OCEAP-MMN

Observatoire des petits cétacés par acoustique passive en Manche est - mer du Nord

Action 1 : Etat des lieux des connaissances

Crédits photo : Florent Nicolas (GECC), Marie Louis (GECC), Benjamin Guichard (OFB).

<u>Rédaction</u> : Flore Samaran, Maëlle Torterotot et Julie Béesau

<u>Date</u> : 21 décembre 2023

SOMMAIRE

1 Contexte 3
2 Campagnes passées de collecte de données relatives aux mammifères marins en Manche Mer du Nord 3
2.1 Survols aériens 3
2.2 Campagnes d'observations embarquées 4
2.3 Données issues des échouages 4
2.4 Suivis par acoustique passive 5
3 Les cétacés présents en Manche Mer du Nord 6
3.1 Le marsouin commun 6
3.1.1 Description générale et distribution 6
3.1.2 Caractéristiques générales acoustiques 8
3.2 Le grand dauphin 9
3.2.1 Description générale et distribution 9
3.2.2 Caractéristiques générales acoustiques 10
3.3 Le dauphin commun 11
3.3.1 Description générale et distribution 11
3.3.2 Caractéristiques générales acoustiques 12
3.4 Le lagénorhynque à bec blanc 13
3.4.1 Description générale et distribution 13
3.4.2 Caractéristiques générales acoustiques 13
3.5 Le petit rorqual 14
3.5.1 Description générale et distribution 14
3.5.2 Caractéristiques générales acoustiques 15
3.6 La baleine à bosse 15
3.6.1 Description générale et distribution 15
3.6.2 Caractéristiques générales acoustique 16
4 Etats des lieux des zones d'études 17
5 Bibliographie 22

1 Contexte

Dans le cadre de l'Observatoire de l'éolien en mer, l'Office français de la biodiversité (OFB) et l'ENSTA Bretagne ont proposé un projet qui vise à renforcer l'état des connaissances des mammifères marins et plus particulièrement des petits cétacés (marsouins communs et petits delphinidés) au niveau de la sous-région marine Manche Est - Mer du Nord par le biais d'un observatoire acoustique durant trois années consécutives. Ce projet mettra un accent particulier sur l'amélioration des connaissances de la fréquentation de cette sous-région marine par les petits cétacés, sur l'identification de leurs patrons saisonniers de présence et sur une meilleure compréhension de leur distribution dans ces eaux aux activités anthropiques nombreuses et variées. Le suivi par acoustique passive proposé consiste à immerger durant trois années 7 enregistreurs acoustique autonomes dans plusieurs secteurs clés de la sous-région marine Manche Est - Mer du Nord. En laboratoires, les enregistrements sont analysés pour détecter et classifier les signaux sonores propres aux espèces ou groupes d'espèces de cétacés. Ces signaux sonores allant de quelques Hertz jusque 125 kHz sont ensuite utilisés comme des indicateurs de la présence des cétacés dans la zone d'étude.

Ce premier rapport vise dans un premier temps à fournir un socle de connaissances sur la fréquentation et la saisonnalité des espèces de cétacés dans la sous-région marine Manche Est - mer du Nord en se basant sur la compilation des données d'observations visuelles obtenues à partir de campagnes aériennes et en mer (i.e campagnes SAMM, SCANS, programme Megascope, programme Dunkrisk campagne LEDKOA) ainsi que sur des données issues de projets acoustiques menés dans le passé par l'ENSTA Bretagne (i.e Calais Port 2015, programme Dunkrisk campagne LEDKAP). Dans un second temps, ce rapport établit un état des lieux des spécificités locales des futures zones de suivi (i.e natures des fonds, bathymétrie, acteurs locaux, etc…).

2 Campagnes passées de collecte de données relatives aux mammifères marins en Manche Mer du Nord

2.1 Survols aériens

En France, les campagnes de survol aérien SAMM (Suivi Aérien de la Mégafaune Marine - SAMM I : été, hiver 2011-12 ; SAMM Manche Ouest hiver 2014 ; SAMM II : hiver 2021 (Laran et al., 2017, 2022) représentent un des piliers du programme de surveillance de la Directive-Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM) pour les thématiques associées : mammifères marins, oiseaux marins, tortues et déchets. Ces campagnes sont inscrites dans les Plans d'Action pour le Milieu Marin pour les différentes façades de France métropolitaine et représentent un engagement de la France au titre de la DCSMM. Elles sont mises en œuvre par l'Observatoire PELAGIS (UAR 3462, La Rochelle Université – CNRS) à la demande et sous financement de la Direction de l'Eau et de la Biodiversité (Ministère de la Transition Ecologique) et de l'Office Français de la Biodiversité. Le protocole utilisé dans ces campagnes aériennes s'appuie sur la technique d'observation le long de transects linéaires préalablement établis (Line transect - Distance sampling, (Buckland et al., 2001)). Les oiseaux, les bouées de pêche et les déchets sont relevés dans une bande de 200 m de part et d'autre du trajet suivi par l'avion. Un angle est relevé pour les autres taxons (cétacés, élasmobranches, tortues et grands poissons pélagiques).

Cette méthode possède l'avantage de produire des données de distribution spatiale et d'estimer des densités relatives, assorties d'un intervalle de confiance.

A l'échelle européenne des campagnes de recensement des petits cétacés (SCANS - Small Cetaceans in European Atlantic waters and the North Sea – 1994-1996/2005/2015/2022) ont été menées par plusieurs pays européens. Ces campagnes sont reproduites tous les 6 à 10 ans, elles sont destinées à estimer les abondances des petits cétacés dans les eaux européennes, des Lofoten (Mer du Nord) à Gibraltar (Atlantique). La campagne dure généralement 5 semaines en été et s'effectue à partir de navires et avions parcourant un vaste plan d'échantillonnage. Les pays comme le Royaume-Uni, Norvège, Allemagne, Danemark, Pays-bas, Belgique, France, Espagne et Portugal rassemblent leurs efforts pour réaliser cette campagne de grande envergure.

Plusieurs campagnes à plus petite échelle sont conduites pour améliorer la connaissance sur la mégafaune marine à des échelles temporelles et spatiales plus fines, en utilisant un protocole identique aux campagnes plus large échelle. Ainsi, des campagnes aériennes ont été effectuées d'une part au large de Dunkerque dans le cadre de DUNKRISK (campagne LEDKOA Levée des risques pour l'appel d'offres Eolien au large de DunKerque par Observation Aérienne) menée par l'OFB et l'Observatoire Pelagis (AFB 2018) sur une année complète (4 saisons 2017-2018) et d'autre part au sein du Parc naturel marin des Estuaires Picards et de la mer d'Opale dans le cadre du projet MAMO (Etude de la Mégafaune marine par observation Aérienne en Manche Orientale, 2022-2025, pour le moment données disponibles printemps/été 2023).

2.2 Campagnes d'observations embarquées

Le dispositif de suivi Megascope mené par l'Observatoire Pelagis (Université de La Rochelle et CNRS), consiste au relevé standardisé des observations de la mégafaune marine (mammifères marins, oiseaux marins, tortues marines, élasmobranches, etc.) et des débris flottants sur les campagnes halieutiques de l'Ifremer. Il existe depuis 2003 sur la campagne PELGAS et s'est depuis vu appliqué sur les campagnes IBTS, PELACUS, EVHOE, CGFS et PELMED. Les données collectées sont cruciales pour décrire et comprendre les variations intra et inter annuelles, évaluer les tendances dans la distribution et l'abondance et déterminer les habitats préférentiels des différentes espèces de la mégafaune marine. Ces campagnes répondent aussi aux recommandations de la Directive-Cadre Stratégie pour le milieu marin (DCSMM) en apportant des éléments pour l'évaluation du bon état écologique (BEE) du milieu marin. Un rapport annuel permet de faire le bilan de l'effort réalisé et des diverses observations relevées pour chaque campagne. Pour ce rapport, seules les données issues des campagnes conduites en Manche mer du Nord (IBTS, CGFS) seront utilisées (Doremus et al. 2023).

2.3 Données issues des échouages

Le RNE, Réseau National Échouages est l'organisme français de suivi des échouages de mammifères marins. Pour les espèces marines, le RNE est probablement le programme de sciences participatives le plus ancien et structuré en France. La coordination scientifique du RNE est assurée par l'Observatoire Pelagis (Université de La Rochelle et CNRS). Créé en 1970 par Raymond Duguy, il couvre l'ensemble du littoral français dont les différentes façades maritimes avoisinent les 5 000 km, ainsi que les collectivités d'outre-mer. Il est composé de plus d'une centaine d'organismes et d'environ 500 correspondants qui interviennent sur plus d'un millier d'échouages recensés annuellement. Les interventions et la collecte de données selon les protocoles du RNE sont assurées par les correspondants formés, mandatés et en relation avec le coordinateur scientifique de ce réseau.

Depuis plus de 50 ans, avec plusieurs centaines de volontaires, le RNE a permis la constitution de la plus importante série historique concernant les mammifères marins en France. Tous les ans le RNE publie un rapport des suivis des échouages sur les 3 façades maritimes en métropole (Manche Mer du Nord, Atlantique, Méditerranée) ainsi qu'en outre-mer (Dars et al. 2021).

2.4 Suivis par acoustique passive

Plusieurs suivis par acoustique passive ont aussi été menés dans cette sous-région marine.

Dans le cadre du programme DUNKRISK, la campagne LEDKAP (Levée des risques pour l'appel d'offres Eolien au large de DunKerque par Acoustique Passive) a été menée par l'ENSTA Bretagne, la Coordination Mammalogique du Nord de la France (CMNF) et l'OFB (AFB 2018). Un suivi par acoustique passive a donc été mis en place dans la zone pendant une année de mai 2017 à mai 2018. Ce dispositif de suivi consiste à immerger sur quatre sites (Figure 1), des détecteurs de clics d'écholocalisation de type C-PODs (Cetacean POrpoise Detector, Chelonia Ldt) permettant de renseigner la présence prioritairement du marsouin commun (*Phocoena phocoena*) en continu. L'analyse des données acoustiques a permis de décrire la fréquentation (saisonnière, journalière) ainsi que l'utilisation fonctionnelle (activité d'alimentation) des sites d'écoutes par les marsouins.

