



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

Programme DUNKRISK
Campagne LEDKON

Rapport d'analyses scientifiques

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



Citation du document :

Quevillart, R., Legroux, N., Beaudoin, C., 2018. Levée des risques pour l'appel d'offres éolien au large de Dunkerque par observation nautique. Programme DUNKRISK - Campagne LEDKON. Rapport d'analyses scientifiques. Groupe ornithologique et naturaliste du Nord – Pas-de-Calais / Agence Française pour la Biodiversité. 43 pages + annexes.

Objet de ce rapport final de campagne :

Il présente les résultats de la campagne d'observations nautiques avec une analyse de la répartition des observations et de leur phénologie.

Crédits photographiques :

Page de garde : G. Dorémus, G. Gautier et O Van Canneyt / Observatoire Pelagis

Sommaire

Sommaire	2
Table des illustrations	3
1. Introduction	4
1.1. Contexte	4
1.2. Objectifs principaux et choix de la méthodologie	5
2. Matériel et méthodes	6
2.1. Description de la campagne d'observations nautiques et de la zone d'étude	6
2.2. Analyses	7
3. Résultats	10
3.1. Mammifères marins	10
3.2. Oiseaux marins	13
4. Limites de l'étude	40
4.1. Conditions météorologiques défavorables à l'afflux des oiseaux marins	40
4.2. Autres limites de la méthode d'observation nautique	41
Références bibliographiques	42
Annexe 1 : fiches de saisie des données d'observation du protocole MEGASCOPE	44
Annexe 2 : localisation des observations par session pour les principales espèces ou groupes d'espèces	46

Table des illustrations

Figure 1. Plan d'échantillonnage définitif de la campagne LEDKON (les transects sont numérotés de 1 à 10, d'ouest en est).....	7
Figure 2. Découpage de la zone d'étude LEDKON sur la base d'un maillage de 5 kilomètres par 5 kilomètres.....	8
Figure 3. Espèces et groupes d'espèces faisant l'objet d'une analyse cartographique.....	9
Figure 4. Taux d'observations de Marsouin commun par maille de 5 km par 5 km dans la zone d'étude LEDKON.	11
Figure 5. Effectifs de Marsouin commun relevés par sessions.....	12
Figure 6. Taux d'observations d'Alcidés par maille de 5 km par 5 km dans la zone d'étude LEDKON.....	14
Figure 7. Effectifs d'Alcidés relevés par sessions.....	15
Figure 8. Taux d'observations de Grand Cormoran par maille de 5 km par 5 km dans la zone d'étude LEDKON..	17
Figure 9. Effectifs de Grand Cormoran relevés par sessions.....	18
Figure 10. Taux d'observations de Fulmar boréal par maille de 5 km par 5 km dans la zone d'étude LEDKON. ...	19
Figure 11. Effectifs de Fulmar boréal relevés par sessions.....	20
Figure 12. Taux d'observations de Fou de Bassan par maille de 5 km par 5 km dans la zone d'étude LEDKON. ...	22
Figure 13. Effectifs de Fou de Bassan relevés par sessions.....	23
Figure 14. Taux d'observations de Goéland argenté par maille de 5 km par 5 km dans la zone d'étude LEDKON.	24
Figure 15. Taux d'observations de "Goéland noirs" par maille de 5 km par 5 km dans la zone d'étude LEDKON.	25
Figure 16. Effectifs de goélands relevés par sessions.....	26
Figure 17. Taux d'observations de Mouette tridactyle par maille de 5 km par 5 km dans la zone d'étude LEDKON.	27
Figure 18. Effectifs de Mouette tridactyle par sessions.....	28
Figure 19. Taux d'observations de Macreuse noire par maille de 5 km par 5 km dans la zone d'étude LEDKON. Les observations ont été cartographiées avec une discrétisation sur le comportement. Les effectifs en halte (comportement « Posé ») sont indiqués.....	29
Figure 20. Effectifs de Macreuse noire relevés par session.....	30
Figure 21. Taux d'observations de Sterne caugek par maille de 5 km par 5 km dans la zone d'étude LEDKON. ...	31
Figure 22. Taux d'observations de Sterne pierregarin par maille de 5 km par 5 km dans la zone d'étude LEDKON	33
Figure 23. Effectifs de Sternes relevés par sessions.....	34
Figure 24. Taux d'observations de Grèbe huppé par maille de 5 km par 5 km dans la zone d'étude LEDKON.....	36
Figure 25. Effectifs de Grèbe huppé relevés par sessions.....	37
Figure 26. Taux d'observations de plongeurs par maille de 5 km par 5 km dans la zone d'étude LEDKON.	38
Figure 27. Effectifs de plongeurs relevés par sessions.....	39

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 espèces à une échelle pertinente,
- une fenêtre temporelle pertinente pour l'identification et le comptage d'oiseaux et de mammifères ;
- la flexibilité de mise en œuvre permettant d'utiliser les meilleures fenêtres météorologiques,
- l'identification précise des espèces d'oiseaux détectés ;
- l'estimation des hauteurs de vol pour les oiseaux en déplacement,
- 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. Matériel et méthodes

2.1. Description de la campagne d'observations nautiques et de la zone d'étude

2.1.1. Description de la campagne

La campagne LEDKON a été conduite de juin 2017 à mai 2018 avec la chorologie de passages suivante :

- **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).

Pour la campagne d'observations nautiques LEDKON, une zone d'étude correspondant à une zone tampon de 15 km a été dessinée autour de la zone d'implantation potentielle du parc éolien (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Cette zone présente une superficie d'environ 1150 km² et s'étend dans les eaux françaises et belges.

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 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).

² Approche impliquant plusieurs espèces ou groupes d'espèces.

³ Action for PRedators Over CHannel Ecosystem

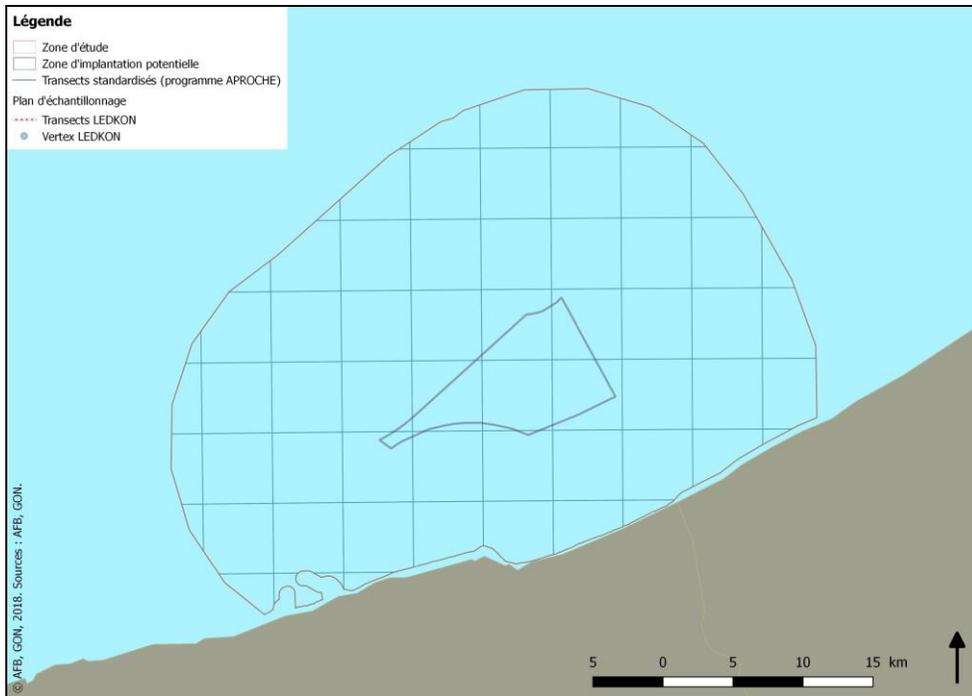


Figure 1. Plan d'échantillonnage définitif de la campagne LEDKON (les transects sont numérotés de 1 à 10, d'ouest en est).

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.

2.1.2. Protocole d'observations nautiques

Le protocole de suivi MEGASCOPE a été 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, élastobranches, etc.) et des débris flottants lors des campagnes halieutiques de l'Ifremer.

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).

2.2. Analyses

2.2.1. Analyses cartographiques

Les espèces (ou groupes d'espèces) ont été cartographiées sous la forme de taux d'observations par kilomètres d'effort. Pour cela, un maillage de 5 kilomètres par 5 kilomètres (cf. Figure 2) a été défini à l'échelle de la zone

d'étude. Il a été réalisé à partir du maillage de 10 kilomètres par 10 kilomètres utilisé dans le cadre de la campagne LEDKOA et présentés dans le rapport final de cette dernière (référence), facilitant ainsi la comparaison avec les résultats de la présente campagne.

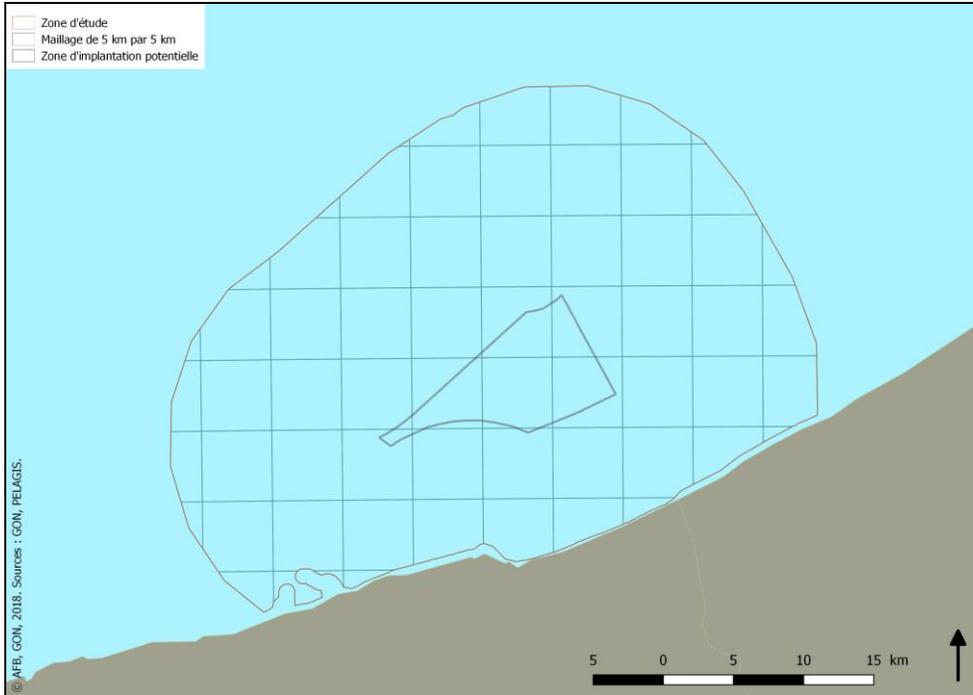


Figure 2. Découpage de la zone d'étude LEDKON sur la base d'un maillage de 5 kilomètres par 5 kilomètres.

