



Levée des risques pour l'appel d'offres Eolien au large de DunKerque par Observation Nautique

Programme DUNKRISK
Campagne LEDKON

Rapport
final de campagne

Robin Quevillart

Nathan Legroux

Cédric Beaudoin

Groupe ornithologique et naturaliste du
Nord – Pas-de-Calais

Maison régionale de l'environnement et
de la solidarité

23, rue Gosselet

59 000 Lille - France

contact@gon.fr

<https://gon.fr/gon/>

**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT



Sommaire

Sommaire	1
1. Introduction	2
1.1. Contexte	2
1.2. Objectifs principaux et choix de la méthodologie	3
2. Déroulement de la campagne	4
2.1. Calendrier réalisé et prévisionnel	4
2.2. Zone d'étude des campagnes d'observation aérienne et nautique	5
2.3. Plan d'échantillonnage et effort d'observation	7
2.4 Complémentarité avec les campagnes LEDKAP (acoustique) et LEDKOA (observation aérienne)	9
2.4. Composition de l'équipe d'observation	11
2.5. Description des bateaux	12
3. Méthode	13
3.1. Equipement et déroulement de la navigation	13
3.2. Collecte et enregistrement des données	14
4. Résultats préliminaires	15
4.1. Effort et conditions d'observation	15
4.2. Observations de mammifères marins	17
4.3. Observations d'oiseaux	19
5. Perspectives d'analyses des données	28
Références bibliographiques	29
Annexe 1 : fiches de saisie des données d'observation du protocole MEGASCOPE	30
Annexe 2 : localisation des observations par session pour les principales espèces ou groupes d'espèces	32

Citation du document :

Quevillart, R., Legroux, N. & Beaudouin, C., 2018. Levée des risques pour l'appel d'offres éolien au large de Dunkerque par observation nautique. Programme DUNKRISK - Campagne LEDKON. Rapport final de campagne. Groupe ornithologique et naturaliste du Nord – Pas-de-Calais / Agence Française pour la Biodiversité. 29 pages + annexes.

Objet de ce rapport final de campagne :

Il présente le déroulement effectif de la campagne et les résultats collectés (dont les cartes d'effort et de distribution des observations).

1. Introduction

1.1. Contexte

L'Agence Française pour la Biodiversité a pour mission, en ce qui concerne le milieu marin, d'apporter un appui aux politiques publiques en matière de création et de gestion d'aires marines protégées, de gérer les moyens des parcs naturels marins et d'apporter une assistance aux gestionnaires d'aires marines protégées. Elle participe notamment dans ce cadre à la mise en place de Natura 2000 en mer et à la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM). Pour mener à bien cette mission, elle s'attache à constituer une base de connaissance en rassemblant les données existantes ou, le cas échéant, en organisant leur acquisition.

Le Groupe ornithologique et naturaliste du Nord – Pas-de-Calais (GON), dans le cadre de ses missions d'étude et de protection de la faune sauvage, contribue à l'amélioration des connaissances faunistiques sur l'ensemble du territoire du Nord et du Pas-de-Calais. Il s'appuie sur un réseau dense d'observateurs et de partenaires scientifiques et techniques, lui permettant d'avoir une très bonne connaissance des espèces et de leurs milieux. Il dispose d'une expertise de la mégafaune marine, notamment ornithologique, lui permettant d'animer un réseau régional dédié aux oiseaux marins et de décliner la plupart des programmes nationaux et internationaux.

Ces actions concourent à répondre aux objectifs d'étude et de protection de la mégafaune marine que le GON s'est fixé.

Il est, par ailleurs, le pôle « Faune » du Réseau des acteurs de l'information naturaliste (RAIN) du Nord – Pas-de-Calais, dont le Conservatoire botanique de Bailleul constitue le pôle « Flore » et la Société mycologique du nord de la France, le pôle « Fonge ». Il anime, à ce titre, un vaste réseau de producteurs de données faunistiques (bénévoles et professionnels) grâce au portail interactif SIRF (Système d'information régionale sur la faune) créé pour recueillir et diffuser les données.

L'Agence et le GON ont un intérêt commun à la mise en œuvre de l'action « Levée des risques pour l'appel d'offres Eolien au large de Dunkerque par Observation Nautique ». En effet, ce projet contribue à la levée des risques pour le 3ème appel d'offres national pour le développement d'un parc éolien en mer, dans le site retenu au large de Dunkerque. Les études de cette levée des risques sont commanditées par la DGEC (Direction générale énergie climat), pour le compte du MTES. Le site retenu présente des enjeux importants de préservation du patrimoine naturel, notamment des espèces d'oiseaux et de mammifères protégées qui pourraient être affectées significativement par un parc éolien.

En conséquence, l'Agence et le GON sont impliqués dans les études naturalistes préalables à l'autorisation de ce projet éolien. Ces études permettront de rassembler et d'affiner les connaissances actuelles sur la faune en présence, puis de proposer des compléments de connaissance à acquérir en amont de la réalisation du parc éolien, des installations connexes (câbles, station électrique) et des opérations associées (travaux et maintenance). Dans le cas de la présente étude, une campagne d'observation nautique de la mégafaune marine est réalisée afin d'améliorer les connaissances sur la zone, de façon adaptée aux besoins de connaissances dans le cadre de la potentielle implantation d'un parc éolien en mer.

C'est donc dans ce cadre qu'une campagne nautique dédiée à l'observation des prédateurs supérieurs marins est mise en œuvre en 2017-2018. Cette campagne est réalisée sous le pilotage d'un comité de suivi commun aux différentes campagnes de ce projet, réunissant l'Observatoire Pelagis (UMS CNRS/Université de La Rochelle), la Coordination Mammalogique du Nord de la France (CMNF), le Groupe ornithologique et naturaliste (GON) du Nord – Pas-de-Calais, l'École Nationale Supérieure de Techniques Avancées de Bretagne (ENSTA-Bretagne) et l'Agence Française pour la Biodiversité (AFB). Ce comité se réunit pour définir les protocoles des trois campagnes (acoustique, nautique, aérienne) et leurs plans d'échantillonnage, pour échanger sur les difficultés rencontrées et, à l'issue des campagnes, pour mener une analyse croisée des résultats. Le choix des protocoles a

été fait en tenant compte des objectifs décrits dans le cahier des charges de l'étude, mais aussi des contraintes techniques, des compétences et du matériel localement disponibles. Ce comité intervient donc à différentes étapes des campagnes d'observations nautiques.

Le GON est le maître d'œuvre du projet et l'Agence en est le maître d'ouvrage.

1.2. Objectifs principaux et choix de la méthodologie

Les objectifs consistent à collecter des données de distribution afin d'estimer le taux d'occurrence et potentiellement la densité et l'abondance des espèces de mégafaune en mer.

Il a été décidé d'appliquer la technique d'observation nautique. La méthodologie générale s'appuie sur l'observation visuelle en continu le long de transects linéaires préalablement établis (*Line transect - Distance sampling*, Buckland et al., 2001), avec échantillonnage des distances d'observation au transect (*distance sampling*) de part et d'autre du trajet suivi par bateau.

Le protocole de suivi MEGASCOPE (Dorémus et Van Canneyt, 2016) est utilisé pour la réalisation de cette campagne de suivi nautique. Ce protocole a été défini pour les observations opportunistes de la mégafaune marine à partir des campagnes halieutiques réalisées par l'Ifremer. Il est fourni en annexe de ce rapport. Les avantages de l'observation par bateau sont :

- l'acquisition d'un état quasi-instantané de la distribution des densités à une échelle pertinente,
- une fenêtre temporelle pertinente pour l'identification et le comptage d'oiseaux ;
- la flexibilité de mise en œuvre permettant d'utiliser les meilleures fenêtres météorologiques,
- l'identification précise des espèces d'oiseaux détectés ;
- la comparaison spatiale et temporelle grâce à un protocole multi-cible¹, standardisé et reproductible.

Les limites de l'observation par bateau sont :

- La distance maximale de détection (environ 500m pour les oiseaux) est très dépendante des conditions environnementales d'observation (vent, houle, écume, précipitations, luminosité, éblouissement ...)
- La détectabilité est faible pour certaines espèces, ce qui est une limite commune à toutes les approches basées sur la détection visuelle, depuis un navire ou un avion. Par bateau, il est notamment plus difficile de détecter avec exhaustivité la présence des mammifères marins.

D'un point de vue quantitatif, les biais rencontrés dans l'observation sont de deux types : les biais de disponibilité, liés à la présence ou non de l'espèce en surface (pour les mammifères marins et les oiseaux plongeurs), et les biais de perception liés à la capacité de l'observateur. Les biais de disponibilité peuvent être considérés comme constants pour une espèce, et n'entravent pas les comparaisons spatiales ou temporelles. Les biais de perception sont considérés comme limités par la formation intensive d'un nombre restreint d'observateurs au démarrage de la campagne et par leur rotation (*turn-over*) limitée sur la durée de la campagne.

D'un point de vue qualitatif, quelles que soient les espèces cibles, cétacés ou oiseaux, la plupart des auteurs identifient des problèmes d'identification au niveau de l'espèce (Buckland et al. 2001, Dean et al. 2003, Camphuysen et al. 2004). La prudence est de rigueur quant à l'identification de certaines espèces et le

¹ Se dit d'un protocole visant plusieurs sujets d'étude (Ici les oiseaux marins et les mammifères marins).

regroupement par niveau taxonomique ou morphologique est privilégié. Malgré cette limite, le protocole d'observation permet néanmoins une approche multi-spécifique².

2. Déroulement de la campagne

2.1. Calendrier réalisé et prévisionnel

La campagne LEDKON devait être initialement conduite de février à décembre 2017 à raison d'une session d'inventaires tous les deux mois. La première session n'a pas pu être programmée avant le mois de **juin 2017**, décalant ainsi le calendrier sur les années 2017/2018.

L'état de la mer étant le facteur le plus limitant pour l'observation, le calendrier réalisé (Tableau 1) diffère sensiblement du calendrier prévisionnel (qui comportait une session tous les 2 mois) car il a fallu le faire évoluer en fonction des conditions météorologiques rencontrées.

Les conditions météorologiques de l'automne ont légèrement décalé la tenue de la 3^{ème} session à la mi-novembre. La session 4, quant à elle, a subi un important décalage, d'une part en raison de l'indisponibilité des observateurs au mois de décembre, et d'autre part en raison d'une succession d'épisodes climatiques défavorables au début de l'année 2018. La session 5 a été réalisée exactement 2 mois plus tard, puis la session 6 a dû être avancée (4 semaines après) afin de respecter l'échéance de fin de campagne fixée à mai 2018.

Les 6 sessions ont pu être réalisées sur une période de 12 mois :

- **Session 1 : réalisée les 15 et 21 juin et les 3 et 4 juillet 2017 ;**
- **Session 2 : réalisée les 23, 24 et 29 août 2017 ;**
- **Session 3 : réalisée les 14, 15 et 16 novembre 2017 ;**
- **Session 4 : réalisée les 5 et 6 mars 2018 ;**
- **Session 5 : réalisée les 3 et 4 mai 2018 ;**
- **Session 6 : réalisée les 28, 30 et 31 mai 2018.**

Le calendrier réalisé échantillonne peu la saison hivernale (décembre à février). Par contre, il inclut 2 sessions durant la période de migration pré-nuptiale des oiseaux et 2 sessions durant leur période de nidification. La période de migration, post-nuptiale est échantillonnée plus marginalement, avec une session en début de période (fin août) et une tout à la fin (mi-novembre). Ainsi, on peut s'attendre à ce que le jeu de données acquises soit plus représentatif des espèces d'oiseaux migratrices et nicheuses que des espèces hivernantes.

² Approche impliquant plusieurs espèces ou groupes d'espèces.

2017												2018											
Jun	Juliet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Jun	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Jun					
1 J	1 S	1 M	1 V	1 D	1 M	1 V	1 L	1 J	1 J	1 D	1 M	1 V	1 L	1 J	1 J	1 D	1 M	1 V					
2 V	2 D	2 M	2 S	2 L	2 J	2 S	2 M	2 V	2 V	2 L	2 M	2 S	2 M	2 V	2 V	2 L	2 M	2 S					
3 S	3 L	3 J	3 D	3 M	3 V	3 D	3 M	3 S	3 S	3 M	3 J	3 D	3 M	3 S	3 S	3 M	3 J	3 D					
4 D	4 M	4 V	4 L	4 M	4 S	4 L	4 J	4 D	4 D	4 M	4 V	4 L	4 J	4 D	4 D	4 M	4 V	4 L					
5 L	5 M	5 S	5 M	5 J	5 D	5 M	5 V	5 L	5 L	5 J	5 S	5 M	5 V	5 L	5 L	5 J	5 S	5 M					
6 M	6 J	6 D	6 M	6 V	6 L	6 M	6 S	6 M	6 M	6 V	6 D	6 M	6 S	6 M	6 M	6 V	6 D	6 M					
7 M	7 V	7 L	7 J	7 S	7 M	7 J	7 D	7 M	7 M	7 S	7 L	7 J	7 D	7 M	7 M	7 S	7 L	7 J					
8 J	8 S	8 M	8 V	8 D	8 M	8 V	8 L	8 J	8 J	8 D	8 M	8 V	8 L	8 J	8 J	8 D	8 M	8 V					
9 V	9 D	9 M	9 S	9 L	9 J	9 S	9 M	9 V	9 V	9 L	9 M	9 S	9 M	9 V	9 V	9 L	9 M	9 S					
10 S	10 L	10 J	10 D	10 M	10 V	10 D	10 M	10 S	10 S	10 M	10 J	10 D	10 M	10 V	10 V	10 L	10 M	10 S					
11 D	11 M	11 V	11 L	11 M	11 S	11 L	11 J	11 D	11 D	11 M	11 V	11 D	11 M	11 V	11 V	11 L	11 M	11 S					
12 L	12 M	12 S	12 M	12 J	12 D	12 M	12 V	12 L	12 L	12 J	12 D	12 M	12 V	12 V	12 L	12 J	12 S	12 M					
13 M	13 J	13 D	13 M	13 V	13 L	13 M	13 S	13 M	13 M	13 V	13 D	13 M	13 V	13 V	13 L	13 J	13 S	13 M					
14 M	14 V	14 L	14 J	14 S	14 M	14 V	14 D	14 M	14 M	14 S	14 L	14 M	14 V	14 V	14 L	14 J	14 S	14 M					
15 J	15 S	15 M	15 V	15 D	15 M	15 V	15 L	15 J	15 J	15 D	15 M	15 V	15 V	15 L	15 J	15 D	15 M	15 S					
16 V	16 D	16 M	16 S	16 L	16 J	16 S	16 M	16 V	16 V	16 L	16 M	16 V	16 V	16 L	16 J	16 S	16 M	16 S					
17 S	17 L	17 J	17 D	17 M	17 V	17 D	17 M	17 S	17 S	17 M	17 V	17 D	17 V	17 L	17 J	17 S	17 M	17 D					
18 D	18 M	18 V	18 L	18 M	18 S	18 L	18 J	18 D	18 D	18 M	18 V	18 D	18 V	18 L	18 J	18 S	18 M	18 D					
19 L	19 M	19 S	19 M	19 J	19 D	19 M	19 V	19 L	19 L	19 J	19 S	19 D	19 V	19 V	19 L	19 J	19 S	19 M					
20 M	20 J	20 D	20 M	20 V	20 L	20 M	20 S	20 M	20 M	20 V	20 D	20 M	20 V	20 V	20 L	20 J	20 S	20 M					
21 M	21 V	21 L	21 J	21 S	21 M	21 J	21 D	21 M	21 M	21 S	21 L	21 M	21 V	21 V	21 L	21 J	21 S	21 M					
22 J	22 S	22 M	22 V	22 D	22 M	22 V	22 L	22 J	22 J	22 D	22 M	22 V	22 V	22 L	22 J	22 D	22 M	22 V					
23 V	23 D	23 M	23 S	23 L	23 J	23 S	23 M	23 V	23 V	23 L	23 M	23 V	23 V	23 L	23 J	23 D	23 M	23 S					
24 S	24 L	24 J	24 D	24 M	24 V	24 D	24 M	24 S	24 S	24 M	24 V	24 D	24 V	24 L	24 J	24 D	24 M	24 S					
25 D	25 M	25 V	25 L	25 M	25 S	25 L	25 J	25 D	25 D	25 M	25 V	25 D	25 V	25 L	25 J	25 D	25 M	25 S					
26 L	26 M	26 S	26 M	26 J	26 D	26 M	26 V	26 L	26 L	26 J	26 S	26 M	26 V	26 V	26 L	26 J	26 S	26 M					
27 M	27 J	27 D	27 M	27 V	27 L	27 M	27 S	27 M	27 M	27 V	27 D	27 M	27 V	27 V	27 L	27 J	27 S	27 M					
28 M	28 V	28 L	28 J	28 S	28 M	28 J	28 D	28 M	28 M	28 S	28 L	28 M	28 V	28 V	28 L	28 J	28 S	28 M					
29 J	29 S	29 M	29 V	29 D	29 M	29 V	29 L	29 M	29 M	29 S	29 L	29 M	29 V	29 V	29 L	29 J	29 S	29 M					
30 V	30 D	30 M	30 S	30 L	30 J	30 S	30 M	30 V	30 V	30 L	30 M	30 V	30 V	30 L	30 J	30 D	30 M	30 S					
	31 L	31 J		31 M		31 D	31 M		31 S		31 L		31 V		31 J		31 M						

■ Sessions effectuées

Tableau 1 : Calendrier des sessions réalisées de la campagne d'observation LEDKON

2.2. Zone d'étude des campagnes d'observation aérienne et nautique

L'Observatoire Pelagis, pour la campagne d'observation LEDKOA (observations aériennes), a défini un périmètre optimal pour la zone d'étude en tenant compte du potentiel impact des différentes phases de l'implantation d'un parc éolien, notamment sur le marsouin commun (Figure 1).

