbier plurispécifique. Les herbiers fournissent un grand nombre de services écosystémiques (séquestration du carbone, nourricerie, alimentation) et sont très fréquentés par les tortues vertes à Mayotte.
- **Le front récifal du récif frangeant** est classé en sensibilité « **Forte** » du fait du bon recouvrement en corail dur (jusqu'à 100%) et la présence de plusieurs espèces de coraux et de poissons menacées. Le peuplement corallien y est particulièrement riche et diversifié.
- **Les massifs coralliens éparpillés sur la pente externe sablo-détritique** sont classés en sensibilité « **Forte** ». Ces massifs bien colonisés représentent un habitat important pour les peuplements ichtyologiques et ont un rôle d'oasis au milieu d'une zone offrant peu d'abris.
- **Le tombant du récif frangeant** est classé en sensibilité « **Moyenne** » du fait du recouvrement corallien moyen, entrecoupé par de nombreux sillons détritiques. Les zones coralliennes abritent des espèces de coraux et de poissons sensibles et représentent des habitats récifaux d'intérêt.
- **Le platier externe du récif frangeant**, juste avant le front récifal, est classé en sensibilité « **Moyenne** » du fait d'un recouvrement corallien moyen (10-30%) et modérément diversifié. Le peuplement représente un état intermédiaire entre le récif particulièrement riche du front récifal et le platier détritique régulièrement exondé.
- **Le platier détritique à macroalgues** est classé en sensibilité « **Faible** ». Les colonies de très petite taille représentent moins de 5% du substrat. Les débris ont néanmoins un rôle de nurserie pour plusieurs espèces de poissons.
- **Le platier sableux**, en prolongement direct de la plage, est classé en sensibilité « **Faible** ». Du fait de l'hydrodynamisme marqué et de l'exondement fréquent à chaque marée, aucun peuplement n'y est observé.