Afin de proposer une analyse objective de la répartition des activités de la mégafaune marine, les observations par mailles de 5 km par 5 km ont été rapportées à l'effort de prospection correspondant à la longueur des transects parcourus au sein de ces mailles. Le calcul est le suivant :

$$Ti = \frac{Ni}{Li}$$

Le taux d'observations (T) d'une maille « i » correspond au rapport entre le nombre d'observations réalisées dans cette maille et la longueur des transects parcourus (L) au sein de cette même maille. Le taux sera exprimé en nb d'observations par kilomètres de transects.

Les analyses ont été opérées avec l'aide du logiciel FME (v. 2016.1) et la réalisation cartographique a été réalisée sous QGIS (version 2.18.20).

2.2.2. Choix des espèces ou groupes d'espèces analysées

Les observations nautiques ont l'avantage de pouvoir, dans une large mesure, identifier les individus jusqu'à l'espèce. Elles permettent ainsi de restituer les informations à ce niveau taxinomique, sauf dans le cas des Alcédés (Pingouin torda et Guillemot de Troïl) ou des Plongeurs car les espèces au sein de ces groupes sont très proches

en matière de physiologie, de phénologie et de répartition des observations. Seuls les espèces ou groupes d'espèces bénéficiant d'un nombre suffisant d'observations ont été traités.

La liste des espèces et groupes d'espèces ayant fait l'objet d'une analyse cartographique sont les suivantes :

Groupes / Espèces	Taxons	Nb total d'observations
Alcidés	Pingouin torda	631
	Guillemot de Troïl	
	Alcidé sp.	
Grand Cormoran	Grand Cormoran	563
Fulmar boréal	Fulmar boréal	28
Fou de Bassan	Fou de Bassan	941
Goélants noirs	Goéland brun	564
	Goéland marin	
Goéland argenté	Goéland argenté	161
Mouette tridactyle	Mouette tridactyle	314
Macreuse noire	Macreuse noire	56
Sterne caugek	Sterne caugek	220
Sterne pierregarin	Sterne pierregarin	345
Grèbe huppé	Grèbe huppé	101
Plongeurs	Plongeur catmarin	68
	Plongeur arctique	
	Plongeur sp.	
Marsouin commun	Marsouin commun	100

Figure 3. Espèces et groupes d'espèces faisant l'objet d'une analyse cartographique.

3. Résultats

3.1. Mammifères marins

Seul le Marsouin commun a rassemblé suffisamment d'observations pour pouvoir prétendre à une analyse cartographique des densités d'observation (Figure 4).

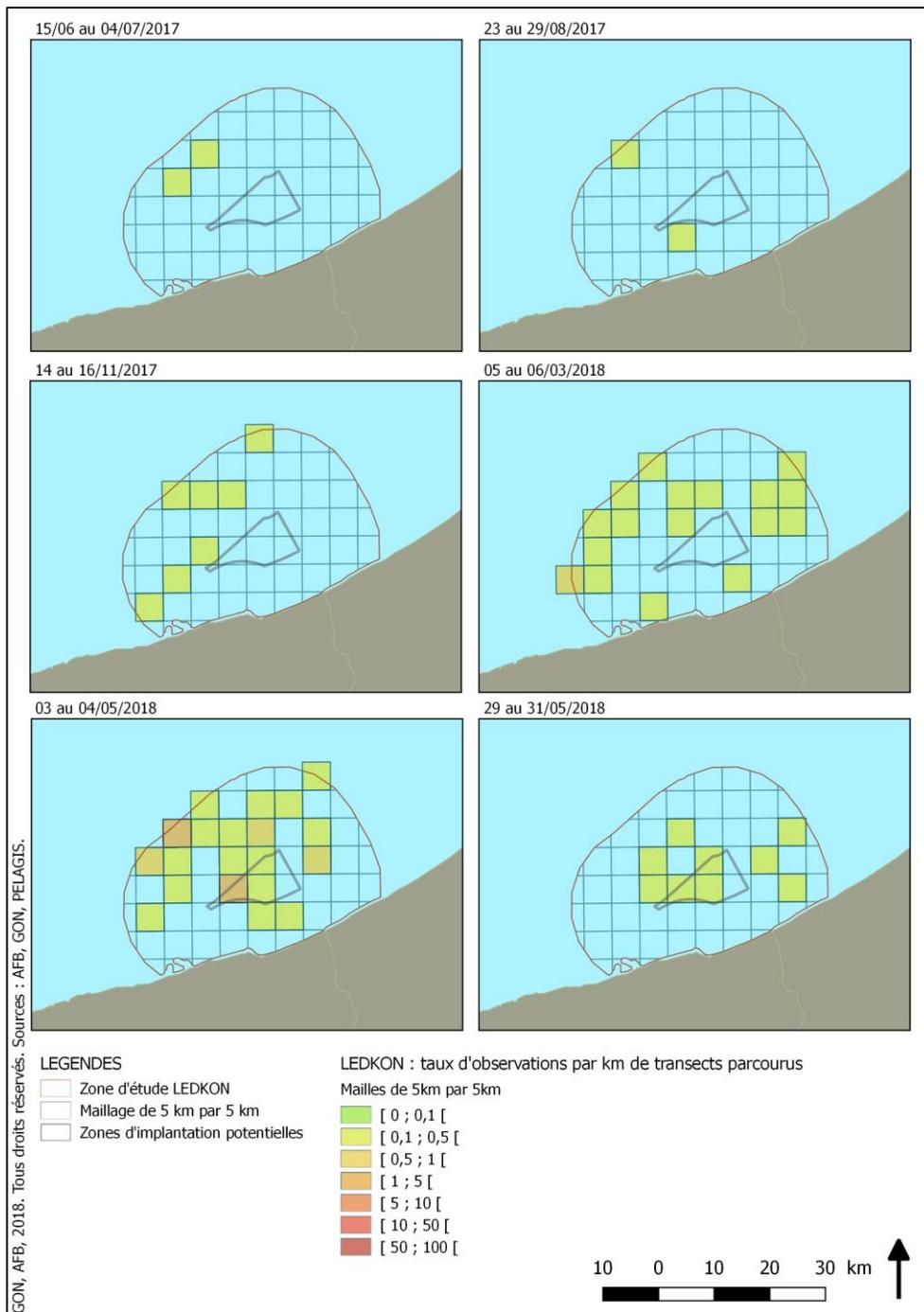


Figure 4. Taux d'observations de Marsouin commun par maille de 5 km par 5 km dans la zone d'étude LEDKON.

Au cours des 6 sessions, l'espèce fréquente la quasi-totalité de la zone d'étude. Seul les secteurs situés à proximité de la cote semblent peu fréquentés. Les densités d'observations peuvent être considérés comme faible lors des sessions 1,2 et 6 (juin, août 2017 et fin mai 2018). Les densités les plus élevées sont relevées lors des sessions 3,4 et 5 (novembre, mars et début mai 2018).

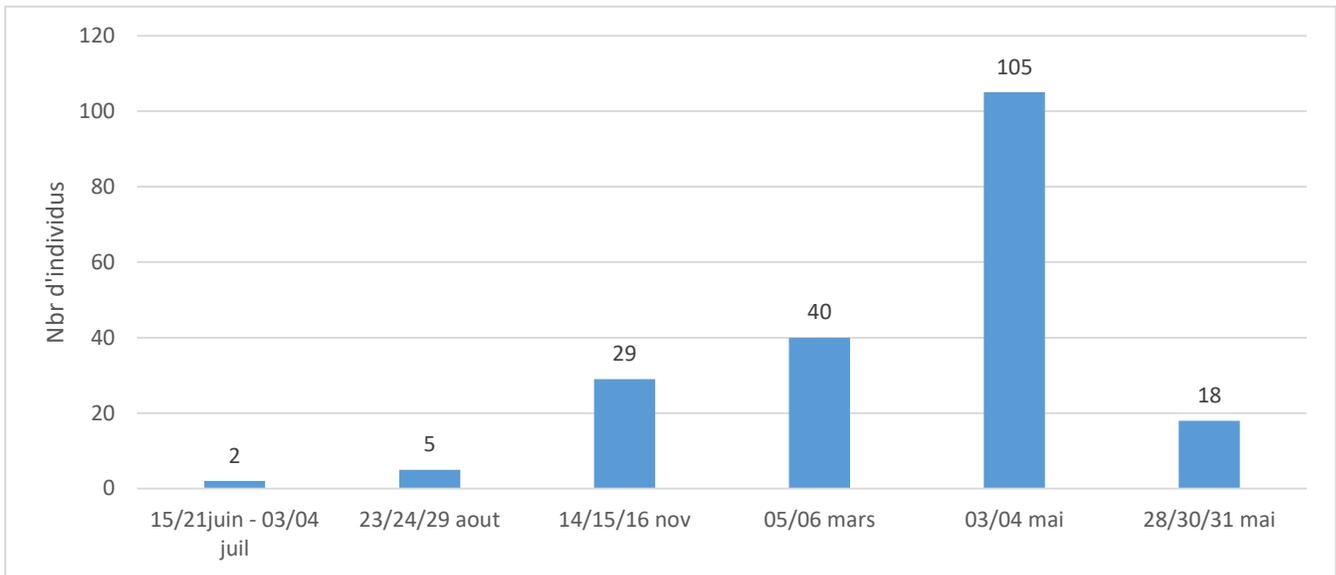


Figure 5. Effectifs de Marsouin commun relevés par sessions.

Les sessions 3, 4 et 5 réalisées du 14 novembre au 4 mai concentrent la majeure partie des effectifs avec 174 individus sur les 199 relevés au cours de la campagne.

Plus de cinquante pourcents des effectifs ont été contactés au cours de la cinquième session, réalisée les 3 et 4 mai 2018. De nombreux jeunes sont observés en compagnie des adultes.

La hauteur des vagues s'avère déterminante pour la détection de cette espèce. Ce paramètre, conjugué à la faible hauteur d'observation à bord du bateau, ne permet pas une détection optimale des mammifères marins.