Dans le cadre de l'implantation d'un champ éolien en mer, les travaux constituent la phase la plus bruyante et augmentent considérablement le bruit ambiant, jusqu'à entraîner un effet de masquage pour les mammifères marins à plusieurs dizaines de kilomètres (Tougaard *et al.*, 2005). Pour le marsouin commun par exemple, cette phase de travaux, si elle fait appel au battage de pieux (*pile driving*), produit des sons audibles à plus de 80 km de la source d'émission. Cette phase pourrait perturber l'audition jusqu'à 40 km de la source et induire des réactions de fuite à 20 km. Des lésions et pertes d'audition sont attendues dans un périmètre de l'ordre d'1 kilomètre (Thomsen *et al.*, 2006). Les petits cétacés odontocètes peuvent, pour la communication entre individus, percevoir des sons des congénères sur plusieurs dizaines de kilomètres. Cet espace est appelé « zone active ». La zone de masquage générée par la construction des éoliennes peut réduire fortement cette zone active de communication.

D'autre part, de nombreuses espèces d'oiseaux marins fréquentent la zone du projet éolien, durant les périodes de migrations, de nidification ou d'hivernage, et recherchent leur nourriture en mer sur des distances de plusieurs dizaines de kilomètres. Par exemple, la Sterne pierregarin, espèce à forte valeur patrimoniale, a établi

une colonie de plus d'un millier de couples dans le port ouest de Dunkerque, et peut prospecter dans un rayon de 40 km.

Par conséquent, pour la campagne LEDKOA, il a été proposé d'échantillonner une zone dans un rayon de 60 km (30 à 35 milles nautiques) environ autour de la zone pressentie pour l'implantation du futur parc. L'étendue de cette zone atteint 9 445 km², couvre une partie des eaux anglaises et les eaux belges (voir le rapport intermédiaire de la campagne LEDKOA).

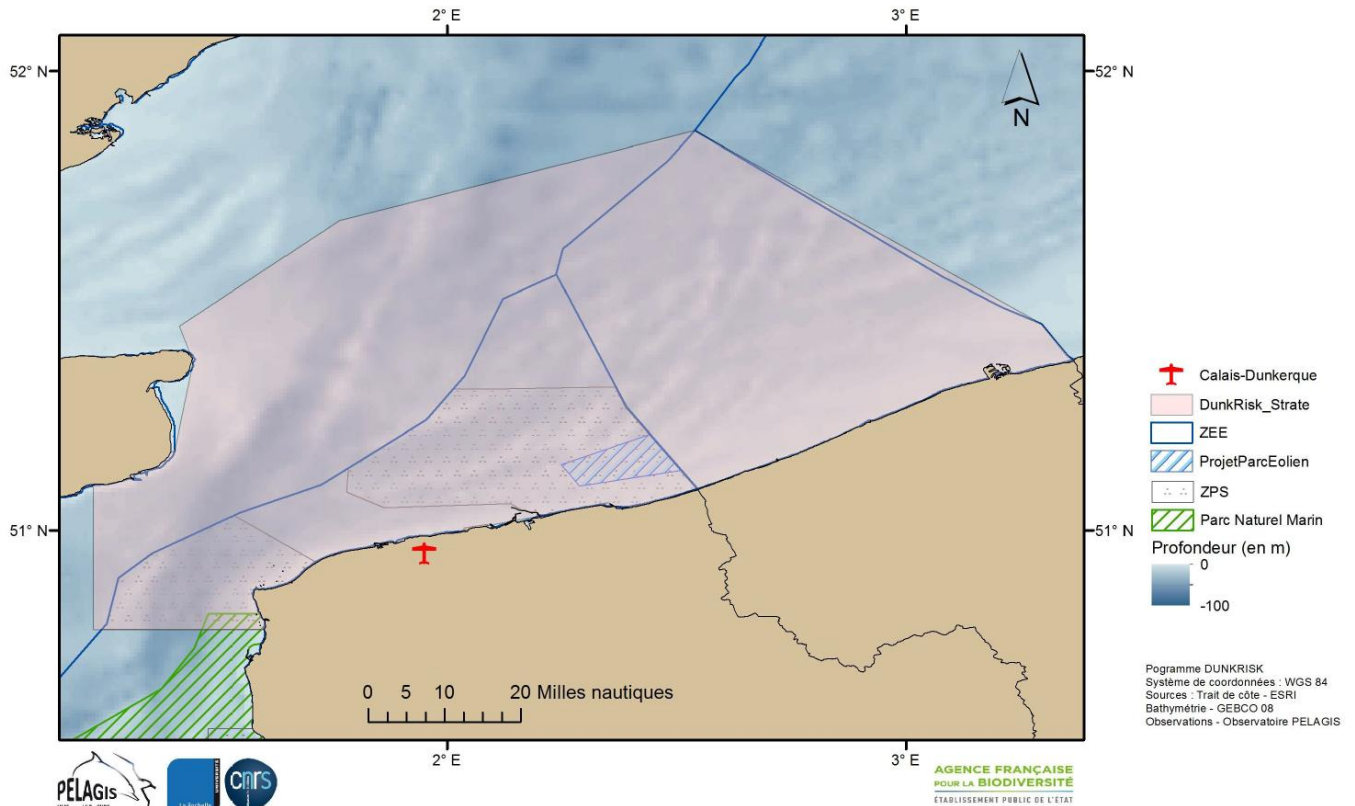


Figure 1. Etendue de la zone d'étude couverte par la campagne LEDKOA et des aires marines protégées avoisinantes (la zone de l'appel d'offre éolien est représentée de manière simplifiée).

Pour la campagne d'observations nautiques LEDKON, une zone d'étude plus rapprochée a été définie. L'objectif est d'avoir une approche plus exhaustive de l'activité ornithologique et mammalogique à proximité de la zone d'implantation. Une zone tampon de 15 km a ainsi été dessinée autour de la zone d'implantation potentielle du parc éolien (Figure 2). Cette zone présente une superficie d'environ 1150 km² et s'étend dans les eaux françaises et belges.

NB : Une zone tampon de 20 km a été considérée pour la réalisation de la première session, mais cette zone s'est révélée trop vaste à couvrir, compte-tenu des temps de transits importants depuis le port de Dunkerque, port d'attache du navire utilisé. Cette réduction de périmètre est acceptable car la couverture spatiale reste satisfaisante (taux de couverture inchangé et emprise de l'ordre de 10 fois celle de la zone d'appel d'offre).

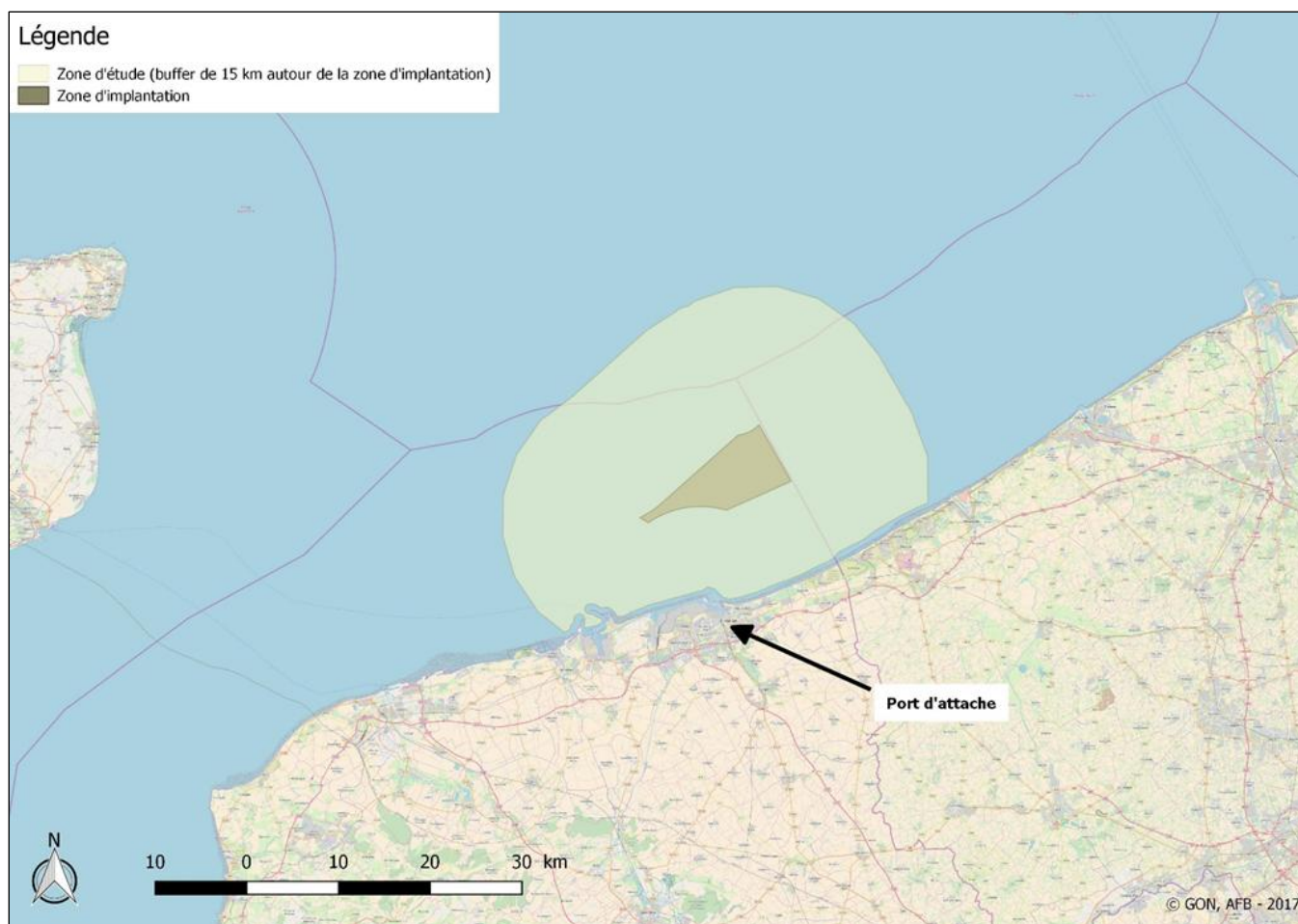


Figure 2. Etendue de la zone d'étude couverte par la campagne LEDKON.

2.3. Plan d'échantillonnage et effort d'observation

Six sessions sont prévues et réparties sur une année calendaire (Tableau 1), avec une fréquence d'une session tous les 2 mois environ. Elles permettent ainsi de couvrir l'ensemble des phases du cycle biologique des espèces potentiellement présentes, sans toutefois être exhaustif sur la couverture de l'activité annuelle (6 passages en une année représentent une couverture temporelle de 1,6 %).

Il a été décidé de mener 6 sessions par an et non 12, car cela correspond au meilleur compromis entre les couvertures spatiale et temporelle, à moyens constants. Cependant la couverture temporelle est insuffisante pour suivre la phénologie de certaines espèces. Les données de suivi des migrations par observation visuelle depuis la côte (sur les jetées du dunkerquois ou au cap Gris-Nez) ou par bateau montrent que les flux migratoires de certaines espèces sont très brefs (quelques jours, voire quelques heures). Les observations acquises en mer à raison d'un passage tous les deux mois devront donc être combinées aux données des observatoires locaux à haute fréquence.

Le design du plan d'échantillonnage suit le profil des transects standardisés fournis préalablement par l'AFB et développés lors de la préparation du programme INTERREG APROCHE³ (Figure 3). Il s'agit de transects orientés

³ Action for PRedators Over CHannel Ecosystem

Nord-Est/Sud-Ouest et distant de 1 mille nautique (NM) les uns-de-autres. Les transects retenus pour la campagne LEDKON sont au nombre de 10 et sont espacés de 2 NM (environ 3,7 km).

Les transects en parallèle permettent d'obtenir une couverture homogène sur la totalité de la zone d'étude. De plus ces transects facilitent l'interpolation des données sur une grille régulière pour produire des cartes de distribution. L'AFB recommande d'utiliser la même grille de transects standardisés pour toutes les campagnes d'observation nautique, afin de faciliter la comparaison entre sites et l'agrégation des données de différentes campagnes.

Un total de 167 milles nautiques (310 km) sont parcourus, à une vitesse constante de 10 nœuds (19 km/h), lors de chaque session et sont déclinés sur 2 à 4 jours de prospection (si les conditions météorologiques sont favorables). Le nombre total d'heures de navigation prévues est de 25 heures par session. Cette durée inclut le temps de transit entre chaque transect et le temps de déplacement entre le port Est de Dunkerque et la zone d'étude.

Le ratio d'effort/surface est d'environ 27 % si l'on considère une bande échantillonnée de 1 000 mètres de large (500 m de part et d'autre du transect). Ainsi, la surface totale couverte est de 310 km² à chacune des 6 sessions de navigation. Considérant qu'un taux de couverture de 10 à 20 % est nécessaire pour déduire une distribution spatiale à fine échelle avec un bon niveau de fiabilité, l'effort d'observation est satisfaisant du point de vue de la couverture spatiale.

