

**M.RE.06. Réduction de l'impact de la construction de la cale de mise à l'eau sur la faune marine**

Désignation de l'impact	Dégâts physiques induit par des sons de forte intensité allant jusqu'à la mutilation permanente d'individus voire la mort pour certains taxons, dérangement temporaire des espèces marines et modification temporaire de leur comportement social
Habitat / Espèces concernés	Mammifères marins, Tortues marines, Mérou Géant, Elasmobranches à enjeux
Description de l'impact	La construction de la cale de mise à l'eau nécessite de stabiliser le sol et d'établir des fondations durables sur un sol parfois instable. Pour cela, des purges à l'explosif peuvent être réalisées et des pieux peuvent être enfoncé par battage, deux opérations qui induisent la génération de bruits de très haute intensité. Ces bruits, en plus de déranger la faune aquatique environnante, peuvent induire des dégâts physiques allant jusqu'à causer la perte définitive de l'ouïe chez les mammifères marins voire la mort chez certains poissons.
Niveau d'impact initial	Très fort
Type de mesure	Réduction
Mise en place et suivi	Afin d'éviter l'émission de ces bruits à très forte intensité et de réduire l'impact de la construction de la cale de mise à l'eau à du simple dérangement, le battage de pieux ne sera pas utilisé pour l'élaboration de cette cale. Si des purges sont nécessaires afin de réaliser du dérochement, un expert sera sollicité avant de démarrer chaque purge afin de détecter la présence d'éventuelles espèces à enjeux et éloigner ces dernières si besoin. L'impact est donc réduit à un simple dérangement en phase travaux avec évitement des eaux à proximité direct de la zone de chantier. Etant donné que le fleuve est très large à ce niveau (1,5 km), cela aura un impact négligeable sur les espèces marines à enjeux.
Coût estimé	Intégré au projet
Niveau d'impact résiduel	Négligeable



### 6.3 Mesures de compensation

Les mesures d'évitement et de réduction préconisées ne s'avèrent pas suffisantes pour atteindre la non-perte nette de biodiversité. Ainsi, pour atteindre l'objectif de non-perte nette de biodiversité inscrit dans la loi Biodiversité, des mesures de compensation ont dû être définies. Celles-ci respectent les points suivants :

- les habitats de compensation doivent être écologiquement équivalents aux habitats détruits et profiter aux espèces impactées par le projet
- les habitats de compensation doivent être géographiquement et fonctionnellement proches de la zone impactée
- les mesures compensatoires doivent se traduire par une obligation de résultats et être effectives pendant toute la durée des atteintes.

M.CO.01 Cession d'une majeure partie de la parcelle AR0588 au CELRL et financement d'un plan de gestion	
Objectif	Compenser la destruction des habitats de zones humides ainsi que les impacts associés sur des espèces protégées (6 habitats de zones humides, 9 espèces d'oiseaux protégées, 2 espèces de batraciens protégées, 1 espèce de reptile protégée)
Ratio de compensation	Vu que les habitats subissant un impact notable du projet sont des habitats de zones humides, le ratio minimal à appliquer est de 2 pour 1. Etant donné que cette zone est importante d'un point de vue connectivité entre le Mont Mahury et le fleuve, un ratio de compensation de 5 pour 1 semble être un minimum. Etant donné la taille importante de l'emprise du projet par rapport à la taille de la parcelle et donc la difficulté d'appliquer des mesures d'évitement et de réduction pour limiter au maximum les impacts du projet sur les enjeux floristiques et faunistiques, un ratio de compensation de 10 pour 1 semble adapté.
Surface à compenser	Forêts marécageuses sur argiles à <i>Virola surinamensis</i> et <i>Euterpe oleracea</i> : 0,19 ha Forêts dégradées marécageuses et lisières de forêts marécageuses : 0,44 ha Mangroves côtières à <i>Avicennia germinans</i> : 0,90 ha Mangroves à <i>Laguncularia racemosa</i> : 0,80 ha Marécages boisés : 0,75 ha Marais à <i>Echinochloa polystachia</i> : 2,26 ha  Surface à compenser 5,34 x 10 = 53,4 ha
Description	La parcelle AR 0588, d'une superficie de 111 ha, est propriété de l'Etat. Celle-ci est en bon état de conservation et comporte des habitats de zones humides. Elle est au Nord du site classé de l'habitation Vidal-Mondélice et de la vaste zone propriété du CELRL associée, séparée de cet ensemble par la route N4-Matourienne. Cette parcelle est occupée par des zones de marais herbacés et de forêt marécageuse, habitats de zone humide similaires à ceux qui seront impactés par le projet (Figure 38). Cette parcelle a un fort intérêt écologique ( <b>Erreur ! Source du renvoi introuvable.</b> ) puisqu'elle est traversée par deux ZNIEFF terrestres et une partie de celle-ci a été mise en avant dans la trame verte de l'étude TRAME (Kwata, Gepog).

	Initialement la proposition du porteur de projet était de céder les 60 ha au centre de la parcelle (ratio 10:1) au Conservatoire du Littoral avec 400 000 € pour la gestion sur 20 ans du site. Après négociation avec le Conservatoire du Littoral le 16 mai 2022, il a été convenu et arrêté que la mesure de compensation portera sur 98 ha (ratio 18:1) avec une dotation de 300 000 € (15 000 € par an). Cette dotation permettra de s'assurer de la protection réelle et la mise en valeur de la zone, et donc de pouvoir compter sur une compensation effective des impacts du projet sur le patrimoine naturel. L'emprise finale n'est pas encore déterminée mais la mission foncière a donné son accord pour les environ 98 ha le 7 juillet 2022. Cette emprise ne sera pas finalisée tant que la CACL n'aura pas fait sa demande d'attribution de la partie Est pour un pôle épuratoire.
Objectif	Compenser la destruction des habitats de zones humides ainsi que les impacts associés sur des espèces protégées (6 habitats de zones humides, 9 espèces d'oiseaux protégées, 2 espèces de batraciens protégées, 1 espèce de reptile protégée)
Coût estimé	300 000 €

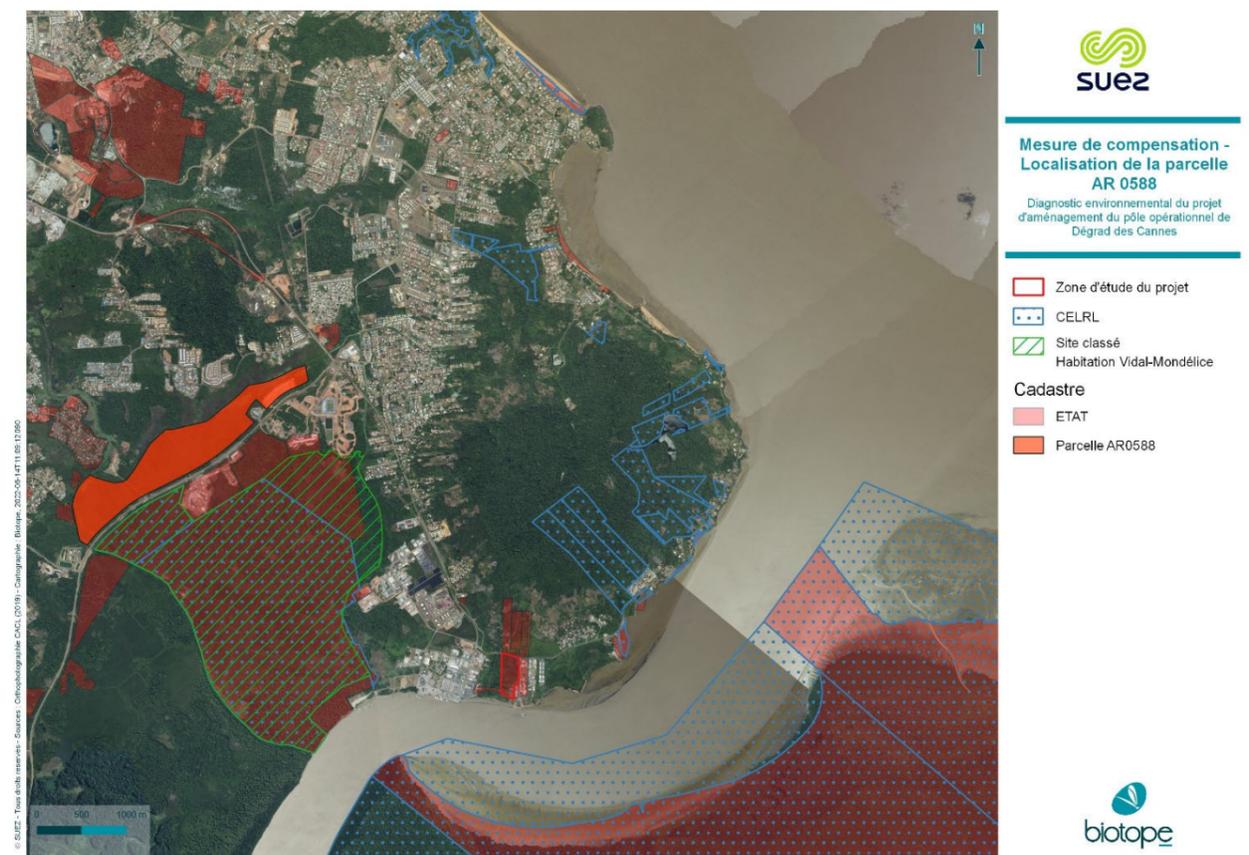


Figure 37 : Localisation de la parcelle de compensation





Figure 38 : Parcelle 0588, objet de la mesure compensatoire



Figure 39 : Intérêt écologique de la parcelle ciblée

#### 6.4 Mesures d'accompagnement et de suivi

M.AC.01 Suivi écologique du chantier	
Désignation de l'impact	Destruction potentielle d'espèces patrimoniales Dégradation d'habitats naturels
Habitat / Espèces concernées	Habitats en bordure de travaux Espèces patrimoniales identifiées sur site
Description de l'impact	Le déroulement de travaux par des opérateurs non préalablement sensibilisés aux enjeux environnementaux du site pourrait entraîner un non-respect des emprises. Cela engendrerait une hausse potentielle de la destruction d'habitats et d'individus, ainsi qu'un dérangement plus important des espèces protégées présentes sur le site.
Type de mesure	Accompagnement
Mise en place et suivi	<p>Afin de veiller à l'évitement des zones d'habitats naturels à enjeu ainsi qu'à l'évitement des enjeux floristiques et faunistiques identifiés sur site, un suivi de chantier écologique doit être programmé.</p> <p>Pour cela, le déroulement des travaux fera l'objet d'une concertation entre le(s) chef(s) de chantier de(s) entreprise(s) mandatée(s) pour les travaux et un expert écologue qui s'assurera du respect des contraintes environnementales. Cela permettra de veiller au respect des emprises des travaux fournies dans le plan guide.</p> <p>Les entreprises intervenant sur site devront être sensibilisées aux enjeux environnementaux du site en amont des travaux. Cela permettra de préserver au mieux les enjeux trouvés sur et à proximité directe du site.</p> <p>Un balisage des espèces et espaces sensibles sera réalisé par l'expert écologue et/ou sous la surveillance de celui-ci. La délimitation précise de ces espèces et espaces devra être matérialisée sur le terrain par une signalétique efficace (ex : rubalise et palettes) pour que ces dernières soient facilement identifiables par les équipes techniques du chantier.</p> <p>Des visites de chantier seront programmées tous les six mois (et également à la demande de la MOE ou MOA si besoin) afin de veiller au respect de la réglementation environnementale, des mesures d'évitement et de réduction et des procédures en lien avec l'environnement. La première visite aura lieu avant le commencement des travaux afin de sensibiliser les équipes intervenant sur le projet. Les visites de chantier feront l'objet de comptes rendus. La dernière visite de chantier veillera à un repli de chantier respectueux de l'environnement et des exigences définis et fera l'objet d'un bilan de fin de chantier.</p>
Coût estimé	5 000 €

M.AC.02 Lutte contre les espèces végétales exotiques envahissantes	
Désignation de l'impact	Apparition et prolifération d'espèces végétales exotiques envahissantes sur le site
Habitat / Espèces concernés	<i>Bambusa vulgaris</i> , <i>Zingiber zerumbet</i> , <i>Urochloa maxima</i>
Description de l'impact	Les invasions biologiques constituent la seconde cause de perte de biodiversité après la destruction et la fragmentation des habitats. Les impacts de ces invasions sont aussi bien écologiques, économiques et sanitaires, pour certaines espèces.
Type de mesure	Accompagnement
Mise en place et suivi	<p>Il sera recherché un premier lieu d'éviter tout contact avec ces espèces. Le cas échéant, en cas de constat avéré d'une dispersion des espèces lors suivi de travaux, le protocole suivant sera mis en place :</p> <p>Pour lutter contre <i>Bambusa vulgaris</i>, il faudra veiller à arracher les rhizomes et couper les chaumes afin qu'ils soient traités dans une filière adaptée (par exemple, le centre de compostage). Le sol sera décapé sur 70 cm de profondeur sur un rayon d'1,5 mètres autour des chaumes. Attention, les chaumes de <i>Bambusa vulgaris</i> sont allergisantes. Il sera fait de même pour <i>Zingiber zerumbet</i> qui est toutefois une espèce envahissante moins préoccupante que la première.</p> <p>Un suivi de non-reprise sera réalisé à T+6 mois, T+12 mois, T+24 mois.</p> <p>L'habitat d'<i>Urochloa maxima</i> au Sud de la parcelle va être entièrement purgé sur la zone du projet étant donné que le sable du merlon va servir de remblai pour le projet. Il faudra veiller à ce que le stockage intermédiaire du remblai, s'il doit avoir lieu, se fasse sur l'emprise du projet afin de ne pas étendre cette espèce déjà très présente en contexte urbain.</p>
Coût estimé	Intégré au projet

## 6.5 Synthèse des mesures proposées

Tableau 13 : Tableau 12 : Synthèse des mesures ERC proposées

Liste des mesures d'atténuation			Coût estimé
<b>Evitement</b>	-	-	-
<b>Réduction</b>	M.RE.01	Positionnement du projet afin de réduire au maximum le défrichage du marécage boisé présent au Sud-Ouest de la parcelle	Intégré au projet
	M.RE.02	Défriche orientée et progressive du nord vers le sud, pour favoriser la fuite de la faune peu mobile vers les habitats extérieurs	Intégré au projet
	M.RE.03	Maintien de lisière arborée et plantation de haie vive avec des espèces autochtones autour du site	Intégré au projet
	M.RE.04	Choix d'un éclairage des aménagements avec spectre lumineux adapté à la biodiversité environnante	Intégré au projet
	M.RE.05	Intégration de buses à banquettes sous la voie d'accès à la cale de mise à l'eau	Intégré au projet
	M.RE.06	Réduction de l'impact de la construction de la cale de mise à l'eau sur la faune marine	Intégré au projet
<b>Compensation</b>	M.CO.01	Cession d'une majeure partie de la parcelle AR0588 au CELRL et financement d'un plan de gestion	300 000 €
<b>Accompagnement</b>	M.AC.01	Suivi écologique du chantier	5 000 €
	M.AC.02	Lutte contre les espèces végétales exotiques envahissantes	Intégré au projet



## 7. ANNEXES

Annexe 1 : Liste des espèces végétales recensées sur la zone

Annexe 2 : Liste des espèces d'oiseaux recensés sur la zone et aux alentours

### 7.1 Annexe 1 : Liste des espèces végétales recensées sur la zone

Famille	Espèces	Déterminantes Znieff 2015
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.	D
Fabaceae	<i>Erythrina fusca</i> Lour.	D
Lecythidaceae	<i>Couroupita guianensis</i> Aubl.	D
Poaceae	<i>Guadua macrostachya</i> Rupr.	D
Acanthaceae	<i>Ruellia blechum</i> L.	
Amaranthaceae	<i>Alternanthera sessilis</i> (L.) R. Br. ex DC.	
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis caribaea</i> (L.) Herb.	
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L.	
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Albl.	
Apocynaceae	<i>Funastrum clausum</i> (Jacq.) Schltr.	
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana heterophylla</i> Vahl	
Apocynaceae	<i>Allamanda cathartica</i> L.	
Apocynaceae	<i>Mmesechites trifidus</i> (Jacq.) Müll. Arg.	
Apocynaceae	<i>Rhabdadenia biflora</i> (Jacq.) Müll. Arg.	
Aracea	<i>Anthurium pentaphyllum</i> (Aubl.) G.Don	
Araceae	<i>Lemna aequinoctialis</i> Welw.	
Araceae	<i>Caladium bicolor</i> (Aiton) Vent.	
Araceae	<i>Dieffenbachia seguine</i> (Jacq.) Schott	
Araceae	<i>Monstera adansonii</i> var. <i>klotzschiana</i> (Schott) Madison	
Araceae	<i>Montrichardia arborescens</i> (L.) Schott	
Araceae	<i>Philodendron acutatum</i> Schott	
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerf. & Frodin	
Arecaceae	<i>Astrocaryum vulgare</i> Mart.	
Arecaceae	<i>Astrocaryum murumuru</i> Mart.	
Arecaceae	<i>Bactris major</i> Jacq.	
Arecaceae	<i>Desmoncus horridus</i> Splitg. ex Mart.	
Arecaceae	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	
Asteraceae	<i>Cyanthillium cinereum</i> (L.) H. Rob.	
Asteraceae	<i>Wulffia baccata</i> (L.) Kuntze	
Bignoniaceae	<i>Bignonia aequinoctialis</i> L.	
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F. Gaertn.	
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	
Commelinaceae	<i>Murdannia nudiflora</i> (L.) Brenan	
Convolvulaceae	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	