3.2. Oiseaux marins

3.2.1. Alcidés

Les relevés nautiques indiquent une présence des alcidés de manière anecdotique pendant la période estivale (de juin à août), conformément aux observations terrestres. En effet, les distances élevées entre les colonies les plus proches (Nord de la Bretagne et îles anglo-normandes) et la zone d'étude expliquent que cette dernière ne puisse pas être utilisée en période de reproduction. Les densités sont élevées et réparties de manière homogène sur l'ensemble de la zone lors des sessions 3 et 4 (périodes de migration).

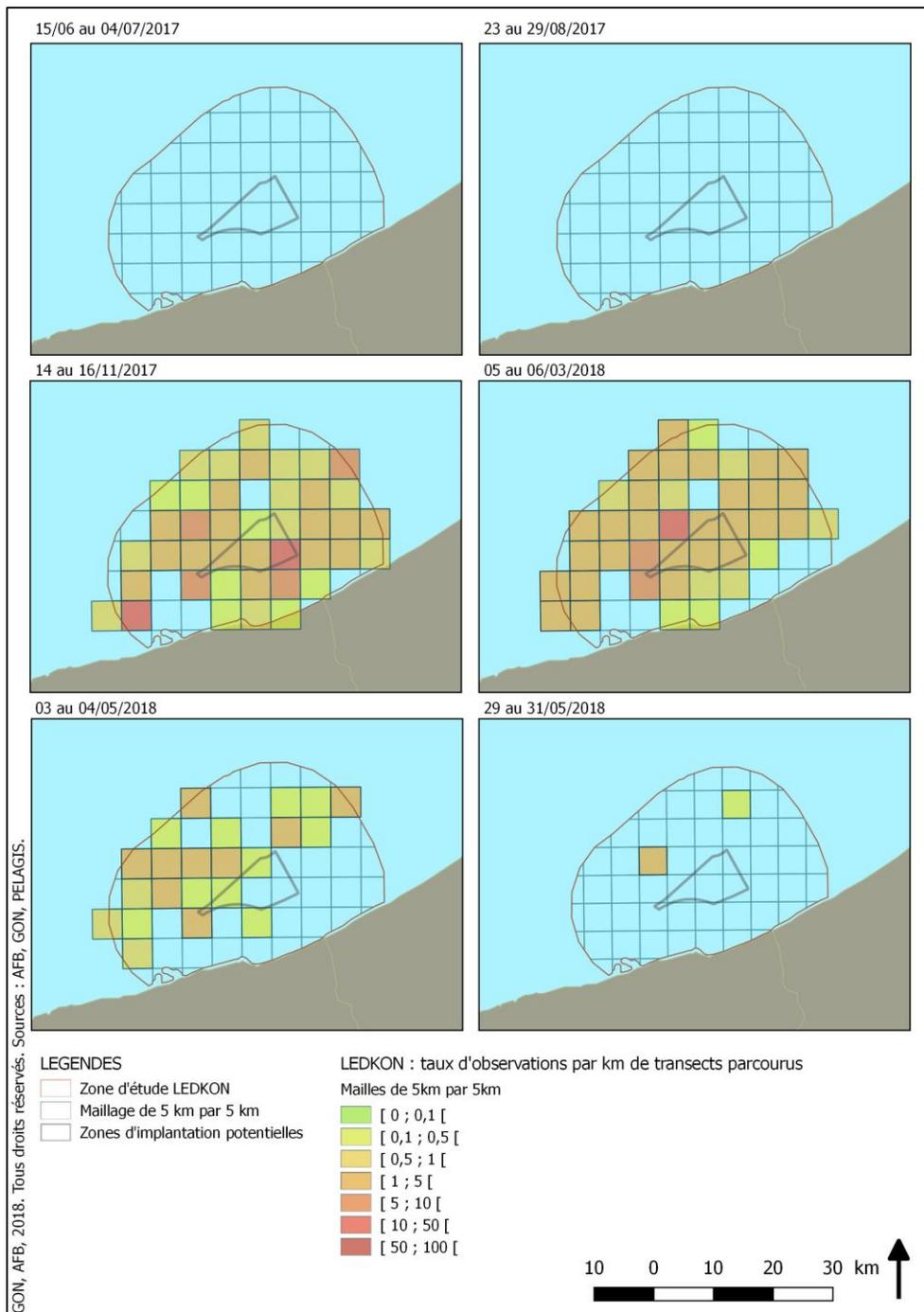


Figure 6. Taux d'observations d'Alcidés par maille de 5 km par 5 km dans la zone d'étude LEDKON.

Les deux espèces (Guillemot de Troïl et Pingouin torda) sont omniprésentes sur le littoral du Nord et du Pas-de-Calais d'octobre à début avril (Caloin, 2013). En migration postnuptiale, d'après les observations réalisées depuis le cap Gris-Nez, les flux annuels des deux espèces sont élevés, de l'ordre de 20 000 à 80 000 individus (Caloin, 2013). Le pic de migration pour le Guillemot de Troïl se situe entre la dernière décade d'octobre et la première

décade de décembre. Le Pingouin torda révèle une phénologie de passage légèrement plus précoce que celle du Guillemot de Troïl, avec un pic de passage situé entre le mois d'octobre et la troisième décennie de novembre.

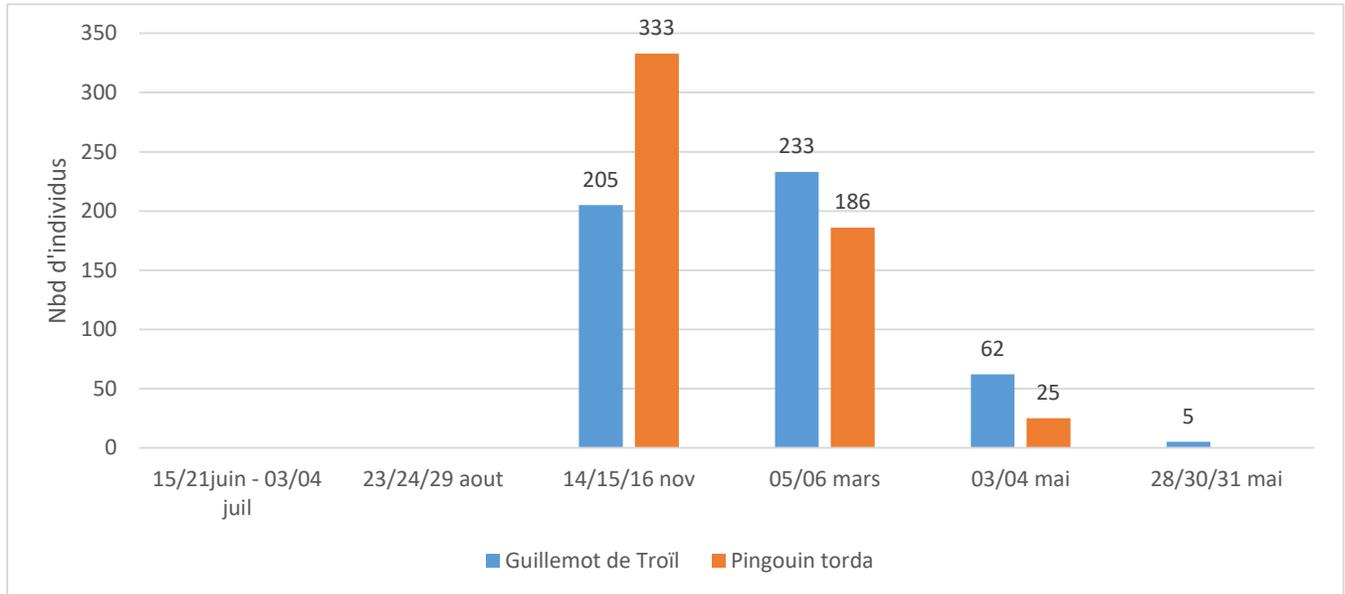


Figure 7. Effectifs d'Alcidés relevés par sessions.

Les résultats de la campagne concordent avec la phénologie connue. 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. La majorité des individus sont observés par groupes de 2 à 40 individus posés (halte migratoire), souvent accompagnés par la Mouette tridactyle.

Pour comparaison, lors des mois d'octobre et novembre 2017, respectivement 30 283 et 7 800 alcidés ont été comptés (estimation basse) au cap Gris-Nez. Les observations réalisées par bateau en novembre (3^{ème} session) sous-estiment donc probablement les effectifs réels d'alcidés dans la zone d'étude durant la migration post-nuptiale.

Cependant, les relevés réalisés dans le cadre de LEDKON indiquent un nombre d'observations relativement élevé lors de la troisième et de la quatrième session, correspondant principalement à des migrateurs en halte.

A partir du cap Gris-Nez, les plus importants passages pré-nuptiaux sont dénombrés jusqu'au milieu du mois de février. A ces dates, il est d'ailleurs difficile de différencier les mouvements locaux d'oiseaux hivernants des mouvements de migrateurs.

Le passage décline ensuite mais reste significatif jusqu'à début avril (Caloin, 2013).

Les résultats des campagnes LEDKON pour le mois de mars (4^{ème} session) sont concordants et montrent une densité élevée d'alcidés. Ces résultats pointent une concentration d'alcidés au large. Néanmoins, les effectifs observés par bateau début mars sont probablement très inférieurs à ceux du pic migratoire, puisqu'il se termine a priori en février.

A partir du mois de mai, ces deux espèces se raréfient sur le site d'étude (derniers migrateurs de passage) et leur présence devient anecdotique dès le mois de juin. Les résultats de la cinquième session, réalisée début mai 2018, montrent en effet une densité plus faible qu'en période hivernale. Les résultats de la première session (juin 2017) et de la dernière (fin mai 2018) confirment la quasi absence des espèces.

La carte montre une répartition plus faible à proximité du littoral (à moins de 5 km de la côte). La zone du projet de parc est directement concernée par les deux espèces, compte-tenu des densités élevées observées au sein et à proximité directe de cette dernière.

3.2.2. Grand Cormoran

Pour chaque session, la répartition de l'espèce est concentrée à proximité du littoral, la partie ouest semble moins fréquentée.