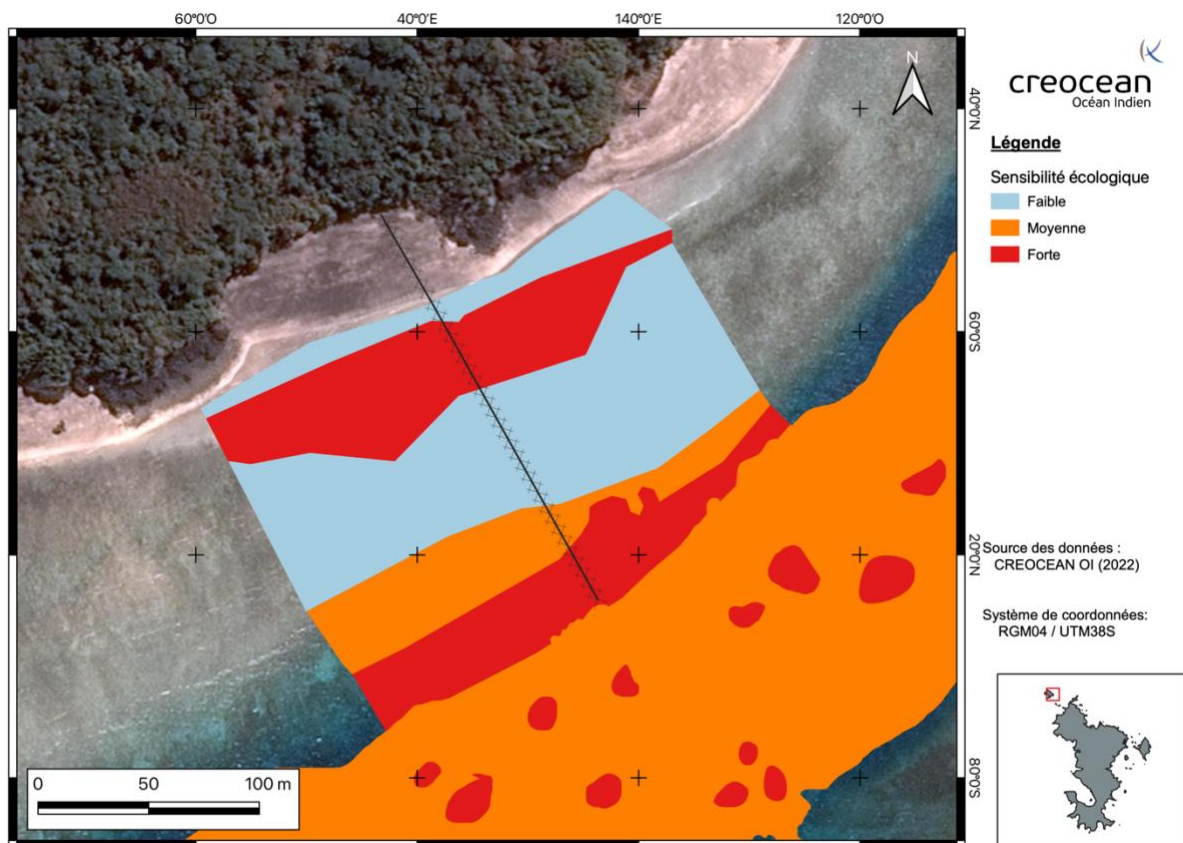


Figure 35 : Cartographie des sensibilités écologiques de la zone d'étude

4.4. Synthèse des enjeux sur le milieu marin

Les principaux enjeux et conclusions issus du diagnostic sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Thème	Synthèse	Enjeu
Milieu physique		
Transit hydro-sédimentaire	Le transit hydro-sédimentaire de la zone est impacté par les infrastructures actuellement existantes. La mise en place d'un ponton ne devrait pas avoir d'influence.	Faible
Milieu naturel		
Qualité de l'eau	Non étudié	
Qualité des sédiments	Non étudié	
Récifs coralliens	Les principales zones d'enjeux sont le front récifal et les massifs coralliens épars sur la pente sablo-détritique. Le platier de récif frangeant accolé au front récifal présente un enjeu modéré. Certaines espèces ont un statut IUCN local « En Danger » et « Vulnérable ». D'autres sont « Quasi-menacée » ou déterminantes au titre des ZNIEFF.	Fort
Herbiers de phanérogames marines	La principale zone d'enjeux identifiée est le platier détritique à herbier mixte. Les herbiers marins ont un intérêt écologique fort et sont classés comme habitats déterminants pour l'évaluation des ZNIEFF à Mayotte.	Fort
Tortues marines	La zone d'étude stricte est fréquentée par les tortues vertes (herbier) et imbriquées (récifs) pour l'habitat et l'alimentation, mais il ne s'agit pas d'une zone majeure.	Fort
Mammifères marins	La zone d'étude élargie représente un intérêt pour le Grand Dauphin Indo-Pacifique et la baleine à bosse	Modéré
Oiseaux marins et côtiers	Plusieurs espèces protégées sont présentes sur l'îlot de sable blanc à proximité immédiate de la zone d'étude	Modéré
Milieu humain		
	Non étudié	

5. Conclusion et perspectives

La mission d'actualisation de l'inventaire faune-flore marine, réalisé dans le cadre de la construction du ponton sur l'îlot Mtsamboro, a permis de mettre en évidence plusieurs zones d'enjeu écologique fort sur base de la composition et la valeur patrimonial des espèces en présence :

- Un **herbier mixte** à *Halodule uninervis*, *Thalassia hemprichii*, *Syringodium isoetifolium* et *Halophila ovalis/minor* sur le platier, faisant de 10 à 50m de large et avec une densité faible à élevée selon les zones. Les herbiers sont des habitats déterminants au titre des ZNIEFF à Mayotte.
- Un **front récifal** présentant des peuplements coralliens abondants, diversifiés et en bonne santé. Ils abritent des espèces de coraux et de poissons menacées, ainsi que des espèces déterminantes.
- Des **massifs coralliens peu profonds** sur la pente externe sablo-détritique.

Ces habitats et les espèces associées correspondent aux zones de sensibilité « Forte » qui seront impactées par (i) destruction physique pour l'implantation des pieux, (ii) les panaches localisés pour la fouille des pieux, ainsi que (iii) les opérations maritimes (ancrage des barges...).