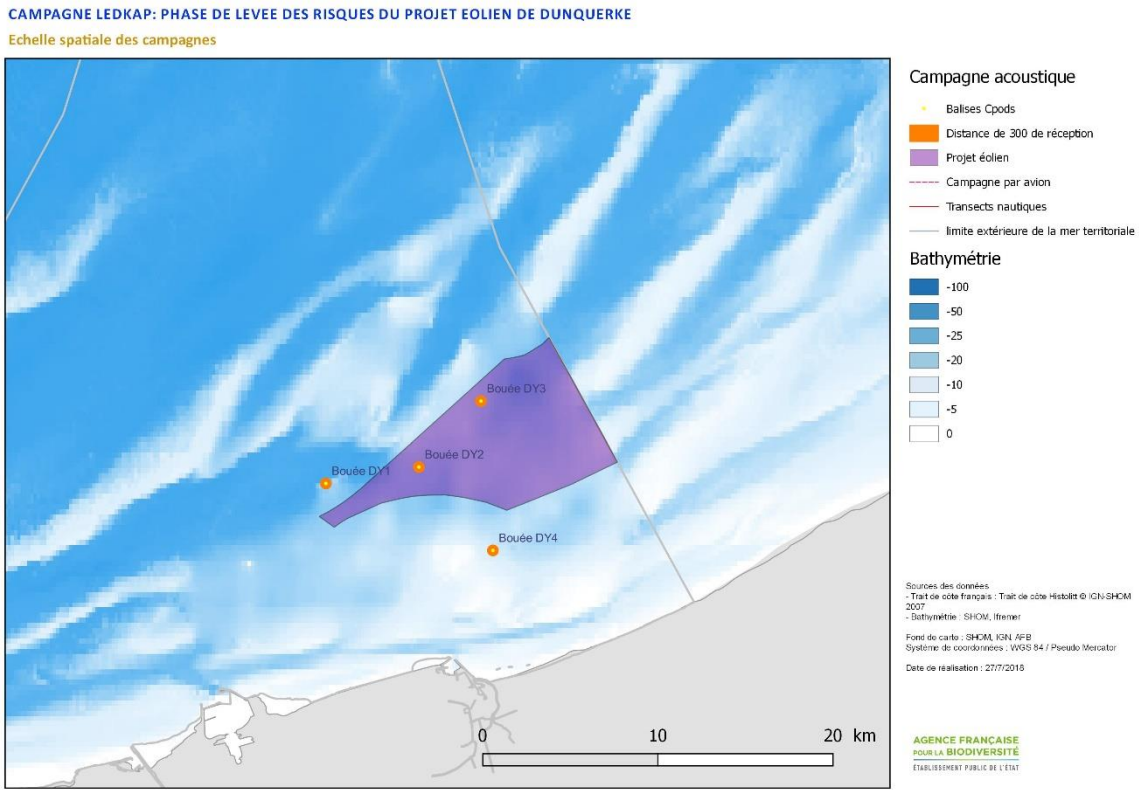

Figure 1 : Carte de la zone d'étude de la campagne LEDKAP avec les 4 sites d'écoute en orange et la délimitation de la future zone d'implantation du parc éolien en violet.

Dans le cadre de l'application des mesures environnementales mentionnées par la mesure Ac03 (Arrêté préfectoral portant dérogation au titre de l'art. L411-2 CE du 03/08/2012, prorogé en date du 26/07/2017) relative au suivi scientifique des espèces protégées et patrimoniales présentes en bordure de chantier du projet « Calais Port 2015 », un protocole de suivi par acoustique passive des marsouins communs à proximité du port de Calais a été élaboré par l'Observatoire PELAGIS (UMS 3462) et validé par le Comité de suivi Scientifique le 24 novembre 2014. Un premier rapport du suivi durant l'année de base N-1 (mai 2014 - mai 2015) correspondant à l'année avant le début des travaux

du port de Calais a été rédigé en juin 2015. Le suivi acoustique a été repris ensuite par l'ENSTA Bretagne en juin 2015 en suivant le même protocole. A l'issu de chaque année de suivi, un rapport annuel est transmis à la région des Hauts de France (Béesau et al. 2023).

Le suivi acoustique des marsouins communs est réalisé par des capteurs acoustiques de type détecteur de clics d'écholocalisation appelés C-PODs (Chelonia Ltd) sur deux sites d'écoute conformément aux autorisations administratives obtenues par la Région. Il s'agit du site de WALDE et du site de la bouée CA4 (Figure 2). Le protocole du suivi acoustique n'a pas changé par rapport au protocole final du suivi avant travaux.

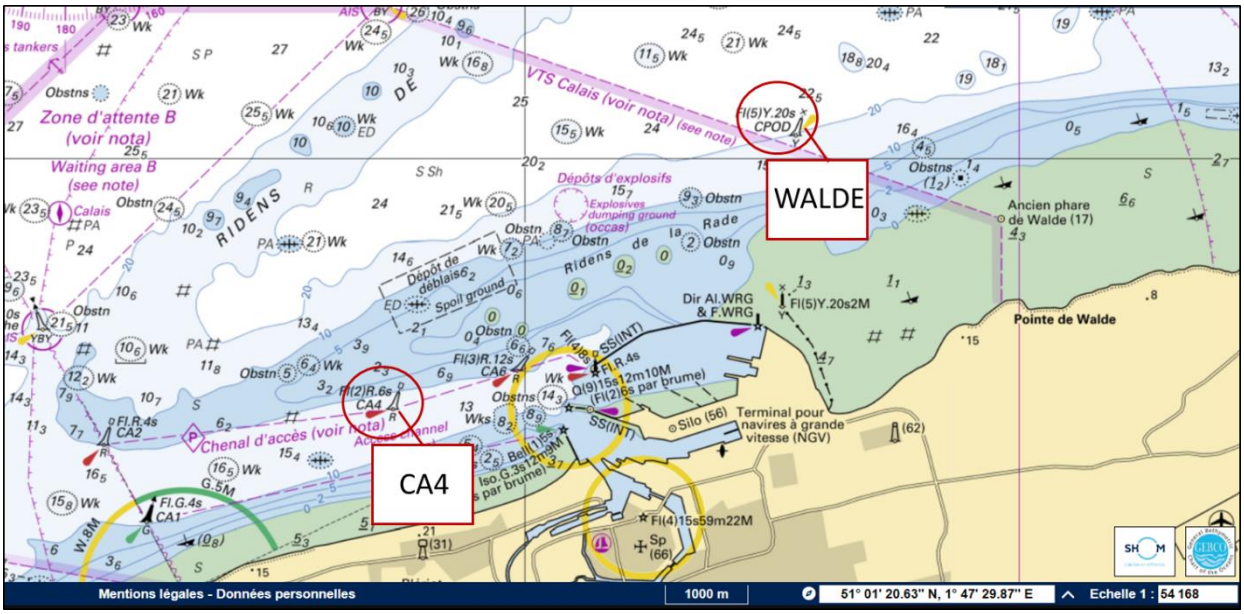

Figure 2 : Emplacement des 2 sites de déploiement de C-PODs dans le cadre du projet Calais Port 2015.

3 Les cétacés présents en Manche Mer du Nord

Les principales espèces de cétacés fréquentant la sous-région marine Manche-est mer du Nord sont : le marsouin commun (*Phocoena phocoena)* et le grand dauphin (*Tursiops truncatus*). D'autres espèces de cétacés fréquentente la zone de manière plus occasionnelle comme : le dauphin commun (*Delphinus delphis),* le lagénorhynque à bec blanc (*Lagenorhynchus albirostris),* le petit rorqual (*Balaenoptera acutorostrata),* la baleine à bosse (*Megaptera novaeangliae).*

Les informations sur la distribution et l'écologie des espèces décrites dans cette partie du rapport sont issues des campagnes de suivis décrites dans la partie 2.

3.1 Le marsouin commun

3.1.1 Description générale et distribution

Marsouin commun, Phocoena phocoena (Linnaeus, 1758)
Statut IUCN : VU (Europe), NT (Métropole) ; Directive Habitat-Faune-Flore : Annexe II & IV

Le marsouin commun est le seul représentant de la famille des Phocoenidae en Atlantique nord. Cette espèce est généralement très côtière et est rencontrée au niveau du plateau continental (< 100m de profondeur) des eaux tempérées de l'hémisphère Nord (Reid et al. 2003) pour s'alimenter de petites espèces de poissons vivants près du fond (merlan, merlan bleu, chinchard, sardine) (Leopold et al. 2015). C'est le plus petit cétacé d'Europe (longueur adulte : 1.3 à 1.9 m). De par sa petite taille et sa

discrétion, il est difficile à observer en surface. Il évolue souvent en solitaire ou en petit groupe ce qui ne facilite pas sa détection visuelle. Le marsouin a une couleur gris foncé (ou brun foncé) sur la face dorsale, gris clair sur les flancs et blanc sur la face ventrale. La nageoire dorsale est petite et triangulaire, les pectorales courtes et ovales, le melon et le bec sont inexistants (Haelters and Camphuysen 2009).

L'espèce est présente de manière discontinue le long de la façade Atlantique, ainsi qu'en Manche et en mer du Nord où des zones de plus forte densité se localiseraient en Manche orientale. Grâce aux multiples campagnes d'observations aériennes, les densités ont été estimées autour de 0,13 - 0,14 individu par km² en Manche (ouest et est) pendant l'hiver 2021 (SAMM II) et été 2016 (SCANS III). Depuis la fin des années 1990, un glissement de l'aire de répartition du nord des îles Britanniques vers le sud de la mer du Nord, la Manche et le golfe de Gascogne a été observé (SCANS). Une forte variation saisonnière de présence est par ailleurs observée en Manche est, avec des densités plus importantes entre les mois de février et avril. Répartis en petits groupes, la taille moyenne des groupes observés sur les campagnes aériennes en Manche et mer du Nord est inférieure à 2. Récemment, les résultats des analyses de la nouvelle campagne de survol aérien européenne menée durant l'été 2022 (SCANS IV – Gilles et al. 2023) ont révélé une distribution similaire à celle de l'été 2016 (SCANS III). Depuis les premières campagnes de survols aériens en 1994, le nombre d'observation de marsouins communs faites dans la Manche a régulièrement augmenté. Cette augmentation progressive au cours des trois dernières décennies indique que la distribution des marsouins continue à évoluer. L'abondance en mer du Nord, est très similaire entre 2022, 2016 et 2005 (2022 : 339 000, CV = 0.17 - 2016 : 345 000, CV = 0.18 – 2005 : 355 000, CV = 0.22) (SCANS IV).

Dans le périmètre du Parc naturel marin des Estuaires Picard et de la Mer d'Opale, le marsouin semble d'avantage présent en hiver qu'en été. La partie côtière et orientale du parc semble être la plus préférentiellement utilisée (Blanchard et al. 2023). Les premiers résultats des survols aériens menés par l'Observatoire Pelagis (printemps et été 2023) révèlent un nombre important d'observations de marsouins communs lors du mois de mai 2023. Ces observations étaient localisées à l'ouest du parc qui est une zone qui n'avait pas été encore couverte par les précédentes études de survols aériens menés par Pelagis au printemps (Blanchard et al. 2023). Lors des survols menés durant le mois d'août 2023, les observations de marsouins étaient moins importantes qu'au printemps et étaient essentiellement localisées dans le périmètre du parc ou en périphérie ainsi qu'à proximité des côtes anglaises (Blanchard et al. 2023). Les observations réalisées depuis les navires océanographiques de la flotte française sont rares comme si un biais de détection pouvait apparaitre pour cette espèce sur les campagnes halieutiques menées par l'IFREMER (Doremus et al. 2023).

Au niveau des échouages, les données confirment l'augmentation quasi exponentielle de l'espèce depuis 1999 sur les côtes de la Manche, avec des records depuis 2013 et une forte augmentation sur la dernière décennie. D'avantage d'échouages sont reportés entre le Cap gris nez et la frontière Belge et ce principalement au printemps. Le marsouin commun révèle un taux de mortalité par capture dans des engins de pêche de près de 50% selon qu'il s'agit d'un examen uniquement externe ou interne (Dars et al. 2021).