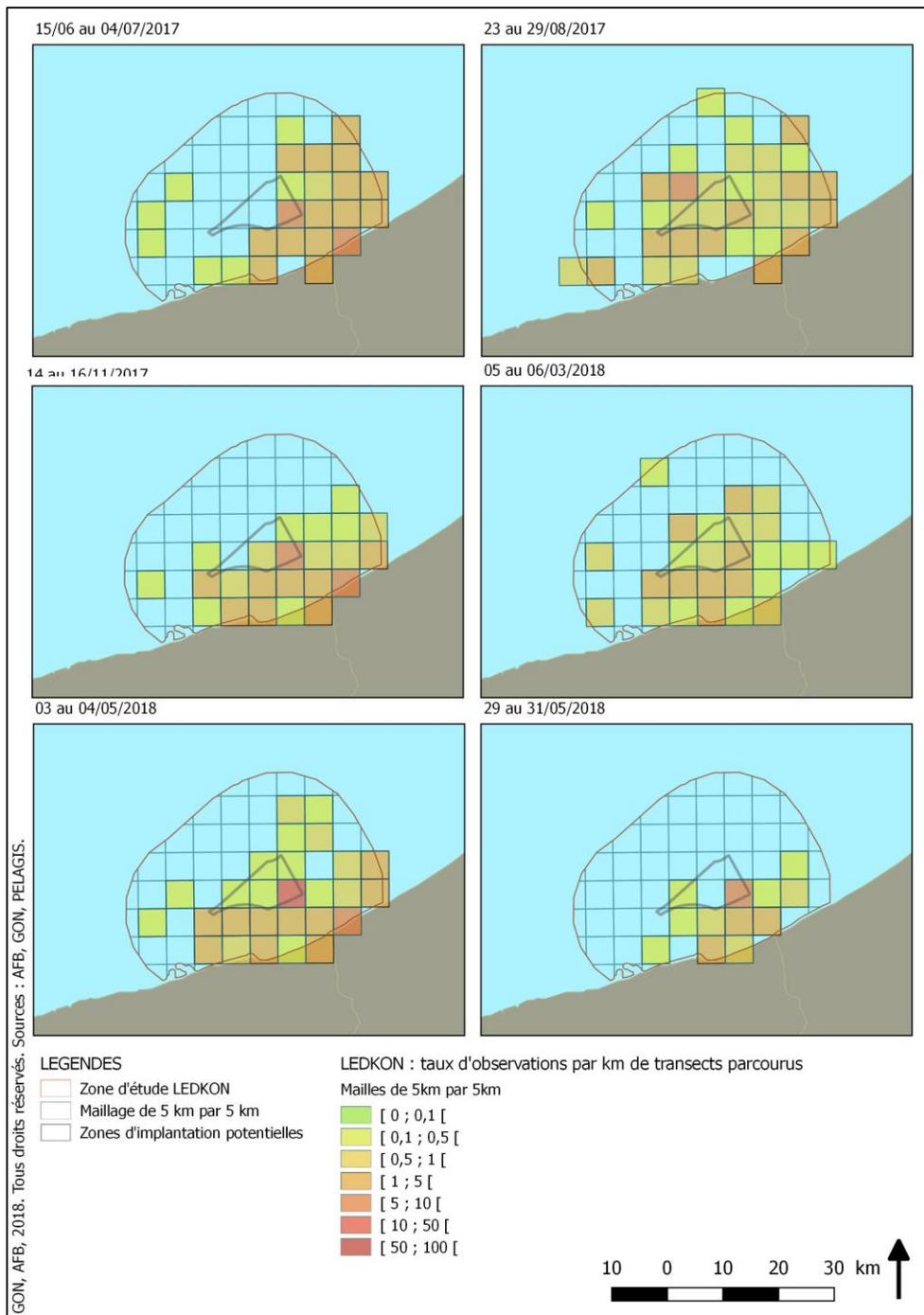


Figure 8. Taux d'observations de Grand Cormoran par maille de 5 km par 5 km dans la zone d'étude LEDKON.

La zone du projet de parc est largement utilisée par l'espèce. Les infrastructures flottantes fixes (bouées, etc.) sont utilisées par de nombreux individus comme reposoirs.

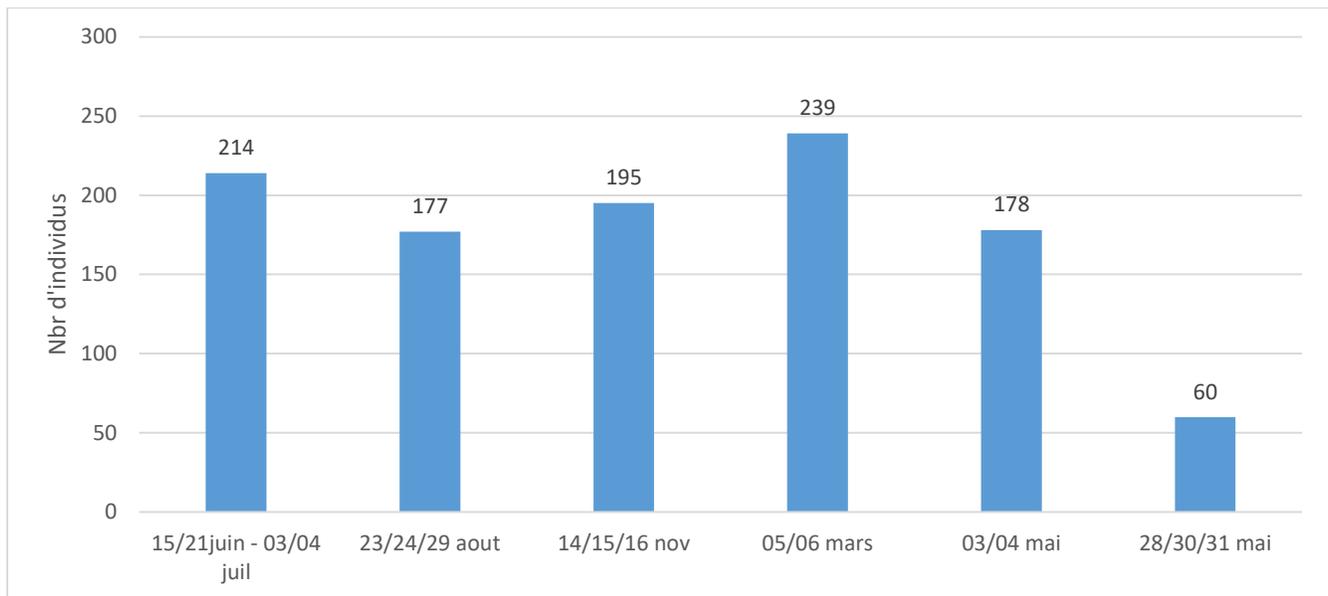


Figure 9. Effectifs de Grand Cormoran relevés par sessions.

Les effectifs varient peu au cours des 6 sessions. Seule la sixième session, effectuée fin mai 2018 (en période de reproduction) montre des effectifs plus faibles. Cependant, l'espèce semble utiliser la zone pour se nourrir pendant la période de reproduction puisque des effectifs élevés sont notés lors de la première session (mi-juin) correspondant au pic d'occupation des nids de l'espèce (Debout, 1988). En effet, 3 colonies rassemblant 359 couples (CG59, Goéland) se situent entre 8 et 12 km du projet de parc. La distance de prospection alimentaire du Grand cormoran est de 5.2 km en moyenne et peut atteindre 35 km (Thaxter *et al.*, 2012).

3.2.3. Fulmar boréal

Les dates de la première session (fin juin / début juillet 2017) correspondent à la période de reproduction de l'espèce, plus précisément au nourrissage des jeunes. L'éclosion des œufs a lieu fin juin/début juillet (Cadiou, 2010). La grande activité et la présence de colonies proches du détroit du Pas-de-Calais peuvent expliquer la relativement forte densité relevée au cours de cette période.

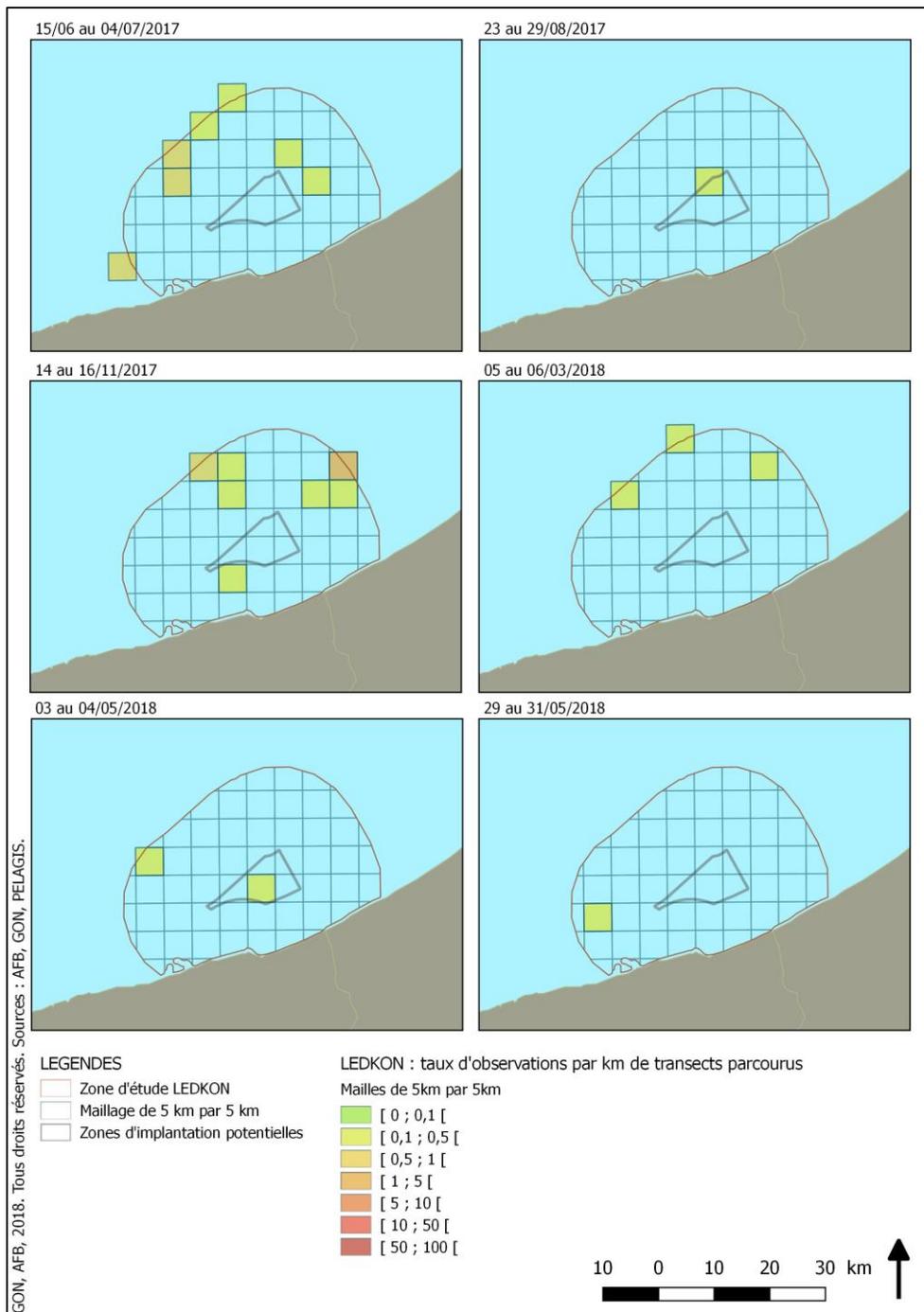


Figure 10. Taux d'observations de *Fulmar boréal* par maille de 5 km par 5 km dans la zone d'étude LEDKON.