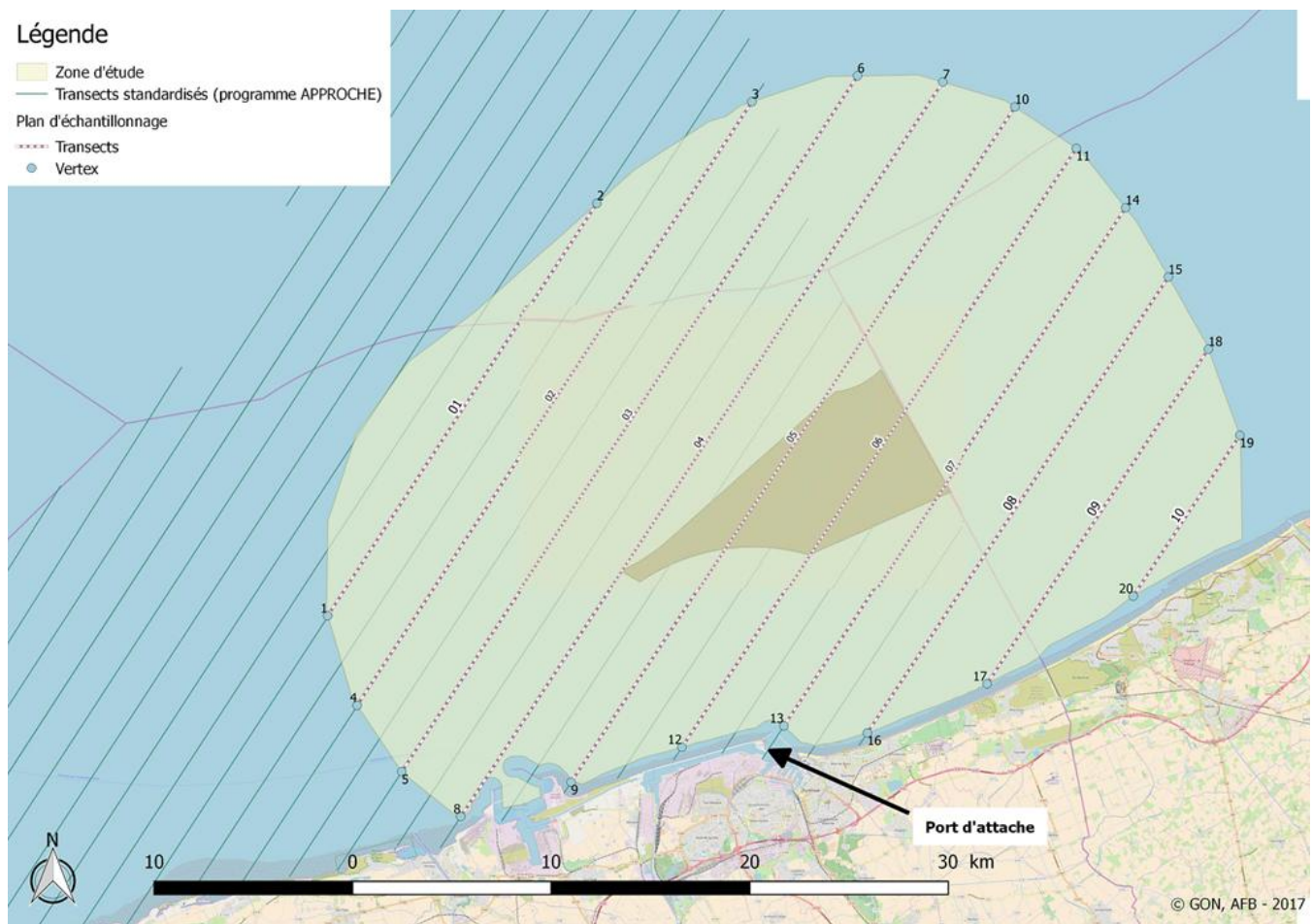


Figure 3 : Plan d'échantillonnage définitif de la campagne LEDKON (les transects sont numérotés de 1 à 10, d'ouest en est).

Les transects traversent les eaux sous juridictions française et belge, dans une proportion d'environ 2/3 et 1/3, respectivement. L'échantillonnage effectif dépendra des éventuelles restrictions de navigation lors de chacune des sessions, en particulier pour certaines zones réglementées (trafic maritime et exercices militaires). La distance maximale entre la côte et les zones parcourues est de 30 km approximativement.

2.4 Complémentarité avec les campagnes LEDKAP (acoustique) et LEDKOA (observation aérienne)

Les études de cette levée des risques comprennent deux autres volets sur les mammifères et oiseaux marins avec des objectifs et résultats attendus complémentaires. L'un des deux volets (LEDKAP) s'appuie sur l'acoustique et cible la présence et le comportement des petits cétacés (marsouin commun essentiellement) sur une zone d'étude rapprochée. Le deuxième volet (LEDKOA) s'appuie sur l'observation par avion afin d'y suivre la composition du peuplement de mammifères marins et d'oiseaux de mer (par espèces ou groupes d'espèces), ainsi que leurs densités saisonnières sur une zone d'étude élargie. Les observations de mammifères sont aussi relevées lors de la campagne LEDKON, mais leur détection est moins aisée que par avion du fait de la faible hauteur de la plateforme d'observation (2 à 3 m au-dessus de la surface). L'observation par bateau permet cependant d'obtenir des informations sur le comportement des oiseaux en mer et est plus adaptée à l'identification précise de ces espèces.

Le tableau suivant (Tableau 2) compare les caractéristiques des 3 campagnes mises en œuvre dans le cadre de cette étude de levée des risques. La campagne d'observation nautique présente une emprise spatiale intermédiaire (1155 km²). Cette superficie, supérieure d'un ordre de grandeur à celle de la zone d'étude rapprochée (les zones A et B de l'appel d'offres éolien), est pertinente pour étudier les fonctionnalités écologiques de la zone potentielle d'implantation du parc éolien et de ses abords pour les espèces d'oiseaux et de mammifères marins. Le taux de couverture spatiale de la campagne est élevé (environ 27% pour les oiseaux comme pour les mammifères). Cependant, ces avantages sont obtenus au détriment de la couverture temporelle, qui n'est que de 6 passages par an. De ce fait, les observations nautiques pourraient manquer certaines espèces qui ne fréquentent la zone que de manière très transitoire (i.e. pendant moins de 2 mois consécutifs), notamment les espèces en transit migratoire. Rappelons également les observations visuelles par navire ne permettent pas de détecter les animaux (mammifères ou grands poissons) qui se trouvent sous la surface.

Méthode d'acquisition	Observations aériennes	Observations nautiques	Acoustique passive
Groupes d'espèces ciblées			
Cétacés	++	+	++
Pinnipèdes (en mer)	+	+	-
Oiseaux (en mer)	++	++	-
Chiroptères	-	-	-
Paramètres relevés			
Composition peuplement	+	++ (OM)	-
Distribution des densités	++	+	-
Mouvements saisonniers	++	++	++
Mouvements fine échelle (jour/nuit)	-	-	++
Comportement	-	+ (OM)	++ (CET)
Caractéristiques de l'échantillonnage des campagnes			
Zone d'étude	élargie	intermédiaire	rapprochée
Distance au projet de parc éolien	60 km	15 km	-
Surface de la zone d'étude	9 400 km ²	1 155 km ²	-
Linéaire parcouru par session	1 545 km	310 km	-
Couverture spatiale	7% (OM) / 16% (CET)	27 %	-
Couverture temporelle	6 par an	6 par an	1 an continu

Tableau 2 : Synthèse des groupes d'espèces, des paramètres observables et de l'effort d'observation par campagne.

La carte suivante (Figure) montre l'emplacement des transects par rapport aux 4 balises de suivi des cétacés par acoustique passive. Ainsi, le transect n°4 passe à proximité de la balise DY1 ; le transect n°5 passe à proximité immédiate des balises DY1 et DY3 ; et les transects n°6 et n°7 encadrent la balise DY4. Il sera donc possible ultérieurement de vérifier les identifications d'espèces de cétacés et d'effectuer des analyses croisées en combinant ces 2 sources de données. Cette carte montre également que les transects parcourus par bateau intersectent 7 des 24 transects de la campagne d'observation aérienne LEDKOA.

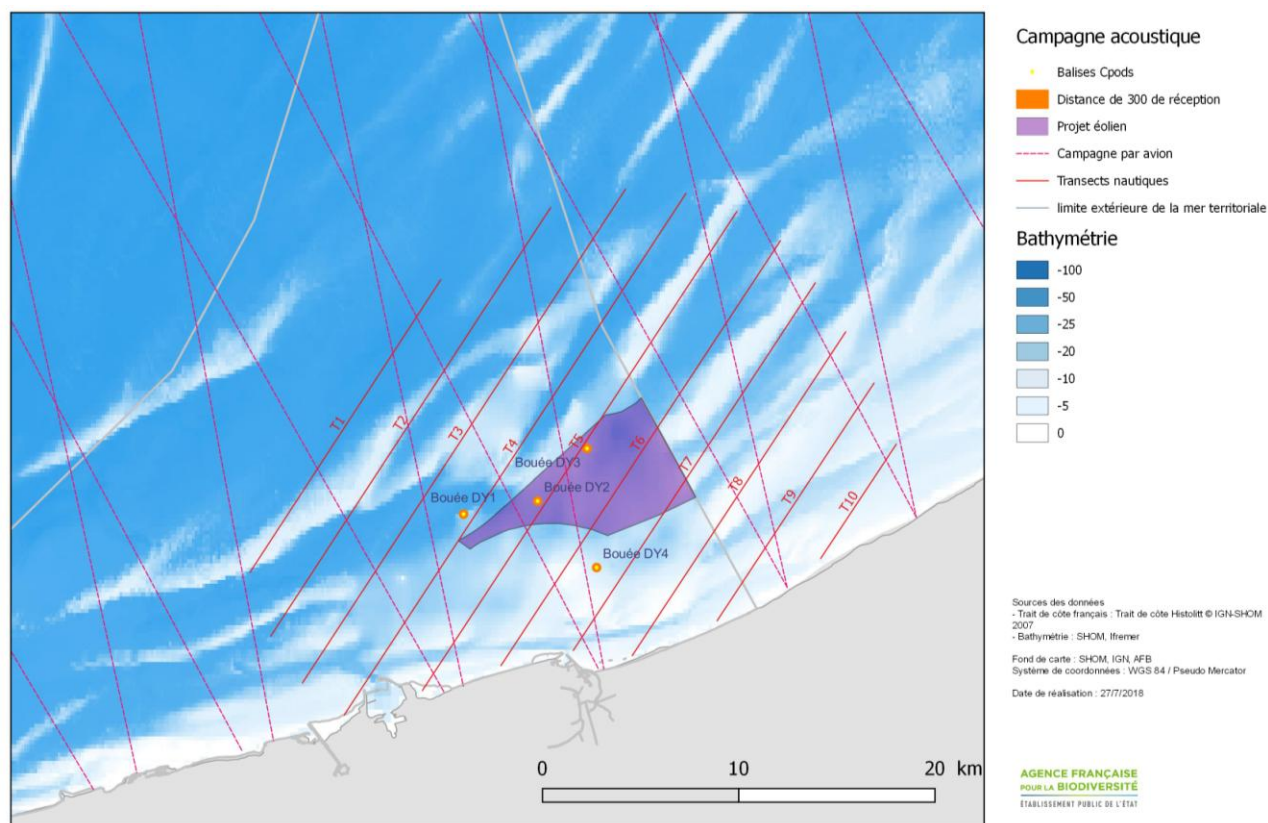


Figure 4 : Localisation des transects nautiques par rapport à la zone de l'appel d'offres éolien, aux transects aériens et aux balises de suivi acoustique passif.

2.4. Composition de l'équipe d'observation

L'équipe d'observateurs est composée de personnels du GON qui assurent l'ensemble des sessions de navigation. Au total, 4 observateurs s'organisent pour assurer chacune des sessions de navigation, avec une équipe composée au minimum de 3 d'entre eux.

Observateurs :

- Cédric Beaudoin (GON)
- Nathan Legroux (GON)
- Rudy Pischiutta (GON)
- Robin Quevillart (GON)

2.5. Description des bateaux

Trois bateaux ont été utilisés successivement au cours de cette campagne.

Le navire ORION (MMSI : 227151550) est une vedette de 12,60 m de long. Ce bateau a une capacité de 12 personnes, en plus de l'équipage de navigation (Figure 5). Il a été utilisé pour les 2 premières sessions, en été (juin-juillet et fin août).



Figure 5 : photographie du navire ORION (© Société B.MAX).

Les navires CELTIC WARRIOR (MMSI : 235015722) et VILLE DE PARIS (MMSI : 227017600) sont deux navires de charge, de suivi et de support éolien offshore. Ils ont respectivement une longueur de 15 et de 18 m et peuvent accueillir jusqu'à 12 personnes, en plus de l'équipage de navigation (Figures 6 et 7). Ces navires, plus grands et plus stables, ont été utilisés pour les sessions en automne et en hiver, afin de maintenir une bonne qualité d'observation malgré des conditions de mer plus difficiles. Leurs plateformes d'observation sont sensiblement plus hautes (niveau du regard à environ 3,5m au lieu de 2m au-dessus de la surface), ce qui facilite les détections d'animaux à la surface, en particulier lorsque la mer est agitée. Ces différences seront prises en compte dans l'analyse des données, afin de corriger le biais d'observation dû au changement de hauteur (la hauteur d'observation étant systématiquement notée dans le « formulaire d'effort » du protocole MEGASCOPE).



Figure 6 : photographie du navire CELTIC WARRIOR (© STO Logistique).



Figure 7 : photographie du navire VILLE DE PARIS (© STO Logistique).

3. Méthode

Le protocole de suivi MEGASCOPE est mis en place dans le cadre de cette campagne. Il a été conçu pour le relevé standardisé des observations de la mégafaune marine (mammifères marins, oiseaux marins, tortues marines, éla-smobran-ches, etc.) et des débris flottants lors des campagnes halieutiques de l'Ifremer. Il est mis en œuvre depuis 2003 sur la campagne PELGAS⁴ et s'est depuis vu appliqué sur les campagnes IBTS⁵, PELACUS⁶, EVHOE⁷ et CGFS⁸. Il produit des paramètres d'abondance et de distribution de ces espèces et permet de suivre leur tendance dans le golfe de Gascogne et en Manche (Dorémus & Van Canneyt, 2016).

Ce protocole décrit la méthode applicable sur des navires maritimes avec observation en simple plateforme (i.e. 2 observateurs détectant à la fois les oiseaux et les mammifères marins). Les objectifs sont de collecter des données de distribution afin d'estimer les taux d'occurrence et potentiellement la densité et l'abondance pour les prédateurs supérieurs marins. Le principe consiste à acquérir des observations en continu dès lors que le navire fait route à plus de 8 nœuds, plus particulièrement lorsqu'il suit un plan d'échantillonnage défini par des transects (Dorémus & Van Canneyt, 2016).

3.1. Equipement et déroulement de la navigation

L'équipe embarquée pour chaque session est composée du capitaine et au minimum de trois observateurs tournant sur les postes d'observation, dont l'un est le chef de mission. Les observateurs disposent chacun d'un

⁴ PELagiques GAScogne (golfe de Gascogne)

⁵ International Bottom Trawl Survey (Manche Orientale et en mer du Nord)

⁶ Equivalent espagnol de PELGAS

⁷ Évaluation des ressources Halieutiques de l'Ouest de l'Europe (golfe de Gascogne en mers celtiques). Le site web de l'Ifremer présente une page dédiée aux observateurs embarqués sur sa campagne EVHOE : <https://wwz.ifremer.fr/L-ocean-pour-tous/Nos-ressources-pedagogiques/Suivez-nos-campagnes/Campagne-EVHOE-2015/Les-observateurs-embarques>

⁸ Channel GroundFish Survey (Manche orientale, puis Manche entière à partir de 2016)

matériel d'observation adapté (jumelles, longue-vue), d'un stick pour mesurer les distances des détections. Un traceur GPS est également utilisé pour constituer la base de données des positions en temps réel.

La programmation d'une session nécessite des conditions environnementales adaptées à l'observation nautique. Pour assurer une bonne détection des oiseaux et mammifères, les sorties en mer ne sont effectuées que par des conditions de vent inférieurs ou égales à 4 sur l'échelle de Beaufort. La ligne d'horizon doit pouvoir être distinguée avec netteté afin de pouvoir mesurer la distance des sujets détectés en mer. Les sorties en mer ne sont pas organisées par temps de brouillard ou de précipitations.

Au cours d'un leg*, les 3 observateurs tournent sur deux postes d'observations disposés de part et d'autre du pont du bateau. Lors de chaque transect, les observations se font en continu, sans interruption.