Les résultats des données de suivi par acoustique passive au large de Calais confirment les résultats des survols aériens français et européens avec une fréquentation des marsouins plus importantes durant les mois d'hiver (avec un pic observé en janvier/février) et une diminution importante durant les mois d'été (Béesau et Samaran 2023). Cependant, les résultats des deux dernières années de suivi dans le cadre du projet Calais Port 2015 ont révélé une diminution des détections de clics de marsouins autour des points d'écoutes sur l'ensemble des saisons, mais la diminution est plus marquante durant

les mois d'hiver. Plusieurs hypothèses pourraient expliquer ce phénomène, un changement de distribution, un changement de distribution ou d'abondance de leurs proies et/ou de leurs prédateurs tels que les phoques gris, la combinaison de plusieurs changements de facteurs environnementaux ou encore des perturbations liées à diverses activités anthropiques dans la zone ou aux alentours (Lambert et *al.* 2016). Cette diminution n'a pas été reportée au travers des derniers résultats issus des campagnes SCANS IV pendant l'été 2022 où la distribution et l'estimation est similaire aux résultats obtenus en 2016 (Gilles et al. 2023). Il est donc très difficile de conclure sur la baisse de fréquentation observée autour des points d'écoute au large de Calais, il faudra donc attendre les résultats des années suivantes afin de voir si cette tendance se confirme. Les résultats issus des données de la campagne LEDKAP dans le cadre du programme DunkRisk au large de Dunkerque a montré sur une année (2017-2018) une fréquentation par les marsouins plus importante sur les sites d'écoute situés dans la partie la plus au large de la zone avec un pic de fréquentation en mars et avril (fin hiver début printemps) (Béesau et Samaran 2018). En comparaison avec l'étude menée au large de Calais, la fréquentation des marsouins y est un peu plus importante et les pics de fréquentation sont décalés (janvier et février pour l'étude à Calais i.e. hiver). A l'échelle saisonnière, on observe une variabilité plus forte sur le site de Calais, avec un minimum au printemps et un maximum en hiver (Béesau et Samaran 2018). Une analyse croisée entre les données acoustiques et les observations aériennes des marsouins lors du programme DunkRisk (LEDKOA – LEDKAP) a permis de montrer que sur l'ensemble de l'année, les résultats issus des deux campagnes suivent la même tendance, avec une augmentation de la fréquentation des marsouins entre février et avril. Entre juin et février, moins de marsouins ont été observés lors des survols aériens, ainsi l'abondance des marsouins prédites par le modèle y est plus faible. Il semble qu'entre juin et février les marsouins soient plus concentrés dans les zones éloignées du projet (Virgili et al. 2018). Cette hétérogénéité spatiale est particulièrement claire en décembre, où les marsouins apparaissent peu nombreux autour de la zone de Dunkerque, tandis qu'une forte concentration est observée plus à l'ouest au large de Calais, ce qui pourrait donc expliquer ces différences avec les résultats des données acoustiques d'une part du projet de Dunkerque et d'autre celui de Calais. Cependant, il est important de noter que la couverture spatiale des deux campagnes de mesures n'est pas du tout la même, en effet ici les données acoustiques ont une faible couverture spatiale en raison notamment du faible nombre de points d'écoute déployés par rapport à la zone d'étude (seulement 4 points d'écoute). Par comparaison, des interprétations plus poussées ont été possibles dans certaines études qui disposent d'un échantillonnage spatial bien plus élevé : 11 C-PODs déployés sur 370 km^2 dans la baie de Monterey en Californie (Jacobson et al. 2017), ou en mer Baltique où 300 C-PODs ont été déployés (SAMBAH, 2016).

3.1.2 Caractéristiques générales acoustiques

Le marsouin commun est une espèce acoustiquement très active, qui n'émet que des clics d'écholocalisation. Les caractéristiques de ces clics sont très différentes de ceux émis par les autres odontocètes : ces clics sont de très hautes fréquences (entre 110 et 150 kHz) et de courtes durées (0,1ms) (Teilman 2002) et sont émis de manière très directionnelle (Koblitz et al. 2012) (Figure 3). Les marsouins sont connus pour se nourrir très fréquemment (Wisniewska et al. 2016) et par conséquent pour émettre des clics de façon quasi continue (Schaffeld et al. 2016). McCauley et al. 2023 ont montré que le comportement des animaux peut augmenter la détectabilité des clics lors des activités d'alimentation. La portée de détection de ces clics est très courte, de l'ordre de 100 mètres autour de l'instrument (Khyn et al. 2012).

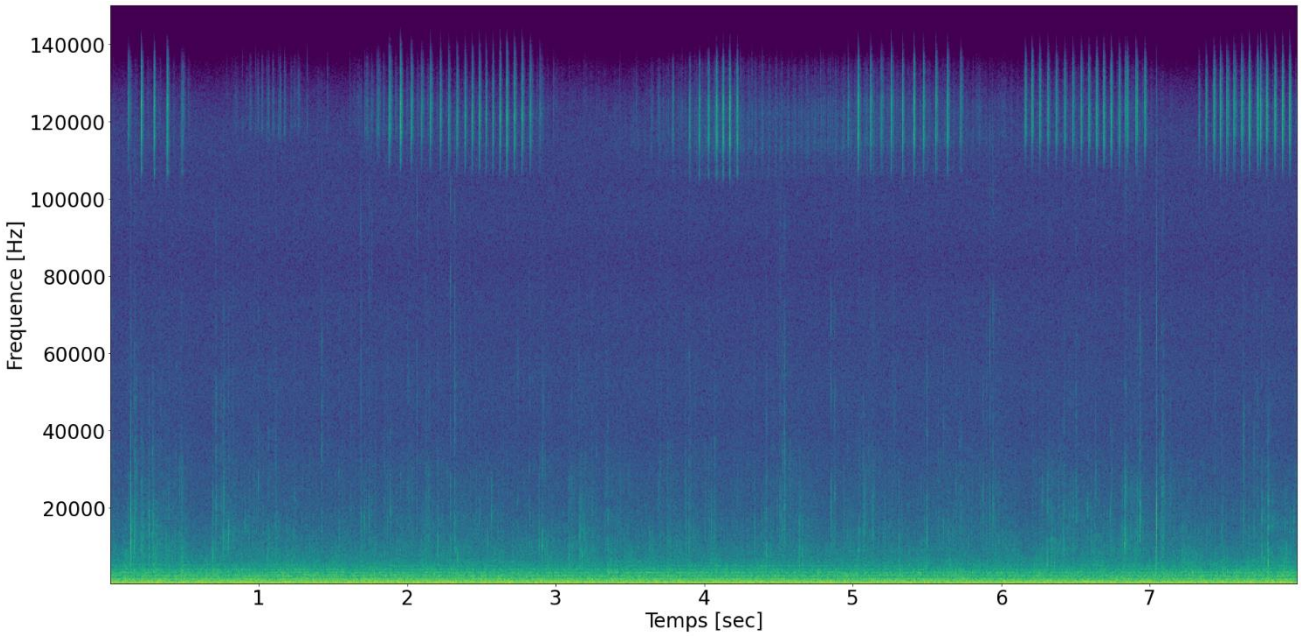

Figure 3 : Spectrogramme de clics de marsouins communs.

3.2 Le grand dauphin

3.2.1 Description générale et distribution

Grand dauphin, Tursiops truncatus (Montagu, 1821)
Statut IUCN : DD (Europe), LC (Métropole) ; Directive Habitat-Faune-Flore : Annexe II et IV

C'est un grand et robuste delphinidé (longueur adulte : 2,3 à 3,8 m) à rostre court rencontré dans toutes les eaux tropicales et tempérées du globe, sur le plateau continental, le talus et la zone océanique. Sa coloration gris foncé ou gris brun est assez uniforme sur le dos et plus claire sur le ventre. La nageoire dorsale est haute et falciforme. En Manche, il consomme principalement des grands poissons démersaux (mulet). Il atteint sa maturité sexuelle entre 5 et 13 ans, les naissances ont lieu principalement en été mais peuvent être observées toute l'année, le lien mère-jeune persisterait entre 2 et 6 ans. Sa longévité atteindrait 50 ans.

L'espèce est présente en zone côtière sur les trois façades métropolitaines mais également plus au large en Atlantique. On distingue 2 écotypes : un écotype côtier, plus petit, formant des groupes de 2 à environ 500 individus et un écotype pélagique, plus grand et qui forme de plus grands groupes souvent mêlés à d'autres espèces (Oudejans et al. 2015). Les groupes pélagiques entreprennent des migrations saisonnières alors que les groupes côtiers sont en général plus sédentaires (Blanchard et al. 2023). Une communauté importante de grands dauphins côtiers réside dans les eaux du golfe Normand-Breton. En 2010, une abondance de 420 individus (95% CI : 331–521) a été estimée dans cette zone (Louis et al. 2015).

En 2021, des densités ont été estimées en Manche à 0,049 individu par km² en hiver (SAMM II) et à 0,018 individu par km² en été 2012 (SAMM I). Aucune observation de cette espèce n'a été enregistrée en Manche sur SCANS III en 2016. La taille moyenne des groupes observés en Manche est évaluée entre 4 et 6 individus. La distribution observée des grands dauphins lors de SCANS IV était similaire à SCANS III dans les zones méridionales, mais différente dans le nord-ouest, avec davantage d'observations dans le nord de la mer Celtique, la mer d'Irlande et les Hébrides en 2022 (Gilles et al. 2023).

Dans le périmètre du Parc naturel marin des Estuaires Picard et de la Mer d'Opale, le grand dauphin est observé occasionnellement. Lors des survols aériens du mois de mai 2023, aucune observation de grand dauphin n'a été reportée que ce soit dans le périmètre du parc ou en périphérie. En août 2023, une observation d'un groupe de 4 individus a été relevée en bordure ouest de la zone d'étude, mais hors effort d'échantillonnage (Blanchard et al. 2023).

En Manche les échouages sont principalement localisées à l'ouest et au niveau de la Manche Est, peu d'échouages ont été reportés (9 en 30 ans) (Dars et al. 2021). Pour la majorité, ils sont survenus en automne ou hiver avec une légère augmentation sur la dernière décennie.

3.2.2 Caractéristiques générales acoustiques

Le grand dauphin émet une grande diversité de sons, enregistrés et décrits dans de nombreux travaux scientifiques depuis 60 ans. Il possède un répertoire vocal riche et complexe (Di Iorio et al. 2012 ; Gridley et al. 2015, Jones et al. 2020) (Figure 4) :

- Les sifflements utilisés pour la communication et la cohésion entre individus, sont des vocalises modulées en fréquence de longues durées allant en moyenne de 800 Hz à 30 kHz,
- Les clics d'écholocalisation utilisés pour la recherche de nourriture et la navigation, sont des sons impulsionnels de courtes durées et à large bande de fréquence allant jusqu'à 150 kHz. Les buzzs sont des clics d'écholocalisation dont l'intervalle inter-clic devient de plus en plus court, diminuant de 10ms jusqu'à 4ms selon la phase d'approche de la proie (Doh et *al.* 2018),
- Les « burst pulses calls » émis à la fois pendant les interactions sociales et l'écholocalisation, sont des séries de clics large bande produits rapidement et dont la distinction avec les clics d'écholocalisation et les buzzs d'écholocalisation n'est pas encore très bien définie,
- D'autres types de sons font partie du répertoire vocal du grand dauphin tels que : les brays calls (émis pendant la chasse et d'autres contextes de nature sociale), des sons de basses fréquences (émis souvent pendant des interactions sociales), etc…

Dans des zones côtières avec un fond de type vase, la portée de détection des sifflements de grands dauphins est de l'ordre de 1 à 3 km, et va largement dépendre du niveau de bruit ambiant (Quintana-Rizzo et al. 2006, Gervaise et al. 2018). Dû à leur directivité, la portée de détection des clics est donc inférieure à celle des sifflements et probablement de l'ordre de la centaine de mètres.