Cordiaceae	<i>Varronia curassavica</i> Jacq.	
Costaceae	<i>Costus spiralis</i> (Jacq.) Roscoe	
Cleomaceae	<i>Sieruela rutidosperma</i> (DC.) Roalson & J.C. Hall	
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> L.	
Cyperaceae	<i>Cyperus odoratus</i> L.	
Cyperaceae	<i>Cyperus ligularis</i> L.	
Cyperaceae	<i>Fimbristylis cymosa</i> R. Br.	
Cyperaceae	<i>Kyllinga polyphylla</i> Willd. ex Kunth	
Cyperaceae	<i>Scleria melaleuca</i> Rehb. ex Schltdl. & Cham.	
Ericaulaceae	<i>Tonina fluviatilis</i> Albl.	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	
Euphorbiaceae	<i>Croton hirtus</i> L'Hér.	
Euphorbiaceae	<i>Dalechampia scandens</i> L.	
Fabaceae	<i>Indigofera hirsuta</i> L.	
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.	
Fabaceae	<i>Desmodium triflorum</i> (L.) DC.	
Fabaceae	<i>Dioclea virgata</i> (Rich.) Amshoff	
Fabaceae	<i>Entada polystachya</i> (L.) DC.	
Fabaceae	<i>Mimosa pigra</i> L.	
Fabaceae	<i>Mimosa polydactyla</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	
Fabaceae	<i>Mimosa Pudica</i> L.	
Fabaceae	<i>Pterocarpus officinalis</i> Jacq.	
Fabaceae	<i>Senna alata</i> (L.) Roxb.	
Heliconiaceae	<i>Heliconia bihai</i> L.	
Heliconiaceae	<i>Heliconia psittacorum</i> L. f.	
Lamiaceae	<i>Hyptis atrorubens</i> Poit.	
Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon convolvulifolium</i> A. Juss.	
Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon bannisterioides</i> (L.) C.E.Anderson	
Malvaceae	<i>Talipariti tiliaceum</i> (L.) Fryxell	
Melastomataceae	<i>Miconia cf neourceolata</i> Michelang.	
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	
Molluginaceae	<i>Mollugo verticillata</i> L.	
Moraceae	<i>Ficus nymphaeifolia</i> Mill.	
Moraceae	<i>Ficus maxima</i> Mill.	
Musaceae	<i>Musa x paradisiaca</i> L.	
Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i> Aubl.	
Myristicaceae	<i>Virola surinamensis</i> (Roel. ex Rottb.) Warb.	
Onagraceae	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven	
Orchidaceae	<i>Vanilla</i> Mill.	
Passifloraceae	<i>Piriqueta cistoides</i> (L.) Griseb.	
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i> L.	
Piperaceae	<i>Piper hispidum</i> Sw.	



Famille	Espèces	Déterminantes Znieff 2015
Plantaginaceae (Scrophulariaceae)	<i>Matourea scutellarioides</i> (Benth.) Colletta & V.C. Souza ( <i>Achetaria guianensis</i> )	
Poaceae	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad. ex J.C. Wendl.	
Poaceae	<i>Echinochloa polystachya</i> (Kunth) Hitchc.	
Poaceae	<i>Sacciolepis indica</i> (L.) Chase	
Poaceae	<i>Urochloa maxima</i> (Jacq.) R.D. Webster	
Polygalaceae	<i>Securidaca diversifolia</i> (L.) S.F. Blake	
Polygonaceae	<i>Coccoloba latifolia</i> Lam.	
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	
Pteridaceae	<i>Acrostichum aureum</i> L.	
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora cf racemosa</i> G. Mey.	
Rubiaceae	<i>Geophila cordifolia</i> Miq.	
Rubiaceae	<i>Sipanea pratensis</i> Aubl.	
Rubiaceae	<i>Spermacoce latifolia</i> Albl.	
Rubiaceae	<i>Spermacoce verticillata</i> L.	
Sapindaceae	<i>Paullinia pinnata</i> L.	
Solanaceae	<i>Physalis angulata</i> L.	
Solanaceae	<i>Solanum crinitum</i> Lam.	
Solanaceae	<i>Solanum torvum</i> Sw.	
Solanaceae	<i>Cestrum latifolium</i> Lam.	
Urticaceae	<i>Cecropia obtusa</i> Trécul	
Verbenaceae	<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	
Vitaceae	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E. Jarvis	
Zingiberaceae	<i>Zingiber zerumbet</i> (L.) Roscoe ex Sm.	



## 7.2 Annexe 2 : Liste des espèces d'oiseaux recensés sur la zone et aux alentours

Famille	Nom français	Nom scientifique	Arrêté 2015	UICN 2016	Dét. ZNIEFF	Saison pluie	Saison sèche
Ardéidés	Héron strié	<i>Butorides striata</i>	P	LC			X
Ardéidés	Aigrette neigeuse	<i>Egretta thula</i>	P	LC			X
Ardéidés	Aigrette bleue	<i>Egretta caerulea</i>	P	LC			X
Threskiornithidés	Ibis vert	<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	P	NT			X
Cathartidés	Urubu à tête rouge	<i>Cathartes aura</i>	P	DD		X	
Cathartidés	Urubu à tête jaune	<i>Cathartes burrovianus</i>	P	DD		X	
Cathartidés	Urubu noir	<i>Coragyps atratus</i>	P	LC		X	
Accipitridés	Buse à tête blanche	<i>Busarellus nigricollis</i>	P	VU			X
Accipitridés	Buse urubu	<i>Buteogallus urubitinga</i>	P	LC			X
Accipitridés	Buse à gros bec	<i>Rupornis magnirostris</i>	P	LC		X	
Accipitridés	Buse cendrée	<i>Buteo nitidus</i>	P	LC		X	
Rallidés	Râle kiolo	<i>Anurolimnas viridis</i>	P	LC		X	
Scolopacidés	Chevalier grivelé	<i>Actitis macularius</i>		LC			X
Scolopacidés	Chevalier solitaire	<i>Tringa solitaria</i>		LC			X
Scolopacidés	Grand Chevalier	<i>Tringa melanoleuca</i>		LC	Oui		X
Scolopacidés	Petit Chevalier	<i>Tringa flavipes</i>	P	CR	Oui		X
Columbidés	Pigeon rousset	<i>Patagioenas cayennensis</i>		LC		X	X
Columbidés	Colombe de Verreaux	<i>Leptotila verreauxi</i>		LC		X	
Columbidés	Colombe à queue noire	<i>Columbina passerina</i>		LC		X	X
Columbidés	Colombe rousse	<i>Columbina talpacoti</i>		LC		X	X
Cuculidés	Petit Piaye	<i>Coccyzus minima</i>		LC		X	X
Cuculidés	Ani des palétuviers	<i>Crotophaga major</i>		LC			X
Cuculidés	Ani à bec lisse	<i>Crotophaga ani</i>		LC		X	
Apodidés	Martinet polioûre	<i>Chaetura brachyura</i>		LC			X
Apodidés	Martinet claudia	<i>Tachornis squamata</i>		DD			
Trochilidés	Ermite hirsute	<i>Glaucois hirsutus</i>		LC		X	
Trochilidés	Ariane vert-doré	<i>Chrysoronia leucogaster</i>	P	LC		X	

Trochilidés	Ariane de Linné	<i>Chionomesa fimbriata</i>		LC		X	
Trogonidés	Trogon à queue blanche	<i>Trogon viridis</i>		LC		X	
Alcédinidés	Martin-pêcheur à ventre roux	<i>Megasceryle torquata</i>		LC			X
Alcédinidés	Martin-pêcheur vert	<i>Chloroceryle americana</i>		LC			X
Alcédinidés	Martin-pêcheur nain	<i>Chloroceryle aenea</i>		LC			X
Galbulidés	Jacamar vert	<i>Galbula galbula</i>		LC		X	
Picidés	Picumne de Buffon	<i>Picumnus excilis</i>		LC			X
Picidés	Pic passerin	<i>Veniliornis passerinus</i>		LC			X
Picidés	Pic ouentou	<i>Dryocopus lineatus</i>		LC		X	
Falconidés	Macagua rieur	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	P	VU			X
Psittacidés	Amazonne aourou	<i>Amazona amazonica</i>		LC			X
Psittacidés	Touï été	<i>Forpus passerinus</i>		LC		X	
Psittacidés	Conure cuivrée	<i>Eupsittula pertinax</i>		LC		X	X
Thamnophilidés	Batara huppé	<i>Sakesphorus canadensis</i>	P	LC		X	X
Thamnophilidés	Batara rayé	<i>Thamnophilus doliatus</i>		LC		X	
Thamnophilidés	Grisin de Cayenne	<i>Formicivora grisea</i>		LC		X	X
Thamnophilidés	Alapi paludicole	<i>Sclateria naevia</i>		LC		X	
Thamnophilidés	Alapi de Buffon	<i>Myrmeciza atrothorax</i>		LC		X	
Furnariidés	Grimpar à collier	<i>Dendrexetastes rufigula</i>		LC		X	
Furnariidés	Grimpar des cabosses	<i>Xiphorhynchus guttatus</i>		LC		X	
Furnariidés	Grimpar talapiot	<i>Dendroplex picus</i>		LC		X	X
Furnariidés	Synallaxe albane	<i>Synallaxis albescens</i>		LC		X	
Furnariidés	Synallaxe de Cayenne	<i>Synallaxis gujanensis</i>		LC			X
Tyrannidés	Tyranneau roitelet	<i>Tyrannulus elatus</i>		LC		X	X
Tyrannidés	Elénie de Gaimard	<i>Myiopagis gaimardii</i>		LC		X	X
Tyrannidés	Tyranneau passegris	<i>Camptostoma obsoletum</i>		LC		X	
Tyrannidés	Microtyran casqué	<i>Lophotriccus galeatus</i>		LC		X	
Tyrannidés	Todirostre tacheté	<i>Todirostrum maculatum</i>		LC		X	X
Tyrannidés	Tyran pirate	<i>Legatus leucophaius</i>		LC		X	X
Tyrannidés	Tyran de Cayenne	<i>Myiozetetes cayanensis</i>		LC		X	
Tyrannidés	Tyran quiquivi	<i>Pitangus sulphuratus</i>		LC		X	X
Tyrannidés	Tyran pitangua	<i>Megarynchus pitangua</i>		LC		X	



Famille	Nom français	Nom scientifique	Arrêté 2015	UICN 2016	Dét. ZNIEFF	Saison pluie	Saison sèche
Tyrannidés	Tyran mélancolique	<i>Tyrannus melancholicus</i>		LC		X	X
Tyrannidés	Tyran gris	<i>Tyrannus dominicensis</i>	P	LC			X
Tyrannidés	Tyran féroce	<i>Myiarchus ferrox</i>		LC		X	X
Tyrannidés	Attila cannelle	<i>Attila cinnamomeus</i>		LC		X	X
Pipridés	Manakin casse-noisette	<i>Manacus manacus</i>		LC		X	
Pipridés	Manakin auréole	<i>Pipra aureola</i>		LC		X	
Tityridés	Bécarde cendrée	<i>Pachyrhamphus rufus</i>	P	LC		X	
Viréonidés	Sourciroux mélodieux	<i>Cyclarhis gujanensis</i>		LC		X	X
Viréonidés	Viréon à tête cendrée	<i>Hylophilus pectoralis</i>		LC		X	X
Hirundinidés	Hirondelle tapère	<i>Progne tapera</i>		LC		X	
Hirundinidés	Hirondelle chalybée	<i>Progne chalybea</i>		LC		X	X
Hirundinidés	Hirondelle à ailes blanches	<i>Tachycineta albiventer</i>		LC		X	X
Troglodytidés	Troglodyte familier	<i>Troglodytes aedon</i>		LC		X	X
Troglodytidés	Troglodyte à face pâle	<i>Cantorbilus leucotis</i>	P	LC		X	X
Poliopitilidés	Gobemoucheon tropical	<i>Poliopitila plumbea</i>		LC		X	X
Turdidés	Merle leucomèle	<i>Turdus leucomelas</i>		LC		X	X
Turdidés	Merle à lunettes	<i>Turdus nudigenis</i>		LC		X	
Mimidés	Moqueur des savanes	<i>Mimus gilvus</i>		LC		X	X
Thraupidés	Tangara à bec d'argent	<i>Ramphocelus carbo</i>		LC		X	X
Thraupidés	Tangara évêque	<i>Thraupis episcopus</i>		LC		X	X
Thraupidés	Tangara des palmiers	<i>Thraupis palmarum</i>		LC		X	X
Thraupidés	Calliste diable-enrhumé	<i>Tangara mexicana</i>		LC		X	
Thraupidés	Conirostre bicolore	<i>Conirostrum bicolor</i>	P	LC		X	X
Thraupidés	Jacarini noir	<i>Volatinia jacarina</i>		LC			X
Thraupidés	Sporophile petit-louis	<i>Sporophila minuta</i>		LC			X
Thraupidés	Sporophile à ailes blanches	<i>Sporophila americana</i>		LC		X	X
Thraupidés	Sucrier à ventre jaune	<i>Coereba flaveola</i>		LC		X	
Thraupidae	Saltator des grands-bois	<i>Saltator maximus</i>		LC		X	
Thraupidae	Saltator gris	<i>Saltator coerulescens</i>	P	VU	Oui	X	
Parulidés	Paruline équatoriale	<i>Geothlypis aequinoctialis</i>		DD		X	

Parulidés	Paruline jaune	<i>Setophaga petechia</i>	P	DD			X
Ictéridés	Sturnelle militaire	<i>Leistes militaris</i>		LC			X
Fringillidés	Organiste teité	<i>Euphonia violacea</i>		DD		X	
			22 P	3 VU 1 CR	3 D		



**CONSULTING**

**Annexe 3 :  
Inventaire de la faune  
marine patrimoniale,  
protégée ou vulnérable**



**Construction d'une cale de mise à l'eau sur le site de la base navale de Degrad-des-Cannes, Rémire-Montjoly (973)**  
*Inventaire de la faune marine patrimoniale, protégée ou vulnérable*



Crédit : GEPOG-RNN Grand-Connétable/E. Courtois

Juillet 2022

**Rédacteurs**

Amandine Bordin, responsable pôle marin (amandine.bordin@gepog.org)

Margot Vanhoucke, chargée d'étude programmes biodiversité marine (margot.vanhoucke@gepog.org)

**Groupe d'Etude et de Protection des Oiseaux en Guyane**

431 route d'Attila Cabassou

97354 Rémire-Montjoly

0594 29 46 96 / 0694 26 82 48

[www.gepog.org](http://www.gepog.org)

**Destinataire**

**Biotope Amazonie**

3 rue Mézin Gildon

97354 Rémire-Montjoly



# SOMMAIRE

---

<b>SOMMAIRE .....</b>	<b>2</b>
<b>LISTE DES FIGURES .....</b>	<b>3</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX .....</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>4</b>
<b>1. INVENTAIRE DES ESPECES PATRIMONIALES, PROTEGEES OU VULNERABLES.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1. LISTE DES ESPECES PRESENTES DANS LA ZONE D'ETUDE ET DONNEES EXISTANTES .....</b>	<b>6</b>
<b>1.2. SOURCES DES DONNEES EXISTANTES .....</b>	<b>7</b>
<b>1.3. OBSERVATIONS DES MAMMIFERES MARINS .....</b>	<b>8</b>
1.3.1. Dauphins de Guyane.....	8
1.3.2. Lamantins .....	9
<b>1.4. OBSERVATIONS DES TORTUES MARINES .....</b>	<b>10</b>
1.4.1. Tortues vertes.....	10
1.4.2. Tortues olivâtres .....	11
1.4.3. Tortues luths.....	11
<b>1.5. OBSERVATIONS DE L'ICHTYOFAUNE/ELASMOBRANCHES .....</b>	<b>12</b>
1.5.1. Mérous géants.....	12
1.5.2. Raies et requins .....	13
<b>1.6. CARTOGRAPHIES DES OBSERVATIONS.....</b>	<b>14</b>
<b>2. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>16</b>
<b>3. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE : IDENTIFICATION DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES ESPECES MARINES.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1. IMPACTS DU BATTAGE DE PIEUX / BRUITS IMPULSIFS / NIVEAUX SONORES ELEVES SUR LES ESPECES MARINES .....</b>	<b>20</b>
3.1.1. Cétacés .....	20
3.1.2. Lamantins .....	24
3.1.3. Tortues marines.....	25
3.1.4. Ichtyofaune.....	25
<b>4. IMPACTS IDENTIFIES DANS LE CADRE DE CE PROJET ET RECOMMANDATIONS POUR LEUR LIMITATION .....</b>	<b>28</b>
<b>5. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES (présentées dans ce document ou consultées) .....</b>	<b>29</b>