**leg : période de temps pendant laquelle les conditions d'observation de varient pas : même cap, même observateur, mêmes conditions météo, ...*

3.2. Collecte et enregistrement des données

Les espèces ciblées par ce protocole sont en premier lieu les mammifères (cétacés et pinnipèdes) et les oiseaux marins, mais d'autres espèces de grande taille, telles que les tortues, poissons lunes et requins, sont également relevés en surface. Toujours avec la même méthodologie, les objets caractéristiques de l'activité humaine peuvent être relevés, tels que les déchets flottants et bateaux.

Les conditions environnementales (état de la mer, turbidité, couverture nuageuse, éblouissement, etc.) sont également enregistrées.

La distance perpendiculaire au transect est relevée à l'aide d'un stick pour les sujets en mer ou au ras de la mer, elles seront estimées pour les oiseaux ou groupes d'oiseaux en vol. Cette méthode est suffisante compte-tenu des perspectives d'analyses et aucune autre méthode ne permet d'évaluer la distance avec plus de précision dans ces conditions d'observation. Les observateurs disposent de jumelles avec télémètre intégré, mais il n'est pas utilisable à bord d'un bateau, d'autant que les sujets observés sont généralement mobiles.

Les densités relatives pourront ensuite être estimées par la méthode de *distance sampling*.

Seuls sont relevés les animaux venant de l'avant du bateau (entre 270° et 90°). Chaque observateur concentre son effort de recherche sur son quart avant situé d'un côté ou de l'autre du navire (Figure 8).

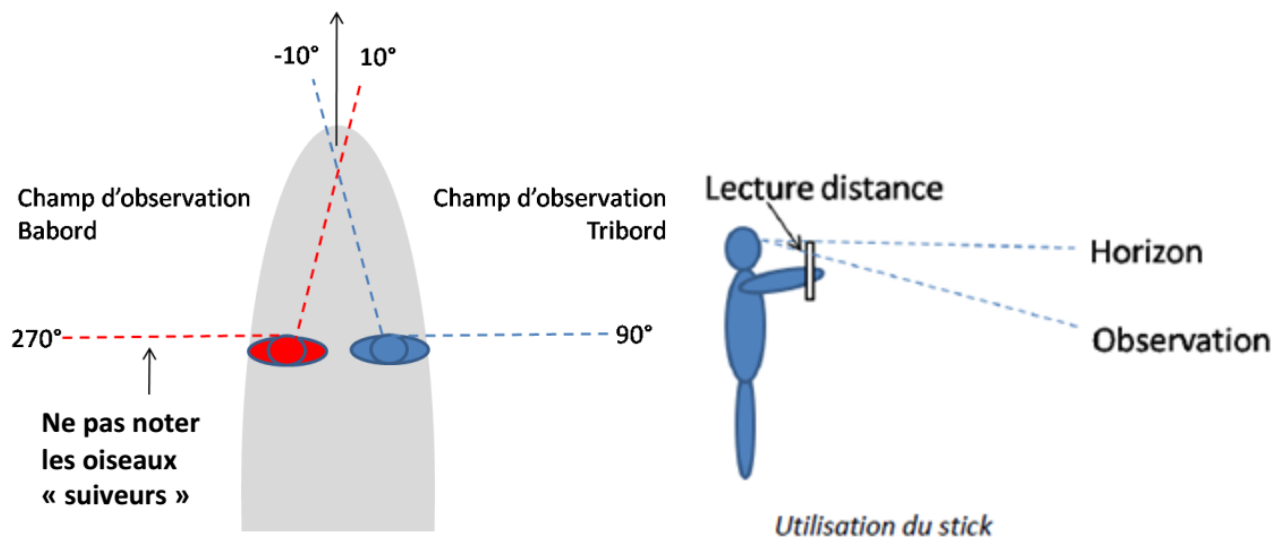


Figure 8. Angles d'observation et utilisation du stick pour déterminer la distance entre la cible détectée et le navire.

Tous les paramètres environnementaux ainsi que les observations sont saisis sur des fiches papier adaptées (voir Annexe), puis numérisées a posteriori. Une saisie directe sur ordinateur diminuerait le temps effectif d'observation disponible, si bien que les observateurs notent d'abord les données de façon manuscrites. Les identifications d'espèces se basent sur le référentiel taxonomique TAXREF développé par le Service du Patrimoine Naturel du Muséum National d'Histoire Naturelle.

4. Résultats préliminaires

4.1. Effort et conditions d'observation

Au cours des deux premières sessions de navigation, le plan d'échantillonnage a été réalisé dans sa globalité. Toutefois, les conditions de navigation de la première session ont été significativement plus mauvaises que celles de la seconde session. Ces mauvaises conditions ont conduit à interrompre la seconde sortie en mer en date du 21/06/2017, expliquant ainsi le nombre de legs (1 supplémentaire par rapport à la seconde session), ainsi que la différence dans le nombre de kilomètres parcourus et les heures totales de navigation (Tableau 3).

Les conditions environnementales ont été particulièrement mauvaises pour la navigation en mer au cours de la seconde quinzaine du mois de juin, ce qui nous a poussés à reporter la prospection des transects n°4 à 10 aux 3 et 4 juillet (Tableau 4). La première session d'observation s'est donc étalée sur un total de 20 jours. Cet étalement temporel ne doit pas être considéré comme problématique, puisque cette session s'est déroulée pendant la période de reproduction des oiseaux, durant laquelle les effectifs des différentes populations sont supposés être relativement stables. La deuxième session a été plus concentrée, s'étalant sur une durée de 7 jours. Les sessions suivantes se sont déroulées sur seulement 2 à 4 jours.

Les conditions de navigation étaient globalement bonnes lors des sessions 3 à 6, avec toutefois une exception le 14 novembre 2017 (session 3) où les conditions se sont fortement dégradées au cours de la journée sans que ce soit prévu.

Le transect 10 n'a pas pu être réalisé le 31/05/2018 comme initialement prévu car le bateau a été victime d'une casse moteur.

	Effort (km parcourus)	Heures totales de navigation	Beaufort moyen	Nb transects	Nb legs
Session 1	445	35	2,9	10	11
Session 2	311	25	1	10	10
Session 3	311	25	2,1	10	10
Session 4	311	20	1	10	10
Session 5	307	21	0,7	10	10
Session 6	305	27	1,3	10	10
TOTAL/MOYENNE	1 990	153	9	60	61
MOYENNE	331,67	25,5	1,5	10	10,17

Tableau 3 : Synthèse de l'effort d'observation pour chacune des sessions d'observation.

Le déroulement de chaque journée est présenté dans le tableau ci-dessous :

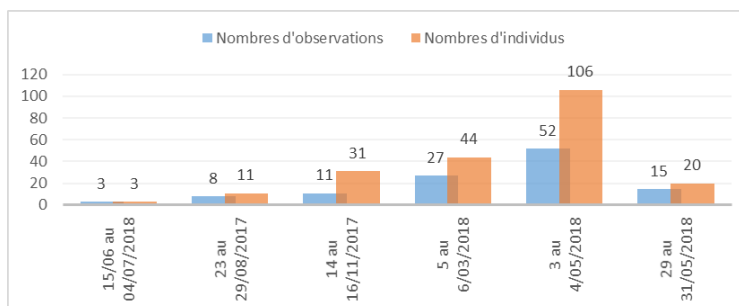
Session	Date	Transects
1	15/06/2017	1
	21/06/2017	2 ; 3
	03/07/2017	4 ; 5 ; 6
	04/07/2017	7 ; 8 ; 9 ; 10
2	23/08/2017	4 ; 5
	24/08/2017	6 ; 7 ; 8 ; 9 ; 10
	29/08/2017	1 ; 2 ; 3
3	14/11/2017	6 ; 5
	15/11/2017	4 ; 3 ; 2 ; 1
	16/11/2017	7 ; 8 ; 9 ; 10
4	05/03/2018	1 ; 2 ; 3 ; 4
	06/03/2018	5 ; 6 ; 7 ; 8 ; 9 ; 10
5	03/05/2018	1 ; 2 ; 3 ; 4
	04/05/2018	5 ; 6 ; 7 ; 8 ; 9 ; 10
6	28/05/2018	3 ; 4
	30/05/2018	1 ; 2 ; 5
	31/05/2018	6 ; 7 ; 8 ; 9

Tableau 4 : Dates de prospection de chaque transect.

4.2. Observations de mammifères marins

116 observations de mammifères marins ont été réalisées au cours de la campagne, ce qui est peu compte-tenu de l'effort d'observation réalisé mais attendu en raison de la faible détectabilité des individus depuis un bateau.

Figure 9 : Evolution des observations de mammifères marins au cours des six sessions d'observation.



L'espèce ayant fait l'objet du nombre d'observations* le plus élevé est, sans surprise, le Marsouin commun (100 observations). Les phoques rassemblent 13 observations dans la zone d'étude. Par ailleurs, 4 observations n'ont pas conduit à une identification au rang de l'espèce (2 observations de cétacés et 2 observations de phoque).

* une observation = un groupe d'individus ou un individu seul

	Nombres d'observations							Nombres d'individus						
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	TOUT	S1	S2	S3	S4	S5	S6	TOUT
Cétacé sp.	1			1			2	1			1			2
Grand dauphin					1		1					1		1
Marsouin commun	2	2	9	23	51	13	100	2	5	29	40	105	18	199
Phoque gris		6	1	2		1	10		6	1	2		1	10
Phoque sp.				1		1	2				1		1	2
Phoque veau-marin			1				1			1				1
Total général	3	8	11	27	52	15	116	3	11	31	44	106	20	215

Tableau 5 : Synthèse des observations de mammifères marins au cours des six sessions.

En terme de distribution spatiale (Figure 10), les nombres d'individus détectés sont trop faibles lors des sessions 1 et 2 pour tenter d'en tirer une interprétation. Lors de la session 3 (fin d'automne), les marsouins semblent davantage présents à l'ouest et au nord de la zone d'appel d'offres. Lors de la session 4 (fin d'hiver), les marsouins sont observés à l'est comme à l'ouest de la zone d'appel d'offres et sont plus souvent rencontrés près de la côte.

La session 5 rassemble le plus grand nombre d'observations (près de 50 % des données produites au cours de la campagne). Aucun schéma de distribution ne semble se dessiner en l'état actuel des connaissances. Les observations de phoques sont trop peu nombreuses pour déduire des informations sur leur utilisation de l'espace maritime directement à partir des données brutes.

Observation notable : un Grand dauphin a accompagné le bateau au cours de la session 5 le long du transect n°4.

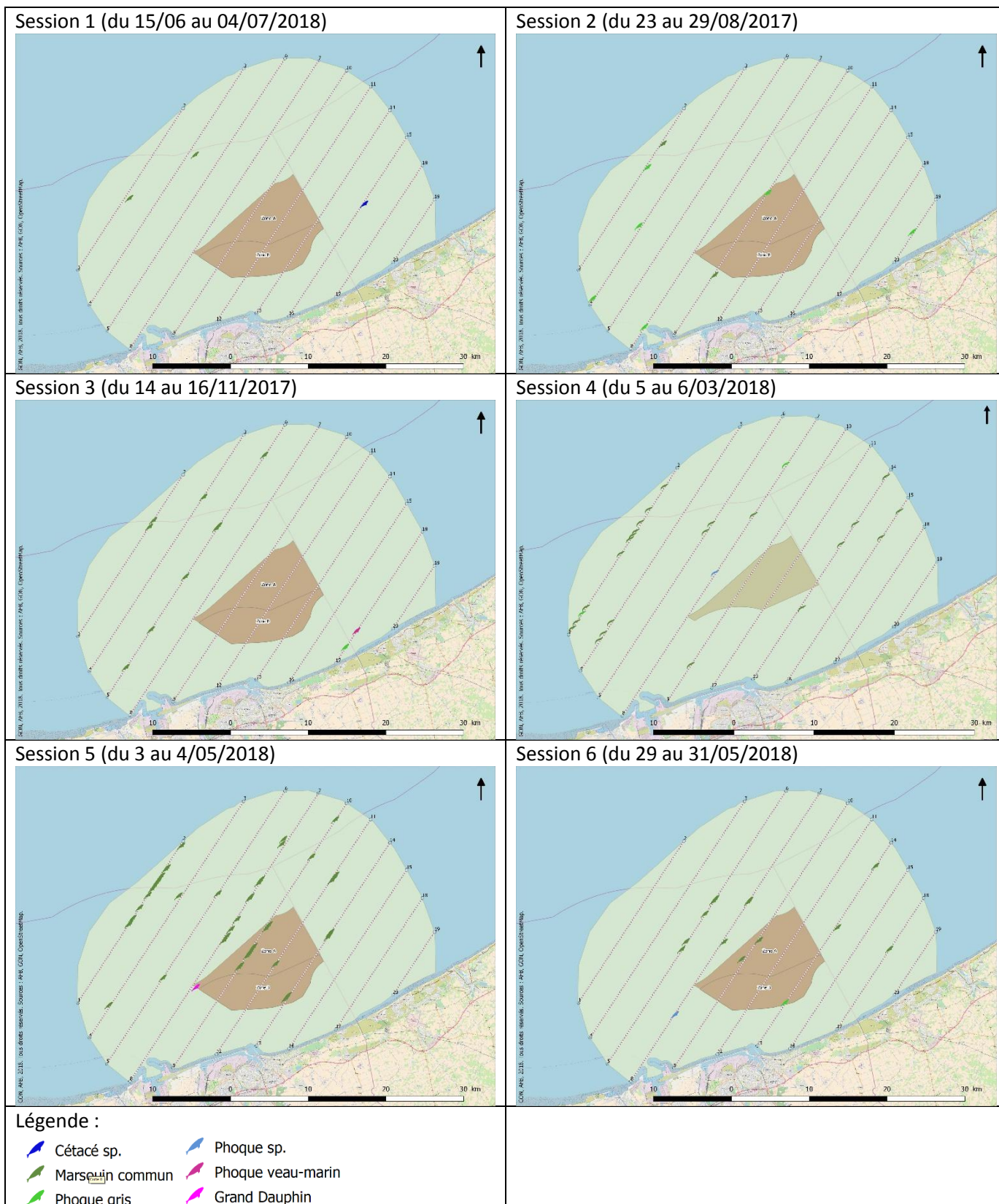


Figure 10 : Cartes des observations de mammifères marins relevées lors des différentes sessions réalisées. (NB : Le périmètre représentant le projet éolien inclut la zone B, qui n'est finalement pas proposée dans l'appel d'offres.)