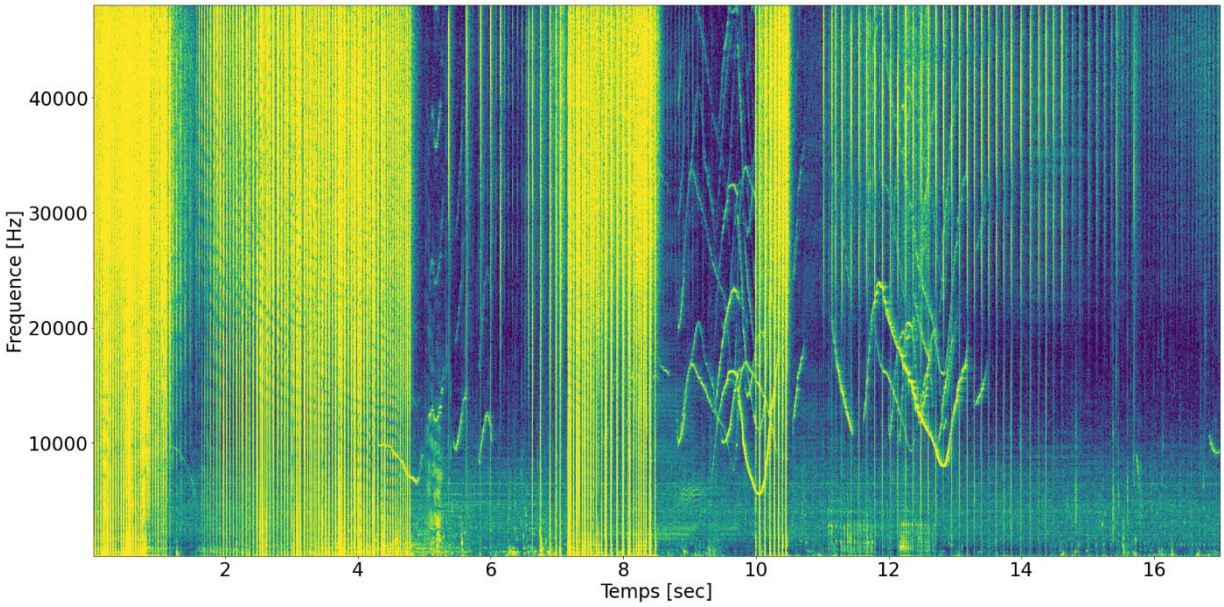

Figure 4 : Spectrogramme de clics, buzzs et sifflements de grands dauphins (Projet AcDau à Molène, 2012, parc naturel marin d'Iroise).

3.3 Le dauphin commun

3.3.1 Description générale et distribution

Dauphin commun, Delphinus delphis (Linnaeus, 1758)
Statut IUCN : DD (Europe) ; LC (Métropole), Directive Habitat-Faune-Flore : Annexe IV

C'est un petit delphinidé à rostre (longueur adulte : 1,9 à 2,5 m) fréquentant principalement le plateau continental et le talus pour s'alimenter de petits poissons (chinchard, sardine, sprat, anchois…) et de céphalopodes pélagiques. Le dauphin commun présente une coloration particulière avec un dos sombre, ses flancs sont jaune/beige à l'avant, gris à l'arrière en forme de sablier. Il atteint sa maturité sexuelle entre 8 et 13 ans, la gestation est de 11 mois et l'intervalle entre les « mises bas » est de 3 à 6 ans. Sa longévité atteindrait une trentaine d'années.

Le dauphin commun est très répandu et abondant dans les eaux tropicales et tempérées de l'Atlantique et du Pacifique (Reid et al. 2003). Il est généralement observé en groupe allant d'une dizaine d'individus jusqu'à plus d'une centaine. Il est considéré comme l'espèce de petits cétacés la plus commune au sein des eaux tempérées de l'Atlantique Nord-Est, et est observé dans les eaux profondes et pélagiques aussi bien que dans les eaux côtières. Dans le périmètre du Parc naturel marin des Estuaires Picard et de la Mer d'Opale (EPMO), le dauphin commun n'a été identifiée qu'à une seule occasion en 2017 et en dehors du périmètre du parc (Blanchard et al. 2023). Lors des survols aériens du mois de mai 2023 au sein du parc, une seule observation de dauphin commun a été reportée, et au mois d'août c'est un groupe de 10 individus qui ont été observés dans le même secteur qu'au printemps.

Les échouages en Manche Est sont cependant significatifs et suivent une augmentation sans saisonnalité marquée depuis 2016 (Dars et al. 2021), tout comme le long de la façade Atlantique où les échouages ont considérablement augmenté en particulier en hiver. Le dauphin commun révèle le taux de mortalité par capture dans un engin de pêche le plus élevé. Il est évalué ici à environ 87 % individus échoués sur la base de 284 examens externes et 74 % des 31 examens internes (Dars et al. 2021).

3.3.2 Caractéristiques générales acoustiques

Comme le grand dauphin, le dauphin commun est une espèce vocale, et qui émet une grande diversité de sons (Vella et *al.* 2021) (Figure 5) :

- Les clics d'écholocalisation (allant jusqu'à 150 kHz), et les buzzs,
- Les sifflements (entre 3 et 24 kHz) (Ansmann 2005, Griffiths 2009),
- Les burst pulses, large bande de fréquence, avec un pic d'intensité entre 16 et 52 kHz (Papale et al. 2021).

Cependant son répertoire vocal est moins bien connu que celui du grand dauphin.

Peu d'études décrivent le rayon de détections des sifflements et des clics de dauphins communs. Dans le cadre du projet APOCADO (Acoustique Passive pour l'Observatoire des Captures Accidentelles de Dauphins pour l'étude des interactions entre dauphins communs et filets de pêche, 2021-2023, ENSTA Bretagne et OFB), certains filets de pêche ont été équipés de 2 enregistreurs large bande (de type SoundTrap, Ocean Instrument, Nouvelle Zélande) disposés à différentes distances l'un de l'autre (de 200m à 1km entre les 2 instruments). Ce protocole a été proposé afin d'évaluer le rayon de détection des clics et sifflements de delphinidés et plus particulièrement des dauphins communs. Les premiers résultats révèlent que les patrons de détection des sifflements de delphinidés sont très similaires sur des enregistreurs espacés de 1km, ce qui signifie que la portée de détection de ces signaux est au moins égale à 1km dans cette configuration (les niveaux de bruit et les conditions environnementales peuvent impacter le rayon de détection). La portée de détection des clics est plus faible que celle des sifflements et les premiers résultats du projet APOCADO montrent que cette portée est probablement plutôt de l'ordre de la centaine de mètres.

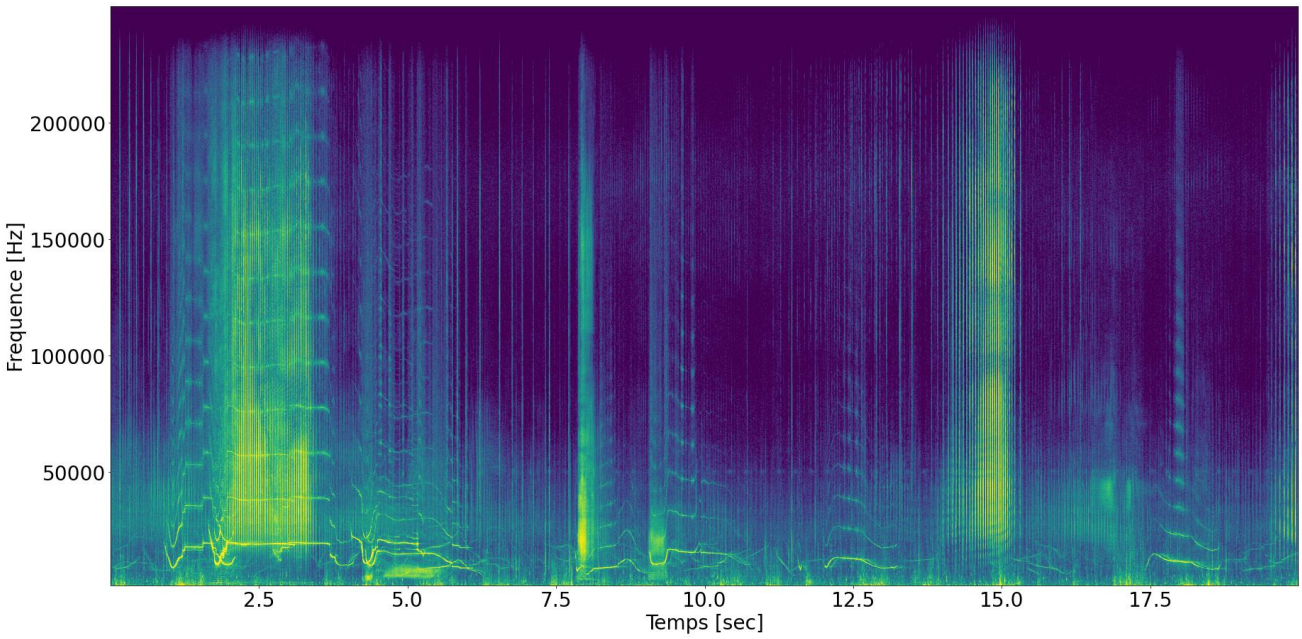

Figure 5 : Spectrogramme de clics, buzz et sifflements de dauphins communs (Projet Dolphin Free 2020, Baie d'Audierne).

3.4 Le lagénorhynque à bec blanc

3.4.1 Description générale et distribution

Lagénorhynque à bec blanc, Lagenorhynchus albirostris (Gray, 1846)
Statut IUCN : LC (Europe) ; NT (Métropole) ; Directive Habitat-Faune-Flore : Annexe IV

Le lagénorhynque à bec blanc est un animal robuste avec un rostre court et un grand aileron dorsal. Ce dernier est falciforme, très incurvé et placé en position centrale. La couleur du lagénorhynque à bec blanc est pâle à blanchâtre sur les flancs ainsi que sur la selle, le reste du corps est plus sombre. Les mâles sont plus grands que les femelles, les adultes mesurent en moyenne entre 2,3 à 3,1 m (Perrin et al. 2009).
Il fréquente les eaux tempérées et froides des plateaux continentaux de l'Atlantique Nord. Son régime alimentaire est composé de poissons (morue, merlan, tacaud, églefin, hareng), de céphalopodes et crustacés benthiques. Sa longévité est d'une trentaine d'années. La maturité sexuelle est atteinte entre 7 et 12 ans, la gestation est de 11 mois et les mises-bas ont lieu de juin à septembre (Blanchard et al. 2023).
En Manche Est et dans le périmètre du Parc naturel marin EPMO, l'espèce a été identifiée une fois en été lors des campagnes SCANS et à plusieurs occasions en hiver dans le périmètre des Bancs des Flandres lors des campagnes de survols SAMM et DunkRisk / campagne LEDKOA (AFB, 2018).
Lors des survols aériens menés au printemps et à l'été 2023 dans le périmètre du parc et en périphérie aucune observation n'a été reportée.

Enfin, les échouages sont peu nombreux mais relativement stables au cours des 3 dernières décennies, avec une très légère augmentation en automne (Dars et al. 2021).

3.4.2 Caractéristiques générales acoustiques

Tout comme les autres espèces de delphinidés, les lagénorhynques à bec blanc produisent une variété de sons comme des clics, des sifflements, des buzss, des « barks », des « screams » etc… (Herzing, 1996). Peu d'études de manière générale ont pu étudier le comportement vocal des lagénorhynques à bec blanc. Une étude récente en Islande a permis d'en connaitre un peu plus le répertoire sonore de cette espèce (Rasmussen et al. 2022). Ils utilisent une variété de sifflements avec des fréquences allant jusqu'à 35 kHz quand ils sociabilisent (Figure 6). Les sifflements peuvent être classés en 21 catégories différentes sur la base de la durée et des contours de fréquence. Leurs clics ressemblent à ceux des grands dauphins (*Tursiops truncatus*). Ils ont une fréquence maximale d'environ 115 kHz mais certains peuvent monter jusqu'à 250 kHz. Les intervalles inter-clics varient entre 2.8 ms et 56.2 ms. La durée des clics se situe entre 10 et 29 µs. Les sifflements des dauphins à bec blanc contiennent des fréquences plus élevées que ceux des autres espèces de dauphins.