En plus des espèces patrimoniales identifiées, les espèces strictement protégées qui fréquentent le site et ses alentours : les tortues (verte et imbriquée), les mammifères marins (grand dauphin de l'Indopacifique, baleine à bosse) ainsi que les oiseaux marins et côtiers (Phaéton à bec jaune, la sterne voyageuse ou le Noddi brun), risquent d'être impactées par les travaux de construction du ponton et plus spécifiquement par l'impact acoustique du battage de pieux.

Par conséquent, la réalisation d'une carte de bruit sous-marin semble importante afin de modéliser l'état de l'environnement sonore à l'échelle de la zone d'étude. Ces cartes de bruit traduiront les niveaux de bruit prévisionnels en phase travaux et d'établir les périmètres associés aux risques physiologiques des espèces en présence. Ces modélisations permettront ensuite de dimensionner les dispositifs d'atténuation à mettre en œuvre (rideau de bulle, soft-start) et pour les espèces en présence.



6. Bibliographie

- CREOCEAN OI, 2021.** Prospection 2020-2021 des herbiers profonds sur tout le lagon de Mayotte.
- CUFR, 2020.** Données sur le programme CARMAYOTTE. En attente de publication.
- DE LA TORRE Y, AUBIS S 2003** Étude de la morphologie-dynamique des littoraux de Mayotte. Phase 1 : synthèse, typologie et tendances d'évolution. Rapport BRGM/RP-52320-FR, 43p.,
- GEPOMAY, 2017.** Observatoire des oiseaux côtiers de Mayotte (OOCM). Bilan n°1 : années 2013/2016.
- GEPOMAY, ENTROPIE, 2022.** Observatoire des oiseaux côtiers de Mayotte (OOCM). Bilan n°2 : analyse des données de suivis de 2012 à 2021.
- GEPOMAY, 2022.** Suivi Temporel des Oiseaux Communs (STOC). Extraction des données sur l'îlot Mtsamboro.
- MASINI R, ANDERSON P, McCOMB A 2001.** Halodule dominated community in subtropical embayment: physical environment, productivity, biomass and impact of dugong grazing. Aquatic Botany 179-197
- PARETO, ARVAM et al. 2015.** Inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) marines à Mayotte, Phase II. Liste des espèces et habitats déterminants et zones proposées pour une inscription en ZNIEFF de type I ou II.
- PNMM 2020.** Ébauche de relevés standardisés des herbiers intertidaux de Mayotte : premier bilan et perspectives pour un suivi diachronique et pour le développement d'un indicateur pérenne.
- PHILIPPE JS, CICCIONE S, BOURJEA J, BALLORAIN K, MARINESQUE S, GLENARD 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). 4 volumes.
- ROCAMORA G, 2004).** Les oiseaux des espaces naturels remarquables de Mayotte. Rapport SEF/DAF. Collectivité de Mayotte.
- UICN France, 2020.** La liste rouge des espèces menacées en France. Coraux constructeurs de récifs de La Réunion, de Mayotte et des Iles Eparses.
- VERON JEN, 1993.** Corals of Australia and the Indo-Pacific.
- WICKEL J., WICKEL A., BALLORAIN K., 2019.** Plan National D'actions en faveur du Dugong. Volet Mayotte 2020-2024.

<https://sextant.ifremer.fr>

www.tsiono.fr

ANNEXES

ANNEXE 1 : LISTE DES ESPECES DE POISSONS RENCONTREES

ANNEXE 2 : LISTE DES ESPECES DE CORAUX RENCONTREES

ANNEXE 1 : LISTE DES ESPECES DE POISSONS RENCONTREES ET STATUT IUCN (VU : Vulnérable, NT : Quasi-menacé, LC : Peu sensible, DD : Manque de données, NA : Non évalué)