Les relevés nautiques ont permis de mettre en évidence l'hivernage de l'espèce (peu détectable lors des suivis terrestres) au large de la zone d'étude, en novembre et en mars (Figure 10, sessions 3 et 4).

La zone du projet de parc semble peu fréquentée. Toutefois, aucun relevé n'a été effectué lors des pics de migration connus de l'espèce (septembre, décembre, janvier) et lors de conditions favorables à ses déplacements (vents élevés notamment).

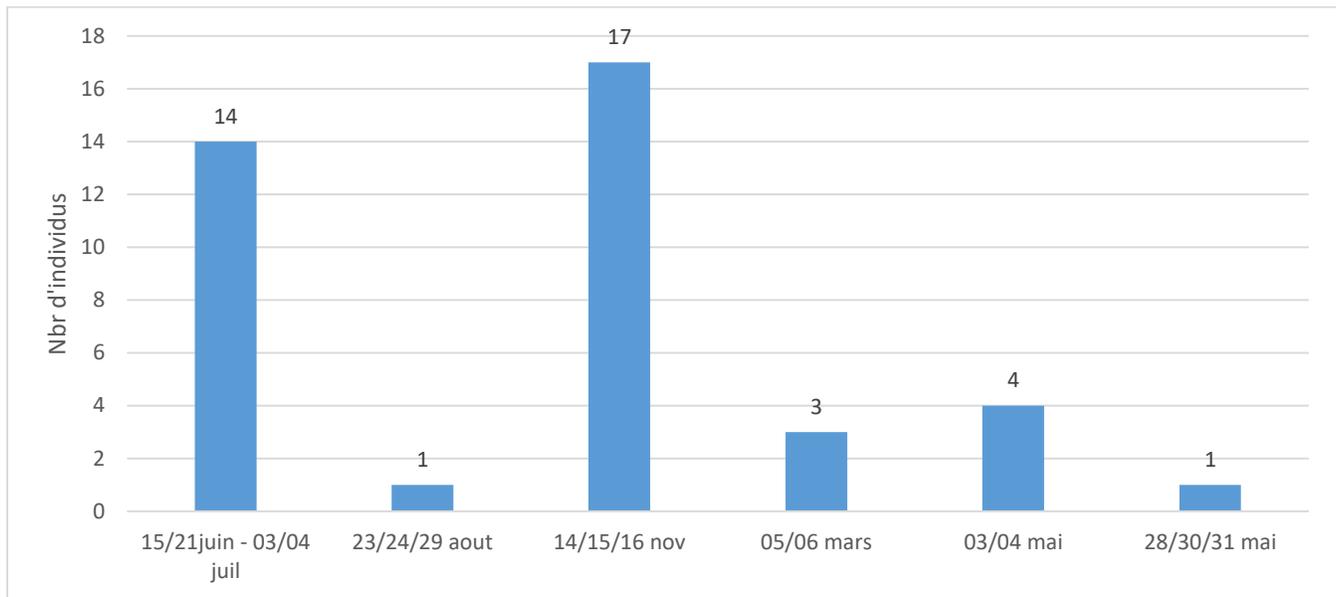


Figure 11. Effectifs de Fulmar boréal relevés par sessions.

Les faibles effectifs relevés du 23 au 29 août 2017 (session 2) s'expliquent par la fin de la période d'activité « intense » : le nourrissage des jeunes. Les adultes ont en effet quitté les sites de nidification à cette période de l'année, laissant les jeunes seuls terminer leur croissance avant l'envol (début septembre).

La troisième session montre des effectifs supérieurs et concentrés au large. En cette période, il est difficile de distinguer les individus migrateurs des hivernants.

La baisse des effectifs observée au cours du mois de mai 2018 (sessions 5 et 6) correspond au début de la période de reproduction et notamment à l'exode préposital⁴. Ce résultat est donc probablement dû à une faible utilisation de la zone par l'espèce. Toutefois, nous ne pouvons pas exclure les conditions d'observation. En effet, par temps calme (conditions nécessaires pour les observations nautiques), les vents faibles contraignent cette espèce à l'inactivité ; les individus restent donc sur les sites de nidification. L'étude des oiseaux marins se déplaçant en profitant des vents porteurs pour planer (cas du Fulmar boréal) est moins pertinente si les relevés aériens et/ou nautiques sont réalisés pour des conditions de vents faibles uniquement.

Les résultats montrent par ailleurs que les observations de cette espèce se concentrent au large. Le Fulmar possède un rayon moyen d'action autour des colonies de 47,5 km, mais il est capable de se laisser porter par les vents jusqu'à 580 km pour se nourrir (Thaxter *et al.*, 2012). Compte tenu de la distance de déplacement élevée, il est donc susceptible d'atteindre la zone du large depuis un grand nombre de colonies (notamment Angleterre, France). La probabilité de retrouver les individus des colonies les plus proches de la zone d'étude est plus élevée. Elles se situent au cap Blanc Nez (Escalles), pointe de la crèche (Wimererux) et au Kent, entre 60 et 100 km de la zone d'étude.

⁴ Lors de l'exode préposital, les mâles gardent les sites de nidification tandis que les femelles partent une quinzaine de jours en mer à la recherche de ressources alimentaires suffisantes pour mener à bien la reproduction.

3.2.4. Fou de Bassan

Les zones de hauts fonds situées à l'est de la zone d'étude (dunes hydrauliques, culminant à moins de 10 m CM) ne semblent pas propices à la présence de l'espèce. Le Fou de Bassan se laisse tomber comme une flèche de 35 à 40 m de haut sur les bancs de poissons. L'oiseau est capable de poursuivre ses proies jusqu'à 30 m de fond. Mais dans la majorité des cas la capture a lieu dans la première vingtaine de mètres (Bierly & *al.*, 2001). Il est possible que la hauteur d'eau des zones de hauts fonds ne soit en général (suivant les marées) pas suffisantes pour pêcher. A l'exclusion de ces zones, la répartition est homogène. Pour son alimentation, l'espèce est influencée par la présence de chalutiers à proximité desquels on note des effectifs importants (plusieurs centaines d'individus). La présence d'épaves peut également jouer un rôle important (Nathan Legroux, comm. pers.).

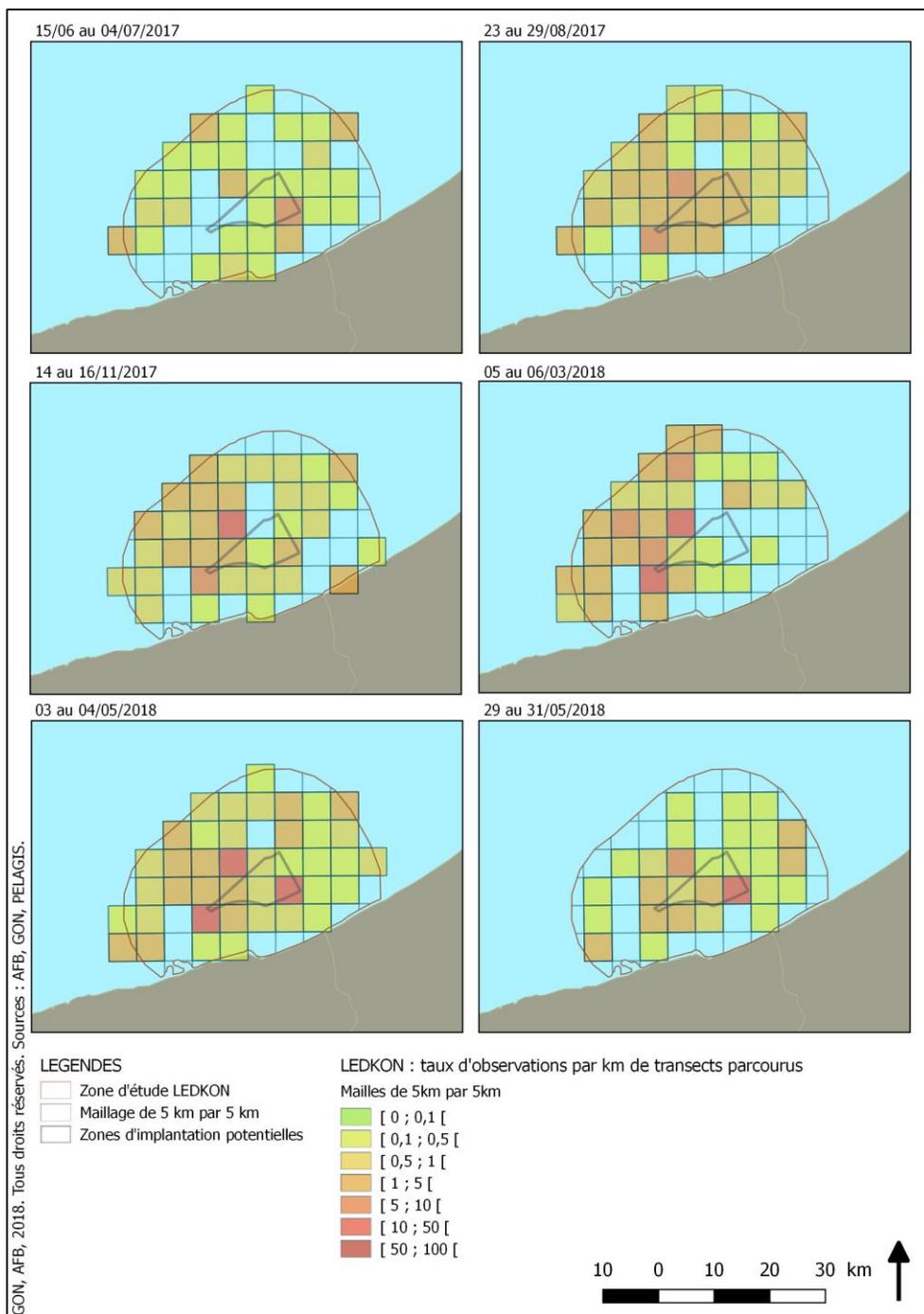


Figure 12. Taux d'observations de Fou de Bassan par maille de 5 km par 5 km dans la zone d'étude LEDKON.