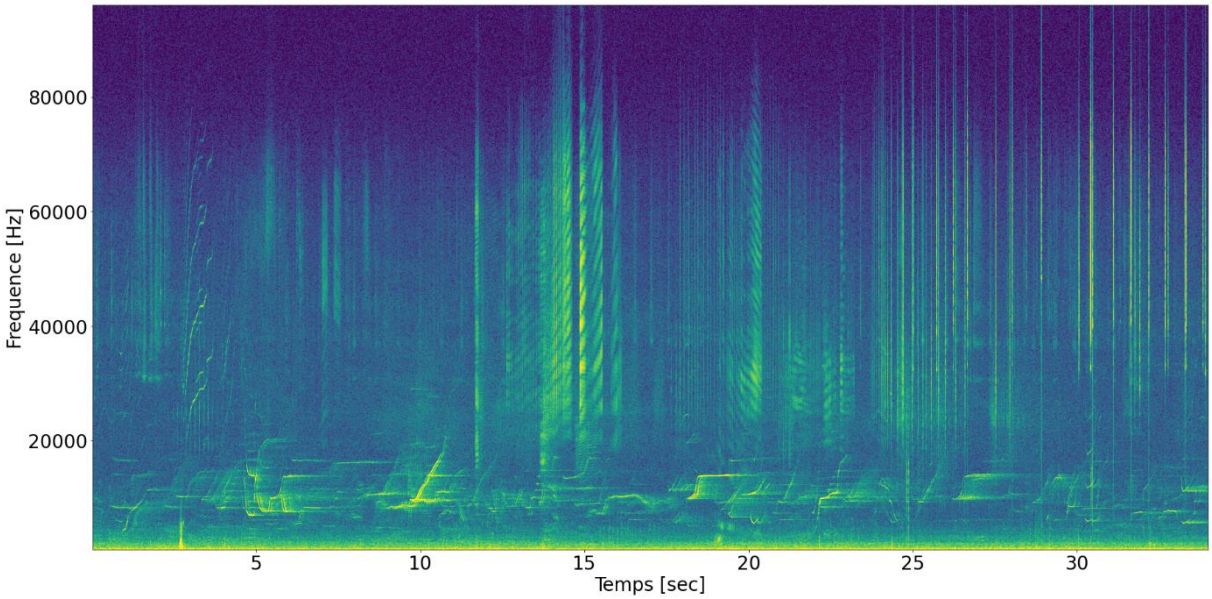

Figure 6 : Spectrogramme de clics, buzzs et sifflements de lagénorhynque à bec blanc (Filipa Samarra et Paul Wensveen, Islande).

3.5 Le petit rorqual

3.5.1 Description générale et distribution

Petit rorqual, Balaenoptera acutorostrata, (Lacépède, 1804)
Statut IUCN : LC (Europe) ; LC (Métropole), Directive Habitat-Faune-Flore : Annexe IV

C'est le plus petit des balénoptéridés (longueur adulte : 6,5 à 8 m), caractérisé par un museau pointu, une dorsale haute falciforme et une bande blanche sur le dessus des pectorales. Le petit rorqual est une espèce cosmopolite qui est répartie dans tous les océans, principalement dans les eaux tempérées et polaires et aussi bien au large que proche des côtes (Cooke 2018). Les petits rorquals de l'Atlantique nord quittent leurs aires d'hivernage situées au sud de 30°N de mars à avril pour leurs aires d'alimentation plus au nord. En automnes ils quittent les eaux situées au nord de 40°N pour passer l'hiver dans les eaux plus chaudes (Risch et al. 2014). C'est une espèce plutôt solitaire qui peut toutefois être observée en petit groupe de quelques individus. En France, le petit rorqual est observé régulièrement dans les zones néritiques du golfe de Gascogne et de la Manche et plus rarement la Méditerranée. Il se nourrit de petits poissons (lançons, capelans, maquereaux, anchois, sprats, harengs), de krill et copépodes. Sa longévité est d'environ 50 ans et sa maturité sexuelle entre 6 et ans.

En Manche Est et dans le périmètre du parc EPMO, l'espèce n'a été identifiée qu'à une seule occasion en 2011 et ceci en dehors du périmètre du parc (Banchard et al. 2023). Lors des survols aériens menés au printemps et à l'été 2023 dans le périmètre du parc et en périphérie aucune observation n'a été reportée.
Enfin, les échouages sont peu nombreux mais relativement stables au cours des 3 dernières décennies, avec une très légère augmentation en automne. En Manche, pour l'année 2021, le signalement du petit rorqual concerne la Manche ouest, côte ouest du Cotentin face aux îles anglo-normandes. Les deux autres échouages de rorquals ont eu lieu dans les Hauts-de-France (Dars et al. 2021).

3.5.2 Caractéristiques générales acoustiques

Les petits rorquals communs de l'Atlantique Nord produisent entre autres, des trains d'impulsions répétitifs à basse fréquence (100-500 Hz) (Risch et al. 2013, 2019) (Figure 7). A ce jour, il n'existe pas d'indice quant à la signification comportementale de ces signaux, ni d'étude qui montre qu'ils sont émis par des individus d'âge ou de sexe particulier. Certaines études montrent que ce signal est émis seulement à certaines saisons (Risch et al. 2013).

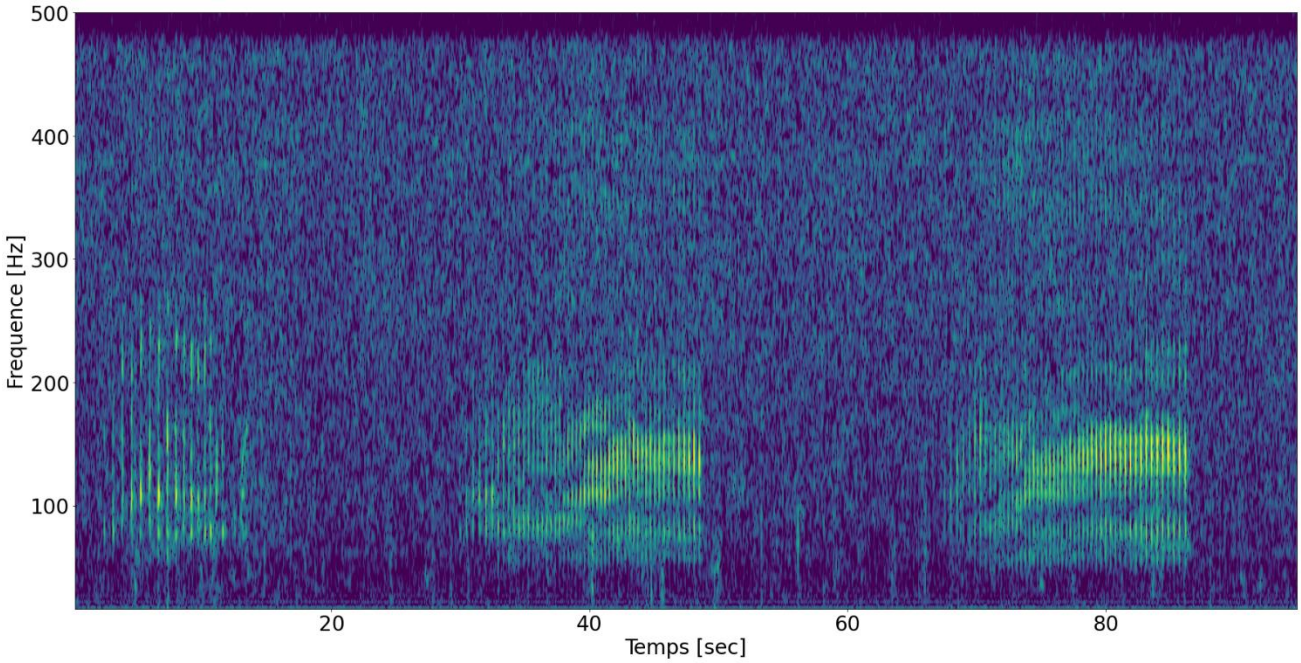

Figure 7 : Spectrogramme de trains d'impulsions émis par un petit rorqual (Projet CETIROISE - point G, octobre 2022, ENSTA Bretagne et OFB).

3.6 La baleine à bosse

3.6.1 Description générale et distribution

Baleine à bosse, Megaptera novaeangliae (Borowski, 1781)

Statut IUCN : LC (Europe) ; DD (Métropole), Directive Habitat-Faune-Flore : Annexe IV

La baleine à bosse est l'espèce la plus étudiée parmi les mysticètes. C'est un rorqual d'assez grande taille (longueur adulte de 14 à 17 m) à grandes nageoires pectorales caractéristiques. Sa nageoire caudale est bien visible et les pectorales ont une taille pouvant atteindre un tiers de la taille totale de l'animal. Le dos de la baleine à bosse est sombre tandis que le ventre est plus clair, le rostre comme les nageoires pectorales présentent des tubercules, sorte de protubérances, contenant chacun une vibrisse et généralement recouverts de balanes. La baleine à bosse est cosmopolite, et migre entre les zones de reproduction tropicales et les zones d'alimentation tempérées ou polaires. Pendant l'hiver, elle migre vers des zones plus tropicales pour se reproduire et mettre bas (Kennedy et al. 2014). Elle peut être observée seule ou en groupe de plusieurs individus. En été, ces groupes peuvent se maintenir plus longtemps afin de coopérer pour chasser les crustacés ou les poissons. De nombreuses études ont conclu que l'organisation sociale des baleines à bosses se limitait à des groupes instables, à quelques exceptions près (Weinrich et al. 1991, Clapham 1996).

En métropole, les observations restent occasionnelles et doivent probablement correspondre à des juvéniles en recherche de zone d'alimentation. Le régime alimentaire inclut krill et petits poissons (harengs, lançons, anchois, sardines, maquereaux). La maturité sexuelle est atteinte vers 10 ans et les accouplements ont lieu en hiver, dans les mers chaudes, la gestation dure 10 à 12 mois.
Au niveau de la Manche Est et en particulier du parc marin EPMO, l'espèce n'a été identifiée qu'une seule fois en fois 2011 à proximité des côtes dans l'enceinte du parc. Tout comme le petit rorqual, lors des survols aériens menés au printemps et à l'été 2023 dans le périmètre du parc et en périphérie aucune observation n'a été reportée (Blanchard et al. 2023).

En terme d'échouage seul un échouage a été reporté en février 2006, localisé au nord du PNM EPMO.

3.6.2 Caractéristiques générales acoustique

Les baleines à bosse sont surtout connues pour leurs vocalisations qui s'organisent en séquences émises par les mâles, principalement sur les lieux de reproduction (Herman, 2017), mais ils ont aussi été détectés lors de la migration et même parfois sur les aires d'alimentation (Noad and Cato 2007, Vu et al. 2012). Ils contiennent à la fois des sons tonals et des sons impulsionnels compris entre 100 Hz et 4 kHz (Figure 8) qui évoluent d'une année et d'une population à l'autre (Garland et al. 2011). Les baleines à bosse peuvent également émettre des sons sociaux en dessous de 700 Hz qui durent généralement moins de 2,5 secondes et qui contrairement aux chants, ne sont pas émis en séquences organisées (Dunlop et al. 2007). Tous les individus produisent ces sons sociaux, qui ont été enregistrés sur des aires de reproduction, d'alimentation et durant la migration (Dunlop et al. 2007, Videsen et al. 2021, Saloma et al. 2022).