Famille	Genre espèce	IUCN	Famille	Genre espèce	IUCN
			Monacanthidae	<i>Oxymonacanthus longirostris</i>	VU
Acanthuridae	<i>Acanthurus nigrofuscus</i>	LC	Mullidae	<i>Parupeneus barberinus</i>	LC
Acanthuridae	<i>Acanthurus sp.</i>	#N/A	Mullidae	<i>Parupeneus cyclostomus</i>	LC
Acanthuridae	<i>Acanthurus thompsoni</i>	LC	Mullidae	<i>Parupeneus macronemus</i>	DD
Acanthuridae	<i>Acanthurus triostegus</i>	LC	Mullidae	<i>Parupeneus trifasciatus</i>	#N/A
Acanthuridae	<i>Ctenochaetus truncatus</i>	LC	Penguipedidae	<i>Parapercis sp.</i>	#N/A
Acanthuridae	<i>Zebрасoma scopas</i>	LC	Pomacanthidae	<i>Centropyge multispinis</i>	LC
Aulostomidae	<i>Aulostomus chinensis</i>	LC	Pomacanthidae	<i>Pygoplites diacanthus</i>	LC
Balistidae	<i>Sufflamen bursa</i>	#N/A	Pomacentridae	<i>Abudefduf sparoides</i>	LC
Balistidae	<i>Sufflamen chrysopterum</i>	#N/A	Pomacentridae	<i>Abudefduf vaigiensis</i>	LC
Chaetodontidae	<i>Chaetodon auriga</i>	LC	Pomacentridae	<i>Amblyglyphidodon leucogaster</i>	#N/A
Chaetodontidae	<i>Chaetodon guttatissimus</i>	LC	Pomacentridae	<i>Chromis fieldi</i>	#N/A
Chaetodontidae	<i>Chaetodon kleinii</i>	LC	Pomacentridae	<i>Chromis ternatensis</i>	#N/A
Chaetodontidae	<i>Chaetodon lunula</i>	LC	Pomacentridae	<i>Chromis viridis</i>	#N/A
Chaetodontidae	<i>Chaetodon madagaskariensis</i>	LC	Pomacentridae	<i>Chromis weberi</i>	#N/A
Chaetodontidae	<i>Chaetodon trifascialis</i>	NT	Pomacentridae	<i>Dascyllus aruanus</i>	#N/A
Chaetodontidae	<i>Chaetodon trifasciatus</i>	LC	Pomacentridae	<i>Dascyllus carneus</i>	#N/A
Chaetodontidae	<i>Forcipiger flavissimus</i>	LC	Pomacentridae	<i>Plectroglyphidodon dickii</i>	#N/A
Cirrhidae	<i>Paracirrhites forsteri</i>	LC	Pomacentridae	<i>Plectroglyphidodon phoenixensis</i>	#N/A
Gobiidae	<i>Valenciennea strigata</i>	LC	Pomacentridae	<i>Pomacentrus caeruleus</i>	#N/A
Holocentridae	<i>Sargocentron diadema</i>	LC	Pomacentridae	<i>Pomacentrus pavo</i>	#N/A
Labridae	<i>Anampses twistii</i>	LC	Pomacentridae	<i>Pomacentrus sulfureus</i>	#N/A
Labridae	<i>Bodianus axillaris</i>	LC	Pomacentridae	<i>Pomacentrus trichourus</i>	#N/A
Labridae	<i>Bodianus diana</i>	LC	Pomacentridae	<i>Pomachromis sp.</i>	#N/A
Labridae	<i>Cheilinus fasciatus</i>	LC	Pomacentridae	<i>Thalassoma hardwicke</i>	LC
Labridae	<i>Gomphosus caeruleus</i>	LC	Rachycentridae	<i>Rachycentron canadum</i>	LC
Labridae	<i>Halichoeres hortulanus</i>	LC	Scaridae	<i>Chlorurus sordidus</i>	LC
Labridae	<i>Halichoeres nebulosus</i>	LC	Pomacentridae	<i>Scaridae juveniles</i>	#N/A
Labridae	<i>Hemigymnus fasciatus</i>	LC	Pomacentridae	<i>Scarus sp.</i>	#N/A
Labridae	<i>Labroides dimidiatus</i>	LC	Serranidae	<i>Cephalopholis argus</i>	LC
Labridae	<i>Pseudocheilinus hexataenia</i>	LC	Serranidae	<i>Cephalopholis leopardus</i>	LC
Labridae	<i>Stethojulis sp.</i>	#N/A	Serranidae	<i>Plectropomus laevis</i>	LC
Labridae	<i>Thalassoma hardwicke</i>	LC	Tetraodontidae	<i>Canthigaster valentini</i>	LC
Labridae	<i>Thalassoma lunare</i>	LC	Zanclidae	<i>Zanclus cornutus</i>	LC
Lethrinidae	<i>Monotaxis grandoculis</i>	LC			
Lutjanidae	<i>Lutjanus gibbus</i>	LC			