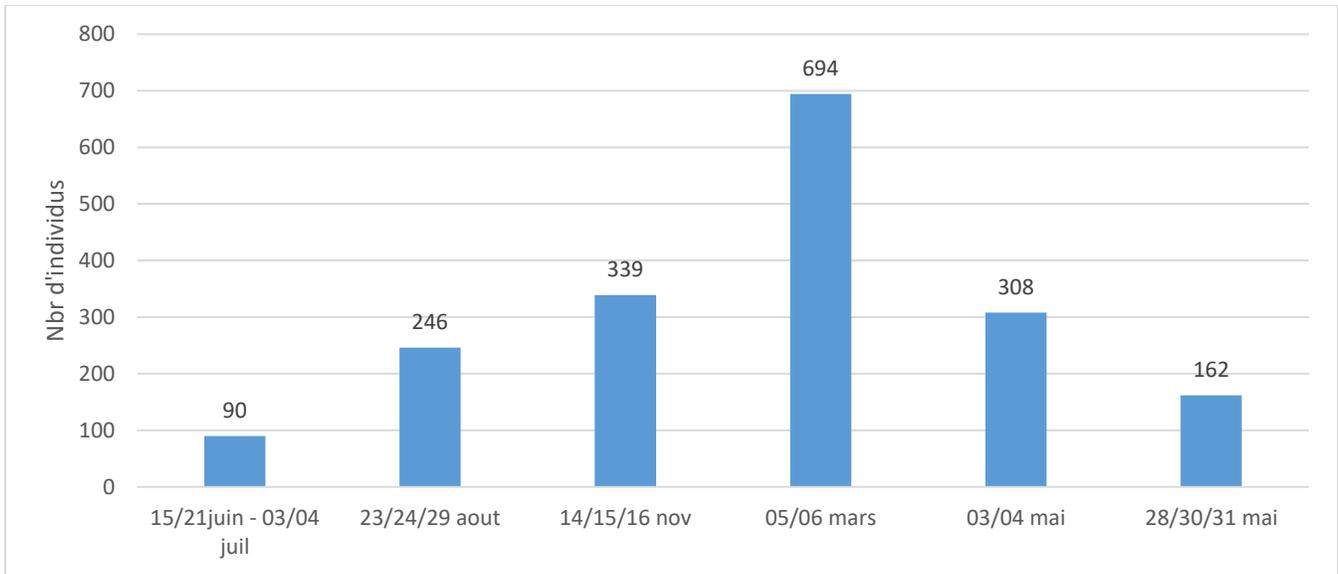


Figure 13. Effectifs de Fou de Bassan relevés par sessions.

Les Fous sont majoritairement présents en hiver et en migrations post- et pré-nuptiale (sessions 3, 4 et 5). Les premières colonies étant éloignées (île d'Aurigny dans l'archipel anglo-normand, île Rouzic dans l'archipel des sept îles et îles britanniques (Hemery & al., 1991) les individus reproducteurs, voir erratiques, fréquentent probablement peu la zone d'étude durant la période de nidification, ce qui peut expliquer les effectifs plus faibles au cours des sessions 1,2 et 6.

Le Fou de Bassan est l'espèce observée en plus grand nombre depuis la côte. En 2017, 41 920 individus ont été recensés à partir du Cap Gris Nez, dont 18 652 pendant le mois d'octobre (Trekellen, site internet consulté le 01/10/18).

3.2.5. Goélands

Il a été choisi de séparer les cartes de répartition du Goéland argenté de celles des Goélands noirs (Goéland brun et Goéland marin) afin de mettre en avant la répartition plus côtière du Goéland argenté.

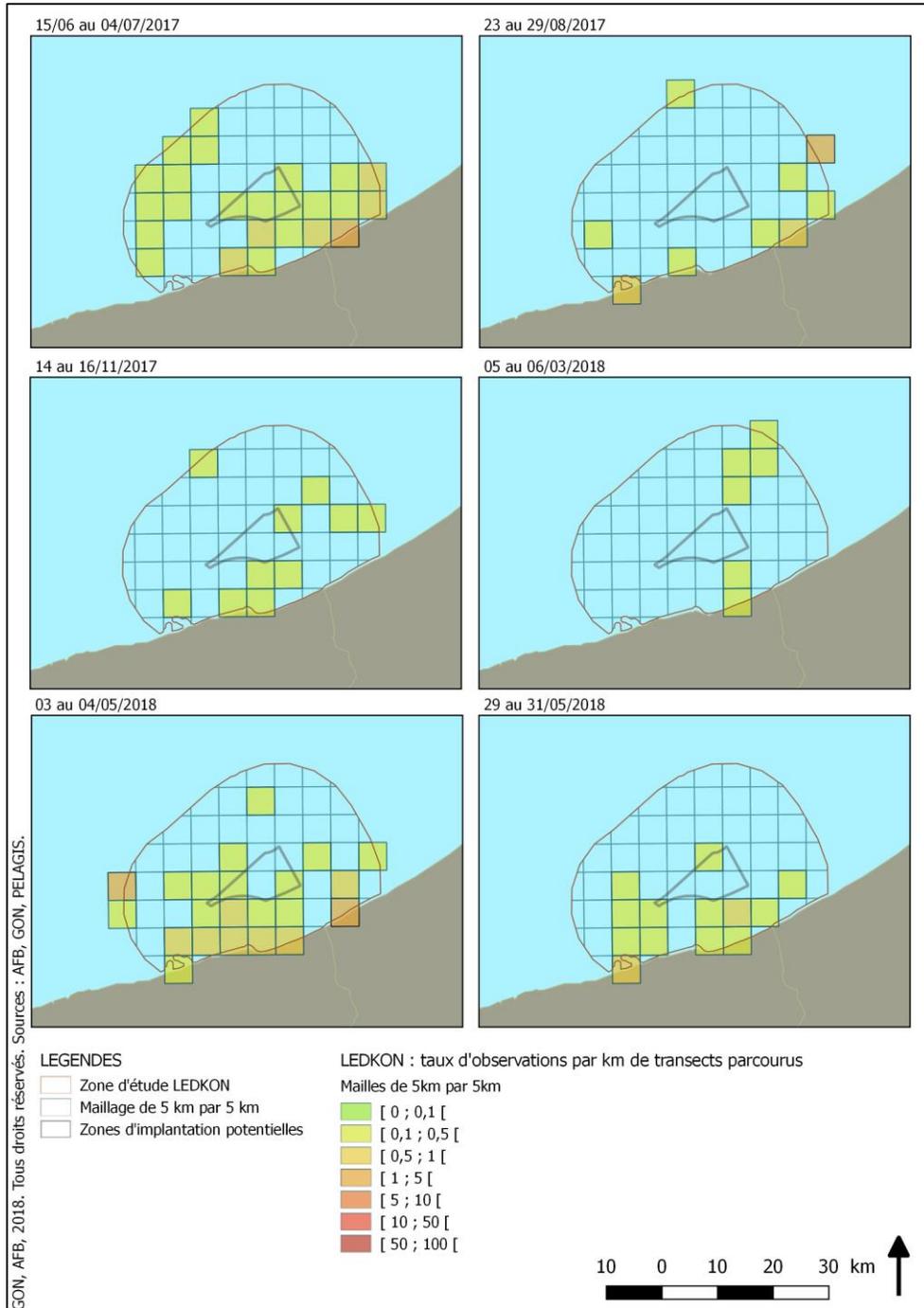


Figure 14. Taux d'observations de Goéland argenté par maille de 5 km par 5 km dans la zone d'étude LEDKON.

Au cours des 6 sessions, la répartition du Goéland argenté est concentrée le long du littoral, dans une bande située entre 0 et 12 km de la côte. Ceci n'exclut pas la présence de manière plus marginale de l'espèce plus au large.

La zone du projet de parc est principalement utilisée par l'espèce lors de la période de reproduction (sessions 1, 5 et 6), notamment dans sa partie sud (plus proche de la côte).

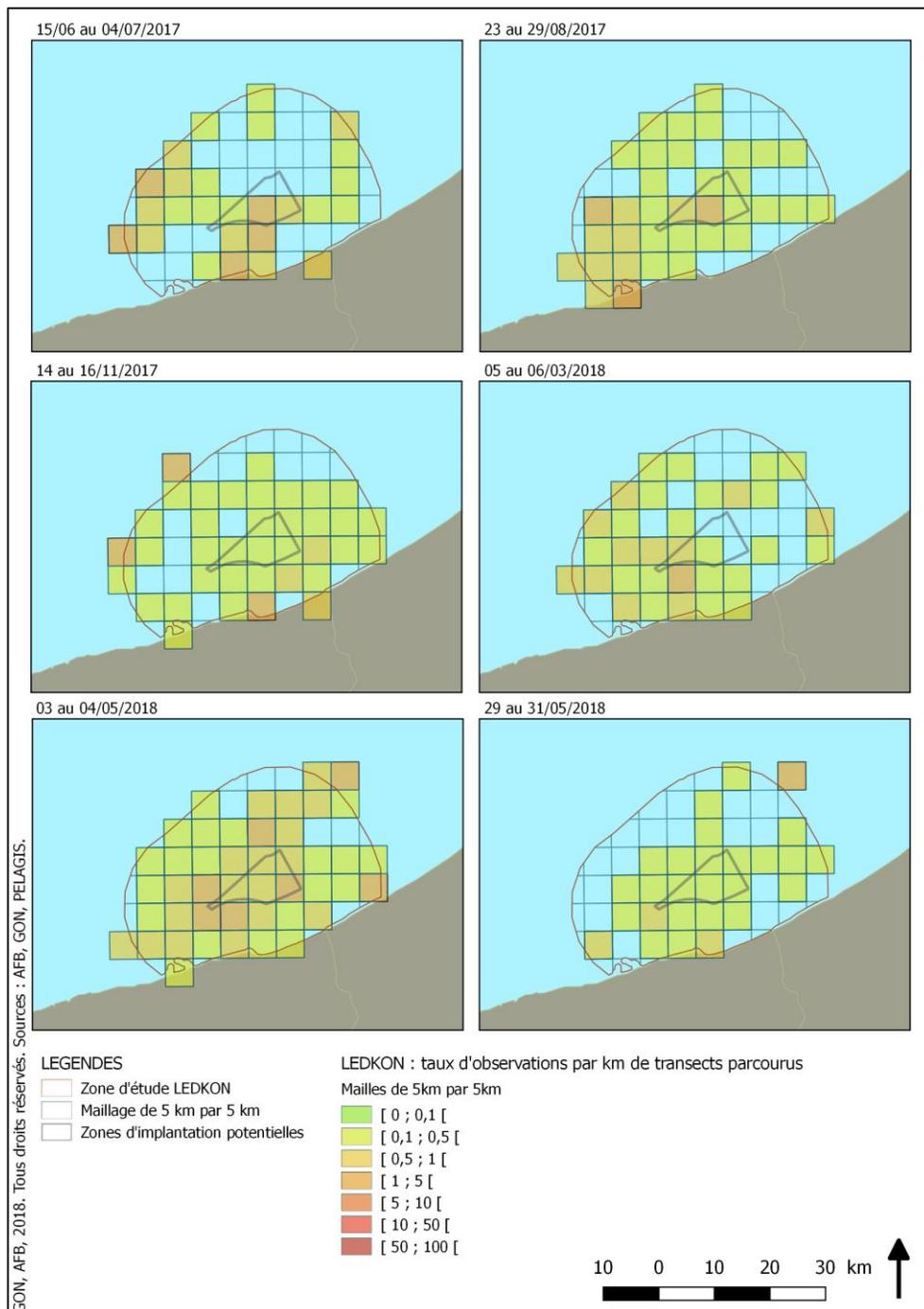


Figure 15. Taux d'observations de "Goéland noirs" par maille de 5 km par 5 km dans la zone d'étude LEDKON.