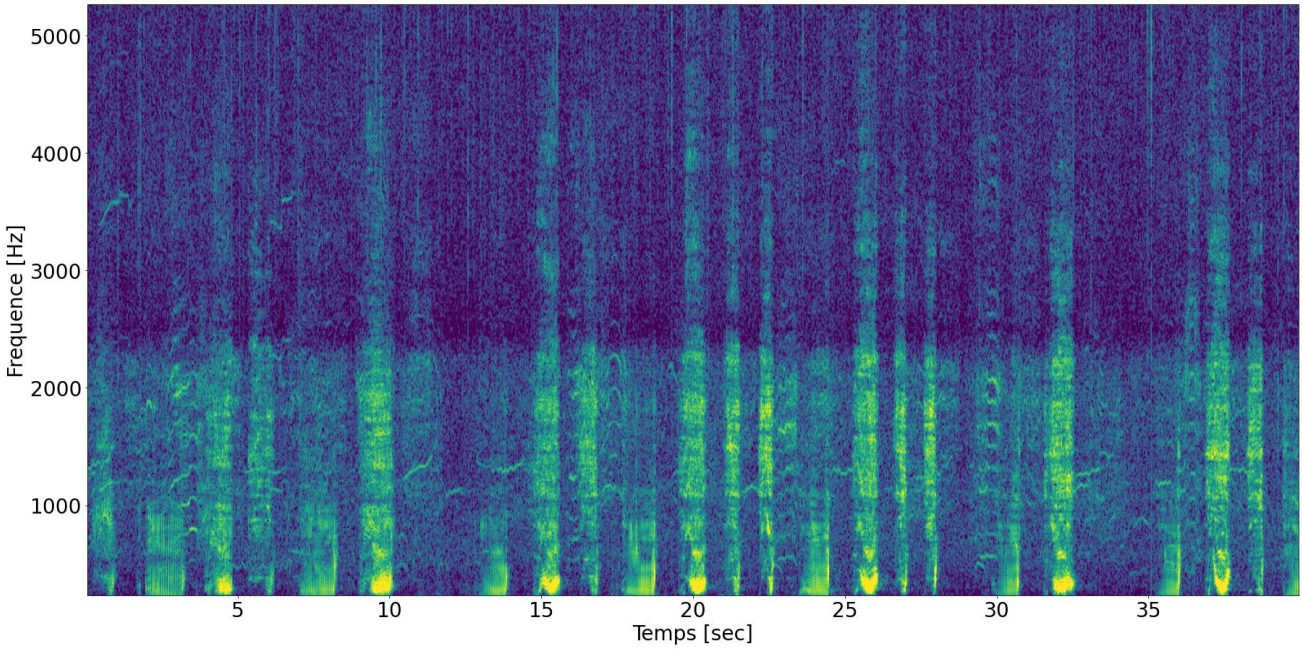

Figure 8 : Spectrogramme d'un chant de baleine à bosse enregistré à la Réunion (association Globice).

4 Etats des lieux des zones d'études

Les points de suivi théoriques sont au nombre de 7 (Figure 9). Deux points supplémentaires ont été ajoutés par rapport au plan d'échantillonnage initial : un point au large de Fécamp et un deuxième point dans le parc des Estuaires Picards et de la mer d'Opale. Le premier résulte d'une collaboration avec France Energies Marines (FEM) dans le cadre du projet DRACCAR-MMERMAID (Suivi de la mégafaune marine par une approche intégrée préfigurant un réseau d'observatoires – 2023 à 2027). Un F-POD sera placé sur le mât instrumenté dans le parc de Fécamp et les résultats de détection alimenteront le projet OCEAP-MMN. En parallèle, le mât sera équipé par l'équipe du projet DRACCAR-MMERMAID d'un enregistreur large bande qui échantillonnera au minimum jusqu'à la fréquence d'échantillonnage utilisée sur les autres larges bandes du projet. Le deuxième point supplémentaire sera situé dans le Parc naturel marin EPMO et permettra de mieux couvrir spatialement la zone du Parc.

Les deux points en jaune sur la carte (01Mn et 02Mn) sont des points opérés par le SHOM dans le cadre du Descripteur 11 de la Directive Cadre Stratégie du Milieu Marin (D11) pour l'évaluation du bruit ambiant. La conception des mouillages et la logistique de mise à l'eau et récupération des instruments sont pilotées par le SHOM. Dans ce contexte, l'ENSTA Bretagne leur fournit un F-POD en complément de l'enregistreur large bande utilisé par le SHOM afin d'acquérir des données complémentaires sur le marsouin commun. Les données large bande seront aussi récupérées et analysées par l'ENSTA Bretagne dans le cadre du projet OCEAP-MMN.

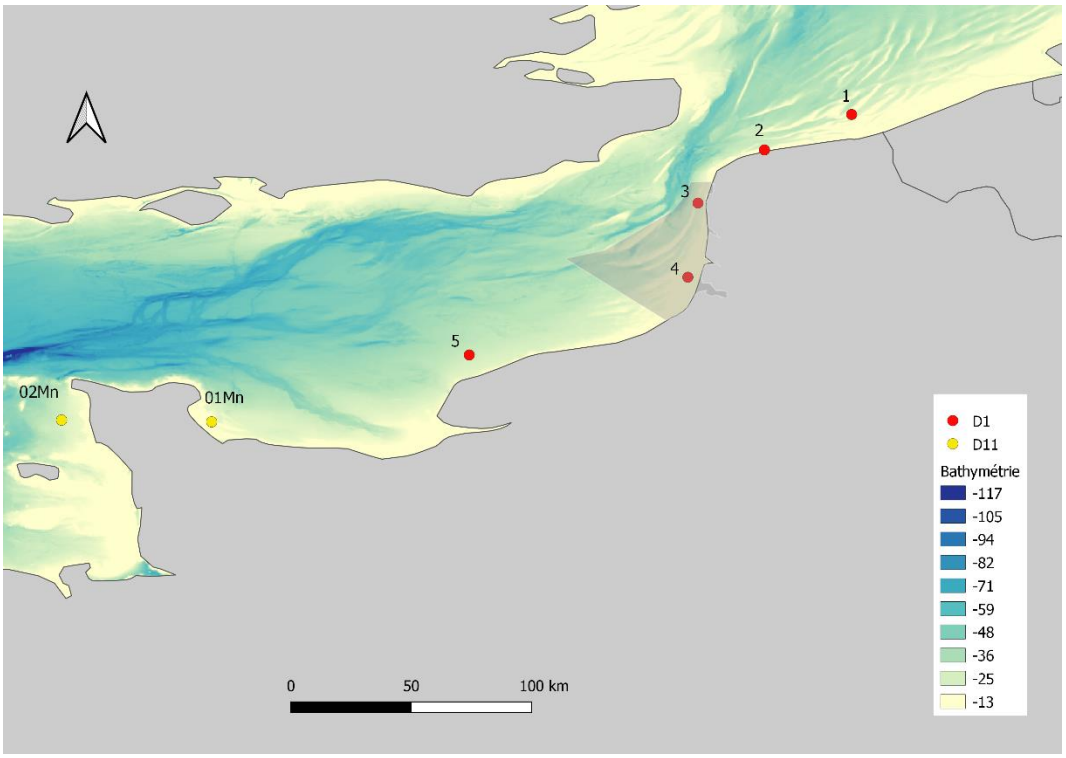

Figure 9 : Positions théoriques des points de mouillage du projet OCEAP-MMN. La zone grisée représente le Parc naturel marin EPMO

Le Tableau 1 récapitule les principales caractéristiques des points d'écoute du projet OCEAP-MMN.

Tableau 1 : Caractéristiques des points d'écoute du projet OCEAP-MMN

Zone d'étude	Nom des points concernés	Type de fond	Spécificités de la zone	Suivis déjà effectué dans la zone	Contact sur place	Commentaires
Ouest Cotentin	02Mn	Roche/sédiments		Suivi visuel de la population de grands dauphins par le GECC	Gérard Mauger, GECC	Opéré par le SHOM, à l'eau depuis 06/2023
Est Cotentin	01Mn	Sable	Dans une zone Natura 2000 (Baie de Seine	Suivi visuel de la population de grands dauphins par le GECC	Gérard Mauger, GECC	Opéré par le SHOM
Large Fécamp	Mât de Fécamp	Sédiments	Dans un parc EMR	Suivi acoustique dans le cadre du projet DRACCAR-MMERMAID	Karine Heerah, France Energies Marines	Opéré par FEM
Sud EPMO	4	Sable	Dans un Parc naturel marin	Suivis par survols aériens (campagnes SCANS,SAMM et MAMO)	Carole Perron, PNM EPMO	Le Parc souhaiterait être autonome concernant la logistique de ce point
Nord EPMO	3	Sable	Dans un Parc naturel marin	Suivis par survols aériens (campagnes SCANS, SAMM et MAMO)	Carole Perron, PNM EPMO	Le Parc souhaiterait être autonome concernant la logistique de ce point
Calais	2	Sable/Sédiments		Suivi acoustique des marsouins dans la zone depuis plusieurs années (projet Calais port)	Région HdF + CMNF + Phares et balises	
Dunkerque	1	Sable/Sédiments	Futur parc EMR dans la zone	Suivi acoustique des marsouins dans la zone depuis plusieurs années (projet LEDKAP)	Région HdF + CMNF + Phares et balises	

Les points à équiper par l'ENSTA Bretagne (1 à 4) sont tous situés sur des fonds sableux et/ou sédimentaires, dans des zones de moins de 40 mètres de pronfondeur (Figure 10 à Figure 14). Les vitesses maximales de courant de marée au fond ne dépassent pas 1m/s sur les zones de mouillage des points 3 et 4 situées dans le PNM EPMO (Courant de marée 3D – Manche, https://diffusion.shom.fr). Ces données ne sont pas disponibles pour les points 1 et 2 situés plus au nord.

Le point d'écoute 1 au large de Dunkerque a la particularité de se trouver proche de l'emplacement du futur parc éolien de Dunkerque (Figure 11).

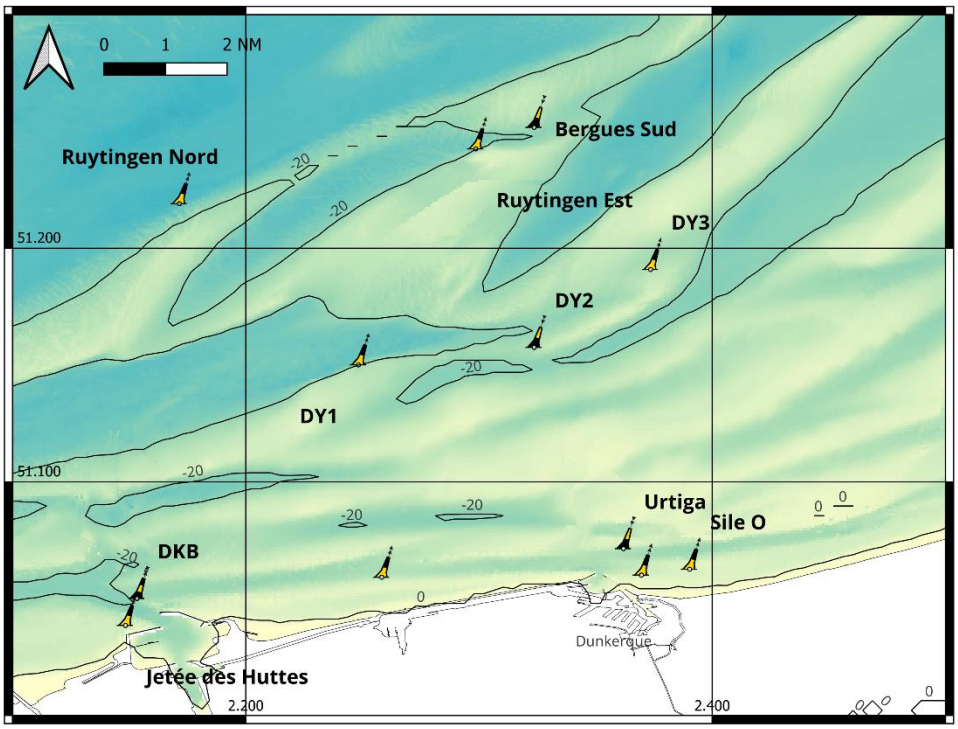

Figure 10 : Carte bathymétrique de la zone de mouillage du point 1 au large de Dunkerque. Les courbes de niveaux sont tracées tous les 20m.