Famille	Genre espèce	IUCN
Acroporidae	<i>Acropora digitifera</i>	#N/A
Acroporidae	<i>Acropora hemprichii</i>	NT
Acroporidae	<i>Acropora intermedia</i>	VU
Acroporidae	<i>Acropora lutkeni</i>	VU
Acroporidae	<i>Acropora austera</i>	NT
Acroporidae	<i>Acropora clathrata</i>	VU
Acroporidae	<i>Acropora cytherea</i>	VU
Acroporidae	<i>Acropora florida</i>	NT
Acroporidae	<i>Acropora grandis</i>	NT
Acroporidae	<i>Acropora humilis</i>	#N/A
Acroporidae	<i>Acropora hyacinthus</i>	VU
Acroporidae	<i>Acropora latistella</i>	#N/A
Acroporidae	<i>Acropora microphthalma</i>	VU
Acroporidae	<i>Acropora muricata</i>	#N/A
Acroporidae	<i>Acropora secale</i>	NT
Acroporidae	<i>Acropora sp</i>	#N/A
Gorgoniidae	<i>Annella mollis</i>	#N/A
Acroporidae	<i>Astreopora myriophthalma</i>	#N/A
Diploastreidae	<i>Diploastrea heliopora</i>	VU
Merulinidae	<i>Echinopora gemmacea</i>	#N/A
Merulinidae	<i>Echinopora lamellosa</i>	#N/A
Merulinidae	<i>Echinopora sp</i>	#N/A
Faviidae	<i>Favia sp</i>	#N/A
Faviidae	<i>Favites paraflexuosa</i>	#N/A
Faviidae	<i>Favites sp</i>	#N/A
Fungiidae	<i>Fungia sp</i>	#N/A
Oculinidae	<i>Galaxea fascicularis</i>	#N/A
Agariciidae	<i>Gardineroseris planulata</i>	#N/A
Agariciidae	<i>Gardinoseris sp</i>	#N/A
Poritidae	<i>Goniopora cf columna</i>	NT
Fungiidae	<i>Halomitra pileus</i>	#N/A
Helioporidae	<i>Heliopora coerulea</i>	EN
Fungiidae	<i>Herpolitha sp</i>	#N/A
Acroporidae	<i>Isopora palifera</i>	VU
Agariciidae	<i>Leptoseris sp</i>	#N/A
Lobophylliidae	<i>Lobophyllia costata</i>	#N/A
Lobophylliidae	<i>Lobophyllia sp</i>	#N/A
Merulinidae	<i>Merulina scabricula</i>	#N/A
Montastraeidae	<i>Montastraea sp</i>	#N/A
Poritidae	<i>Montipora spumosa</i>	#N/A

Agariciidae	<i>Pachyseris speciosa</i>	#N/A
Euphyllidae	<i>Physogyra lichtensteini</i>	VU
Faviidae	<i>Platygyra daedalea</i>	#N/A
Faviidae	<i>Platygyra sp</i>	#N/A
Pocilloporidae	<i>Pocillopora damicornis</i>	#N/A
Pocilloporidae	<i>Pocillopora grandis</i>	#N/A
Pocilloporidae	<i>Pocillopora verrucosa</i>	#N/A
Poritidae	<i>Porites cf attenuata</i>	#N/A
Poritidae	<i>Porites cf cylindrica</i>	#N/A
Poritidae	<i>Porites lichen</i>	#N/A
Poritidae	<i>Porites lutea</i>	#N/A
Poritidae	<i>Porites sp</i>	#N/A
Pocilloporidae	<i>Seriatopora cf caliendrum</i>	VU
Pocilloporidae	<i>Seriatopora hystrix</i>	#N/A
Alcyoniidae	<i>Sinularia sp</i>	#N/A
Pocilloporidae	<i>Stylophora pistillata</i>	NT
Cardiidae	<i>Tridacna sp</i>	#N/A
Dendrophylliidae	<i>Turbinaria sp</i>	#N/A



creocean
Océan Indien
www.oi.creocean.fr



keran
Des hommes, une planète
[GROUPE KERAN](#)