Les Goélands noirs sont répartis sur l'ensemble de la zone d'étude (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Des densités supérieures sont relevées à l'extrémité est, correspondant à des zones de hauts fonds, où la culture mytilicole et le déversement de nutriments apportés par le fleuve Yser peuvent contribuer à son alimentation. Des densités élevées sur ce secteur sont également observées en période de reproduction, particulièrement lors de la session 5 pour le Goéland argenté (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Des effectifs importants sont relevés au cours de l'ensemble des sessions sur la zone du projet de parc pour les Goélands brun et marin.

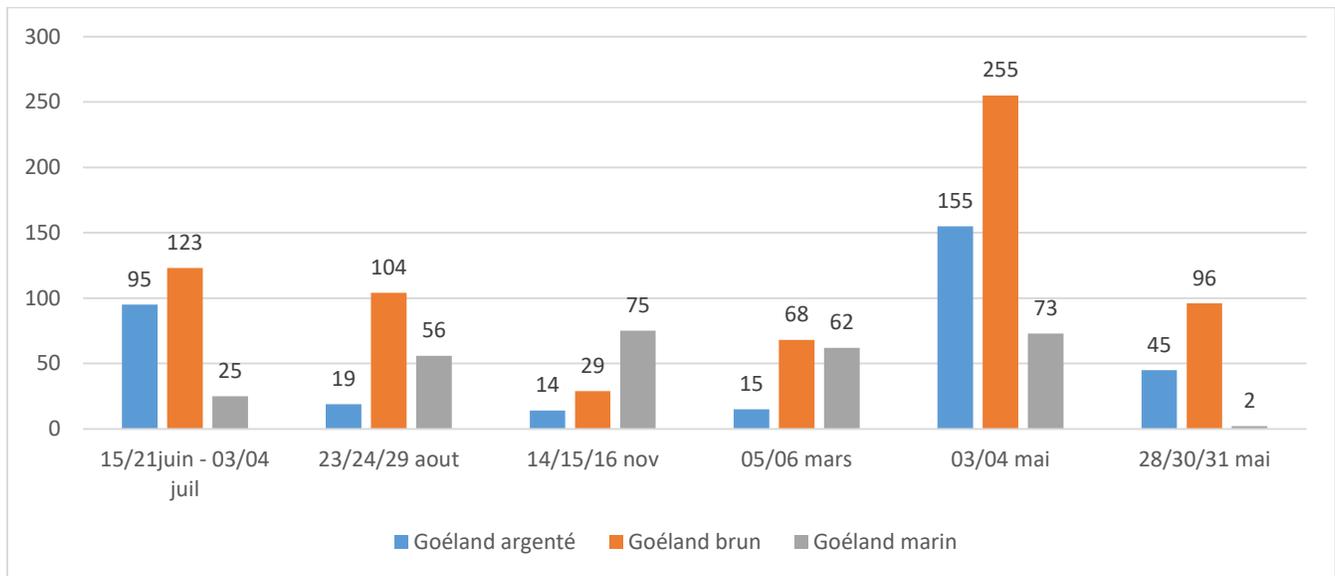


Figure 16. Effectifs de goélands relevés par sessions.

Les effectifs des 3 espèces sont significatifs toute l'année. Les effectifs de Goéland brun sont supérieurs à ceux des deux autres espèces, sauf lors de la session 3 correspondant à la période hivernale où le Goéland marin domine (période d'afflux de l'espèce en Nord – Pas-de-Calais). Les faibles effectifs de Goélands argenté et brun en période hivernale (sessions 3 et 4) sont surprenants, sachant que des dizaines de milliers d'oiseaux hivernent dans le Nord Pas-de-Calais.

Les effectifs élevés pour les 3 espèces lors de la session 5 correspondent au début de la période de reproduction.

3.2.6. Mouette tridactyle

La Mouette tridactyle, espèce pélagique, est répartie sur la majeure partie de la zone d'étude. D'après les relevés nautiques, l'espèce semble éviter les zones de haut-fond situées à l'est et une proximité avec la côte. On remarque une densité élevée en novembre 2017 (session 3) s'expliquant par la présence de nombreux migrants.

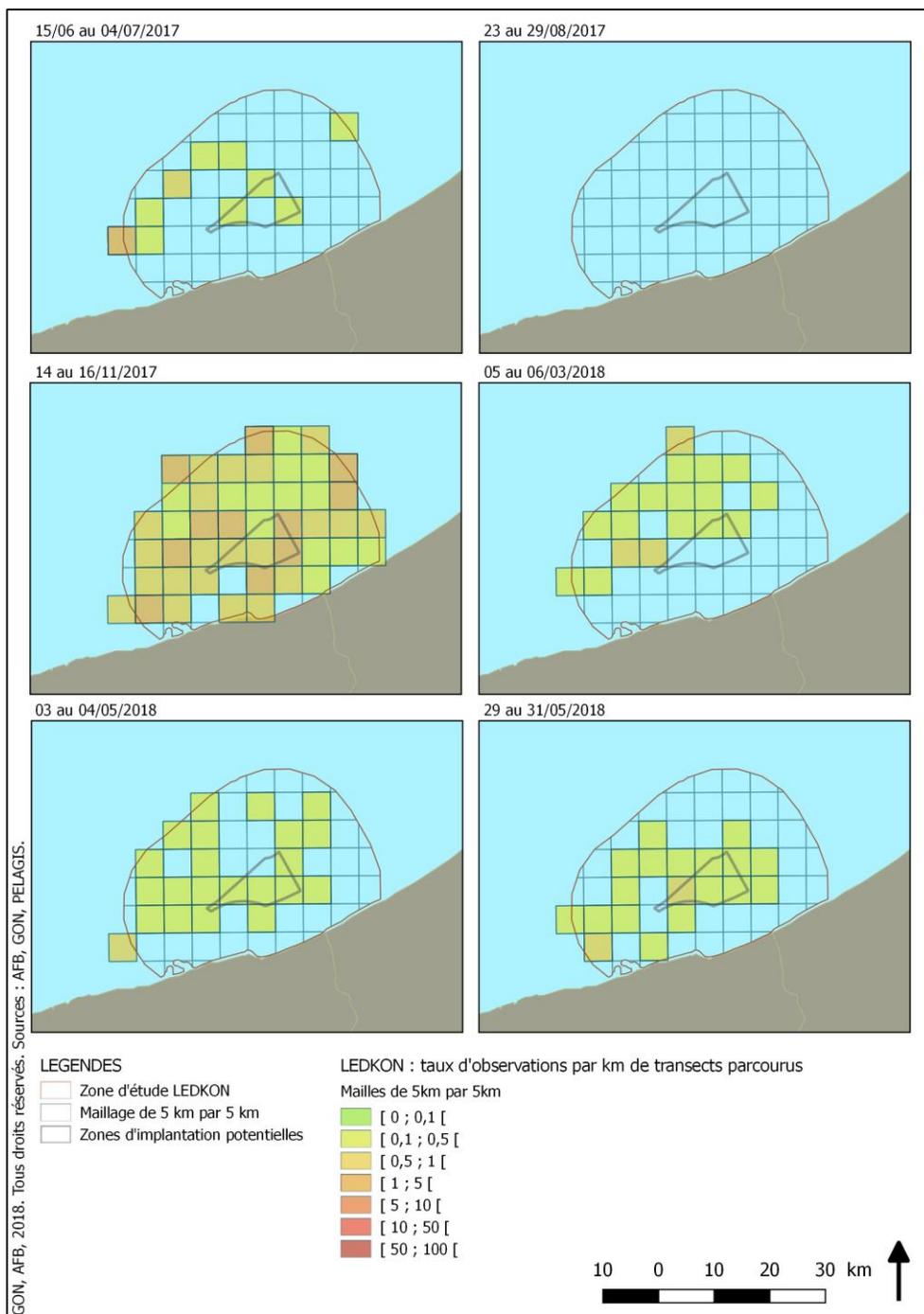


Figure 17. Taux d'observations de Mouette tridactyle par maille de 5 km par 5 km dans la zone d'étude LEDKON.

L'espèce utilise aussi la zone du projet de parc pendant la période de reproduction (sessions 1, 5 et 6). Les densités restent modérées compte tenu des effectifs importants des colonies voisines. Les faibles vents lors des relevés nautiques peuvent engendrer une sous-estimation des effectifs liée à une faible activité de l'espèce dans ces conditions. Toutefois, il convient d'étudier les résultats en complémentarité avec d'autres méthodes de suivi afin de tirer des conclusions solides.