4.3. Observations d'oiseaux

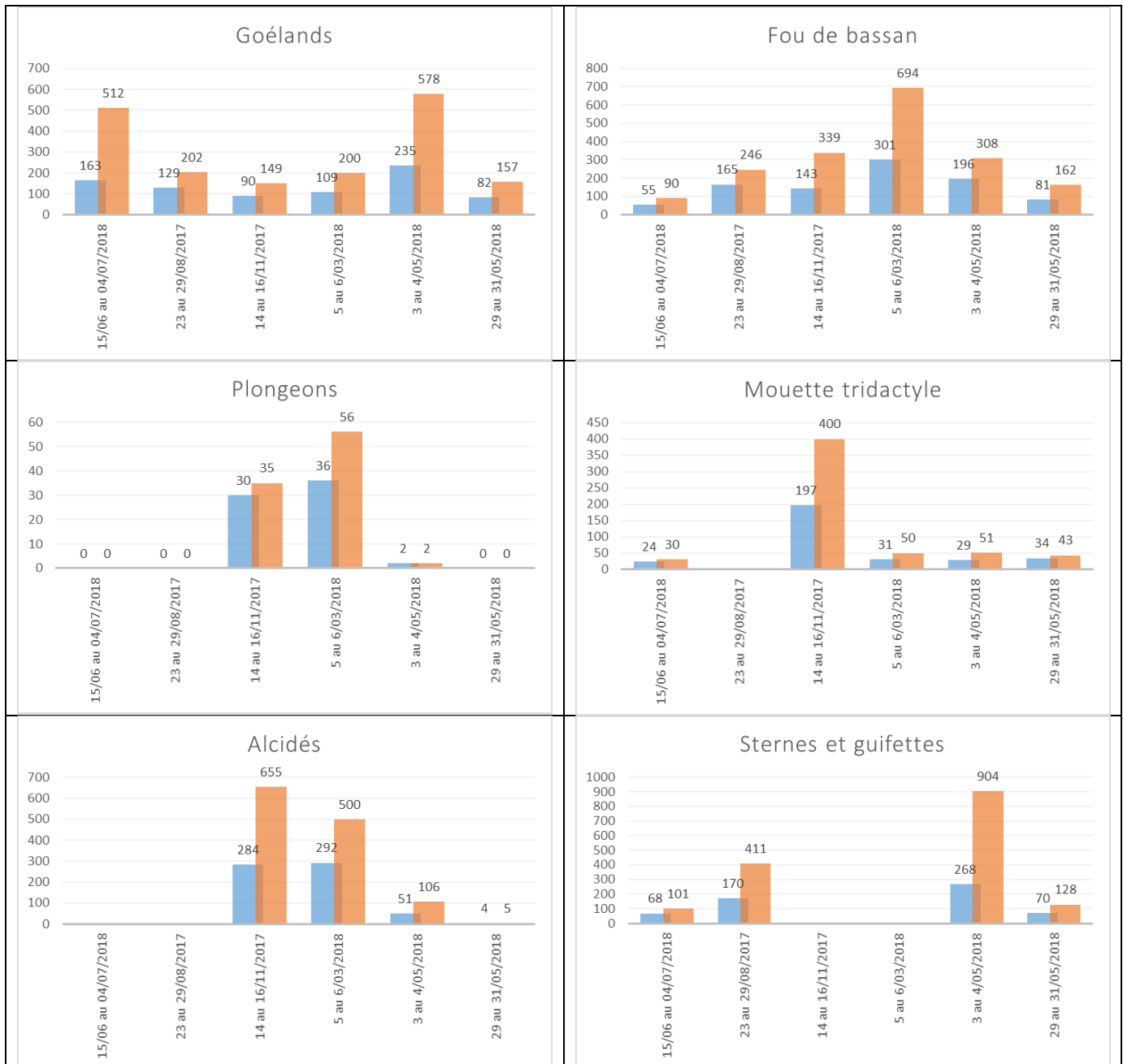
Les observations d'oiseaux sont bien plus nombreuses. En terme de diversité, 45 taxons ont été identifiés au cours de la campagne.

Sur les 4 254 observations réalisées (11 354 individus), seules 197 (pour 889 individus) n'ont pu aboutir à une identification formelle de l'espèce (Alcidé sp., Alouette sp., Anatidé sp., Goéland sp., Hirondelle sp., Oiseau indéterminé, Laridé sp., Limicole sp., Passereau sp., Pipit sp., Plongeon sp., Sterne sp.), bien souvent en raison d'une distance trop importante au bateau. Près de la moitié des observations non identifiées à l'espèce correspondent à des Alcidés -Guillemot de Troïl ou Pingouin torda- (93 observations) et près d'un tiers correspondent à des goélands (62 observations).

	Nombres d'observations							Nombres d'individus						
	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	TOTAL	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	TOTAL
Alcidés			284	292	51	4	631			655	500	106	5	1266
Alcidé sp.			41	45	7		93			117	81	19		217
Guillemot de Troïl			96	161	33	4	294			205	233	62	5	505
Pingouin torda			147	86	11		244			333	186	25		544
Anatidés	5	12	19	5	20	4	65	143	306	105	474	672	48	1748
Anatidé sp.		1					1		7					7
Canard pilet				1			1				1			1
Canard souchet			1				1			1				1
Harle huppé			1	1			2			1	1			2
Harle piette					1		1					1		1
Macreuse noire	5	9	17	3	19	3	56	143	292	103	472	671	42	1723
Sarcelle d'hiver		2					2		7					7
Tadorne de Belon						1	1						6	6
Laridés (goélands)	163	129	90	109	235	82	808	512	202	149	200	578	157	1798
Goéland argenté	53	14	13	8	50	23	161	95	19	14	15	155	45	343
Goéland brun	79	61	20	43	130	51	384	123	104	29	68	255	96	675
Goéland cendré		1	9	4	6		20		1	9	4	9		23
Goéland marin	20	36	43	48	32	2	181	25	56	75	62	73	2	293
Goéland sp.	11	17	5	6	17	6	62	269	22	22	51	86	14	464
Laridés (mouettes)	27	1	239	40	29	36	372	35	1	469	67	51	46	669
Mouette mélanocéphale				1			1				1			1
Mouette pygmée			38	7			45			62	15			77
Mouette rieuse	3	1	4	1		2	11	5	1	7	1		3	17
Mouette tridactyle	24		197	31	29	34	315	30		400	50	51	43	574
Laridés (sternes, guifettes)	68	170			268	70	576	101	411			904	128	1544
Guifette noire		3					3		4					4
Sterne caugek	39	92			69	20	220	55	200			159	33	447
Sterne pierregarin	29	75			193	48	345	46	207			701	92	1046
Sterne sp.					6	2	8					44	3	47
Laridés indéterminés				2			2			101				101
Oiseaux "terrestres"	11	2	22	7	8	2	52	45	2	280	9	14	2	352
Alouette sp.			1				1			2				2
Etourneau sansonnet	4		18	2			24	34		273	4			311
Faucon pèlerin					1		1					1		1
Grive draine			1				1			2				2
Héron cendré			1				1			1				1
Hirondelle de rivage					2		2					6		6
Hirondelle rustique				4		2	6					5	2	7
Hirondelle sp.					1		1					2		2
Martinet noir	6						6	10						10
Passereau sp.		2	1	3			6	2	2		3			7
Pigeon biset domestique	1						1	1						1
Pipit farlouse				1			1				1			1
Pipit sp.				1			1				1			1
Oiseaux côtiers (limicoles)	7	5	2	1	1	2	18	9	17	4	1	1	26	58
Bécasseau minute						1	1						1	1
Bécasseau variable		1	2				3		3	4				7
Chevalier gambette	1						1	1						1
Chevalier guignette		1					1		2					2
Courlis cendré	1				1		2	1				1		2
Courlis corlieu	4	1					5	6	7					13
Huïtrier Pie	1						1	1						1
Limicole sp.		1					1		3					3
Tournepierre à collier		1		1		1	3		2		1		25	28
Oiseaux indéterminés				1			1			1				1
Phalacrocoracidés	123	113	84	72	133	38	563	214	177	195	239	178	60	1063
Grand Cormoran	123	113	84	72	133	38	563	214	177	195	239	178	60	1063
Podicipédés/Gaviidés	1		31	133	4		169	1		36	805	5		847
Grèbe huppé	1		1	97	2		101	1		1	749	3		754
Plongeon arctique			3	2			5			3	2			5
Plongeon catmarin			25	16	2		43			30	19	2		51
Plongeon sp.			2	18			20			2	35			37
Procellariidés	11	1	9	3	3	1	28	14	1	17	3	4	1	40
Fulmar boréal	11	1	9	3	3	1	28	14	1	17	3	4	1	40
Stercorariidae	4	11	7	4	1	1	28	4	11	7	4	1	1	28
Grand Labbe	4	10	6	4	1	1	26	4	10	6	4	1	1	26

Labbe parasite		1	1					2		1	1			2
Sulidés	55	165	143	301	196	81	941	90	246	339	694	308	162	1839
Fou de bassan	55	165	143	301	196	81	941	90	246	339	694	308	162	1839
Total général	475	609	930	970	949	321	4254	1168	1374	2256	3098	2822	636	11354

Tableau 6 : Synthèse des observations d'oiseaux au cours des quatre premières sessions. Les espèces sont rassemblées par groupe taxonomique ou usuel et les sous-totaux par groupes sont indiqués.



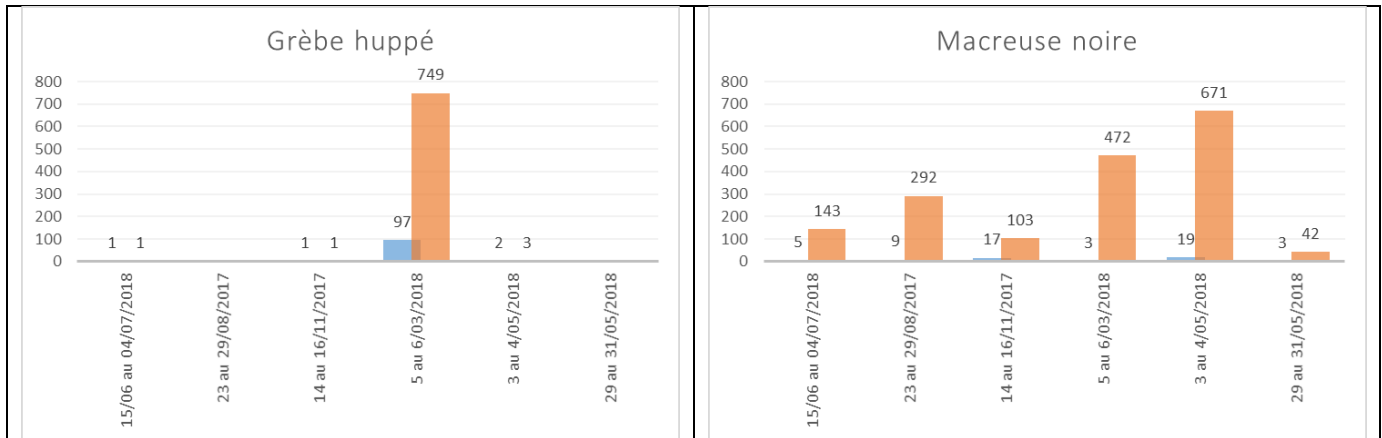


Figure 11 : Evolution du nombre de groupes (bleu) et d'individus (orange) observés au cours des six sessions pour une sélection d'espèces et groupes d'espèces d'oiseaux.

Alcidés

Les alcidés sont majoritairement observés au cours de la période hivernale. Seul un individu est détecté au cours des deux premières sessions, tandis que 655 et 500 individus sont comptabilisés respectivement lors de la troisième et quatrième session.

La majorité des individus sont observés par groupes de 2 à 40 individus posés, souvent accompagnés par la Mouette tridactyle.

Les Pingouins torda sont observés en effectifs supérieurs lors de la troisième session avec 333 individus contre 186 lors de la quatrième session. Les effectifs de Guillemot de Troïl observés au cours des troisième (205 individus) et quatrième sessions (233 individus) sont comparables. Les effectifs baissent lors des deux dernières sessions.

La 5^{ème} session, réalisée en fin de période migratoire permet d'observer 106 individus principalement des Guillemots de Troïl (62 Guillemots de Troïl contre 25 Pingouins Torda, 19 alcidés sp). Cet écart d'effectif entre les deux espèces s'explique par une phénologie de passage migratoire plus précoce pour le Pingouin. En effet, la fin du principal passage pré-nuptial chez le pingouin est au plus tard mi-mai tandis que la phénologie de passage chez le guillemot s'étend jusqu'à fin mai.

La session 6, réalisée hors période de migration du Pingouin Torda explique l'absence de l'espèce. Seul 5 Guillemots de Troïl (dernier migrateur) sont contactés.

Anatidés

La Macreuse noire est l'espèce la plus représentée parmi la famille des anatidés. En effet, le déplacement migratoire grégaire de cette espèce pélagique débute dès le mois juin. Lors de la deuxième session, un groupe de 250 individus probablement en halte migratoire est observé. Lors de la quatrième session, un groupe de 450 individus en hivernage est observé au même endroit, à quelques kilomètres au large de Coxyde-bains (Belgique).

Au cours de la cinquième session, les effectifs maximums sont relevés avec 671 individus. Cet effectif élevé peut s'expliquer par une migration active à cette période. La période principale du passage migratoire est située entre le 15 mars et le 15 mai. La répartition de l'espèce est concentrée au large de l'Yser (300 individus) se nourrissant en halte migratoire.

Les nutriments déversés par le fleuve Yser permettent d'enrichir ces eaux, ce qui est favorable aux crustacés, mollusques et autres proies dont les macreuses se nourrissent, et peut expliquer une telle concentration sur ce site.

Gaviidés

Les faibles effectifs de plongeurs lors des deux premières sessions s'expliquent par des dates non propices à l'observation de ces oiseaux dans le détroit. En effet, les premiers migrateurs passent le détroit du Pas-de-Calais à compter du mois de septembre pour atteindre un pic d'effectifs en novembre. Lors de la troisième session, les 35 individus observés sont probablement des migrateurs tandis que les effectifs de la quatrième session sont potentiellement des hivernants. La majorité des individus appartiennent au taxon du Plongeur catmarin avec 19 individus contre 2 appartenant à l'espèce du Plongeur arctique. Le nombre élevé d'observations de plongeurs dont l'espèce n'a pu être identifiée s'explique par la fuite des individus à plusieurs centaines de mètres de distance du bateau. Ce comportement rend l'identification et la détection difficile et engendre une sous-estimation des effectifs. Toutefois la réaction des Plongeur catmarin s'avère moins forte lors des suivis effectués en avion (Caloin., comm pers).

Les dates de la session 5 se situent dans le pic de présence du plongeur arctique en migration pré-nuptiale et dans la fin du passage intense pour le Plongeur catmarin. Les conditions météo (vents faibles) lors de ces deux sessions ne sont pas défavorable au passage des Plongeurs (contrairement aux oiseaux pélagiques), il serait intéressant d'analyser les conditions d'observations et météorologiques en mer du Nord ainsi que les observations terrestres pour comprendre cette absence de donnée.

Laridés (goélands)

La famille des Laridés (goélands) comptabilise 808 observations pour 1798 individus.

Au cours des quatre premières sessions, les observations restent régulières, toutefois les effectifs sont nettement supérieurs (512 individus) au cours de la première session réalisée mi-juin. Cet effectif élevé peut s'expliquer par une période plus active en termes de recherche de nourriture afin d'alimenter les jeunes.

Parmi les 4 espèces de goélands, les effectifs des Goélands brun et marin sont supérieurs à ceux des Goélands argenté et cendré.

Le Goéland argenté, habituellement en effectifs supérieurs (toutes saisons comprises) à ceux des autres espèces de goélands sur le littoral du Nord et du Pas-de-Calais (Legroux, 2017), s'avère plus côtier que le Goéland marin et le Goéland brun (Legroux, obs. pers.). Cette particularité peut expliquer des effectifs inférieurs au cours des prospections nautiques qui s'éloignent jusqu'à 30 km au large.

Concernant le Goéland cendré, les dates de sessions ne correspondent pas au rush migratoire (dernière décade de novembre et deuxième décade de janvier) ce qui peut expliquer les faibles effectifs rencontrés (23 individus).

La session 5 et 6 regroupe probablement des individus nicheurs sur le littoral venant utiliser la zone pour se nourrir. Les effectifs lors de la session 5 de Goéland brun sont importants avec 255 individus comptabilisés contre 155 Goéland argentés.

Laridés (mouettes)

La Mouette tridactyle, espèce pélagique se reproduisant sur de nombreux sites dans le Déroit du Pas-de-Calais (Legroux, 2017) est observée principalement lors de la première session. La période de la fin juin correspond au nourrissage des jeunes, ce qui explique les observations régulières. Lors de la deuxième session (fin août), la majorité des reproducteurs du déroit ont déserté les sites de nidification (Legroux, 2017), ce qui peut expliquer l'absence d'observation.

Le mois de novembre correspond au pic de migration de l'espèce, ce qui explique les effectifs élevés recensés au cours de la troisième session. La quatrième session permet de dénombrer les hivernants : les effectifs sont assez faibles avec 50 individus. Les deux dernières sessions sont réalisées pendant la période de nidification de l'espèce. Ces effectifs sont bas avec respectivement 51 et 43 individus au cours de la 5^{ème} et 6^{ème} session.

Il est possible que cette espèce n'utilise pas ou peu la zone en période de reproduction ou que la Mouette tridactyle utilise les vents pour se déplacer afin de rechercher de la nourriture. Les vents faibles lors des suivis ne sont pas favorables pour observer ces espèces pélagiques il est donc difficile de cerner la fonctionnalité de la zone.