## LISTE DES FIGURES

---

Figure 1 : Dauphins de Guyane ( <i>Sotalia guianensis</i> ) dans le fleuve Mahury (Crédit : A.Bordin/GEPOG).....	8
Figure 2 : Lamantins antillais ( <i>Trichechus manatus manatus</i> ) à Montravail (Crédit : F.Bacuez) .....	9
Figure 3 : Tortue verte ( <i>Chelonia mydas</i> ) dans les eaux de la Réserve du Grand-Connétable (Crédit : A.Bordin/GEPOG).....	10
Figure 4 : Tortue olivâtre ( <i>Lepidochelys olivacea</i> ) sur une plage de Rémire-Montjoly (Crédit : A.Bordin/GEPOG).....	11
Figure 5 : Tortue luth ( <i>Dermochelys coriacea</i> ) sur une plage de Rémire-Montjoly (Crédit : J.Amirat) .....	11
Figure 6 : A gauche : Mérrou géant ( <i>Epinephelus itajara</i> ) capturé dans les eaux de la Réserve du Grand-Connétable (Crédit : GEPOG) ; A droite : banc de Mérous géants aux Iles du Salut (Crédit : particulier) .....	12
Figure 7 : A gauche : Requin soyeux ( <i>Carcharhinus falciformis</i> ) au large de la Guyane (Crédit : Greenpeace/P.Baelen) ; A droite : Mourine américaine ( <i>Rhinoptera bonasus</i> ) dans les eaux de la Réserve du Grand- Connétable (Crédit : GEPOG) .....	13
Figure 8 : Représentation cartographique des observations de Dauphins de Guyane (points jaunes) dans un secteur proche des travaux entre 2005 et 2022 .....	15
Figure 9 : Représentation cartographique des observations de lamantins (rouge), tortues marines (vert) et élastombranches (bleu) dans un secteur proche des travaux .....	15

## LISTE DES TABLEAUX

---

Tableau 1 : Liste des principales espèces ou groupes d'espèces présents dans la zone d'étude .....	6
--	---

# INTRODUCTION

---

Ce rapport s'inscrit dans le cadre du projet de construction d'une cale de mise à l'eau afin de rendre autonome la base navale de Degrad-des-Cannes pour la mise à l'eau de ses vedettes. Le travail mené ici a pour objectif de dresser l'inventaire des espèces de la grande faune marine patrimoniales, protégées ou vulnérables présentes dans le secteur ainsi que les éventuels impacts des travaux sur les taxons.

Ce rapport se décline en trois parties :

- Un inventaire des espèces présentes ou susceptibles d'être présentes dans le secteur d'étude à partir de la littérature et des données existantes ;
- Une synthèse bibliographique sur les impacts potentiels des travaux sur les espèces marines et sur les espèces recensées dans la zone d'étude ;
- Une recommandation de mesures pour la limitation des impacts potentiels.

Les groupes taxonomiques concernés par cette étude sont les mammifères marins, les tortues marines ainsi que les poissons de mer. Toutes les espèces répondent à un ou plusieurs de ces critères : patrimonial, protégé, vulnérable.

Ce rapport se base exclusivement sur des données existantes. Aucun inventaire de terrain n'a été réalisé.

La mission a été confiée à l'association GEPOG (Groupe d'Etude et de Protection des Oiseaux en Guyane). Le titulaire est le Bureau d'Etudes Biotope.

Le GEPOG, créé en 1993, est une association loi 1901 agréée de protection de la nature. Il se donne comme objectifs d'agir pour la faune et la flore sauvages et de lutter contre le déclin de la biodiversité par la connaissance, la protection, l'éducation et la mobilisation.

L'association mène des actions sur l'ensemble de la biodiversité de la région. Elle est gestionnaire et co-gestionnaire de deux réserves naturelles nationales. Elle développe des projets européens de conservation et de valorisation de la nature en partenariat avec de nombreuses institutions publiques et privées, locales et internationales. Elle accompagne les politiques publiques et contribue activement au débat public environnemental.

Le GEPOG est gestionnaire d'une aire marine protégée en Guyane, la Réserve Naturelle Nationale de l'île du Grand-Connétable, et travaille depuis plus d'une dizaine d'années sur la biodiversité littorale et marine. En 2011 et 2012, l'association a mené des inventaires de la grande faune marine dans la Zone Economique Exclusive de la Guyane et a eu en charge le secrétariat de l'inventaire des ZNIEFF-Mer (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique) en 2014.

Le GEPOG mène également des suivis d'espèces patrimoniales et menacées comme les oiseaux marins, le Mérou géant, le Dauphin de Guyane, les tortues marines et les élastomobranches. L'association met également ses compétences et son expertise au service de porteurs de projets comme le WWF et l'Université de la Rochelle.

Le GEPOG est aussi membre du Plan National d'Action des Tortues Marines, coordonne le Réseau des Echouages de Guyane et il administre deux bases de données d'observations naturalistes sur le territoire (Faune-Guyane et OBSenMER Guyane).

En 2015, le GEPOG a été missionné par le Grand Port Maritime de Guyane pour réaliser une surveillance visuelle et acoustique de la faune marine présente dans le bassin portuaire de Degrad-des-Cannes dans le cadre de travaux de déroctage. En 2018, il a mené un inventaire et le suivi des espèces marines pour le renouvellement des autorisations de dragage des chenaux de navigation du Mahury et du Kourou. Plus récemment, le GEPOG a été missionné par la CACL et la DGTM pour, respectivement, inventorier les espèces et évaluer les impacts potentiels des travaux dans le cadre de la mise en service de navettes fluviales et de la construction du nouveau pont du Larivot.

Le personnel du GEPOG en charge de la présente étude est composé de Amandine Bordin, salariée permanente en tant que responsable du pôle marin. Elle est diplômée d'un Master 2 en écologie et en gestion de la biodiversité marine de l'Université de La Rochelle (2009). Elle coordonne et réalise les suivis sur la grande faune marine et les actions de conservation.

Margot Vanhoucke est salariée permanente du GEPOG en tant que chargée d'études sur les programmes de biodiversité marine. Diplômée d'un BTS Gestion et Protection de la Nature, elle contribue à l'ensemble des suivis sur les espèces étudiées par l'association. Elle est référente des aspects logistiques et techniques pour la réalisation des missions de terrain.

# 1. INVENTAIRE DES ESPECES PATRIMONIALES, PROTEGEES OU VULNERABLES

## 1.1. LISTE DES ESPECES PRESENTES DANS LA ZONE D'ETUDE ET DONNEES EXISTANTES

La première étape de ce travail a été d'identifier les espèces marines patrimoniales et/ou protégées présentes dans la zone des travaux, l'estuaire du fleuve Mahury. Cet inventaire est issu de la littérature existante. Les espèces sont listées dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Liste des principales espèces ou groupes d'espèces présents dans la zone d'étude

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Statut mondial UICN	Statut régional	Tendance de la population
<i>Sotalia guianensis</i>	Dauphin de Guyane	Quasi menacé	En Danger	En déclin
<i>Trichechus manatus manatus</i>	Lamantin antillais	Vulnérable	En Danger	En déclin
<i>Trichechus inunguis</i>	Lamantin amazonien	Vulnérable	Données insuffisantes	En déclin
-	Lamantin (hybride)	Non évalué	Non évalué	Inconnue
<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortue luth	Vulnérable	Vulnérable	En déclin
<i>Chelonia mydas</i>	Tortue verte	En Danger	Vulnérable	En déclin
<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tortue olivâtre	Vulnérable	Quasi menacé	En déclin
<i>Epinephelus itajara</i>	Mérou géant	Vulnérable	Non évalué	En déclin
<i>Spp.</i>	Groupe des Elasmobranches (raies et requins)	-	-	-

Tous les mammifères marins sont protégés sur le territoire national par Arrêté ministériel (JORF N°0171 du 26 juillet 2011). C'est également le cas pour toutes les espèces de tortues marines (JORF N°283 du 6 décembre 2005). Il est ainsi strictement interdit de les détruire, mutiler, capturer ou perturber intentionnellement ainsi que de détruire ou de dégrader leurs aires de repos ou de reproduction. Il est également interdit de les détenir, transporter ou commercialiser.

Concernant le Mérou géant, la seule réglementation qui s'applique en Guyane vise à réguler le nombre de captures par la pêche de plaisance (arrêté préfectoral N°164/2010 du 26 août 2010). Ainsi, les pêcheurs plaisanciers en mer ne sont autorisés à capturer qu'un mérou par sortie et par bateau dans l'ensemble des eaux territoriales. Concernant les raies et les requins, les réglementations existantes (nationales, internationales ou européennes) visent essentiellement l'encadrement des captures ou l'interdiction de pêche, débarquement ou transbordement. Les anges de mer, Raies mantas, poissons-scies ou encore les Requins-baleines, Grands requins blancs et la majorité des requins marteaux sont interdits à la pêche.

La zone d'étude se superpose à une Zones Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique marine (ZNIEFF-Mer). Cette zone a été définie dans le cadre de l'inventaire des ZNIEFF mené en 2015 (Bordin *et al.*, 2015) qui est l'inventaire de référence du patrimoine naturel sur le territoire national (métropole et Départements d'Outre-Mer). Celui-ci constitue un outil de porter à connaissance utilisé par les autorités pour répondre aux demandes d'informations des naturalistes et des aménageurs du territoire, transmettre des informations relatives au patrimoine naturel lors de consultations réglementaires, identifier les enjeux ainsi que définir les programmes de gestion et de conservation à mettre en place. L'estuaire du fleuve Mahury a été désigné ZNIEFF en raison des éléments remarquables qu'il abrite. L'identification d'une ZNIEFF repose en effet sur la présence d'espèces déterminantes (espèces en danger, vulnérables, protégées, etc.). A titre informatif, les fiches descriptives des zones et les listes d'espèces sont disponibles sur le site de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel ([www.inpn.mnhn.fr](http://www.inpn.mnhn.fr)).

## **1.2. SOURCES DES DONNEES EXISTANTES**

Les données collectées dans la zone d'étude sont des données dites opportunistes (ou ponctuelles) non relevées dans le cadre de protocole. Elles peuvent être collectées par des organismes ou par le grand public (promeneurs, plaisanciers, pêcheurs ou prestataires touristiques). Les observations saisies sur les sites collaboratifs [www.faune-guyane.fr](http://www.faune-guyane.fr) et [www.obsenmer.com](http://www.obsenmer.com) ont été exportées et utilisées pour cette étude. Une veille des publications relatant des observations d'animaux postées sur les réseaux sociaux et sites Internet (forum de pêche, pages facebook, etc.) a également été menée.

Des données dites protocolées ont aussi été compilées. Celles-ci sont issues d'études réalisées en mer, par voie aérienne ou depuis des points fixes à terre, essentiellement sur le Dauphin de Guyane (suivis menés par le GEPOG).

La zone des travaux étant relativement restreinte, les données sur la faune marine ont été collectées dans une emprise plus large. Ces espèces sont en effet très mobiles ce qui requiert une analyse spatiale à une échelle fonctionnelle.

## 1.3. OBSERVATIONS DES MAMMIFERES MARINS

### 1.3.1. Dauphins de Guyane



Figure 1 : Dauphins de Guyane (*Sotalia guianensis*) dans le fleuve Mahury (Crédit : A.Bordin/GEPOG)

Le Dauphin de Guyane (*Sotalia guianensis*) (Figure 1) est la seule espèce de cétacé présente dans la zone d'étude. Il appartient à la famille des Delphinidés. Son aire de répartition s'étend du Sud du Brésil jusqu'au Honduras. L'espèce est inféodée aux milieux côtiers et estuariens et a ainsi la capacité de vivre dans des eaux salées et saumâtres. En Guyane, ce dauphin est observé le long du littoral ainsi que dans les estuaires des grands fleuves qu'il peut aussi remonter sur plusieurs kilomètres. Les observations les plus au large ont été effectuées à 36 km des côtes (Mannocci *et al.*, 2013) et celles plus en amont des fleuves se situent à 16 km ([www.obsenmer.org](http://www.obsenmer.org)).

Le Dauphin de Guyane est particulièrement observé dans les eaux du fleuve Mahury dont son chenal de navigation, aux abords des Ilets de Rémire, la côte rocheuse de Cayenne et la rivière de Cayenne. Il y réalise différentes activités qui lui sont vitales (alimentation, repos, socialisation et reproduction).

L'abondance de la population est estimée en Guyane à 1 700 individus (IC 95% : 700 - 4700) (Laran *et al.*, 2019), mais ce chiffre est sans doute sous-estimé. Les premières estimations de la population dans les eaux côtières de Cayenne avoisinent 400 individus (A.Bordin, *unpub data*).

Le Dauphin de Guyane est présent toute l'année le long des côtes, même si le nombre d'observations diminue en saison des pluies. Ceci, probablement en raison des mauvaises conditions qui rendent la détection des animaux plus difficile et d'un effort d'observation plus faible. Le réseau d'hydrophones déployé dans le fleuve Mahury et la rivière de Cayenne apportera prochainement de nombreuses informations sur les variations saisonnières et le rythme journalier des animaux.

En Guyane, les travaux sur l'espèce sont assez récents puisque les premières études ont débuté en 2012 avec la mise en place de survols aériens pour le recensement des individus le long des côtes de Guyane et du Suriname. Les premiers suivis de l'espèce en mer ont été initiés en 2014 par le GEPOG et la Réserve du Grand-Connétable. Ils consistaient à la mise en place de la photo-identification et à des enregistrements acoustiques. Suite à la mise en place du projet COAST (Connaissance, Observation et Animation en faveur du SoTalie) réalisé par le WWF et le GEPOG, les suivis se sont structurés et ont permis d'améliorer les

connaissances sur l'espèce (Bordin, 2018 ; Bordin, 2022). Le développement des sciences participatives à travers la plateforme OBSenMER a également contribué à enrichir les bases de données.

### 1.3.2. Lamantins



Figure 2 : Lamantins antillais (*Trichechus manatus manatus*) à Montravail (Crédit : F.Bacuez)

Les lamantins font partie de l'ordre des Siréniens. En Atlantique Ouest et dans les Caraïbes, le genre *Trichechus* comprend deux espèces tropicales (*Trichechus inunguis*), seule espèce strictement d'eau douce ainsi que le Lamantin d'Amérique (*Trichechus manatus*) qui compte deux sous-espèces : la Lamantin des Antilles (*T. manatus manatus*) (Figure 2) et le Lamantin de Floride (*T. manatus latirostris*). La Guyane constitue une zone de rencontre entre le Lamantin antillais et le Lamantin amazonien où les deux espèces s'y reproduisent entre elles, donnant naissance à des individus hybrides et fertiles.

Le lamantin réside en Guyane et est régulièrement observé même si son caractère discret rend sa détection difficile. Il est rencontré dans les eaux saumâtres, comme le long des côtes, dans les estuaires ou dans la partie aval de larges rivières. Même s'il est assez tolérant à de fortes variations de salinité, l'accès à des sources d'eau douce reste important. Le lamantin utilise les fleuves jusqu'à une distance maximale connue de la côte de 80 km (de Thoisy *et al.*, 2003) et explore aussi le littoral et les Ilets de Rémire (Ilet La Mère par exemple).

C'est en général un animal assez casanier, même s'il peut exceptionnellement, surtout les mâles, parcourir de longues distances de plusieurs centaines de kilomètres. Les apnées sont en général courtes (une minute) mais peuvent en cas de danger durer jusqu'à 5 minutes. Ses déplacements sont lents (3 à 7 km/h) mais il peut atteindre 25 km/h en pointe. L'animal a une bonne ouïe et peut émettre des sons à basse fréquence que la femelle utilise dans sa communication avec son jeune. La femelle pourrait utiliser les ultrasons pour attirer les mâles. Le mécanisme d'émission n'est pas connu, l'animal étant pourvu de cordes vocales (Savouré-Soubelet *et al.*, 2016).

D'après l'évaluation de la liste rouge régionale UICN (UICN, 2017), la population est estimée à moins de 250 individus dont une partie est hybride fertile. L'hybridation apporterait un avantage biologique aux lamantins qui augmenterait leur capacité à vivre en eau douce (amont de fleuves et criques).

En Guyane, un inventaire a été conduit en 2014 par l'association Kwata qui a permis de confirmer la présence d'une population largement répartie sur le territoire (Castelblanco-Martinez *et al.*, 2017). Des entretiens avaient également été réalisés avec des pêcheurs et communautés locales (de Thoisy *et al.*, 2001) ainsi que des points fixes d'observation. Une étude génétique de la population est en cours qui

permet d'évaluer la diversité et de mesurer la fréquence et le taux d'hybridation avec le Lamantin d'Amazonie.