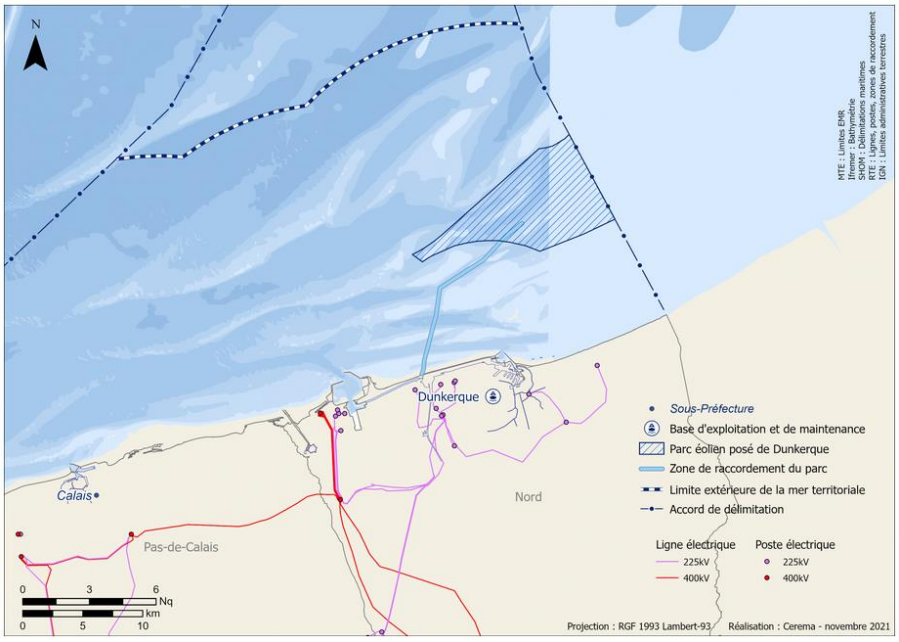

Figure 11 : Emplacement du futur parc éolien de Dunkerque (source https://eoliennesenmer.fr)

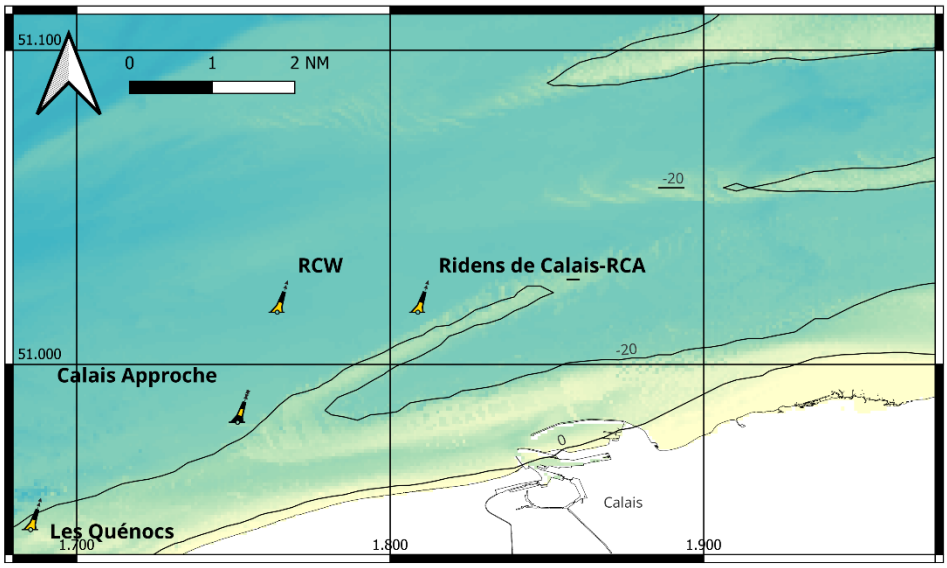

Figure 12 : Carte bathymétrique de la zone de mouillage du point 2 au large de Calais. Les courbes de niveaux sont tracées tous les 20m.

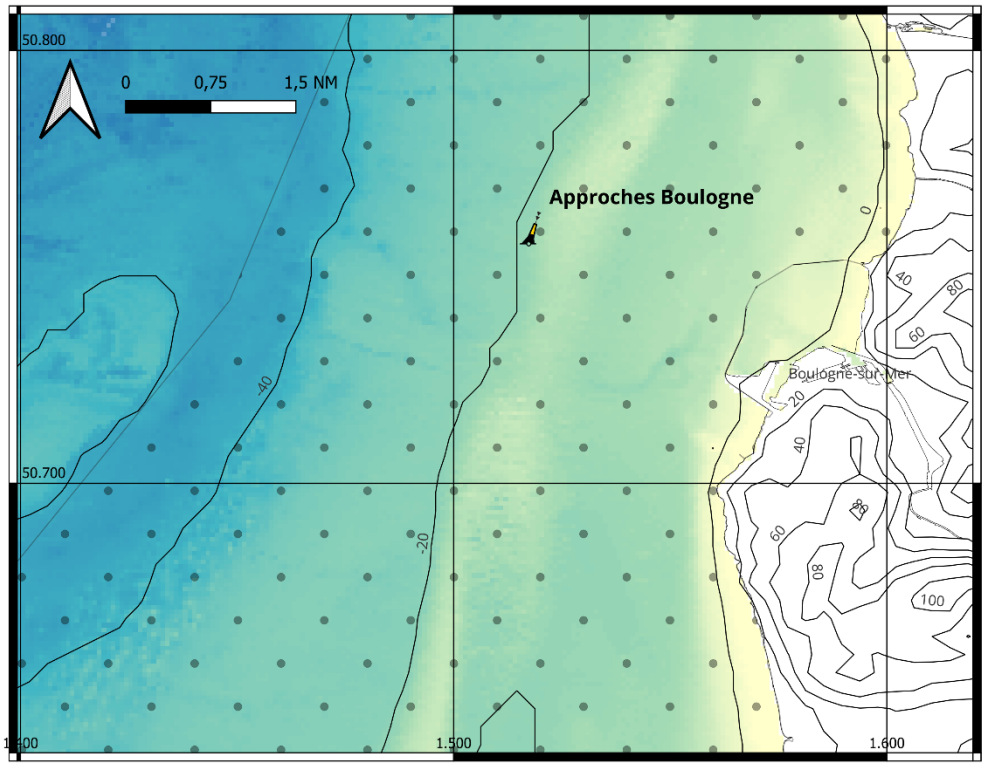

Figure 13 : Carte bathymétrique de la zone de mouillage du point 3 au large de Boulogne sur Mer. Les courbes de niveaux sont tracées tous les 20m. La zone en pointillés gris correspond au Parc naturel marin EPMO.

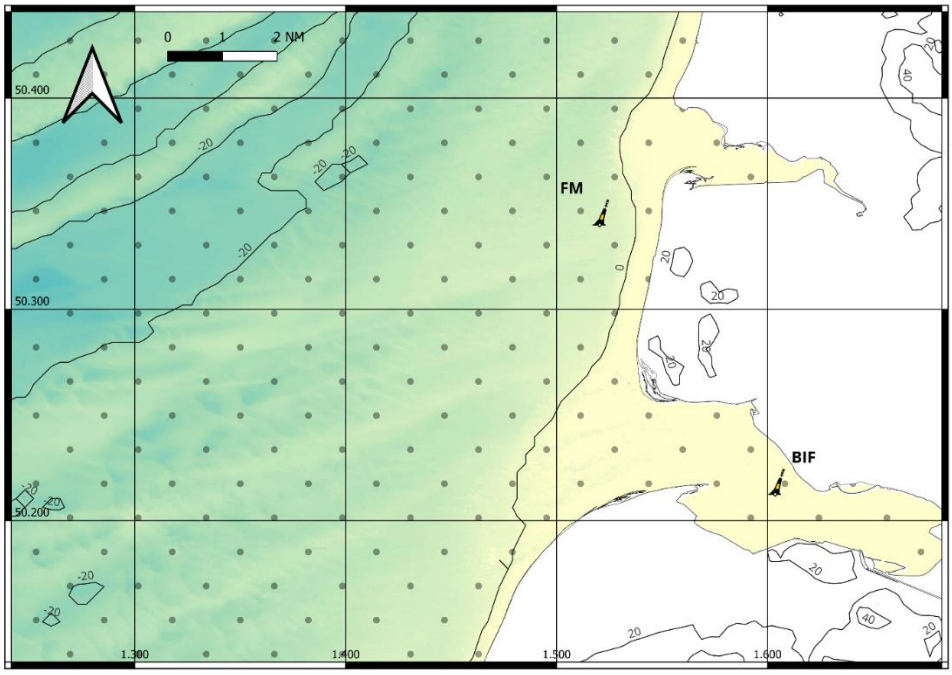

Figure 14 : Carte bathymétrique de la zone de mouillage du point 4 au large de la baie de Somme. Les courbes de niveaux sont tracées tous les 20m. La zone en pointillés gris correspond au Parc naturel marin EPMO.

La connaissance des caractéristiques des différents sites va permettre à l'ENSTA Bretagne de prendre les décisions les plus appropriées possibles quant aux stratégies d'échantillonnage à opérer. La présentation précise de ces stratégies fera l'objet d'un rapport à livrer au T3 2024.

5 Bibliographie

AFB, 2018. Levée des risques pour l'appel d'offres éolien au large de Dunkerque. Programme DUNKRISK - Rapport de synthèse des analyses scientifiques. Observatoire Pelagis / ENSTA-Bretagne / GON / Agence Française pour la Biodiversité. 27 pages + annexes.

Ansmann, I. C. (2005). The Whistle Repertoire and Acoustic Behaviour of Short-Beaked Common Dolphins, Delphinus delphis, around the British Isles, with Applications for Acoustic Surveying. Master Thesis.

Béesau, J., Samaran, F. (2023). Suivi par acoustique passive des marsouins communs dans le cadre de « Calais Port 2015 » - Bilan de la huitième année de suivi juin 2022 – juin 2023 (année 2 des travaux) - 26p.

Béesau, J., Samaran, F. (2018). Levée des risques pour l'appel d'offres éolien au large de Dunkerque. Programme DUNKRISK Campagne LEDKAP - Rapport final scientifique de campagne. ENSTA Bretagne / Coordination Mammalogique du Nord de la France / Agence Française pour la Biodiversité. 50p.

Blanchard, A., Laran, S., Williams, G., Van Canneyt, O., Genu, M., Sanchez, T., Doremus, G., Gamelin, P.-L. (2023). Synthèse des données de l'Observatoire PELAGIS au sein du PNM des estuaires picards et de la mer d'Opale. Rapport pour le PNM EPMO (OFB-22-0565). 61 pp.

Blanchard, A., Sanchez, T., Laran, S., Williams, G., Gamelin, P.-L. (2023). Compte rendu session 1 printemps 2023 : Etude de la Mégafaune marine par observation Aérienne en Manche Orientale, en particulier dans le Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale -. Rapport pour le PNM EPMO (OFB-22-0565).

Blanchard, A., Sanchez, T., Dorémus, G., Williams, G., Laran S. (2023). Compte rendu MAMO session 2 - Eté 2023 : Etude de la Mégafaune marine par observation Aérienne en Manche Orientale, en particulier dans le Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale. Rapport pour le PNM EPMO (OFB-22-0565).

Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L. Borchers, D.L., Thomas, L. (2001). Introduction to Distance Sampling : Estimating Abundance of Biological Populations. Book, Oxford Academic.
https://doi.org/10.1093/oso/9780198506492.001.0001

Dars, C., Méheust, E., Genu, M., Méndez-Fernandez, P., Peltier, H., Wund, S., Caurant, F., Dabin, W., Demaret, F., Spitz, J. et Van Canneyt, O. (2021). Les échouages de mammifères marins sur le littoral français en 2021. Rapport scientifique de l'Observatoire Pelagis, La Rochelle Université et CNRS. 43 p.

Di Iorio, L., Gervaise, C. et Lossent, J. (2012). Rapport final du projet AcDau. Chaire CHORUS, Fondation Grenoble INP et Ecole des Mines d'Alès.

Doh, Y., Delfour, F., Augier, E., Glotin, H., Graff, C., & Adam, O. (2018). Bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) sonar slacks off before touching a non-alimentary target. *Behavioural processes*, 157, 337-345.

Doremus, G., Blanchard, A., Sanchez, T., Huon, M., Genu, M., Brétille, V. et Pessato, A. (2023). Suivi de la distribution de la mégafaune marine en Manche, Atlantique et Méditerrannée – Megascope. Rapport de synthèse 2021-2022, de l'Observatoire Pelagis (UAR 3462, La Rochelle Université/CNRS). 88pp.

Dunlop, R. A., Noad, M. J., Cato, D. H., & Stokes, D. (2007). The social vocalization repertoire of east Australian migrating humpback whales (Megaptera novaeangliae). *The Journal of the Acoustical Society of America*, *122*(5), 2893-2905.

Garland, E. C., Goldizen, A. W., Rekdahl, M. L., Constantine, R., Garrigue, C., Hauser, N. D., ... & Noad, M. J. (2011). Dynamic horizontal cultural transmission of humpback whale song at the ocean basin scale. *Current biology*, *21*(8), 687-691.

Gilles A, Authier M, Ramirez-Martinez NC, Araújo H, Blanchard A, Carlström J, Eira C, Dorémus G, Fernández-Maldonado C, Geelhoed SCV, Kyhn L, Laran S, Nachtsheim D, Panigada S, Pigeault R, Sequeira M, Sveegaard S, Taylor NL, Owen K, Saavedra C, Vázquez-Bonales JA, Unger B, Hammond PS. (2023). Estimates of cetacean abundance in European Atlantic waters in summer 2022 from the SCANS-IV aerial and shipboard surveys. Final report published 29 September 2023. 64 pp.

Gervaise, C., Di Iorio, L., Lossent, J. and Boissery, P. (2018). Réseau CALME Caractérisation Acoustique du Littoral Méditerranéen et de ses Ecosystèmes Synthèse des travaux réalisés pour la période [01/01/2015-01/08/2015]. Institut de recherché CHORUS et Agence de l'Eau Rhône, Méditerranée, Corse. Technical Report.

Gridley, T., Nastasi, A., Kriesell, H. J., & Elwen, S. H. (2015). The acoustic repertoire of wild common bottlenose dolphins (Tursiops truncatus) in Walvis Bay, Namibia. *Bioacoustics*, *24*(2), 153–174. https://doi.org/10.1080/09524622.2015.1014851

Griffiths, E. T. (2009). Whistle repertoire analysis of the short-beaked common dolphin, Delphinus delphis, from the Celtic Deep and the Eastern Tropical Pacific Ocean In association with: Sea Watch Foundation.

Haelters, J. and Camphuysen, C.J. (2009). The Harbour porpoise in the southern North Sea ; abundance, threats an research - & managements proposals. DOI: 10.13140/RG.2.1.4785.9284

Hammons PS, Lacey C, Gilles A, Viquerat S, Börjesson P, Herr H, Macleod K, Ridoux V, Santos MB, Scheidat M, Teilmann J, Vingada J, Øien N. (2021). Estimates of cetacean abundance in European Atlantic waters in summer 2016 from the SCANS-III aerial and shipboard surveys. Final report published June 2021. 42 pp.

Herman, L. M. (2017). The multiple functions of male song within the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) mating system: review, evaluation, and synthesis. *Biological Reviews*, *92*(3), 1795-1818.

Jacobson, E.K, Forney, K.A and Barlow, J. (2017). Using paired visual and passive acoustic surveys to estimate passive acoustic detection parameters for harbor porpoise abundance estimates. Acoustical Society of America, 141.

Jones, B., Zapetis, M., Samuelson, M. M., & Ridgway, S. (2020). Sounds produced by bottlenose dolphins (Tursiops): a review of the defining characteristics and acoustic criteria of the dolphin vocal repertoire. *In Bioacoustics* (Vol. 29, Issue 4, pp. 399–440). Taylor and Francis Ltd. https://doi.org/10.1080/09524622.2019.1613265

Koblitz, J. C., Wahlberg, M., Stilz, P., Madsen, P. T., Beedholm, K., & Schnitzler, H. U. (2012). Asymmetry and dynamics of a narrow sonar beam in an echolocating harbor porpoise. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *131*(3), 2315-2324. https://doi.org/10.1121/1.3683254

Laran, S., Authier, M., Blanck, A., Doremus, G., Falchetto, H., Monestiez, P., Pettex, E., Stephan, E., van Canneyt, O., & Ridoux, V. (2017). Seasonal distribution and abundance of cetaceans within French waters- Part II: The Bay of Biscay and the English Channel. *Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, *141*, 31–40. https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2016.12.012

Laran, S., Genu, M., Authier, M., Blanchard, A., Doremus, G., Sanchez, T., Spitz, J. et Van Canneyt, O. (2022). Distribution et abondance de la mégafaune marine en France métropolitaine. Rapport final de la campagne SAMM II Atlantique-Manche - Hiver 2021, de l'Observatoire Pelagis (UAR 3462, La Rochelle Université / CNRS) pour la Direction de l'Eau et de la Biodiversité et L'Office Français de la Biodiversité. 72 pp.

Leopold, M.F., Begeman, L. Heße, E., Hiel, J.V.D., Hiemstra, S., Keijl, G., Meesters, E.H., Mielke, L., Verheyen, D., Gröne, A. (2015). Porpoises From pedators to prey. Journal of sea research. Vol. 97. Pages 14-23. https://doi.org/10.1016/j.seares.2014.12.005

Macaulay, J. D. J., Rojano-Doñate, L., Ladegaard, M., Tougaard, J., Teilmann, J., Marques, T. A., Siebert, U., & Madsen, P. T. (2023). Implications of porpoise echolocation and dive behaviour on passive acoustic monitoring. The Journal of the Acoustical Society of America, 154(4), 1982–1995. https://doi.org/10.1121/10.0021163

Noad, M. J., & Cato, D. H. (2007). Swimming speeds of singing and non-singing humpback whales during migration. *Marine Mammal Science*, *23*(3), 481-495.

Papale, E., Alonge, G., Caruso, F., Grammauta, R., Mazzola, S., Mussi, B., ... & Buscaino, G. (2021). The higher, the closer, the better? Influence of sampling frequency and distance on the acoustic properties of short-beaked common dolphins burst pulses in the Mediterranean Sea. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, *31*, 51-60.

Perrin, W. F, Würsig, B.G. and Thewissen, J. G. M. (2009). *Encyclopedia of marine mammals.* Academic Press.

Pettex, E., Lambert, C., Laran, S., Ricart, A., Virgili, A., Falchetto, H., Authier, M., Monestiez, P., Van Canneyt, O., Doremus, G., Blank, A., Toison, V. et Ridoux, V. (2014). Suivi aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine. Rapport final de la campagne SAMM I Atlantique – Méditerranée - été, hiver 2011-12, de l'Observatoire Pelagis (UMS 3462, La Rochelle Université / CNRS) pour l'Agence des aires marines protégées).

Quitana-Rizzo, E., Mann, D.A and Wells, R.S. (2006). Estimated communication range of social sounds used by bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). The Journal of the Acoustical Society of America, 120, 1671-1683. https://doi.org/10.1121/1.2226559

Reid, J.B., Evans, P.G.H., Northridge S.P. (2003). Atlas of cetacean distribution in north-west European waters. *Report to JNCC. Joint Nature Conservation Committee*.

Ricart, A., Pettex, E., Dorémus, G., Falchetto, H., Blanck, A. et Ridoux, V. (2014). Suivi Aérien de la Mégafaune Marine en Manche Est. – SAMM-ME, Hiver 2014 – Rapport de campagne – Université de La Rochelle, UMS 3462. 38pp.

Risch, D., Clark, C. W., Dugan, P. J., Popescu, M., Siebert, U., & van Parijs, S. M. (2013). Minke whale acoustic behavior and multi-year seasonal and diel vocalization patterns in Massachusetts Bay, USA. *Marine Ecology Progress Series*, *489*, 279–295. https://doi.org/10.3354/meps10426

Saloma, A., Ratsimbazafindranahaka, M. N., Martin, M., Andrianarimisa, A., Huetz, C., Adam, O., & Charrier, I. (2022). Social calls in humpback whale mother-calf groups off Sainte Marie breeding ground (Madagascar, Indian Ocean). *PeerJ*, *10*, e13785.

Static Acoustic Monitoring of the Baltic Harbour porpoise (SAMBAH), (2015). European LIFE+ project.

Schaffeld, T., Bräger, S., Gallus, A., Dähne, M., Krügel, K., Herrmann, A., Jabbusch, M., Ruf, T., Verfuß, U. K., Benke, H., & Koblitz, J. C. (2016). Diel and seasonal patterns in acoustic presence and foraging behaviour of free-ranging harbour porpoises. *Marine Ecology Progress Series*, *547*, 257–272. https://doi.org/10.3354/meps11627

Teilmann, J., Miller, L. A., Kirketerp, T., Kastelein, R. A., Madsen, P. T., & Nielsen, B. K. (2002). Characteristics of echolocation signals used by a harbour propoise (Phocoena phocoena) in a target detection experiment. *Aquatic Mammals*, *28*, 275-284.

Vella, A., Murphy, S., Giménez, J., de Stephanis, R., Mussi, B., Vella, J. G., ... & Pace, D. S. (2021). The conservation of the endangered Mediterranean common dolphin (Delphinus delphis): Current knowledge and research priorities. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 31, 110-136.

Videsen, S. K., Simon, M., Johnson, M., Madsen, P. T. and Christiansen, F. (2021). Cryptic vocal behavior of foraging humpback whales on feeding grounds in West Greenland. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *150*(4), 2879-2887.

Virgili, A., Authier, M., Dars, C., Dorémus, G., Laran, S., Van Canneyt, O., Spitz, J. (2018). Levée des risques pour l'appel d'offres éolien au large de Dunkerque par observation aérienne. Programme DUNKRISK – Campagne LEDKOA 2017. Rapport final. LR univ./CNRS PELAGIS. 49 pages.

Vu, E. T., Risch, D., Clark, C. W., Gaylord, S., Hatch, L. T., Thompson, M. A., ... & Van Parijs, S. M. (2012). Humpback whale song occurs extensively on feeding grounds in the western North Atlantic Ocean. *Aquatic Biology*, *14*(2), 175-183.

Wisniewska, D. M. M., Johnson, M., Teilmann, J., Rojano-Doñate, L., Shearer, J., Sveegaard, S., Miller, L. A. A., Siebert, U., & Madsen, P. T. T. (2016). Ultra-High Foraging Rates of Harbor Porpoises Make Them Vulnerable to Anthropogenic Disturbance. *Current Biology*, *26*(11), 1441–1446. https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.03.069