Laridés (sternes)

La Sterne pierregarin rencontrée majoritairement près de la bande côtière (cf. figure 12) présente des effectifs similaires à ceux de la Sterne caugek lors des deux premières sessions. La première session comptabilise probablement des reproducteurs « locaux » en recherche de nourriture, provenant potentiellement de la colonie de Sterne caugek située à Oye plage et de la colonie de Sterne pierregarin située à Gravelines. Les dates de la deuxième session sont propices à l'observation des migrants. Les effectifs quasi-similaires relevés fin-août entre ces deux espèces s'expliquent par la fin du « rush » migratoire pour la Sterne pierregarin (deux dernières décades d'août) et le début de la migration « intensive » pour la Sterne caugek (deux premières décades de septembre).

La troisième et quatrième sessions montrent une absence d'individu. Cette observation s'explique par la migration hivernale des espèces vers le littoral ouest africain. L'hivernage de la Sterne caugek sur littoral Nord – Pas-de-Calais est rare.

Lors de la 5^{ème} session, les individus en migration pré-nuptiale et les premiers nicheurs sont potentiellement présents pour la Sterne pierregarin et la Sterne caugek. La Sterne pierregarin totalise 701 individus qui peut s'expliquer par le pic de migration de l'espèce début mai. La phénologie migratoire de la Sterne caugek étant plus tardive (pic d'effectif entre le 15 et 31 avril), la majeure partie des oiseaux ont déjà passé le déroit ce qui peut expliquer des effectifs plus faibles.

A partir de fin mai (date de la 6^{ème} session), la migration de la Sterne caugek est terminée, nous pouvons donc considérer que la majeure partie des 33 individus contactés sont locaux (reproducteurs). A la même période, la migration de la Sterne pierregarin se termine ce qui peut expliquer l'effectif inférieur à la session précédente (92 contre 701 individus). La mauvaise visibilité lors de la dernière session à cause du brouillard peut également expliquer ces faibles effectifs.

Podicipédidés

La période de migration du Grèbe huppé se déroule principalement en octobre et novembre. Le faible nombre d'individus au cours de la troisième session s'explique potentiellement par une migration nocturne et l'absence de halte migratoire dans la zone d'étude lors des suivis.

La quatrième session permet de comptabiliser 749 individus hivernants principalement concentrés le long de la bande côtière (cf. figure 12).

La cinquième et sixième sessions réalisées en période de reproduction ne permettent pas de contacter des effectifs importants car l'espèce ne fréquente pas ou peu le milieu marin lors de ce cycle.

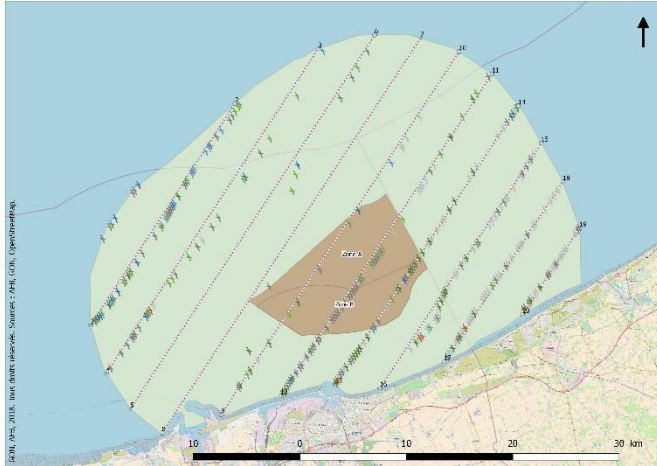
Sulidés

Les effectifs de Fou de Bassan représentent 11.1% de l'effectif total observé. Cette espèce pélagique est répandue dans le détroit du Pas-de-Calais principalement de début septembre à mi-mai (périodes de migration, hivernage). Les effectifs sont plus faibles pendant la période de reproduction lors des observations terrestres, les effectifs relevés lors des sessions 1,2 et 6 confirment ces indications.

La présence d'un bateau de pêche lors des suivis augmente de manière significative les effectifs de cette espèce recensés au cours d'une session (cf. photo ci-dessus).



Session 1 (du 15/06 au 04/07/2017)



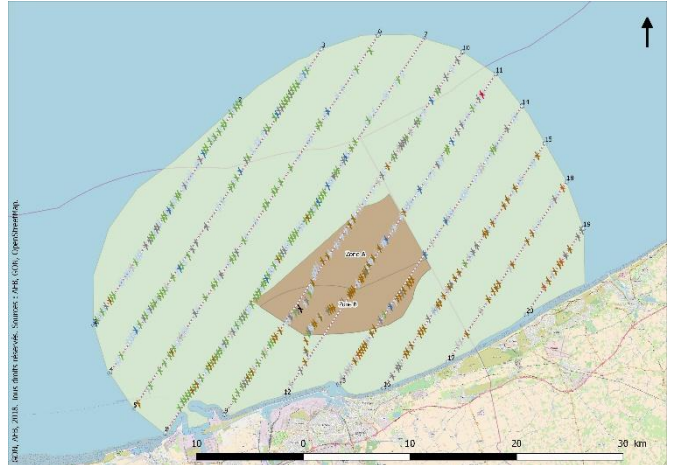
Session 2 (du 23 au 29/08/2017)



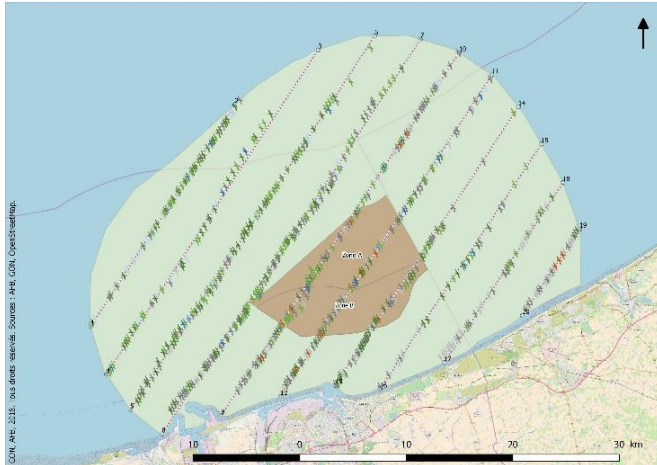
Session 3 (du 14 au 16/11/2017)



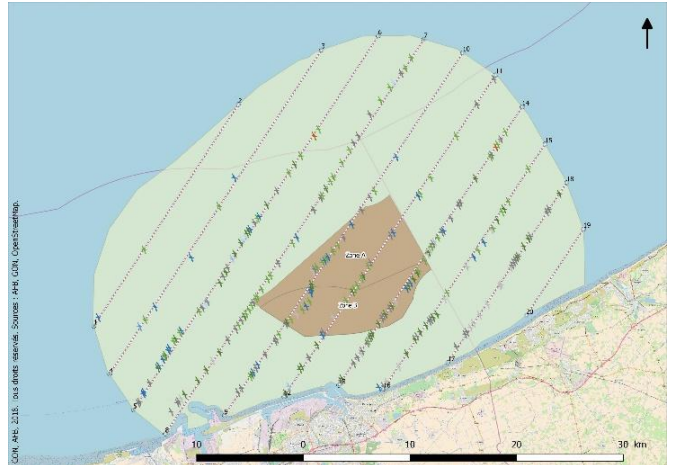
Session 4 (du 5 au 6/03/2018)



Session 5 (du 3 au 4/05/2018)



Session 6 (du 28 au 31/05/2018)



Légende :

Carte 0 Laridés (labbes)	Oiseaux "terrestres"	Alcidés
Laridés (sternes, guifettes)	Podicipedidés/Gaviidés	Procellariidés
Laridés (goélands)	Phalacrocoracidés	Sulidés
Laridés (mouettes)	Oiseaux côtiers (limicoles)	Oiseaux indéterminés
Laridés indéterminés	Anatidés	

Figure 12 : Cartes des observations d'oiseaux relevées lors des différentes sessions réalisées. (NB : Le périmètre représentant le projet éolien inclut la zone B, qui n'est finalement pas proposée dans l'appel d'offres.)

Distribution spatiale des observations :

Quelques faits marquants peuvent être signalés lors de chaque session.

Session 1 :

Les Sternes pierregarin et caugek exploitent principalement l'est du secteur étudié (transects n° 6 à 8 sur la Figure 3) pour se nourrir et alimenter les jeunes. De nombreux individus sont détectés le long du transect n°7.

Au large, les espèces rencontrées sont principalement le Fou de Bassan, la Mouette tridactyle, le Goéland brun et le Fulmar boréal.

Les zones de haut fond et la présence d'épaves concentrent les Fou de Bassan en activité d'alimentation.

La présence d'oiseaux terrestres au large s'explique par un couloir migratoire traversant le Déroit du Pas-de-Calais.

Session 2 :

Des zones de halte migratoire concernant la Sterne pierregarin et la Macreuse noire sont mises en évidence.

En effet, les Sternes pierregarin se regroupent en ilot, situé entre 1 et 5 km de la côte afin de se reposer avant de poursuivre leur migration.

Les zones de halte migratoire de la Macreuse noire sont concentrées à proximité du parc myticole et au large de l'embouchure du fleuve Yser en Belgique.



Session 3 :

La Mouette tridactyle est observée sur la totalité de la zone en période de migration. On observe que les anatidés (principalement Macreuse noire), sont recensés majoritairement à proximité de la côte.

Pour chaque session, le Fou de Bassan s'avère concentré à l'ouest de la zone étudiée. Lors des sessions 3 et 4, ce phénomène est particulièrement visible.

Session 4 :

A l'inverse de la répartition du Fou de Bassan (quasi absent sur la partie est), le Grèbe huppé est concentré sur la partie est de la zone étudiée. Malgré de faibles effectifs lors du comptage terrestre Wetland International réalisé depuis la côte à la mi-janvier 2018, on constate que de nombreux individus sont concentrés entre 1 et 5 km de la bande côtière.

Les alcidés fréquentent toutes la zone d'étude, mais les observations sont moins fréquentes à proximité de la côte.

Session 5 :

La répartition du Fou de bassan sur la partie Ouest de la zone est confirmée lors de cette session. L'afflux de sternes, espèces connus comme côtières est réparti sur la majeure partie de la zone d'étude même à une distance lointaine de la côte.

Les grands cormorans sont concentrés à l'est, au large de la Belgique à proximité des parcs mytiques. La majeure partie des observations d'alcidés sont effectuées à l'ouest.

Session 6 :

Lors de la dernière session, seul 636 individus sont comptés alors que les sessions ultérieures comptabilisent entre 1168 et 3098 individus. Ce fait peut s'expliquer par des conditions météorologiques défavorables par la présence de brouillard réduisant la visibilité sur plusieurs transects. D'autre part, le transect n°10 n'a pas été réalisé à cause d'une casse de moteur.

Toutefois, il est intéressant de constater que le Tadorne de Belon possède une migration pélagique. En effet, un groupe d'individus (premier migrateur) est observé au large du transect n°3.

5. Perspectives d'analyses des données

Il sera difficile d'évaluer avec certitude la fonctionnalité de la zone pour des espèces marines, particulièrement pour les espèces se laissant porter par les vents (peu de battements d'ailes) telles que le Fou de Bassan, Mouette tridactyle, Mouette pygmée, Fulmar boréal, Grand labbe, Labbe parasite, Labbe pomarin, Labbe à longue queue, océanites, puffins, etc. En effet, en période de migrations, les vents favorables (vents forts de NW/NE) à l'arrivée du flux dans la zone d'étude ne sont pas compatibles avec l'observation en mer (vents faibles à modérés pour la pratique des observations par bateau). Ces espèces profitent des vents favorables pour se déplacer dans les zones d'alimentation en se laissant porter afin d'économiser leur énergie. La contrainte de vent modéré pour la réalisation des suivis en mer ne nous permet donc pas de visualiser l'activité optimale des oiseaux pélagiques sur la zone d'étude. Les observations depuis la côte permettent de constater ces faits (absence d'oiseaux lors de vent faible, effectifs importants lors de vents forts). De plus, il est constaté que les Fulmars boréaux désertent les falaises lors de vents forts pour atteindre les zones de pêche et se concentrent sur les cavités/corniches lorsque les vents sont faibles (Nathan Legroux, *obs. pers.*). La partie significative des effectifs de ces espèces reste donc posée sur les falaises lors des recensements par bateau ou avion (Nathan Legroux, *obs. pers.*).

A l'inverse, les vents faibles offrent des conditions favorables (turbidité faible) pour la recherche de nourriture des sternes. Ces espèces côtières ne se laissent pas portées par les vents pour se déplacer (battements d'ailes constants). Les sternes se nourrissent de petits poissons à proximité de la côte et ont besoin d'une mer peu agitée pour se nourrir. Les relevés par bateau permettront donc de cerner la fonctionnalité de la zone.

Les données de distribution des espèces d'oiseaux au large issues de cette campagne devront donc être analysées de façon combinée avec les observations réalisées à la côte par les naturalistes bénévoles. Une grande partie de ces données d'observations sont accessibles publiquement sur la plateforme régionale du SINP, le portail SIRF⁹. Les conclusions que l'on pourra en tirer devront prendre en compte les biais liés aux conditions météorologiques lors des sessions d'observation, tout comme pour les observations par avion.

⁹ Système d'information régionale sur la faune des Hauts-de-France : <http://www.sirf.eu>

Références bibliographiques

- Buckland, S. T., D. R. Anderson, H. P. Burnham, J. L. Laake, B. D.L., and L. Thomas. 2001. Introduction to distance sampling: Estimating abundance of biological populations. Oxford University Press, Oxford.
- Camphuysen, C. J., A. D. Fox, M. F. Leopold, and I. Krag Petersen. 2004. Towards standardised seabirds at sea census techniques in connection with environmental impact assessments for offshore wind farms in the U.K.
- Dean, B. J., A. Webb, C. A. McSorley, and J. B. Reid. 2003. Aerial surveys of UK inshore areas for wintering seaduck, divers and grebes: 2000/01 and 2001/02. JNCC Report n° 333.
- Dorémus, G. & Van Canneyt, O., 2016. Protocole d'observation de la mégafaune marine depuis les campagnes halieutiques. Campagnes PELGAS / IBTS / PELACUS / EVHOE / CGFS (IFREMER, IEO). Observatoire PELAGIS - UMS 3462 - UNIVERSITE DE LA ROCHELLE / CNRS. 19 pages.
- Lambert, C., Pettex E., Doremus, G., Laran, S., Stephan, E., Van Canneyt, O., Ridoux, V. (2016). How does ocean seasonality drive habitat preferences of highly mobile top predators? Part II: The eastern North-Atlantic. *Deep-Sea Research II: Topical Studies in Oceanography*.
- Laran S., Authie, M., Blanck A., Dorémus G., Falchetto H., Monestiez P., Pettex E., Stephan E., Van Canneyt O., Ridoux V. (2016). 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*
- Legroux, N., 2017. Bilan du recensement des colonies de Fulmar boréal sur le littoral Nord – Pas-de-Calais. Saison 2017. Groupe ornithologique et naturalise du Nord- Pas-de-Calais, 17 p.
- Legroux, N., 2017. Recensement des colonies de Mouette tridactyle sur le littoral Nord – Pas-de-Calais. Saison 2017. Groupe ornithologique et naturalise du Nord- Pas-de-Calais, 22 p.
- Legroux, N., 2017. Recensement des colonies de sternes sur le littoral Nord – Pas-de-Calais. Saison 2017. Groupe ornithologique et naturalise du Nord- Pas-de-Calais, 27 p.
- Legroux, N., Ponchon, A., Poirson, C., Michel, S. 2017. Synthèse bibliographique sur les oiseaux migrateurs, nicheurs et hivernants dans le détroit du Pas-de-Calais. Levée des risques avifaunistiques en vue de l'implantation potentielle d'un parc éolien au large de Dunkerque, 173 p. document de travail (non publié).
- Pettex E., Laran S., Authier M., Blanck A., Dorémus G., Falchetto H., Lambert C., Monestiez P., Stephan E., Van Canneyt O., Ridoux V. (2016). Using large-scale surveys to investigate seasonal variations in seabird distribution and abundance. Part II: The Bay of Biscay and the English Channel. *Deep-Sea Research II: Topical Studies in Oceanography*.
- Thomas, L., J. L. Laake, S. Strindberg, F. F. Marques, S. T. Buckland, D. L. Borchers, D. R. Anderson, K. P. Burnham, S. L. Hedley, J. H. Pollard, J. R. Bishop, and T. A. Marques. 2006. Distance 5.0. Release 2. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, UK. <http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>.
- Thomsen, F., Lüdemann, K., Kafemann, R., Piper, W. 2006. Effects of offshore wind noise on marine mammals and fish, biola, Hamburg, Germany on behalf of COWRIE Ltd.
- Tougaard, J. and Teilmann, J. 2005. Effects of the Horns Reef Wind Farm on harbour porpoises. Interim report to Elsam Engineering A/S for the harbour porpoise-monitoring program 2004, 23 p.