## 1.4. OBSERVATIONS DES TORTUES MARINES

### 1.4.1. Tortues vertes

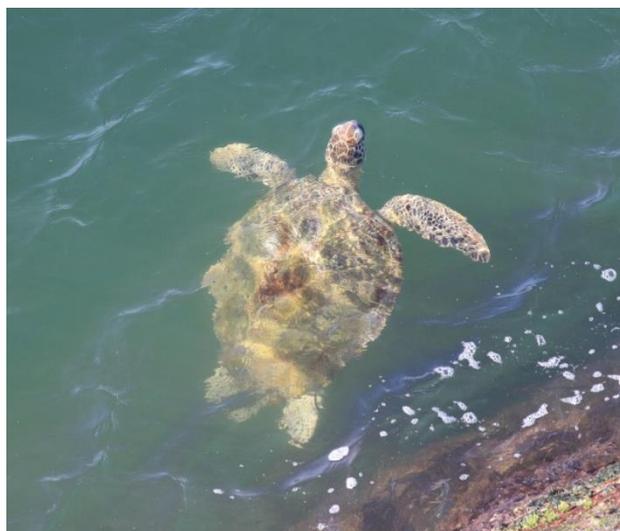


Figure 3 : Tortue verte (*Chelonia mydas*) dans les eaux de la Réserve du Grand-Connétable (Crédit : A.Bordin/GEPOG)

La Tortue verte (*Chelonia mydas*) (Figure 3) vient pondre en Guyane entre les mois de février et juin. Les plages de l'Est de la Guyane comptent beaucoup moins de femelles que les plages de l'Ouest. En 2018, quelques tortues vertes étaient venues pondre sur les plages de l'Île de Cayenne, soit environ 39 pontes (Berzins *et al.*, 2018). Les observations d'adultes dans le secteur sont donc relativement rares. La ponte a lieu tous les trois ans, la femelle reviendra sur la plage de trois à cinq fois au cours de la saison tous les 12 jours environ.

Entre deux pontes, les femelles restent à proximité des plages et passent beaucoup de temps en surface. Après la ponte, une part importante de la population adulte de Tortues vertes migre vers le Brésil en longeant les côtes, pouvant parcourir près de 2 000 km pour se nourrir dans les grands herbiers. Des échanges avec les Antilles sont aussi probables.

A l'inverse, les jeunes de cette espèce sont présents toute l'année où ils sont principalement observés aux abords des zones rocheuses, des îlots et îlets rocheux. Les animaux s'y nourrissent d'algues, crustacés et petits poissons.

### 1.4.2. Tortues olivâtres



Figure 4 : Tortue olivâtre (*Lepidochelys olivacea*) sur une plage de Rémire-Montjoly (Crédit : A.Bordin/GEPOG)

L'Est de la Guyane fait partie des principaux sites de nidification de la Tortue olivâtre (*Lepidochelys olivacea*) (Figure 4). Peu de tortues de cette espèce fréquentent les plages de l'Ouest. La ponte a lieu tous les deux ans entre les mois de mai et juillet. Les femelles montent une à trois fois sur les plages au cours de la saison toutes les deux semaines environ. La ponte s'organise en *arribadas*. Pendant deux à trois nuits successives, de nombreuses tortues se rassemblent avant de venir ponte sur le même site. Quelques semaines plus tard, le même phénomène se répète. Concernant l'île de Cayenne, le nombre d'indices de fréquentation relevé pour cette espèce en 2018 était de 5 206 pontes (Berzins *et al.*, 2018). Plusieurs pics de fréquentation avaient été observés en juin et juillet.

Le nombre de pontes en Guyane a augmenté depuis ces dix dernières années, passant de 2 757 pontes en 2009 (1 191 femelles identifiées) à 5 206 pontes en 2019 (2 579 femelles identifiées).

Entre deux pontes, les tortues restent à proximité des plages sur de faibles profondeurs. Peu de données concernent la migration des Tortues olivâtres après leur ponte en Guyane. Il semblerait qu'elles migrent à l'ouest, vers le Venezuela, pour s'alimenter.

### 1.4.3. Tortues luths



Figure 5 : Tortue luth (*Dermochelys coriacea*) sur une plage de Rémire-Montjoly (Crédit : J.Amirat)

La Guyane française fait partie des principaux sites de nidification de la Tortue Luth (*Dermochelys coriacea*) (Figure 5). L'espèce vient pondre sur les plages de la presqu'île de Cayenne où l'on y observe aujourd'hui davantage de pontes qu'à l'Ouest. En général, la ponte a lieu tous les deux à trois ans, de fin février à fin juillet-début août. La tortue reviendra de cinq à sept fois au cours de la saison de ponte, tous les 10 jours environ.

Depuis 2009, le nombre de pontes de Tortues luths a drastiquement chuté en Guyane, passant de 9 517 nids recensés (1 606 femelles identifiées) à 1 340 nids en 2018 (297 femelles identifiées).

Entre deux pontes d'une même saison, les femelles passent 60 % de leur temps dans une zone de 20 km de rayon à proximité des côtes. Des observations aux abords des Ilets de Rémire et dans le chenal du Mahury sont réalisées chaque année. Elles restent principalement dans des eaux peu profondes. Après la saison, de nombreuses Tortues luths traversent l'Atlantique vers l'Est et certaines remontent vers le Nord (Venezuela, Cuba et même Etats-Unis et Canada).

## 1.5. OBSERVATIONS DE L'ICHTYOFAUNE/ELASMOBRANCHES

### 1.5.1. Mérous géants



Figure 6 : A gauche : Mérou géant (*Epinephelus itajara*) capturé dans les eaux de la Réserve du Grand-Connétable (Crédit : GEPOG) ; A droite : banc de Mérous géants aux Iles du Salut (Crédit : particulier)

Le Mérou géant ou Mérou Goliath (*Epinephelus itajara*) (Figure 6) est l'un des plus gros poissons osseux au monde. Il peut atteindre 2,5 mètres et peser jusqu'à 350 kg, Il est réparti dans l'Ouest de l'Atlantique, de la Floride à l'Etat de Santa Catarina au Sud du Brésil, en passant par la Golfe du Mexique, les Caraïbes et le Plateau des Guyanes. Il est aussi présent de manière plus anecdotique le long de la côte Est africaine, entre le Sénégal et le Congo.

Dans l'Est de la Guyane, les principaux sites de répartition de l'espèce sont la rivière de Montsinéry, les pointes rocheuses de Cayenne, les Ilets de Rémire, la Réserve Naturelle de l'Île du Grand-Connétable ainsi que les Battures du Connétable. Plus largement, les zones rocheuses et épaves restent des habitats préférentiels du Mérou géant. A l'Ouest, les Iles du Salut ainsi que les Battures de Malmanoury sont aussi des sites fréquentés par l'espèce.

Les jeunes Mérous géants passent les premières années de leur vie dans les zones de mangrove et les habitats côtiers peu profonds où ils peuvent se protéger des prédateurs et trouver la nourriture nécessaire pour se développer. En devenant adultes, et lorsqu'ils mesurent environ 1,20 m, ils migrent vers les habitats plus profonds du large. Ils supportent aussi bien les eaux marines que saumâtres. Ce poisson est aussi exceptionnel par sa longévité. Les âges records estimés pour des individus pêchés en Floride sont de 37 ans, mais il est possible qu'il puisse vivre beaucoup plus longtemps, peut-être jusqu'à 50 ans.

En raison de sa taille et de son caractère tranquille, il se nourrit principalement de proies qui se déplacent lentement telles que des crabes, crevettes, langoustes, mais également poissons et poulpes. Il peut aussi parfois attraper des tortues ou des espèces venimeuses.

Le Mérou géant se reproduit dès l'âge de 5-6 ans, mais son mode de reproduction reste encore à définir. Pendant la période de reproduction, plusieurs dizaines, voire centaines d'individus, parcourent de longues distances, parfois près de 200 km, pour se regrouper dans des eaux peu profondes, à proximité d'épaves, de cavernes rocheuses ou de récifs isolés. Cependant, aucun indice de reproduction n'a pour l'instant été trouvé en Guyane. Le recrutement larvaire dépendrait donc des stocks du Brésil où les courants porteraient les larves jusque dans les fleuves guyanais bordés de mangroves. Arrivés à maturité sexuelle, les mérous adultes reproducteurs migreraient ensuite vers le Nord.

Depuis 2007, la Réserve Naturelle de l'Île du Grand-Connétable mène un suivi de l'espèce par marquage externe (méthode de capture-marquage-recapture), mais le peu de retours de tags n'a pas permis d'atteindre les objectifs fixés (estimation de l'abondance de la population). Les travaux de thèse de C.Artero réalisés entre 2010 à 2014 (Artero, 2014) ont permis des avancées majeures dans la compréhension de la biologie et de l'écologie du Mérou géant en Guyane, notamment sur son régime alimentaire ou l'utilisation des principaux sites de distribution (mangrove et habitats marins).

A ce jour, le suivi scientifique de l'espèce mené par la Réserve naturelle consiste à réaliser des pêches scientifiques pour des relevés biométriques uniquement. Des projets de télémétrie et de captures de larves pourraient aussi être mis en place. Enfin, un important travail est en cours visant la gestion concertée et durable du Mérou géant en Guyane (projet européen Life BIODIV'OM 2018-2023).

### 1.5.2. Raies et requins



Figure 7 : A gauche : Requin soyeux (*Carcharhinus falciformis*) au large de la Guyane (Crédit : Greenpeace/P.Baelen) ; A droite : Mourine américaine (*Rhinoptera bonasus*) dans les eaux de la Réserve du Grand-Connétable (Crédit : GEPOG)

En Guyane, les connaissances concernant le groupe des Elasmobranches sont très lacunaires et les informations sur le cycle de vie et les habitats restent généralistes. Les mangroves et les fleuves sont des habitats favorables de frayères, de nurseries et d'abris pour les juvéniles. En Guyane, la zone d'étude pourrait donc abriter une importante part des juvéniles des populations de raies et requins (Raie long nez, Raie chupare, Requin pointe noire, Requin marteau halicorne, Requin bordé, etc.) particulièrement vulnérables à cette période de leur cycle de vie. Outre les juvéniles, des individus adultes comme le Requin bouledogue, qui fréquente les eaux turbides des estuaires, pourraient aussi évoluer dans le secteur. Suite à des entretiens menés par le GEPOG en 2020 relatifs à l'observation des raies et requins par les pêcheurs plaisanciers, ceux-ci identifient une période favorable à la capture de juvéniles de requins depuis le bord de mer. En août et septembre, les captures seraient beaucoup plus fréquentes. Ceci pourrait être expliqué par un changement des paramètres environnementaux (salinité plus élevée et turbidité plus faible en saison sèche) qui déclencherait une migration des jeunes requins de la mangrove vers les eaux côtières plus profondes. Quant aux raies, les pêcheurs plaisanciers de bord de mer affirment une présence toute l'année, notamment pour la Raie long-nez ou la Raie chupare.

## **1.6. CARTOGRAPHIES DES OBSERVATIONS**

Les deux cartographies suivantes présentent les observations d'animaux collectées dans un secteur proche des travaux et compilées dans les bases de données faune-guyane et OBSenMER (Figures 8 et 9).

Le Dauphin de Guyane occupe l'ensemble de l'estuaire et le bassin portuaire de Degrad-des-Cannes. Les observations sont essentiellement concentrées dans le chenal, en raison de la route empruntée par les bateaux qui servent à effectuer les observations, mais cette espèce fréquente sans difficulté les eaux peu profondes (< 2 m) le long des berges du Mahury.

Concernant les autres espèces, le nombre de données est plus faible au vu du caractère discret des animaux. Le développement des études et des programmes de sciences participatives dans ce secteur permettra de renforcer les bases de données. A l'heure actuelle, les connaissances restent lacunaires sur la majorité des groupes taxonomiques.

Concernant le Mérou géant, aucune donnée n'a pu être collectée dans la zone d'étude. Cependant, les Ilets de Rémire sont reconnus comme un site d'importance pour l'espèce et suppose, au vu de son cycle de vie, que les mangroves et zones rocheuses du fleuve Mahury soient largement utilisées par les jeunes individus qui passeraient une partie de leur vie à s'y développer.

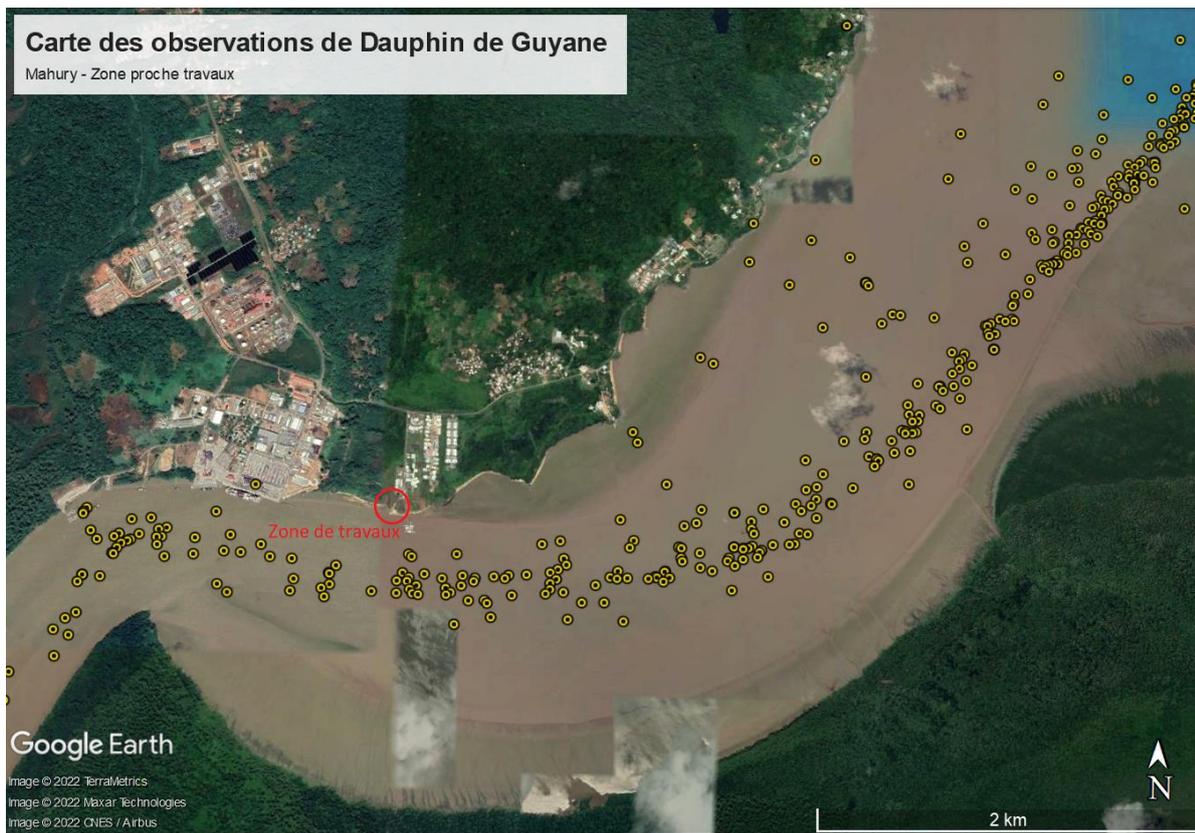


Figure 8 : Représentation cartographique des observations de Dauphins de Guyane (points jaunes) dans un secteur proche des travaux entre 2005 et 2022



Figure 9 : Représentation cartographique des observations de lamantins (rouge), tortues marines (vert) et élasmobranches (bleu) dans un secteur proche des travaux

## 2. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- Artero, C., Koenig, C.C., Richard, P., Berzins, R., Guillou, G., Bouchon, C. and Lampert, L. (2015) Ontogenetic dietary and habitat shifts in Goliath grouper *Epinephelus itajara* from French Guiana. *Endangered Species Research* 27: 155-168.
- Berzins, R. and Paranthoën, N. 2018. Bilan des activités de suivi des pontes des tortues marines sur le littoral guyanais. ONCFS/Cellule technique Guyane. 39 p.
- Bordin, A. 2018. Projet COAST (Connaissance, Observation et Animation en faveur du SoTalie). Bilan intermédiaire du suivi scientifique mené sur le Dauphin de Guyane entre juillet 2016 et mars 2018. GEPOG/Rapport DEAL Guyane. 19 p.
- Bordin, A, Pineau, K. and de Pracontal, N. 2015. Mise en œuvre de l'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) pour le milieu marine en Guyane française. GEPOG. Rapport final. 62 p.
- Bordin, A., Vanhoucke, M. and Pineau, K. 2019. Synthèse des connaissances sur les raies et requins en Guyane. GEPOG/RNN de l'Île du Grand-Connétable/Rapport DEAL Guyane. 70 p.
- Bordin, A., Vanhoucke, M., Pineau, K., Kelle, L., Cozannet, N., Pool, M., Bolanos-Jiménez, J. and de Thoisy, B. 2022. Study and conservation of the Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*) in French Guiana. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 17(1): 10-21.
- Castelblanco-Martinez, D.N., Dos-Reis, V. and de Thoisy, B. 2017. How to detect an elusive aquatic mammal in complex environments? A study of the Endangered Antillean manatee (*Trichechus manatus manatus*) in French Guiana. *Oryx* 52(2): 382-392.
- De Thoisy, B., Leclerc, D. and Talvy, G. 2001. Le lamantin en Guyane (*Trichechus manatus, Sirenia*). Ecologie, distribution, statut, importance traditionnelle. Kwata. 31 p.
- De Thoisy, B., Spiegelberger, T., Rousseau, S., Vogel, I. and Vié, J.-C. 2003. Distribution, habitat and conservation status of the West Indian Manatee (*Trichechus manatus manatus*) in French Guiana. *Oryx* 37(4): 431-436.
- Laran, S., Bassols, N., Dorémus, G., Authier, M., Ridoux, V. and Van Canneyt, O. 2019. Distribution et abondance de la mégafaune marine aux Petites Antilles et en Guyane. Campagne REMMOA II 2017. Agence Française pour la Biodiversité, La Rochelle. 112 p.
- Mannocci, L., Monestiez, P., Bolaños-Jiménez, J., Dorémus, G., Jeremie, S., Laran, S., Rinaldi, R., Van Canneyt, O. and Ridoux, V. 2013. Megavertebate communities from two contrasting ecosystems in the western tropical Atlantic. *Journal of Marine Systems* 111-112: 208-222.

UICN France, MNHN, GEPOG, Kwata, Biotope, Hydreco and OSL (2017). La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitres de la Faune vertébrée de Guyane. Paris, France. 77 pp. <https://uicn.fr/wp-content/uploads/2019/02/rapport-evaluation-liste-rouge-faune-verteebree-de-guyane-chapitre-mammiferes.pdf>

Savouré-Soubelet A., Aulanier, S., Haffner, P., Moutou, F., Van-Canneyt, O., Charrassin, J-B. and Ridoux, V. (coord.). 2016. Atlas des mammifères sauvages de France Volume 1 : Mammifères marins. Muséum national d'histoire naturelle, Paris ; IRD, Marseille, 480 p. (Patrimoines naturels ; 74).

Van Canneyt, O., Certain, G., Dorémus, G., Laran, S., Ridoux, V., Bolanos, J., Jérémie, S. and Watremez, P. 2010. Distribution et abondance de la mégafaune marine en Guyane française. Campagne REMMOA, Agence des Aires Marines Protégées. 42 p.

### 3. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE : IDENTIFICATION DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES ESPÈCES MARINES

---

L'eau est un milieu idéal pour la propagation du bruit : les ondes acoustiques s'y déplacent en effet cinq fois plus rapidement que dans l'air. Il existe deux catégories de bruits sous-marins : les sons de courte durée, très intenses et parfois répétitifs (impulsifs), générés par le battage de pieux, la recherche sismologique ou les explosifs, ainsi que les sons de longue durée ou continus, que l'on appelle aussi le bruit ambiant, souvent moins intenses (Haelters *et al.*).

Au cours du siècle dernier, l'augmentation des activités humaines, notamment la navigation, les travaux de dragage, l'extraction de sable, la pêche et la production d'énergie éolienne a entraîné une amplification du bruit ambiant dans tous les océans. Les animaux marins, dont les cétacés, doivent ainsi apprendre à vivre dans un environnement de plus en plus perturbé par le bruit anthropogène (Haelters *et al.*). L'exposition à des sources sonores d'origine anthropique peut représenter une sérieuse menace pour l'environnement marin (Parsons *et al.*, 2008) et doit être prise en compte dans les études d'impact environnemental (Croll *et al.*, 2001 ; Bailey *et al.*, 2010).

Durant les dix dernières années, l'intérêt grandissant pour les énergies renouvelables a entraîné la construction de nombreux parcs éoliens offshore dans le monde (Gaudiosi, 1999 ; Gill, 2005). Des questionnements ont alors émergé concernant l'impact des bruits sous-marins sur les espèces marines (Madsen *et al.*, 2006 ; Wilhelmsson *et al.*, 2006), et plus particulièrement des sons provenant du battage de pieux pour l'installation d'éoliennes (Bailey *et al.*, 2010). C'est pourquoi la majorité des études d'impact ont été réalisées dans le cadre de la mise en place de fermes éoliennes en milieu marin. Ces travaux ont montré qu'il existe des effets négatifs, au moins temporaires, sur l'environnement et ont mis en évidence la phase de battage de pieux comme la phase la plus critique en termes d'impact acoustique sur les organismes marins (Brandt *et al.*, 2011). Le bruit généré dans le cadre de la construction de fermes éoliennes offshore étant similaire au bruit qui peut être émis lors des extractions pétrolières ou de gaz ou la construction de piliers et de ponts (Tougaard *et al.*, 2008), les résultats et conclusions de ces études ont été utilisés dans ce rapport.

Le niveau sonore produit par les activités de battage de pieux est considéré comme l'un des bruits sous-marins les plus intenses et les plus impactants pour les animaux marins (Richardson *et al.*, 1995 ; Gordon *et al.*, 2003 ; Haelters *et al.* ; Bailey *et al.*, 2010 ; Haelters *et al.*, 2015 ; David, 2006). A proximité de la source sonore, le niveau pourrait atteindre des pics à 200 dB (Tougaard *et al.*, 2008). En Belgique, une étude menée sur plusieurs constructions sous-marines a permis d'enregistrer un pic maximum de 196 dB à 520 mètres du lieu de battage. Des extrapolations suggèrent que dans l'environnement proche de la source (moins de 100 mètres) le niveau sonore pourrait atteindre 270 dB (Norro *et al.*, 2010), sachant que le seuil considéré comme pouvant infliger un traumatisme physique direct sur les mammifères marins, oiseaux et poissons est estimé à 200 dB (McCauley, 1994 ; Richardson *et al.*, 1995 ; Evans *et al.*, 1996 ; Gordon *et al.*, 2003 ; David, 2006).

Au-delà de leur intensité, les sons émis par le battage des pieux dans le sol couvrent une large bande de fréquences de 20 Hz à 20 kHz (Nedwell *et al.*, 2004 ; Madsen *et al.*, 2006). Lors du battage, une pulsation peut durer entre 50 et 100 ms et il y a approximativement 30 à 60 pulsations par minute. D'autre part, l'installation d'un pylône dans le sol nécessite 1 à 2 heures (Henriksen, 2002 ; Nedwell *et al.*, 2003 ; Nedwell *et al.*, 2004 ; Madsen *et al.*, 2006). Les sons produits se propagent à travers la colonne d'eau et, dans une moindre mesure, à travers les sédiments (Thomsen *et al.*, 2006). Toutes ces caractéristiques suggèrent que l'activité pourrait avoir un impact à très large échelle.

L'évaluation des impacts concerne généralement les cétacés (Haelters *et al.* ; Popper, 2003). En effet, même si la majorité de l'énergie produite se situe dans les basses fréquences, une part considérable du son émis se situe dans les hautes fréquences, là où l'audition des mammifères marins est la meilleure (Tougaard *et al.*, 2008). De plus, pour la réalisation de nombreuses activités vitales comme la socialisation, le déplacement ou l'alimentation, ces animaux doivent être en mesure d'émettre et de recevoir des signaux acoustiques (Haelters *et al.* ; Brandt *et al.*, 2011 ; Haelters *et al.*, 2015). Plusieurs travaux ont aussi démontré des effets négatifs sur les poissons (Debusshere *et al.*, 2016 ; Thomsen *et al.*, 2006), notamment des sons basses fréquences (inférieures à 1 000 Hz) (Popper, 2003).

La délimitation de la zone la plus impactante sur les espèces dépend du niveau de propagation du son dans l'environnement, de ses caractéristiques fréquentielles et de sa durée. Afin d'évaluer les impacts des émissions sur les animaux, les données obtenues par l'enregistrement du niveau sonore à différentes distances de la source peuvent être comparées aux seuils auditifs connus pour les espèces et au bruit ambiant local. Ensemble, ces données peuvent être utilisées pour déterminer la manière dont les espèces vont être impactées par le bruit en fonction de leur distance à la source (Bailey *et al.*, 2010).

Cependant, les effets des bruits sous-marins (types d'impact et échelle des dérangements) sont encore mal connus (Haelters *et al.* ; Brandt *et al.*, 2011). Une méconnaissance due notamment à la complexité de la mesure du bruit sous-marin en raison de l'utilisation de différentes techniques et unités qui ne peuvent pas toujours être comparées. De plus, les estimations sont influencées par des variables comme la densité de l'eau, la géologie locale, le paysage sous-marin, la profondeur, la puissance hydraulique du matériel, etc. Les études environnementales utilisent généralement des modèles de propagation du son standard, mais très peu de tests empiriques sont réalisés (Southall *et al.*, 2007 ; Bailey *et al.*, 2010). La propagation du son dans les eaux du large a fait l'objet de nombreuses documentations, mais les connaissances restent faibles concernant la propagation des sons dans les eaux peu profondes (inférieurs à 200 mètres) et les environnements côtiers (Urick, 1983). En effet, les variations de profondeurs, de sédiments, de température et de salinité rendent difficile la modélisation (Marsh *et al.*, 1962). De la même manière, il existe peu d'informations sur la caractérisation du bruit ambiant dans les eaux peu profondes (Nedwell *et al.*, 2003).

Les impacts identifiés sur les mammifères marins et les poissons peuvent être ponctuels, permanents ou chroniques. Ils peuvent entraîner une réduction temporaire de la sensibilité auditive des animaux, des modifications de leur comportement, et parfois même causer des blessures ou entraîner la mort (Dekeling *et al.*, 2014 ; Norro *et al.*, 2010). Le niveau d'impact va dépendre de la sensibilité de chaque espèce, mais aussi de la distance entre la source sonore et les animaux. Kent *et al.* (2009) a décrit les conséquences possibles sur les animaux :

- Les modifications de comportement, et plus particulièrement l'évitement de la zone des travaux, qui impliquerait une augmentation des temps de déplacement au détriment des temps consacrés à la recherche de nourriture par exemple. Les animaux pourraient aussi quitter des habitats préférentiels pour d'autres zones moins favorables (Russel *et al.*, 2016 ; Norro *et al.*, 2010). Le masquage acoustique entravant la communication lorsque les sons émis se situent dans la même bande de fréquences que celle utilisée par les animaux est à considérer également ;

- Les dommages causés au système auditif des animaux, c'est-à-dire des modifications de la sensibilité auditive temporaires (TTS) ou permanentes (PTS) (Kent *et al.*, 2009) ;

- Les blessures physiques sur les organes qui peuvent parfois causer la mort. Ces effets ont surtout été observés chez les poissons (Kent *et al.*, 2009) ou chez les grands plongeurs (cachalots et baleines à bec).

Une synthèse bibliographique a été réalisée relative aux impacts du battage de pieux et du forage sur les espèces concernées par l'étude, ou proche. Certaines publications ont été résumées ci-dessous en fonction des espèces ou groupes d'espèces. Des publications consultées mais non citées dans le rapport ont aussi été listées dans la liste des références bibliographiques.

### **3.1. IMPACTS DU BATTAGE DE PIEUX / BRUITS IMPULSIFS / NIVEAUX SONORES ELEVES SUR LES ESPECES MARINES**

#### **3.1.1. Cétacés**

**L'augmentation du bruit ambiant marin dû à des projets de construction peut provoquer le déplacement des populations de Dauphins de Guyane (*Sotalia guianensis*). Ces déplacements peuvent être liés au déplacement des bancs de poissons ou au fait que le seuil de tolérance des animaux au dérangement ait été dépassé, malgré les avantages que peut apporter le secteur (importante source d'alimentation par exemple).**

*Cremer, M.J., Hardt, F.A., Júnior, A.T., Simões-Lopes, P.C. and Pires, J.S. 2004. Core areas changes in Sotalia guianensis (Cetacea, Delphinidae) population in Babitonga bay, Santa Catarina. Revista univille, 9: 12-16.* Cette étude menée dans la région de Babitonga Bay au Brésil a eu recours aux données de répartition de *Sotalia guianensis* collectées entre 1997 et 2001 afin d'analyser la répartition des animaux dans la zone. Un changement d'utilisation de la zone a été mis en évidence, notamment à l'entrée du port de Sao Francisco do Sul qui autrefois était utilisée de manière importante par les dauphins comme secteur de chasse et qui est actuellement caractérisé par les auteurs de « désert ». Cette situation est directement liée à la réalisation de travaux qui ont eu lieu dans le port entre 1999 et 2000. Ceux-ci ont nécessité l'utilisation de machines telles que des dragues et des batteurs de pieux qui ont probablement dispersé les bancs de poissons présents sur la zone et en conséquence, les dauphins aussi. La pollution sonore pourrait aussi avoir eu un impact sur les animaux. Ainsi, les auteurs estiment que les avantages apportés par le secteur, notamment la disponibilité en proies, n'ont pas été suffisants pour maintenir la population, bien que le Dauphin de Guyane soit une espèce plutôt tolérante au dérangement.

**Les bruits sous-marins impulsifs peuvent impacter les Marsouins communs (*Phocoena phocoena*) en perturbant leurs comportements, en masquant leur communication à proximité de la source sonore, en provoquant un décalage définitif ou temporaire de leur seuil auditif, ou dans certains cas causer leur mort. Cette étude a mis en évidence un évitement des zones de battages de pieux par les Marsouins communs sur une distance d'environ 20 kilomètres.**

*Haelters, J., Devolder, M., Rumes, B., Vigin, L. and Norro, A. 2.9. Bruit sous-marin et autres formes d'énergie (D11).*

L'étude présentée ici, réalisée lors de la construction d'un parc éolien *offshore*, et plus particulièrement pendant les activités de battage de pieux, a permis d'évaluer la distance à laquelle les Marsouins communs ont potentiellement pu être dérangés. Les recherches déjà menées sur le sujet ont montré qu'il est probable que le système auditif du Marsouin soit atteint à partir de 200 dB re 1 $\mu$ Pa ou à un niveau d'exposition supérieur à 164 dB re 1 $\mu$ Pa<sup>2</sup>s (Lucke *et al.*, 2009). Bailey *et al.*, (2010) ont supposé qu'un niveau de 149 dB re 1  $\mu$ Pa pouvait déjà provoquer une perturbation importante, soit l'évitement de la source par les animaux.

Le Marsouin commun est un petit animal endothermique qui vit dans un environnement relativement froid et doit en conséquence se nourrir régulièrement. Les effets des déplacements répétés dus aux

émissions sonores sur la recherche alimentaire de ces animaux ne sont pas encore précisément décrits. Malgré des impacts négatifs, les données disponibles ne permettent pas d'affirmer qu'il existe un impact sur la population globale. Les résultats des différentes études menées ont abouti à la mise en place d'une série de mesures pour limiter l'exposition et les conséquences du bruit sur les individus. L'utilisation d'un rideau de bulles lorsque le niveau sonore est supérieur à 185 dB re 1 $\mu$ Pa à 750 m de la source permet d'atténuer le niveau sonore ressenti par les animaux. Pour éviter une longue exposition, des mesures préventives peuvent aussi être mises en place telles que l'utilisation de dispositifs de répulsifs acoustiques et la mise en marche progressive des engins de chantier. Une surveillance visuelle de la zone permet de s'assurer qu'aucun mammifère marin ne soit présent lors du battage de pieux. Enfin, l'interdiction de ce type de travaux entre le 1er janvier et le 30 avril, période à laquelle les populations de Marsouins communs atteignent leur densité maximale dans les eaux belges.

**Les émissions sonores produites par le battage de pieux entraînent le déplacement des Marsouins communs à 20 km de la zone des travaux voire jusqu'à 50 km dans certains cas.**

*Dähne, M., Gilles, A., Lucke, K., Peschko, V., Adler, S., Krügel, K. and Siebert, U. 2013. Effects of pile-driving on harbour porpoises (Phocoena) at the first offshore wind farm in Germany. Environmental Research Letters, 8(2): 025002.*

Dans la Mer du Nord, à 45 km des côtes allemandes, la première ferme éolienne a été construite en 2008 et 2009. Une surveillance visuelle des Marsouins communs a été conduite de 2008 à 2010 pendant les phases de construction à l'aide de transects aériens suivant la méthode du Distance Sampling. Des systèmes acoustiques fixes équipés de récepteurs d'écholocations ont été déployés dans 12 localités entre 2008 et 2011. Les densités de marsouins les plus faibles ont été enregistrées durant l'année 2009, année de la construction de la ferme éolienne. La distribution spatiale des animaux observée lors des deux campagnes aériennes, soit trois semaines avant les travaux et au cours du battage des pieux, montrait clairement l'évitement de la zone dans un rayon de 20 km autour de la source sonore. Les stations acoustiques ont également montré, pour 8 récepteurs, une diminution des détections à moins de 10,8 km de la zone. Le taux de détection était beaucoup plus élevé à 25 et 50 km, démontrant alors le déplacement des animaux.