Annexe 1 : fiches de saisie des données d'observation du protocole MEGASCOPE



FICHE DES OBSERVATIONS (monitoring) – Campagne _____ 20__

DATE : ____/____/____ N° RADIALE : _____

OBSERVATEURS : _____

côté : Bâbord / Tribord

CODE LEG	initiales	Heure (TU)	Espèce	Nombre estime	min/max	Age (Im/Ad/Mix)	Angle (°)	Distance (m)	Direction (°)	Comport. général	Comport. 2	Photos (O/N)	Commentaires

FORMULAIRE EFFORT (Environnement) - Campagne _____ 20__--

DATE : ____ / ____ / ____ OBSERVATEURS : 1 : _____ 2 : _____ 3 : _____

N° de Saisie	CODE LEG	Obs Blab.	Obs Trib.	Heure	Activité du navire	Pitch (°)	Vitesse (nds)	Cap (°)	Beauf	Houle Direct	Houle hauteur	Vent Direct	Vent vitesse (nds)	Visi. (1 à 10 MN)	Nébul. (1-3)	Echou. de	Echou. a	Intensité Echou. (A/F/S/M/O)	Condition (E/B/M/N/a)	Commentaires		

A remplir dès le début de la mise en place des observateurs

Activité du navire : Prospection (vitesse >7 nuds) ; Chalutage ; Autre (station, arrêt, exercices sécurisés...)
 Beaufort : 0 : calme (comme un miroir, <1nds), 1 : très légère brise (quelques rides, 1-3 nuds), 2 : légère brise (vaguelettes, 4-6 nuds), 3 : petite brise (les moutons apparaissent, 0,5 à 1m, 7-10 nuds), 4 : jolie brise (petites vagues 1 à 1,5 m, 11-16 nuds), 5 : bonne brise (vagues modérées 1,5 à 2,5 m, embruns, 17-21 nuds).
 Houle direction et hauteur: noter la direction en degrés (par rapport au Nord) et la hauteur en mètre ;
 Visibilité : 0,5 (max 0,5 mm) / 1 (max 1 mm) / 2 (...)/ 5 / 10 milles ;
 Eboulement : secteur d'éblouissement avec angles calés sur l'avant du navire (étrave = 300°) ; Intensité d'éblouissement (Aucun, Faible, Moyen, Fort) ;
 Condition d'observation : appréciation générale (Excellente/Bonne/Moyenne/Mauvaise)



Annexe 2 : localisation des observations par session pour les principales espèces ou groupes d'espèces

ALCIDES

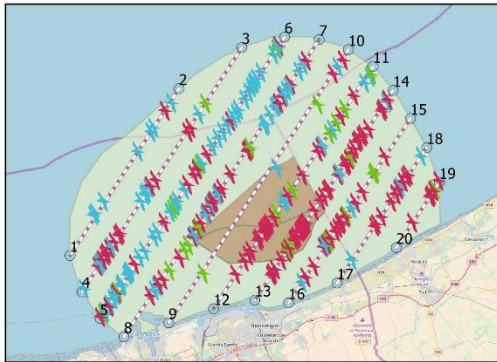
15/06 au 04/07/2017



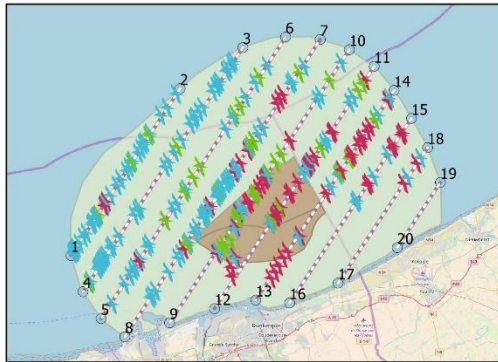
23 au 29/08/2017



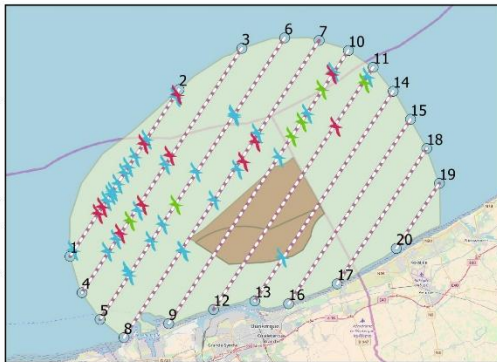
14 au 16/11/2017



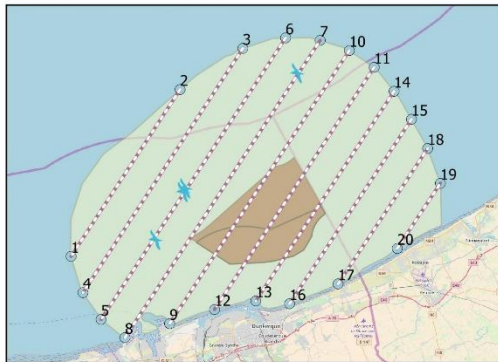
05 au 06/03/2018



03 au 04/05/2018






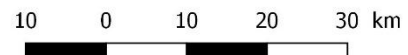
29 au 31/05/2018



GON, AFB, 2018. Tous droits réservés. Sources : AFB, GON, OpenStreetMap.

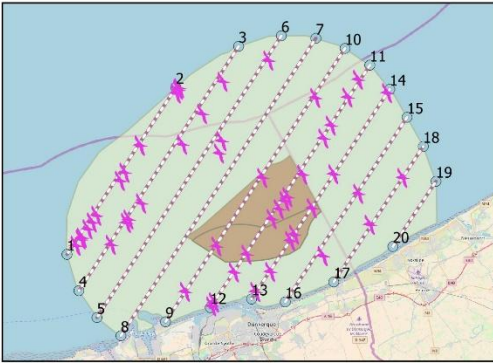
Légende

-  Alcidé sp.
-  Guillemot de Troil
-  Pingouin torda

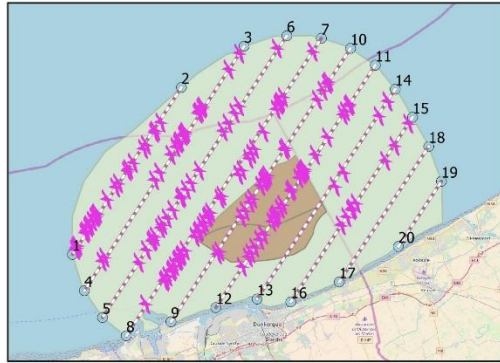


FOU DE BASSAN

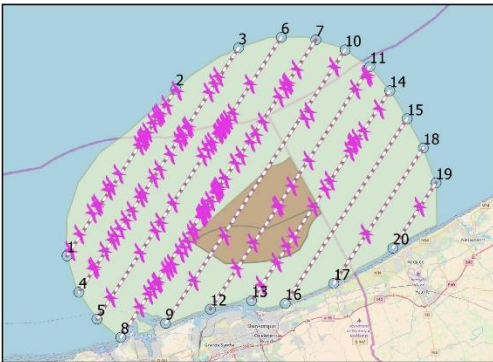
15/06 au 04/07/2017



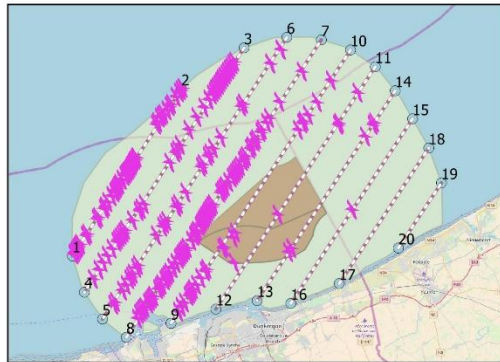
23 au 29/08/2017



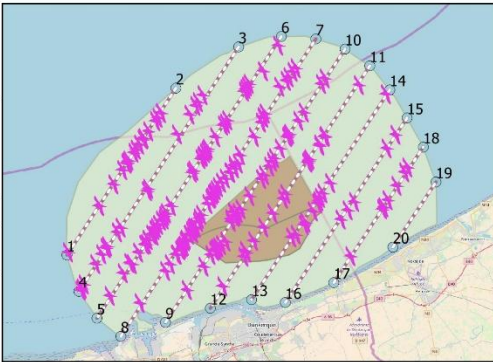
14 au 16/11/2017



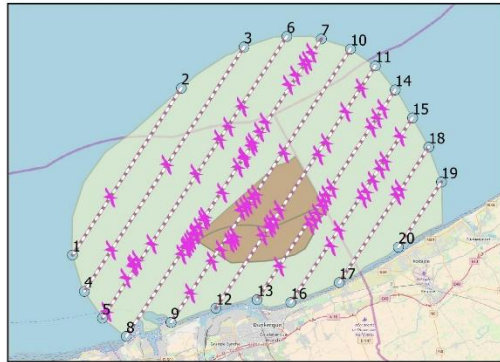
05 au 06/03/2018



03 au 04/05/2018




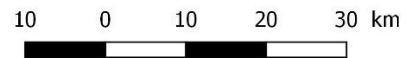
29 au 31/05/2018



GON, AFB, 2018. Tous droits réservés. Sources : AFB, GON, OpenStreetMap.

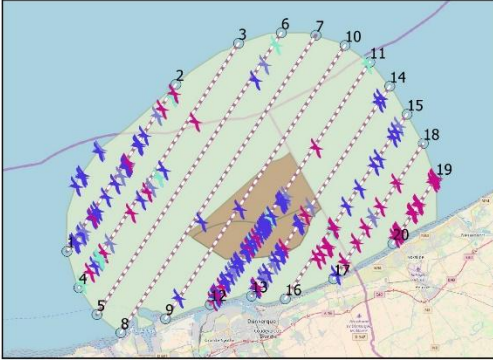
Légende

 Fou de bassan

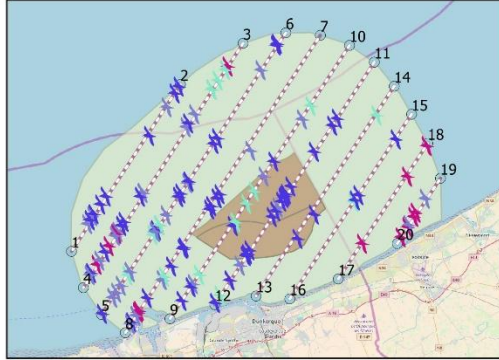


GOELANDS

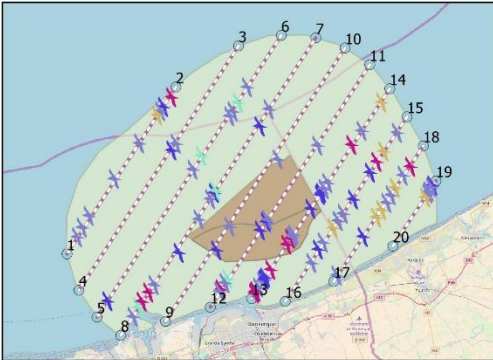
15/06 au 04/07/2017



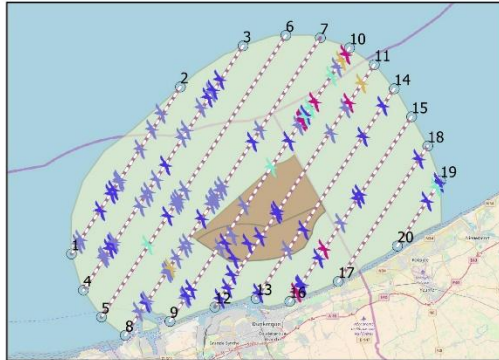
23 au 29/08/2017



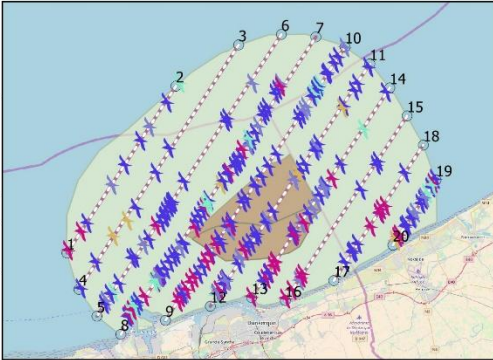
14 au 16/11/2017



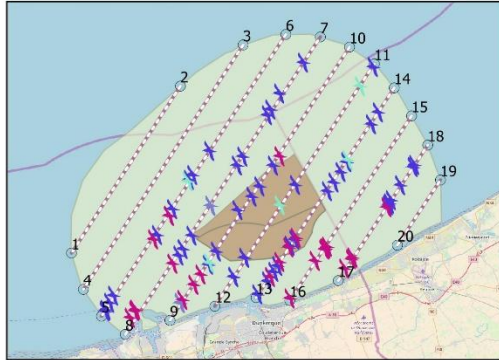
05 au 06/03/2018



03 au 04/05/2018



29 au 31/05/2018




GON, AFB, 2018. Tous droits réservés. Sources : AFB, GON, OpenStreetMap.

Légende

-  Goéland argenté
-  Goéland brun
-  Goéland cendré
-  Goéland marin
-  Goéland sp.

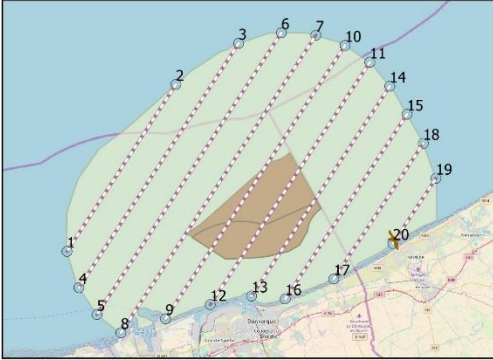


10 0 10 20 30 km



GREBE HUPPE

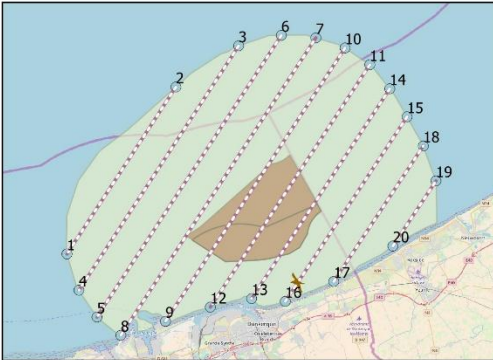
15/06 au 04/07/2017



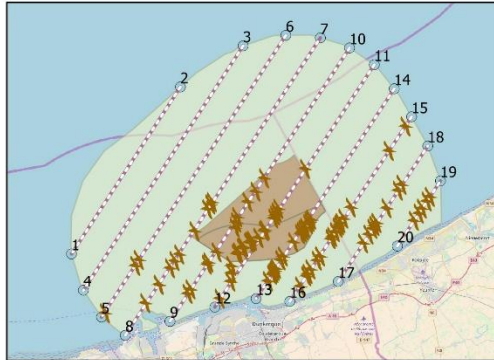
23 au 29/08/2017



14 au 16/11/2017



05 au 06/03/2018



03 au 04/05/2018



29 au 31/05/2018




GON, AFB, 2018. Tous droits réservés. Sources : AFB, GON, OpenStreetMap.