**L'étude sur les déplacements des Marsouins commun par campagne aérienne pendant les activités de battage de pieux confirme un évitement de la zone sur 20 km.**

*Haelters, J., Dulière, V., Vigin, L. and Degraer, S. 2015. Towards a numerical model to simulate the observed displacement of Harbour porpoises (Phocoena Phocoena) due to pile driving in Belgian waters. Hydrobiologia, 756(1): 105-116.*

Les résultats obtenus grâce aux campagnes aériennes d'observation menées avant et pendant le battage des pieux suggèrent le déplacement des Marsouins communs à une distance d'environ 20 km du lieu de construction. Les données de l'étude ont permis de développer un modèle de prédiction des mouvements des Marsouins communs dans le cadre de projets de construction en mer.

**La communication des Marsouins communs est impactée par le bruit généré par le battage de pieux. Les animaux diminuent ou stoppent leurs émissions sonores dans un rayon de 18 km autour de la zone des travaux. L'abondance de la population est également plus faible pendant toute la durée des travaux (cinq mois dans le cadre de cette étude).**

*Brandt, M.J., Diederichs, A., Betke, K. and Nehls, G. 2011. Responses of Harbour porpoises to pile driving at the Horns Rev II offshore wind farm in the Danish North Sea. Marine Ecology Progress Series, 421: 205-216.*

En Mer du Nord au large du Danemark, 91 pieux ont été mis en place pour l'installation d'éoliennes durant l'été 2008. Un enregistreur acoustique avait été mis en place pour étudier le comportement des animaux. Les résultats ont montré que la communication des individus était totalement stoppée pendant l'heure suivant un battage de pieux. Les effets négatifs se sont faits ressentir jusqu'à une distance de 17,8 km. A 22 km, ils n'étaient plus apparents et l'activité des Marsouins augmentait temporairement, traduisant une absence de réponse comportementale et potentiellement une agrégation de ces animaux dans d'autres zones. A 4,7 km de distance, le temps de recouvrement des capacités des marsouins était plus long que les temps de pause entre chaque battage de pieux, ce qui induit potentiellement une activité, voire même une abondance, des marsouins réduite tout au long de la période des travaux.

D'autres études ont démontré les mêmes résultats avec quelques différences. Carstensen *et al.*, (2006) a obtenu un temps entre deux enregistrements de Marsouins qui est passé de 10-20h (situation normale) à 35-50h pendant la phase de construction. Tougaard *et al.* (2008) a également démontré un impact clair du battage de pieux sur l'activité acoustique des Marsouins au large du Danemark puisque dans une zone de 20 km autour de la source sonore, le temps entre la détection de deux signaux acoustiques de Marsouins est passé de 5,9h à 7,5h en phase de battage de pieux.

**Les impacts générés par les bruits sous-marins d'origine anthropique dépendent de la distance entre les animaux et la source sonore. De plus, toutes les espèces n'ont pas le même seuil de sensibilité. Chez les Grands dauphins (*Tursiops truncatus*), des problèmes d'audition apparaîtraient uniquement dans un rayon de 100 mètres autour de la zone de battage de pieux alors qu'une modification des comportements seraient encore observée à 50 km de la source.**

*Bailey, H., Senior, B., Simmons, D., Rusin, J., Picken, G. and Thompson, P. 2010. Assessing underwater noise levels during pile-driving at an offshore windfarm and its potential effects on marine mammals. Marine pollution bulletin, 60(6): 888-897.*

En 2006, l'installation d'éoliennes au large de l'Ecosse et à proximité d'une population protégée de Grands dauphins a permis de réaliser une étude sur les impacts potentiels du battage de pieux sur cette population. Le bruit émis par le battage de pieux a été mesuré de 0,1 à 80 km de la source. Plus la distance était grande, moins la pression sonore était forte, mais la durée du son était plus élevée. Au-delà de 80 km, les sons émis ne pouvaient plus être distingués du bruit ambiant sous-marin. A proximité de la source (jusqu'à 2 km de distance), les niveaux sonores enregistrés étaient compris dans une large bande (de 100 Hz à 2kHz), mais certaines fréquences dépassaient les 10 kHz. Les hautes fréquences étaient rapidement atténuées avec la distance, au-delà de 4 km la majorité des ondes sonores étaient inférieures à 5 kHz.

Les niveaux sonores obtenus ont été comparés avec les seuils de sensibilités des mammifères marins. Pour les Grands dauphins, les dommages causés sur l'audition n'apparaîtraient que dans un rayon de 100 mètres autour du battage de pieux. Pour les Marsouin communs, théoriquement, les comportements pourraient être perturbés jusqu'à 70 km de la zone des travaux. Cependant, les données obtenues lors de cette étude ont montré des changements de direction et l'évitement de la zone dans un rayon de 20 km de distance autour de la source chez les Marsouins communs, 50 km chez les Grands dauphins et 40 km chez les Baleines de Minke.

Parmi les mesures de mitigation proposées, le démarrage progressif des engins était fortement recommandé ainsi que l'utilisation de rideaux de bulles dans les eaux peu profondes (Wursig *et al.*, 2000).

**En fonction des fréquences émises et de la distance des animaux à la source, les sons émis par les Grand dauphins (*Tursiops truncatus*) peuvent être masqués et ainsi modifier le comportement des animaux, notamment par le déplacement vers d'autres secteurs. Cependant, ces mouvements pourraient aussi être dus au déplacement des proies.**

David, J.A. 2006. *Likely sensitivity of bottlenose dolphins to pile-driving noise*. *Water and Environment Journal*, 20(1): 48-54.

En comparant les fréquences d'émission des Grand dauphins avec les fréquences d'émission du battage de pieux, la sensibilité des animaux à cette activité a pu être analysée. Lorsque le niveau sonore produit par un battage de pieux atteint 9 kHz, il peut masquer les sons hautes fréquences des animaux dans un rayon de 10 à 15 km et ceux à basses fréquences à environ 40 km. Ces distances diminuent lorsque les fréquences émises par le battage de pieux augmentent : 6 km à 50 kHz et 1,2 km à 115 kHz.

Wursig *et al.* (2000) ont mesuré l'impact du battage de pieux à des profondeurs de 6-8 m sur une population de Dauphins à bosse. Aucun changement significatif du comportement n'a été mis en évidence, mais la vitesse de déplacement des dauphins a augmenté. Certains individus restaient dans le secteur alors que d'autres quittaient la zone temporairement pour y retourner une fois les travaux terminés. L'étude a conclu qu'il n'était pas possible de déterminer si l'abandon du secteur était lié directement au bruit généré par le battage de pieux ou s'il était lié au déplacement des proies.

**Chez les Grands dauphins (*Tursiops truncatus*), les réactions observées face à la construction d'un pont sur plusieurs années sont différentes pour les mâles et les femelles. Les femelles seraient plus sensibles aux activités que les mâles, et seraient plus susceptibles d'éviter la zone de travaux.**

Weaver, A. 2015. *Sex difference in Bottlenose dolphin sightings during a long-term bridge construction project*. *Animal Behavior and Cognition*, 2(1): 1-13.

L'étude a été menée lors de la construction d'un pont sur 5 ans à St Petersburg, au niveau d'un corridor important pour les Grand dauphins. Grâce à la photo-identification, les probabilités de détection de 68 individus ont été analysées avant, pendant et après la construction du pont. Les résultats ont montré qu'il existe un lien entre la construction du pont et le sexe des animaux détectés. Plus précisément, la détection des femelles a diminué progressivement pendant la construction, alors que la détection des mâles n'a pas changé. L'auteur conclut que les mâles et femelles réagissent différemment au dérangement provoqué par les activités humaines.

**En fonction de la distance des animaux à la source et des sons émis, les impacts sur les animaux marins peuvent comprendre une modification des comportements, des dommages du système auditif voire causer la mort. Les sons produits par le battage de pieux peuvent varier selon les paramètres environnementaux et le matériel utilisé.**

Kent, C.P.S., McCauley, R.D. and Duncan, A.J. 2009. *Environmental impacts of underwater noise associated with harbour works, Port Hedland*.

Ce rapport réalisé par le Centre de la Science Marine et de la Technologie (Australie) avait pour objectif d'estimer les impacts potentiels des bruits générés par les constructions et activités associées sur les espèces marines (Dugongs, cétacés et poissons (incluant les requins)).

De manière générale, le rapport considère que le battage de pieux peut impacter les animaux de la manière suivante :

- Des blessures physiques, voire la mort, pourraient survenir dans un rayon de 10 mètres autour de la source sonore ;
- Des modifications permanentes de l'audition (PTS) surviendraient dans un rayon de 10 mètres autour de la source sonore et des modifications temporaires (TTS) dans un rayon de 200 mètres ;
- Une modification des comportements pourrait s'observer dans un rayon de 2 à 10 km de la source sonore, mais cet effet reste très dépendant de l'espèce, de ses habitudes et de sa sensibilité auditive.

La majorité de l'énergie sonore produite par le battage de pieux se situe dans les basses fréquences, en dessous de 1 000 Hz, bien qu'une petite partie de cette énergie se situe dans des plus hautes fréquences. Les caractéristiques du son varient selon la nature du substrat, du type et de la taille des pylônes (Vagle, 2003).

Le Service National des Pêcheries Maritimes des Etats-Unis (NMFS) a établi que les cétacés ne doivent pas être exposés à des sons sous-marins excédant 180 dB dans le but d'éviter tout dommage à leur système auditif. Le seuil de dérangement pour les cétacés est considéré à 160 dB pour les sons impulsifs et 120 dB pour les sons industriels continus. Ces niveaux ont été établis en se basant sur les données de Malme *et al.*, 1984. Southall *et al.*, 2007 a mis à jour ces critères et établis que des niveaux supérieurs à 183 dB pour les sons impulsifs et 195 dB pour les sons continus peuvent causer des modifications temporaires de l'audition (TTS). Des niveaux supérieurs à 198 dB pour les sons impulsifs et 215 dB pour les sons continus pourraient causer des modifications permanentes de l'audition (PTS).

**L'augmentation du bruit sous-marin d'origine anthropique peut provoquer du stress chez les animaux qui se caractérise par des changements physiologiques tels que l'augmentation de la pression sanguine, des taux de corticostéroïdes et des modifications de la glande surrénale. Un stress prolongé peut aussi réduire la résistance de l'animal aux infections et aux maladies et, dans les cas extrêmes, provoquer sa mort. Les changements de comportement chez les mammifères marins sont également fréquents et peuvent diminuer le succès reproducteur des animaux et l'alimentation avec l'abandon d'habitats préférentiels.**

*Turl, C.W. 1982. Possible effects of noise from offshore oil and gas drilling activities on marine mammals: a survey of the literature (No. NOSC/TR-776). Naval Ocean Systems Center San Diego Ca.*

L'étude présentée ici compare des sons émis par des activités de forage dans des eaux profondes et la sensibilité auditive de certaines espèces de mammifères marins (Underwater Systems, 1973). Les effets sur la faune marine peuvent se décliner en deux catégories : les dommages causés sur le système auditif et les dommages physiologiques. Un animal stressé peut présenter une augmentation de sa pression sanguine, des niveaux de corticostéroïdes, et de la taille de la glande surrénale. Un stress prolongé peut ainsi rendre l'animal plus fragile aux infections et aux maladies et parfois provoquer sa mort. De plus, l'augmentation du bruit sous-marin peut masquer les signaux acoustiques émis par les animaux ou réduire la distance à laquelle les animaux sont capables de détecter les signaux (Myrberg, 1978). Ces impacts peuvent aboutir à des perturbations des routes migratoires ou à l'abandon d'habitats favorables à la reproduction ou l'alimentation.

### 3.1.2. Lamantins

**Un niveau sonore trop élevé peut modifier le comportement des lamantins qui passeraient moins de temps à se reposer.**

*Miksis-Olds, J.L. and Wagner, T. 2011. Behavioral response of manatees to variations in environmental sound levels. Marine Mammal Science, 27(1): 130-148.*

Le Lamantin de Floride (*Trichechus manatus latirostris*) vit dans les régions côtières où il se nourrit de végétation aquatique qui pousse dans les eaux peu profondes, là où les activités humaines sont les plus importantes. Le bruit, qu'il soit d'origine anthropique ou naturelle, peut affecter les animaux de différentes manières. Dans cette étude, une approche théorique a été utilisée pour étudier les relations entre les comportements des lamantins et l'intensité du bruit ambiant. Les résultats indiquent que la proportion du temps passé à se nourrir et à se reposer change en fonction du niveau sonore. Lorsqu'il est

élevé, les animaux passeraient plus de temps à s'alimenter, alors qu'ils seraient plutôt en repos lorsque le bruit est faible.

**Les lamantins peuvent vivre dans des zones très anthropisée et être capables de sélectionner leurs habitats. Ils peuvent aussi développer une activité nocturne pour éviter le dérangement par les activités humaines qui sont moins intenses la nuit.**

*Jiménez, I. 2005. Development of predictive models to explain the distribution of the West Indian manatee *Trichechus manatus* in tropical watercourses. *Biological Conservation*, 125(4): 491-503.*

Smethurst *et al.* (1999) ont désigné le trafic maritime comme une menace pour les lamantins en décrivant une forte corrélation entre la présence de lamantins et l'absence de trafic maritime. Toutefois, des observations ont aussi montré que les lamantins se nourrissent parfois dans les zones où le trafic était le plus élevé et que l'affluence ne les poussait pas à quitter leur secteur d'alimentation, mais plutôt à sélectionner certains habitats (Johnson, 1980 ; O'Shea, 1995). Les résultats de l'étude de Jiménez (1999) montrent aussi des modifications de comportements comme le développement d'une activité nocturne dans les zones très fréquentées par l'homme. Même s'il existe de nombreuses controverses sur ce sujet, les causes de mortalité chez les lamantins sont fortement liées au trafic maritime et représente la principale menace pour l'espèce.

### 3.1.3. Tortues marines

**Les tortues marines sont sensibles aux basses fréquences et montrent des signes de dérangement en présence d'activités humaines. Les effets à long terme d'une exposition continue au bruit restent encore mal connus.**

*Samuel, Y. 2004. Underwater Low-frequency Noise and Anthropogenic Disturbance in a Critical Sea Turtle Habitat (Doctoral dissertation, Cornell University).*

Plusieurs études ont démontré une sensibilité des tortues marines aux basses fréquences et donc aux sons produits par de nombreuses activités anthropiques. Des expériences ont permis de montrer des signes de dérangement chez des tortues soumises à un bruit d'origine anthropique. Cependant, les connaissances restent très faibles concernant l'exposition des animaux aux bruits dans leur habitat naturel, des effets sur leurs comportements à long-terme ou sur leur biologie.

### 3.1.4. Ichtyofaune

**Les poissons modifient leur comportement et peuvent subir des dommages auditifs lorsqu'ils sont exposés à une augmentation du bruit sous-marin.**

*Popper, A.N. 2003. Effects of anthropogenic sounds on fishes. *Fisheries*, 28(10): 24-31.*

Si les impacts sont généralement mesurés sur les mammifères marins, la plupart des basses fréquences (sous 1 000 Hz) peuvent affecter les poissons. Leur comportement ou leur physiologie peut être affecté même si très peu de données existent sur le sujet. Les poissons pourraient aussi subir des pertes d'audition temporaires ou permanentes.

**Les signaux impulsifs tels que ceux émis par le battage de pieux peuvent provoquer la mort des poissons à une distance de 400 mètres. Des blessures physiques importantes peuvent aussi être causées telles que des modifications permanentes ou temporaires de l'audition, des déchirements de la vessie natatoire, des embolismes et explosion de capillaires sanguins. Ces impacts diffèrent selon la sensibilité des espèces.**

Kent, C.P.S., McCauley, R.D. and Duncan, A.J. 2009. *Environmental impacts of underwater noise associated with harbour works, Port Hedland.*

Il est admis que les sons impulsifs et intenses tels que ceux produits par le battage de pieux peuvent provoquer la mort des poissons, et que des sons de moins forte intensité peuvent provoquer des changements de comportement (Nedwell *et al.*, 2004) en fonction de la sensibilité de l'espèce et de son seuil de tolérance (Popper *et al.*, 1973, 1993).

Selon cet article, les sons produits par une explosion sous-marine sont similaires à ceux produits par le battage de pieux. Nedwell *et al.* (2004) montrent les effets létaux d'une source sonore de plus de 134 dB dans un rayon de 400 mètres. Les sons impulsifs sont aussi plus impactants et peuvent provoquer le déchirement ou l'explosion de la vessie natatoire, comme cela l'a aussi été montré dans plusieurs études (Alpin, 1947 ; Coker *et al.*, 1950 ; Ylverton *et al.*, 1975). Les sons de forte intensité peuvent créer des embolies (graisse, yeux) et l'explosion des petits capillaires sanguins (Hastings *et al.*, 2005).

### **Les poissons subissent un stress dû aux émissions sonores produites par le battage des pieux.**

Erbe, C. 2011. *Underwater acoustics: noise and the effects on marine mammals. A Pocket Handbook, 164p.*

Le niveau de stress a été mesuré chez les poissons à travers l'augmentation de l'hormone cortisol et l'augmentation du rythme cardiaque. Ce rapport liste les méthodes d'atténuation pouvant être mises en place dans le cadre de travaux par battage de pieux :

- Modifier la source qui émet le son : choisir un équipement alternatif, réduire le niveau sonore de la source, changer les caractéristiques spectrales ;
- Adapter le moment des activités : moment de la journée, saison d'absence des animaux ;
- Modifier la localisation géographique des activités ;
- Modifier les paramètres opérationnels : démarrage progressif des machines, réduire les cycles de travaux, limiter la vitesse des bateaux ;
- Installer des équipements de réduction du son tels que des rideaux de bulles ;
- Mettre en place des procédures de réduction des impacts : surveillance visuelle ou acoustique des mammifères marins, zones de sûreté.

### **En réponse aux émissions sonores produites par le battage de pieux, on observe chez les juvéniles de Bar commun (*Dicentrarchus labrax*) une diminution de la consommation d'oxygène.**

Debusschere, E., Hostens, K., Adriaens, D., Ampe, B., Botteldooren, D., De Boeck, G. and Vincx, M. 2016. *Acoustic stress responses in juvenile sea bass *Dicentrarchus labrax* induced by offshore pile driving. Environmental Pollution, 208: 747-757.*

Des expérimentations ont été menées à une distance de 45 mètres d'un lieu de battage de pieux. Les résultats ont montré une réduction de la consommation d'oxygène chez le Bar commun ainsi qu'une concentration très faible en lactate.

**Excepté certaines familles pouvant détecter de très hautes fréquences, les poissons sont majoritairement sensibles aux basses fréquences (inférieures à 1 000 Hz) et donc potentiellement impactés par les activités humaines. Les réactions et les effets observés sont similaires à ceux décrits chez les mammifères marins.**

Popper, A.N. 2003. *Effects of Anthropogenic Sounds on Fishes. Fisheries, 28(10): 24-31.*

La majorité des poissons détectent les fréquences comprises entre 500 et 1 000 Hz et sont donc susceptibles d'être impactés par les sons produits par les activités humaines. Ces sons peuvent affecter le comportement et/ou la physiologie des espèces bien que les connaissances restent encore très faibles sur le sujet. Les données existantes suggèrent qu'une exposition au bruit peut altérer les comportements et

peut même provoquer des dommages du système auditif de manière temporaire ou permanente. Les poissons sont particulièrement concernés dans la mesure où de nombreuses espèces utilisent le son pour repérer leurs proies, éviter les prédateurs et pour les interactions sociales. De plus, les récepteurs sensoriels utilisés par les poissons pour détecter les sons sont très similaires à ceux utilisés par les mammifères marins.

D'autre part, de nombreuses espèces de poissons comme les poissons-chats pourraient entendre des fréquences supérieures à 3 000 Hz, d'autres familles de poissons comme les aloses peuvent détecter des fréquences supérieures à 200 kHz. Les sonars hautes fréquences, appareils échosondeurs et même répulsifs acoustiques peuvent donc affecter ces espèces.

De manière générale, les effets sont les mêmes chez les poissons que chez les mammifères marins ou encore les humains : évitement de la source sonore, arrêt de l'activité, signaux de communication masqués induisant des perturbations sur les comportements et en particulier la chasse et la reproduction, masquage acoustique, dommages sur le système auditif causés par l'habituation au bruit, etc.

En revanche, il a été observé chez les poissons une réaction bien particulière et assez commune. En effet, en présence d'un bruit anthropique de nombreux poissons sont tétanisés et ne bougent plus, s'exposant ainsi à des dommages importants.

**Les impacts sont différents en fonction du type de bruit. Un son soudain et bref peut occasionner des blessures instantanément alors que les sons plus modérés et de plus longue durée peuvent engendrer des dérangements sur le long terme. Les effets négatifs ne sont pas toujours mis en évidence par des modifications de comportement des animaux mais peuvent se manifester par la production d'une hormone de stress par exemple.**

*Slabbekoorn, H., Bouton, N., Opzeeland, I.V., Coers, A., Cate, C.T. and Popper, A.N.A. 2010. Noisy spring: the impact of globally rising underwater sound levels on fish. Trends in ecology & evolution, 25(7): 419-427.*

L'auteur distingue deux catégories de sons sous-marins produits par les activités humaines : les sons non intentionnels basses fréquences produits par les navires, transports de passagers, pêche, plaisance et les sons basses et hautes fréquences générés par les sondeurs ou autres instruments de mesure. D'autre part, il met en évidence les sons impulsifs et soudains, qui peuvent générer des dommages instantanément, et les sons plus modérés et continus, qui peuvent avoir des effets à plus long terme. Les impacts cités dans l'article incluent des modifications dans la distribution des poissons, le système auditif, la communication avec le masquage acoustique et les relations prédateurs/proies. Des études ont aussi montré l'augmentation de sécrétion d'hormones de stress par des poissons soumis à des bruits anthropiques.

**Les activités humaines peuvent avoir un impact indirect sur la mortalité des poissons. Le taux de mortalité par prédation de certains poissons double en présence d'un bateau à moteur.**

*Simpson, S.D., Radford, A.N., Nedelec, S.L., Ferrari, M.C., Chivers, D.P., McCormick, M.I. and Meekan, M.G. 2016. Anthropogenic noise increases fish mortality by predation. Nature communications, 7, 10544.*

L'étude a mis en évidence que certains poissons réagissent moins à une attaque de prédateur lorsqu'ils sont stressés par la présence d'un bateau à moteur, doublant quasiment leur taux de mortalité par prédation. La pollution sonore d'origine anthropique peut donc avoir un impact sur la démographie des poissons. Des changements dans le métabolisme des animaux ont aussi été mis en évidence, notamment l'augmentation de la consommation d'oxygène dans un environnement bruyant.

## 4. IMPACTS IDENTIFIES DANS LE CADRE DE CE PROJET ET RECOMMANDATIONS POUR LEUR LIMITATION

---

Dans le cadre des travaux réalisés pour la construction de la cale de mise à l'eau, et au vu des connaissances actuelles sur les moyens et techniques utilisés, les impacts semblent particulièrement négligeables. Les travaux généreront sans aucun doute l'évitement et la fuite des animaux (tout taxon confondu), mais n'entraîneront très certainement pas de perturbations à long terme ou voire la mort des animaux. Suivant la durée des travaux, si cela se déroule sur une période relativement courte, les animaux seront en mesure de recoloniser le milieu.

Il est toutefois fortement recommandé, une fois les moyens et techniques retenus précisément, de reconsidérer les conséquences sur la faune, d'autant plus si les travaux doivent durer longtemps, à marée haute et recourir à des engins bruyants ou du battage de pieux (voire déroctage).

- **Surveillance visuelle lors des travaux les plus bruyants**

Malgré des impacts négligeables supposés, une surveillance visuelle par un observateur formé devra être mise en place lors des travaux dits bruyants. Cette mesure de mitigation est largement préconisée dès lors que des impacts peuvent être générés sur des mammifères marins, d'autant plus dans des zones préférentielles d'espèces vulnérables comme le Dauphin de Guyane.

La surveillance visuelle n'est à mettre en place que lors des travaux bruyants comme le battage de pieux. L'observateur doit être informé du planning des travaux afin de se rendre sur le site avant le démarrage des activités. Equipé du matériel optique nécessaire et d'un protocole d'observation, il assurera une surveillance visuelle du site pour détecter la présence de dauphins à proximité des travaux. Ces derniers pourront être stoppés (selon une chaîne de décision à construire) et reprendront dès lors que l'observateur aura considéré que le groupe de dauphins est suffisamment à distance pour ne pas réagir négativement aux émissions sonores. Les distances à la source seront à définir dans le protocole : zone de danger, zone de vigilance, zone non impactée.

Une communication auprès du personnel du chantier devra être faite afin de présenter les espèces, enjeux et objectifs de cette procédure de mitigation. Ceci favorise l'acceptation des mesures et les prises de décision lors des travaux.

## 5. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES (présentées dans ce document ou consultées)

---

Aplin, J.A. 1947. The effect of explosives on marine life. *Calif. Fish and Game*, 33: 23-30.

Bailey, H., Senior, B., Simmons, D., Rusin, J., Picken, G. and Thompson, P. 2010. Assessing underwater noise levels during pile-driving at an offshore windfarm and its potential effects on marine mammals. *Marine pollution bulletin*, 60(6): 888-897.

Beineke, A., Siebert, U., Mclachlan, M., Bruhn, R., Thron, K., Failing, K., Muller, G. & Baumgartner, W. (2005). Investigations of the potential influence of environmental contaminants on the thymus and spleen of harbour porpoises (*Phocoena*) *Environ. Sci. Technol.* 39 3933–8.

Brandt, M.J., Diederichs, A., Betke, K. and Nehls, G. 2011. Responses of Harbour porpoises to pile driving at the Horns Rev II offshore wind farm in the Danish North Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 421: 205-216.

Calleson, C.S. and Frohlich, R.K. 2007. Slower boat speeds reduce risks to manatees. *Endangered Species Research*, 3(3): 295-304.

Carstensen, J., Henriksen, O. D., & Teilmann, J. (2006). Impacts of offshore wind farm construction on harbour porpoises: acoustic monitoring of echolocation activity using porpoise detectors (T-PODs). *Marine Ecology Progress Series*, 321, 295-308.

CEREMA (2018). Evaluation environnementale, guide d'aide à la définition des mesures ERC.

Coker, C.M., and Hollis, E.H. 1950. Fish mortality caused by a series of heavy explosions in Chesapeake Bay. *J. Wildlife Management*, 14:435-444.

Cremer, M.J., Hardt, F.A., Júnior, A.T., Simões-Lopes, P.C. and Pires, J.S. 2004. Core areas changes in *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) population in Babitonga bay, Santa Catarina. *Revista univille*, 9: 12-16.

Cremer, M.J., Simões-Lopes, P.C. and Pires, J.S. 2009. Occupation pattern of a harbor inlet by the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (Van Bénédén P.J., 1864) (Cetacea, Delphinidae). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 52(3): 765-774.

Crespo, E.A., Alarcon, D., Alonso, M., Bazzalo, M., Borobia, M., Cremer, M., Filla, G., Lodi, L., Magalhães, F.A., Marigo, J., De Queiróz, H.L., Reynolds, J.E., Schaeffer, Y., Dorneles, P.R. and Wetzell, D.L. 2010. Report of the working group on major threats and conservation.

Croll, D.A., Clark, C W., Calambokidis, J., Ellison, W. T. and Tershy, B.R. 2001. Effect of anthropogenic low-frequency noise on the foraging ecology of *Balaenoptera* whales. In *Animal Conservation forum*, Cambridge University Press, 4(1): 13-27.

Dähne, M., Gilles, A., Lucke, K., Peschko, V., Adler, S., Krügel, K. and Siebert, U. 2013. Effects of pile-driving on harbour porpoises (*Phocoena*) at the first offshore wind farm in Germany. *Environmental Research Letters*, 8(2): 025002.

- David, J.A. 2006. Likely sensitivity of bottlenose dolphins to pile-driving noise. *Water and Environment Journal*, 20(1): 48-54.
- Debusschere, E., Hostens, K., Adriaens, D., Ampe, B., Botteldooren, D., De Boeck, G. and Vincx, M. 2016. Acoustic stress responses in juvenile sea bass *Dicentrarchus labrax* induced by offshore pile driving. *Environmental Pollution*, 208, 747-757.
- Dekeling, R.P.A., Tasker, M.L., Van der Graaf, A.J., Ainslie, M.A., Andersson, M.H., André, M. and Dalen, J. 2014. Monitoring guidance for underwater noise in European seas. *JRC Sci. Policy Rep. EUR 26557 EN, Publ. Off. Eur. Union, Luxemb.*
- DeMaster, D. P., Fowler, C. W., Perry, S. L., & Richlen, M. F. (2001). Predation and competition: the impact of fisheries on marine-mammal populations over the next one hundred years *J. Mammal.* 82 641–51.
- De Souza Albuquerque, N. and Da Silva Souto, A. 2013. Motorboat noise can potentially mask the whistle sound of estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*). *Ethnobiology and Conservation*, 2.
- Dias, K., Vossen, A., Tolley, K., Vikingsson, G. A., Thron, K., Muller, G., Baumgartner, W. and Siebert, U. 2006. Interfollicular fibrosis in the thyroid of the Harbour porpoise: an endocrine disruption? *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 51: 720–9.
- Erbe, C. 2002. Underwater noise of whale-watching boats and potential effects on killer whales (*Orcinus orca*), based on an acoustic impact model. *Mar. Mamm. Sci.*, 18(2): 394-418.
- Erbe, C. 2011. Underwater acoustics: noise and the effects on marine mammals. A Pocket Handbook, 164p.
- Evans, P.G. and Nice, H. 1996. Review of the effects of underwater sound generated by seismic surveys on cetaceans. Sussex: Sea Watch Foundation.
- Finneran, J. J. and Jenkins, A. K. 2012. Criteria and thresholds for US Navy acoustic and explosive effects analysis. Space and naval warfare systems center pacific san diego ca.
- Gaudiosi, G. 1999. Offshore wind energy prospects. *Renewable Energy*, 16(1-4): 828-834.
- Gerstein, E.R. 2002. Manatees, bioacoustics and boats: hearing tests, environmental measurements and acoustic phenomena may together explain why boats and animals collide. *American Scientist*, 90(2): 154-163.
- Gill, A.B. 2005. Offshore renewable energy: ecological implications of generating electricity in the coastal zone. *Journal of Applied Ecology*, 42(4): 605-615.
- Gordon, J., Gillespie, D., Potter, J., Frantzis, A., Simmonds, M.P., Swift, R. and Thompson, D. 2003. A review of the effects of seismic surveys on marine mammals. *Marine Technology Society Journal*, 37(4): 16-34.
- Gospić, N. R. and Picciulin, M. 2016. Changes in whistle structure of resident bottlenose dolphins in relation to underwater noise and boat traffic. *Marine pollution bulletin*, 105(1): 193-198.

Haelters, J., Devolder, M., Rumes, B., Vigin, L. and Norro, A. 2.9. Bruit sous-marin et autres formes d'énergie (D11).

Haelters, J., Dulière, V., Vigin, L. and Degraer, S. 2015. Towards a numerical model to simulate the observed displacement of Harbour porpoises (*Phocoena Phocoena*) due to pile driving in Belgian waters. *Hydrobiologia*, 756(1): 105-116.

Hastings, M. C. and Popper, A. N. 2005. Effects of sound on fish (No. CA05-0537). California Department of Transportation.

Henriksen, O.D. 2001. Noise from offshore wind turbines - effects on porpoises and seals. MSc thesis, University of Southern Denmark, Odense (in Danish).

Herr, H., Fock, H. O. & Siebert, U. (2009). Spatio-temporal associations between harbour porpoise *Phocoena* and specific fisheries in the German Bight Biol. Conserv. 142 2962–72.

Jimenez, I. 1999. Estado de conservación, ecología y conocimiento popular del manatí (*Trichechus manatus*) en Costa Rica. *Vida Silvestre Neotropical*, 8: 18–30.

Jiménez, I. 2005. Development of predictive models to explain the distribution of the West Indian manatee *Trichechus manatus* in tropical watercourses. *Biological Conservation*, 125(4): 491-503.

Johnson, D.H., 1980. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology*, 61: 65– 71.

Kent, C.P.S., McCauley, R.D. and Duncan, A.J. 2009. Environmental impacts of underwater noise associated with harbour works, Port Hedland.

Lester, L.A., Avery, H.W., Harrison, A.S. and Standora, E.A. 2013. Recreational boats and turtles: behavioral mismatches result in high rates of injury. *PloS one*, 8(12).

Lucke, K., Siebert, U., Lepper, P. A., & Blanchet, M. A. 2009. Temporary shift in masked hearing thresholds in a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) after exposure to seismic airgun stimuli. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 125(6): 4060-4070.

Madsen, P.T., Wahlberg, M., Tougaard, J., Lucke, K. and Tyack, A.P. 2006. Wind turbine underwater noise and marine mammals: implications of current knowledge and data needs. *Marine ecology progress series*, 309: 279-295.

Malme, C. I., Miles, P. R., Clark, C. W., Tyack, P. and Bird, J. E. 1984. Investigations of the potential effects of underwater noise from petroleum-industry activities on migrating gray-whale behavior. Phase 2: January 1984 migration (No. PB-86-218377/XAB; BBN-5586). Bolt, Beranek and Newman, Inc., Cambridge, MA (USA).