Légende

 Grèbe huppé

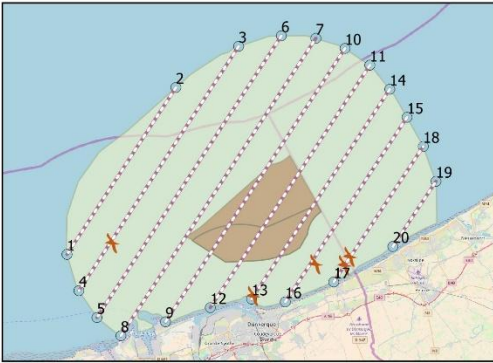


10 0 10 20 30 km

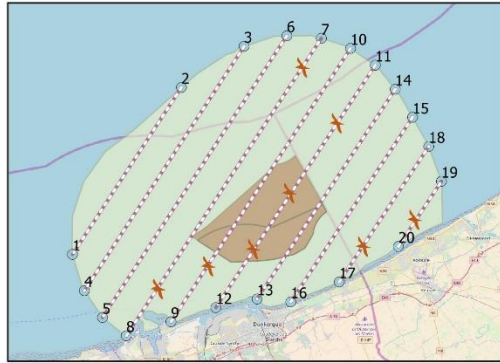


MACREUSE NOIRE

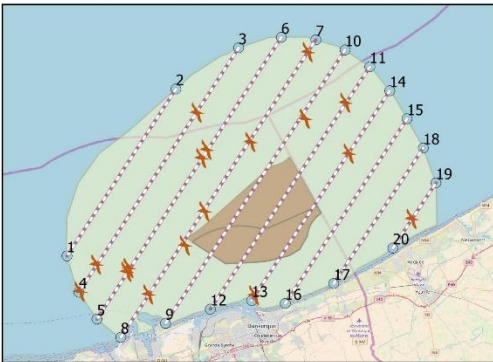
15/06 au 04/07/2017



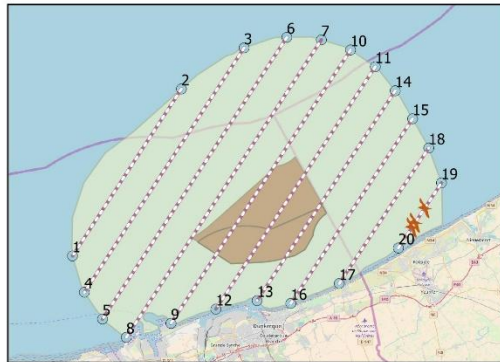
23 au 29/08/2017



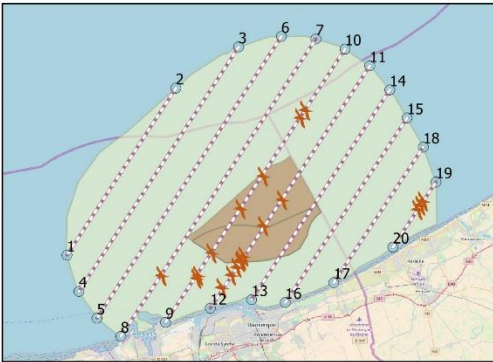
14 au 16/11/2017



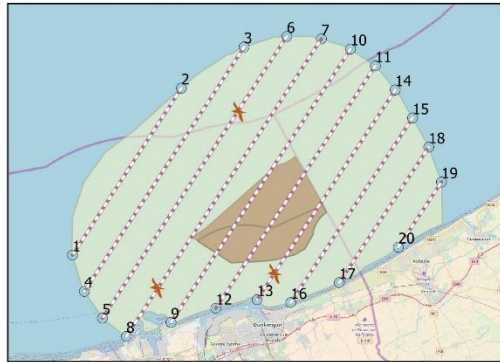
05 au 06/03/2018



03 au 04/05/2018




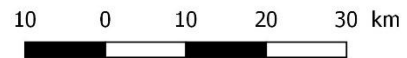
29 au 31/05/2018



GON, AFB, 2018. Tous droits réservés. Sources : AFB, GON, OpenStreetMap.

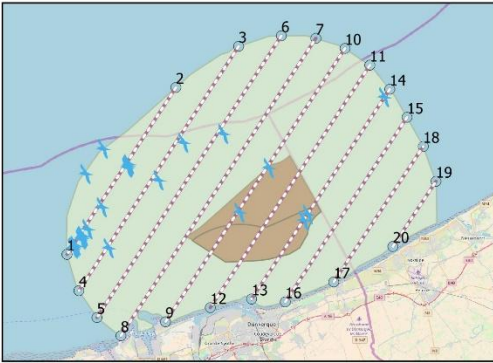
Légende

 Macreuse noire

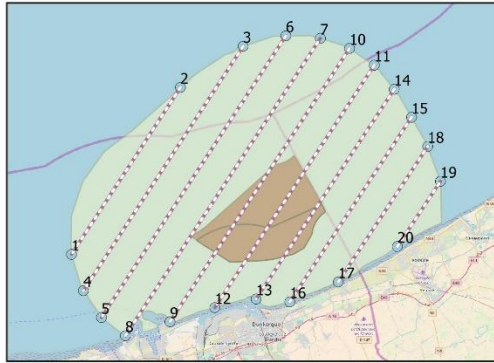


MOUETTE TRIDACTYLE

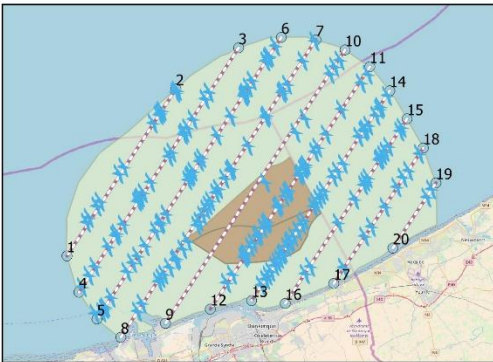
15/06 au 04/07/2017



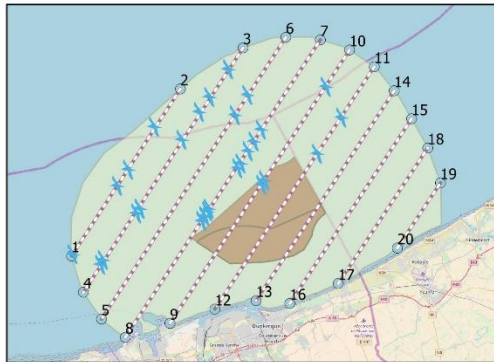
23 au 29/08/2017



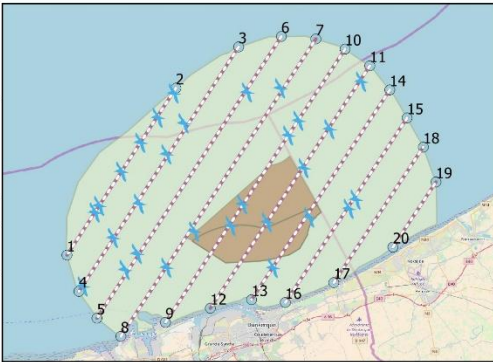
14 au 16/11/2017



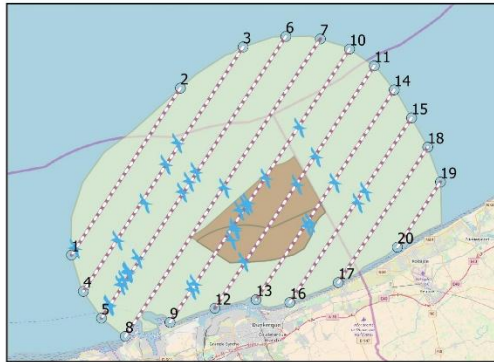
05 au 06/03/2018



03 au 04/05/2018



29 au 31/05/2018




GON, AFB, 2018. Tous droits réservés. Sources : AFB, GON, OpenStreetMap.

Légende

 Mouette tridactyle

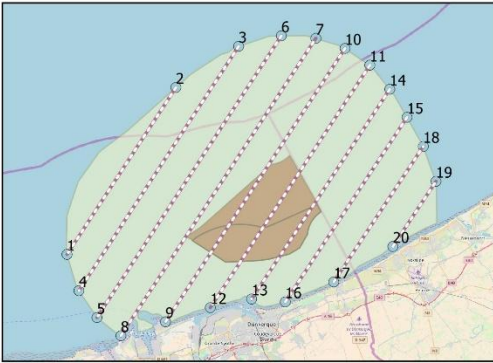


10 0 10 20 30 km

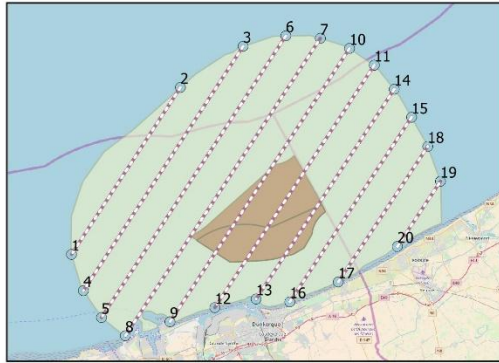


PLONGEONS

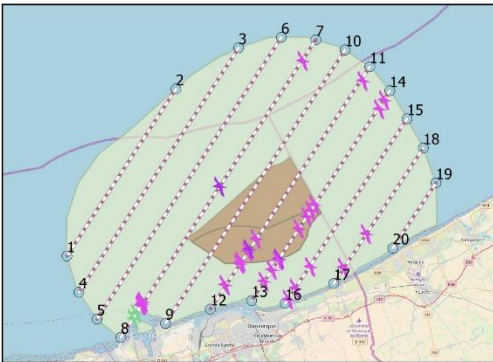
15/06 au 04/07/2017



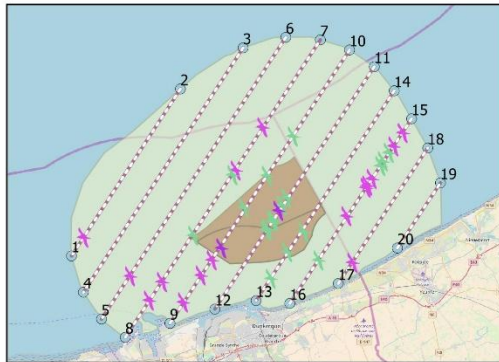
23 au 29/08/2017



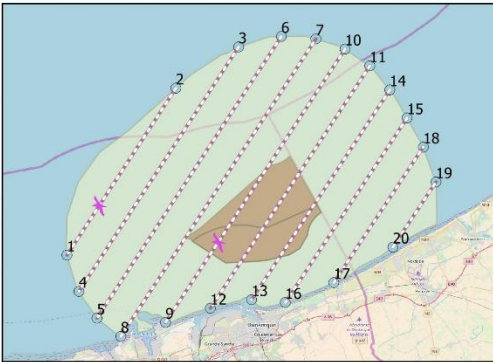
14 au 16/11/2017



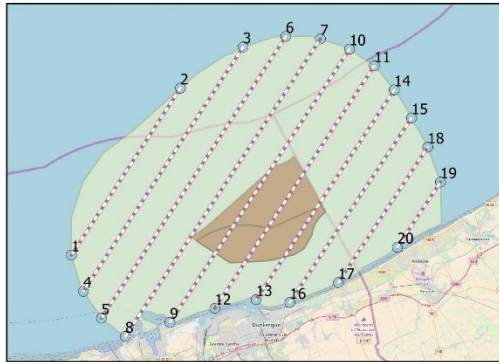
05 au 06/03/2018



03 au 04/05/2018






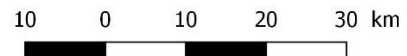
29 au 31/05/2018



GON, AFB, 2018. Tous droits réservés. Sources : AFB, GON, OpenStreetMap.

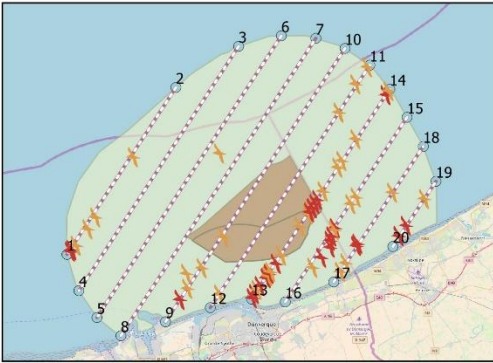
Légende

-  Plongeon arctique
-  Plongeon catmarin
-  Plongeon sp.

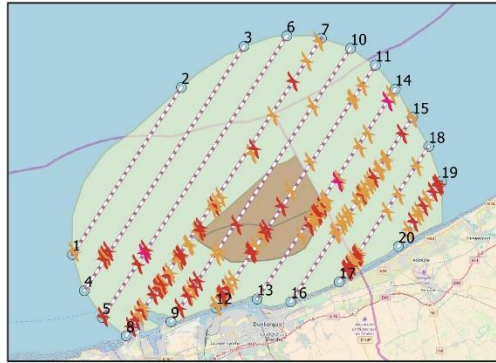


STERNES ET GUIFETTES

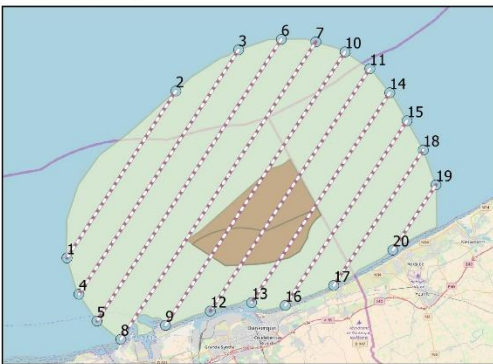
15/06 au 04/07/2017



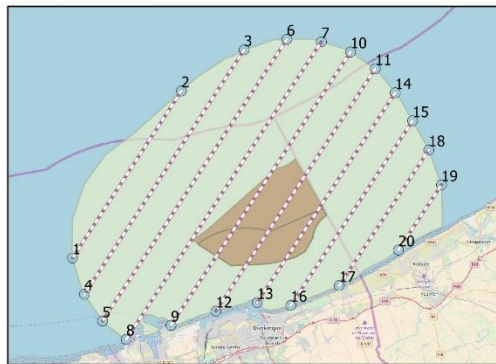
23 au 29/08/2017



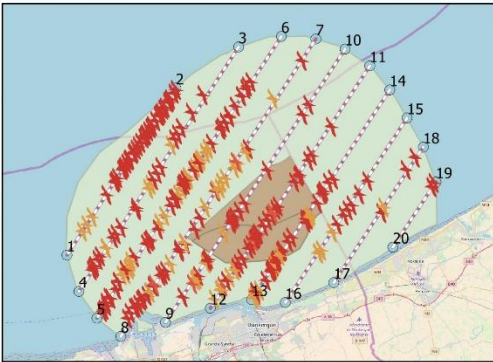
14 au 16/11/2017



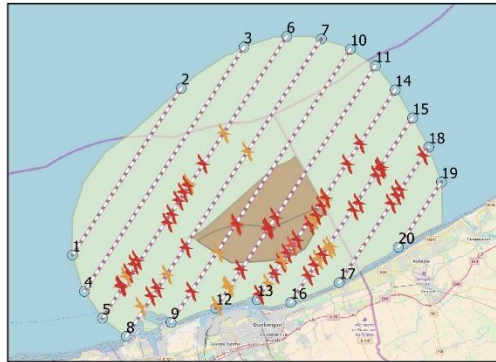
05 au 06/03/2018



03 au 04/05/2018







29 au 31/05/2018



GON, AFB, 2018. Tous droits réservés. Sources : AFB, GON, OpenStreetMap.

Légende

-  Guifette noire
-  Sterne caugek
-  Sterne pierregarin
-  Sterne sp.