Marsh, H.W. and Schulkin, M. 1962. Shallow-water transmission. *Journal of the Acoustical Society of America*, 34: 863–864.

- Martineau, D., Lagace, A., Beland, P., Higgins, R., Armstrong, D. and Shugart, L. R. 1988. Pathology of stranded beluga whales (*Delphinapterus leucas*) from the St. Lawrence Estuary, Quebec, Canada. *Journal of comparative pathology*, 98(3): 287-310.
- McCauley, R.D. 1994. Seismic Surveys. In Swan, J.M., Neff, J.M. and Young, P.C. (eds). Environmental Implications of Offshore Oil and Gas Developments in Australia. The Findings of an Independent Scientific Review. Australian Petroleum Exploration Association, Sydney, NSW.
- Miksis-Olds, J.L. and Wagner, T. 2011. Behavioral response of manatees to variations in environmental sound levels. *Marine Mammal Science*, 27(1): 130-148.
- Myrberg, A. A. 1978. Ocean noise and the behavior of marine animals: relationships and implications, In: Effects of Noise on Wildlife, JL Fletcher and RG Busnel, ed, p 168-208, Academic Press, New York, NY.
- Nedwell, J.D. and Howell, D. 2004. A review of offshore windfarm related underwater noise sources. *Cowrie Rep*, 544: 1-57.
- Nedwell, J.D., Langworthy, J., Howell, D. 2003. Assessment of subsea acoustic noise and vibration from offshore wind turbines and its impact on marine life. Cowrie Report N°544 R 042. 72p.
- Norro, A., Haelters, J., Rumes, B. and Degraer, S. 2010. Underwater noise produced by the piling activities during the construction of the Belwind offshore wind farm (Bligh Bank, Belgian marine waters). *Royal Belgian Institute of Natural Sciences*, Brussels, chapter 4: 37-52.
- O\_Shea, T.J. 1995. Waterborne recreation and the Florida manatee. In: Knight, R.L., Gutziller, K.J. (Eds.), Wildlife and Recreation- 502 I. Jimé'nez / Biological Conservation 125 (2005) 491–503 ists: Coexistence through Management and Research. Island Press, Washington, DC, pp. 297–311.
- Parsons, E.C. M., Dolman, S.J., Wright, A.J., Rose, N.A. and Burns, W.C.G. 2008. Navy sonar and cetaceans: just how much does the gun need to smoke before we act? *Marine Pollution Bulletin*, 56(7): 1248-1257.
- Pereira, M.G., Bazzalo, M. and Flores, P.A. 2007. Reações comportamentais na superfície de *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) durante encontros com embarcações na Baía Norte de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Zoociencias*, 9(2): 123-135.
- Popper, A.N. 2003. Effects of Anthropogenic Sounds on Fishes. *Fisheries*, 28(10): 24-31.
- Popper, A.N. and Fay, R.R. 1973. Sound detection and processing by teleost fishes: a critical review. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 53(6): 1515-1529.
- Popper, A.N. and Fay, R.R. 1993. Sound detection and processing by fish: critical review and major research questions (Part 1 of 2). *Brain, behavior and evolution*, 41(1): 14-25.
- Popper, A.N. and Fay, R.R. 2011. Rethinking sound detection by fishes. *Hearing research*, 273(1-2): 25-36.

Richardson, W.J., Greene, C.R. Jr., Malme, C.I. and Thompson, D.H. 1995. Marine Mammals and Noise. *Academic Press*, San Diego.

Russell, D.J., Hastie, G.D., Thompson, D., Janik, V.M., Hammond, P.S., Scott-Hayward, L.A. and McConnell, B.J. 2016. Avoidance of wind farms by harbour seals is limited to pile driving activities. *Journal of Applied Ecology*, 53(6): 1642-1652.

Richardson, W.J., Würsig, B. and Greene J.C.R. 1990. Reactions of bowhead whales, *Balaena mysticetus*, to drilling and dredging noise in the Canadian Beaufort Sea. *Marine Environmental Research*, 29(2): 135-160.

Samuel, Y. 2004. Underwater Low-frequency Noise and Anthropogenic Disturbance in a Critical Sea Turtle Habitat (Doctoral dissertation, Cornell University).

Santos, M.S., Schiavetti, A. and Alvarez, M.R. 2013. Surface patterns of *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in the presence of boats in Port of Malhado, Ilhéus, Bahia, Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(1), 80-88.

Selye, H. (1955). Stress and disease. *Science*, 122(3171), 625-631.

Simpson, S.D., Radford, A.N., Nedelec, S.L., Ferrari, M.C., Chivers, D.P., McCormick, M.I. and Meekan, M.G. 2016. Anthropogenic noise increases fish mortality by predation. *Nature communications*, 7, 10544.

Slabbekoorn, H., Bouton, N., Opzeeland, I.V., Coers, A., Cate, C.T. and Popper, A.N.A. 2010. Noisy spring: the impact of globally rising underwater sound levels on fish. *Trends in ecology & evolution*, 25(7): 419-427.

Smethurst, D. and Nietschmann, B. 1999. The distribution of manatees (*Trichechus manatus*) in the coastal waterways of Tortuguero, Costa Rica. *Biological Conservation*, 89: 267–274.

Southall, B.L., Bowles, A.E., Ellison, W.T., Finneran, J.J., Gentry, R.L., Greene Jr., C.R., Kastak, D., Ketten, D.R., Miller, J.H., Nachtigall, P.E., Richardson, W.J., Thomas, J.A. and Tyack, P.L. 2007. Marine mammal noise exposure criteria: initial scientific recommendation. *Aquatic Mammals*, 33: 411–521.

Thomsen, F., Lüdemann, K., Kafemann, R. and Piper, W. 2006. Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish. Biola, Hamburg, Germany on behalf of COWRIE Ltd, 62.

Tosi, C.H. and Ferreira, R.G. 2008. Behavior of estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae), in controlled boat traffic situation at southern coast of Rio Grande do Norte, Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 18(1): 67.

Tougaard, J., Madsen, P. T. and Wahlberg, M. 2008. Underwater noise from construction and operation of offshore wind farms. *Bioacoustics*, 17(1-3): 143-146.

Tureck, C.R. 2002. Avaliação do crescimento e contaminação em *Crassostrea gigas* (Molusca, Bivalve) cultivadas na Baía da Babitonga, Santa Catarina. Master Thesis. Universidade da Região de Joinville, Joinville, Brazil.

Turl, C.W. 1982. Possible effects of noise from offshore oil and gas drilling activities on marine mammals: a survey of the literature (No. NOSC/TR-776). Naval Ocean Systems Center San Diego Ca.

Underwater Systems, Inc. Note 312-5, Noise measurements from Offshore Oil Rigs, p 17, Silver Springs, MD, 1973.

Urick, R.J. 1983. Principles of underwater sound. Peninsula Publishing, Los Altos. Wenz, G.M., 1962. Acoustic ambient noise in the ocean: spectra and sources. *Journal of the Acoustical Society of America*, 34: 1936-1956.

Vagle, S. 2003. On the impact of underwater pile-driving noise on marine life. Ocean Science Productivity Division, Institute of Ocean Sciences, DFO/Pacific.

Ward, W.D. 1968. Orioised damage-risk criterion for impulse noise (gun-fire). Committee on Hearing, Bioacoustics and Biomechanics, Natl. Res. Counc. Natl. Acad. Sci.. Washington, DC. 8 p.

Watanabe, P.L., Cremer, M.J. and Kulevicz, T L. Universidade da Região de Joinville, Departamento de Ciências Biológicas, Laboratório de Nectologia. Caixa Postal 110, Cep 89240-000, São Francisco do Sul, SC, Brazil. Abstract-This work aimed to investigate changes in *Sotalia guianensis* communication patterns caused by boats traffic noise at Babitonga Bay estuary in São Francisco do Sul.

Weaver, A. 2015. Sex difference in Bottlenose dolphin sightings during a long-term bridge construction project. *Animal Behavior and Cognition*, 2(1): 1-13.

Weilgart, L.S. 2007. The impacts of anthropogenic ocean noise on cetaceans and implications for management. *Canadian journal of zoology*, 85(11): 1091-1116.

Wilhelmsson, D., Malm, T. and Öhman, M. C. 2006. The influence of offshore windpower on demersal fish. *ICES Journal of Marine Science*, 63(5): 775-784.

Wunschmann, A., Siebert, U., Frese, K., Lockyer, C., Heide-Jørgensen, M. P., Muller, G. & Baumgartner, W. (2001). Evidence of infectious diseases in harbour porpoises (*Phocoena*) hunted in the waters of Greenland and by-caught in the German North Sea and Baltic Sea *Vet. Rec.* 148 715–20.

Würsig, B., Greene Jr, C.R. and Jefferson, T.A. 2000. Development of an air bubble curtain to reduce underwater noise of percussive piling. *Marine environmental research*, 49(1): 79-93.

Yelverton, J.T., Richmond, D.R., Hicks, W., Saunders, K. and Fletcher, R. 1975. The relationship between fish size and their response to underwater blast. Topical Report DNA 3677T. Defense Nuclear Agency, Department of Defense, D.C.

**CONSULTING**

# **Annexe 4 : Rapport de modélisation hydraulique**

CONSULTING

# Construction d'un espace technique inter-administration sur le site de Degrad des Cannes – Rémire-Montjoly

Etude hydraulique

**Numéro du projet : 21MAG160**

**Intitulé du projet : Construction d'un espace technique inter-administration sur le site de Degrad des Cannes – Rémire-Montjoly**

**Intitulé du document : Etude hydraulique**

<b>Version</b>	<b>Rédacteur NOM / Prénom</b>	<b>Vérificateur NOM / Prénom</b>	<b>Date d'envoi JJ/MM/AA</b>	<b>COMMENTAIRES Documents de référence / Description des modifications essentielles</b>
<b>1</b>	Julie ARCHAMBAUD	Sarah ZGA	07/04/2022	Version provisoire : Hypothèses du modèle
<b>2</b>	Julie ARCHAMBAUD	Sarah ZGA	26/04/2022	Version finale
<b>3</b>	Julie ARCHAMBAUD	Sarah ZGA	13/06/2022	Deuxième scénario : bureaux et aménagements routiers en remblai

# Sommaire

1.....	Visite de terrain .....	5
1.1	<b>Description du terrain et hydrographie .....</b>	<b>5</b>
1.1.1	Terrain d'étude .....	5
1.1.2	Terrain militaire.....	8
2.....	<b>Données d'entrée .....</b>	<b>13</b>
2.1	<b>Données topographiques .....</b>	<b>13</b>
2.2	<b>Données pluviométriques .....</b>	<b>14</b>
2.3	<b>Scénarii hydrauliques retenus .....</b>	<b>16</b>
3.....	<b>Hydrologie .....</b>	<b>19</b>
3.1	<b>Caractérisation du bassin versant.....</b>	<b>19</b>
3.2	<b>Coefficient de ruissellement.....</b>	<b>21</b>
3.3	<b>Calcul du temps de concentration.....</b>	<b>22</b>
3.4	<b>Construction des pluies.....</b>	<b>22</b>
3.5	<b>Calcul des débits de pointe .....</b>	<b>23</b>
3.6	<b>Modélisation hydrologique .....</b>	<b>24</b>
4.....	<b>Modélisation hydraulique.....</b>	<b>26</b>
4.1	<b>Domaine d'étude.....</b>	<b>26</b>
4.2	<b>Maillage.....</b>	<b>27</b>
4.3	<b>Conditions aux limites amont et aval .....</b>	<b>28</b>
5.....	<b>Résultats à l'état initial.....</b>	<b>29</b>
5.1	<b>Débordement cours d'eau seul.....</b>	<b>29</b>
5.2	<b>Submersion marine seule.....</b>	<b>30</b>
5.3	<b>Concomitance du débordement cours d'eau et de la submersion marine.....</b>	<b>32</b>
5.4	<b>Résumé des PHE des différents scénarios.....</b>	<b>35</b>
6.....	<b>Projet d'aménagement .....</b>	<b>36</b>

7.....Résultats à l'état projet et impacts potentiels des aménagements .....	38
7.1 Résultats.....	38
7.2 Incidences par rapport à l'état initial .....	39
7.3 Préconisations d'aménagement.....	41
Annexe 1 : Résultats complémentaire état initial .....	42

## Table des illustrations

Figure 1 : Photo des zones en eau, de la partie amont du terrain (gauche) et de la partie aval (droite) (Suez Consulting - Février 2022).....	5
Figure 2 : Ravine visible sur les données topographiques, située dans l'alignement des arbres (Suez Consulting 2021).....	6
Figure 3 : Axe d'écoulement situé en amont du talus de stockage (Suez consulting Février 2022).....	7
Figure 4 : Talus de stockage (Suez consulting Février 2022).....	8
Figure 5 : Différence d'altimétrie entre le terrain militaire (droite) et le terrain d'étude (gauche) (Suez Consulting Février 2022).....	9
Figure 6 : Tête de rejet sur la partie aval, dirigé vers la mer (Suez consulting Février 2022).....	10
Figure 7 : Tête de rejet central, dans l'axe de l'écoulement repéré au nord du talus de stockage (Suez consulting Février 2022).....	10
Figure 8 : Têtes de rejet Nord, dans l'axe de la ravine (Suez consulting Février 2022).....	11
Figure 9 : Positionnement des prises de vues sur le terrain d'étude (Suez consulting 2022).....	12
Figure 10 : Topographie dans la zone d'étude - source : Litto 3D IGN Données hydrologiques.....	14
Figure 11 : Coefficient de Montana, station de Cayenne-Matoury - source : MétéoFrance 2021.....	15
Figure 12 : Bilan des évènements de référence - débordement de cours d'eau et ruissellement pour un niveau de marée de vive-eau exceptionnelle (PHMA) - source : TRI Ile de Cayenne 2016.....	16
Figure 13 : Bilan des évènements de référence – submersion marine - source : TRI Ile de Cayenne 2016.....	17
Figure 14 : Localisation des sous-bassins versants.....	20
Figure 15 : Hyétogrammes des pluies double triangle de période de retour 10 et 100 ans.....	23
Figure 16 : Hydrogrammes de crue évènement centennal théorique.....	24
Figure 17 : Zone d'étude (modélisation) et emplacement du projet – source : Suez Consulting.....	26
Figure 18 : Topographie et maillage 2D de la zone d'étude – TELEMAC 2D.....	27
Figure 19 : Limnigrammes du niveau marin pour différents évènements de submersion - source : TRI 2016.....	28
Figure 20 : Hauteurs d'eau maximales atteintes en crue centennale - source : Suez Consulting 2022.....	29
Figure 21 : Vitesses d'eau maximales atteintes en crue centennale - source : Suez Consulting 2022.....	30
Figure 22 : Hauteurs d'eau maximales atteintes en submersion centennale - source : Suez Consulting 2022.....	31
Figure 23 : Vitesses d'eau maximales atteintes en submersion centennale - source : Suez Consulting 2022.....	32
Figure 24 : Hauteurs d'eau maximales atteintes en crue décennale associée à une submersion centennale - source : Suez Consulting 2022.....	33
Figure 25 : Vitesses d'eau maximales atteintes en crue décennale associée à une submersion centennale - source : Suez Consulting 2022.....	34
Figure 26 : Plan de masse, version APD (Source : Groupement maîtrise d'oeuvre).....	37
Figure 27 : Hauteurs d'eau maximales atteintes en crue de débordement centennal associé à une submersion décennale à l'état projet- source : Suez Consulting 2022.....	38
Figure 28 : Différences de hauteurs d'eau maximales atteintes en crue de débordement centennal associé à une submersion décennale à l'état projet- source : Suez Consulting 2022.....	39
Figure 29 : Hauteurs d'eau maximales atteintes en crue décennale à l'état initial- source : Suez Consulting 2022.....	43
Figure 30 : Vitesses d'eau maximales atteintes en crue décennale à l'état initial- source : Suez Consulting 2022.....	43
Figure 31 : Hauteurs d'eau maximales atteintes en submersion décennale à l'état initial- source : Suez Consulting 2022.....	44
Figure 32 : Vitesses d'eau maximales atteintes en submersion décennale à l'état initial- source : Suez Consulting 2022.....	44
Figure 33 : Hauteurs d'eau maximales atteintes en concomitance d'un débordement décennal et d'une submersion décennale à l'état initial- source : Suez Consulting 2022.....	45
Figure 34 : Vitesses d'eau maximales atteintes en concomitance d'un débordement décennal et d'une submersion décennale à l'état initial- source : Suez Consulting 2022.....	45
Figure 35 : Hauteurs d'eau maximales atteintes en concomitance d'un débordement centennal et d'une submersion décennale à l'état initial- source : Suez Consulting 2022.....	46
Figure 36 : Vitesses d'eau maximales atteintes en concomitance d'un débordement centennal et d'une submersion décennale à l'état initial- source : Suez Consulting 2022.....	46