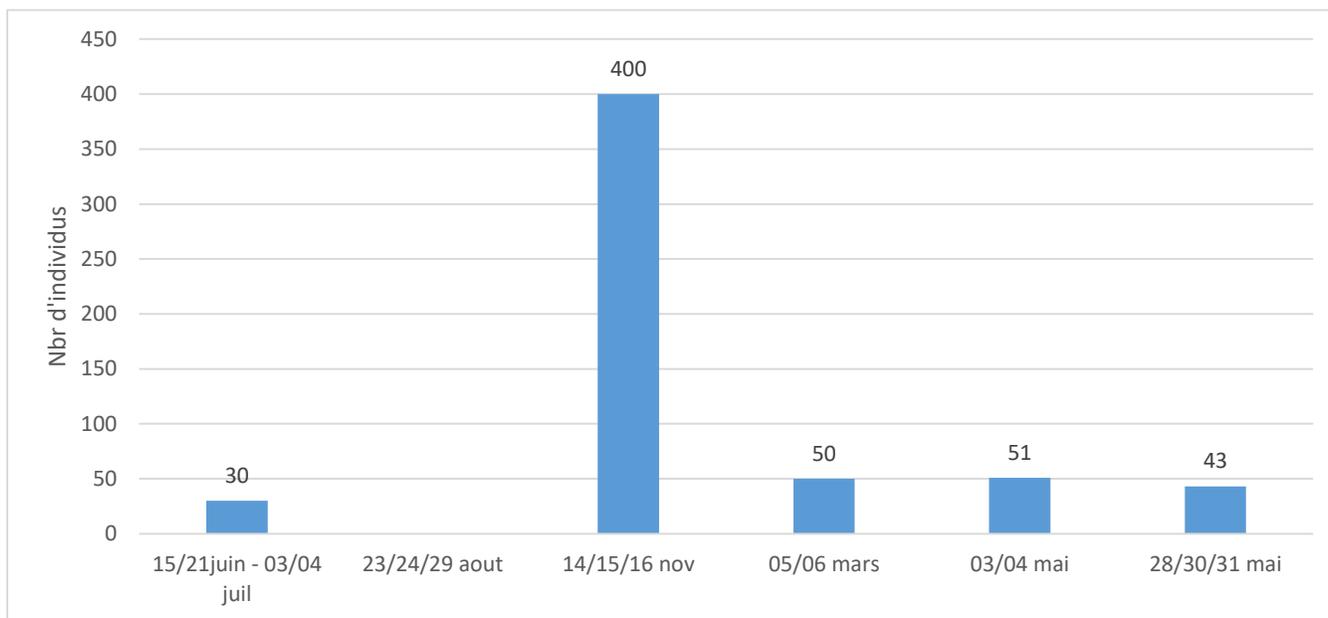


Figure 18. Effectifs de Mouette tridactyle par sessions.

Le pic du nombre d'individus est relevé en novembre (au cours de la 3^{ème} session) correspondant à des migrateurs lors de leur transit post-nuptial observés majoritairement en vol (147 observations en vol contre 45 posés)

Au total, 574 individus sont dénombrés dont 400 lors de la session 3.

Le pic observé en novembre est cohérent avec le suivi depuis le cap Gris-Nez, qui montre que les effectifs sont plus abondants dans le détroit pendant la période de migration postnuptiale. Ainsi, 14 526 individus ont été comptés de septembre à novembre 2017.

3.2.7. Macreuse noire

La Macreuse noire a été majoritairement observée en halte migratoire dans la partie Est de la zone d'étude lors des relevés bateau.

Les nutriments déversés par le fleuve Yser favorisent la présence de crustacés, mollusques et autres proies dont les macreuses se nourrissent. A ce titre, l'Est de la zone d'étude (proche de l'embouchure du fleuve Yser) constitue probablement un secteur d'importance pour l'alimentation de l'espèce. D'importants effectifs y ont ainsi été observés en halte au cours des sessions 2 (fin août 2017), 4 (début mars 2018) et 5 (début mai 2018) avec respectivement 250, 450 et 300 individus (Figure 19).

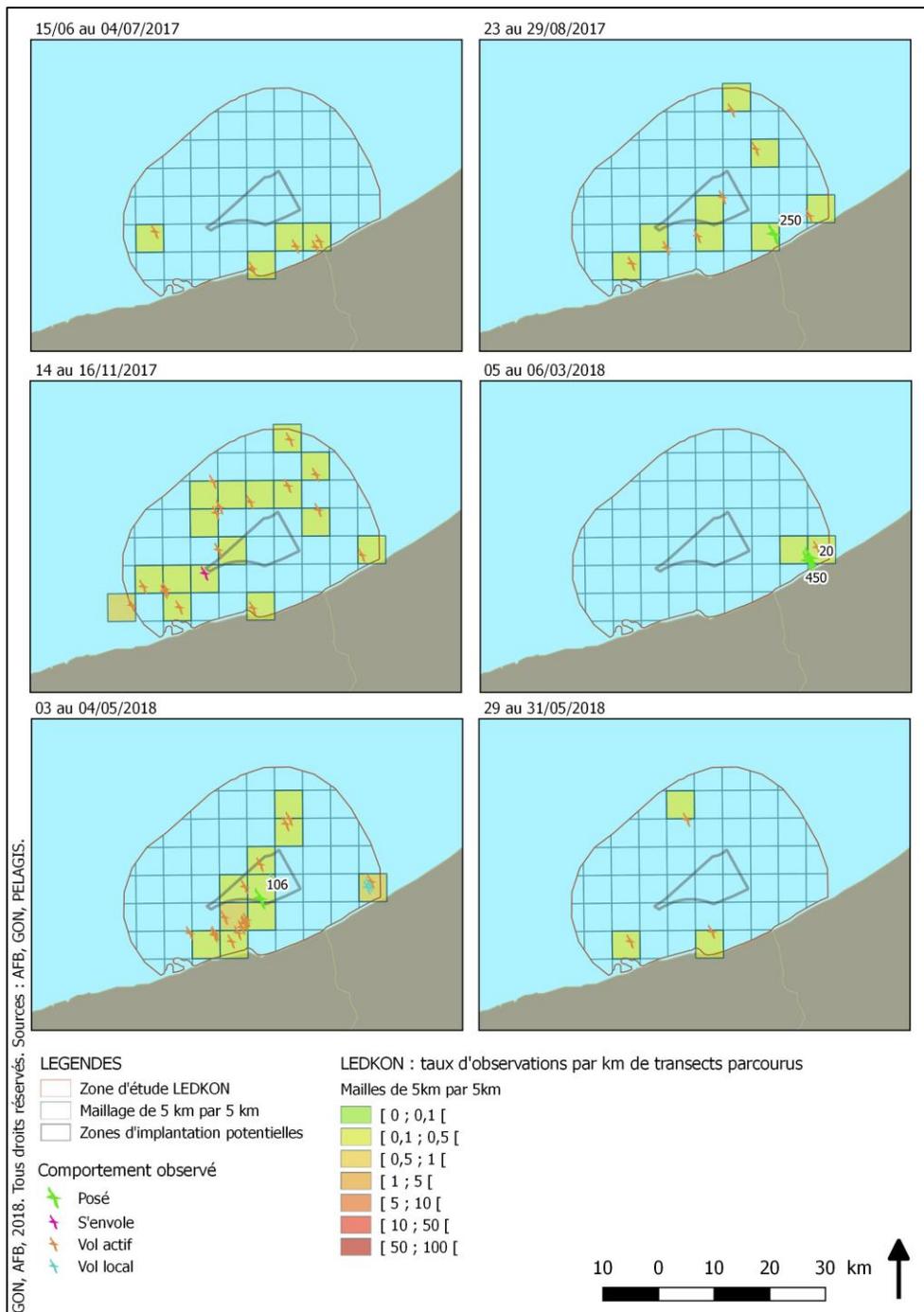


Figure 19. Taux d'observations de Macreuse noire par maille de 5 km par 5 km dans la zone d'étude LEDKON. Les observations ont été cartographiées avec une discrétisation sur le comportement. Les effectifs en halte (comportement « Posé ») sont indiqués.

La zone du projet de parc ne semble pas bénéficier d'une concentration de nourriture permettant d'attirer cette espèce. Ainsi, le nombre pourtant élevé d'observations dans ou à proximité de la zone d'implantation potentielle

du parc éolien concerne majoritairement des individus en vol actif. Il est à noter qu'une halte de 106 individus a toutefois été observée au cœur de cette zone (début mai 2018, session 5).

N.B. : Lors de la sixième session, un problème technique (panne de moteur) a empêché de réaliser le dernier transect. Il est donc impossible d'étudier les résultats de la session 6 à l'extrémité Est de la zone.

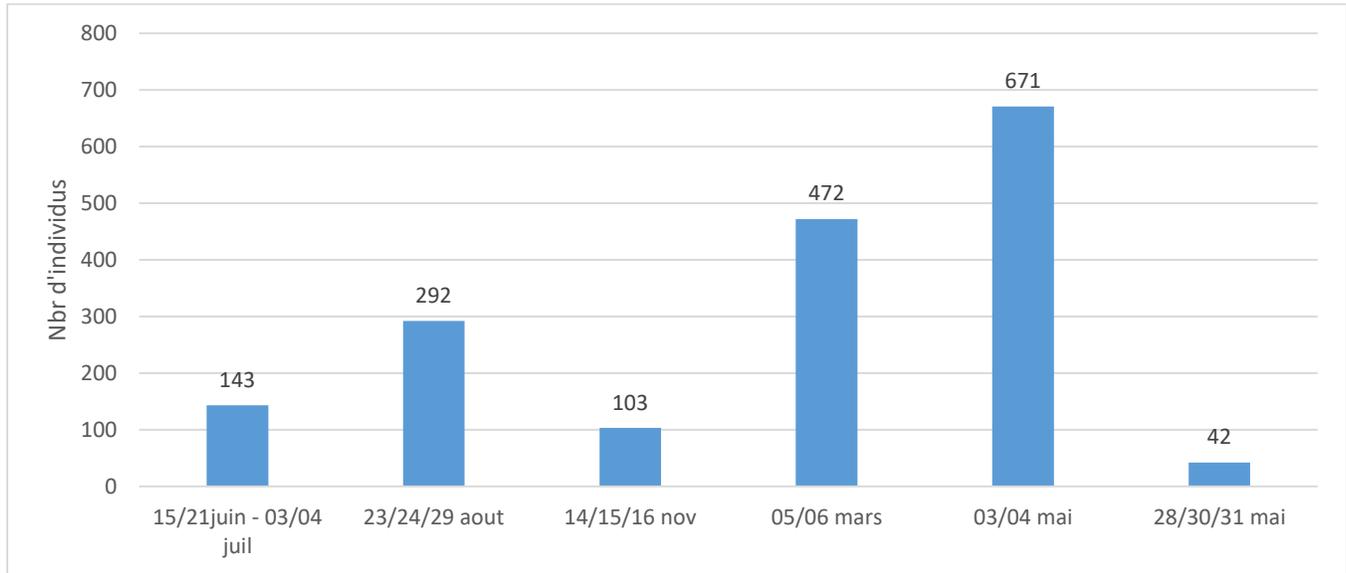


Figure 20. Effectifs de Macreuse noire relevés par session.

Au total, 1723 individus ont été comptabilisés pour 56 observations, soit en moyenne 30 individus par groupe (maximum de 450 individus).

Le pic d'effectifs est noté lors de la cinquième session pendant la période d'afflux des individus migrateurs.

La Macreuse noire est un migrateur connu dans le détroit du Pas-de-Calais. Des milliers d'individus migrent et peuvent donc potentiellement traverser la zone de projet. En 2017, **35 369** individus (estimation basse) ont été observés en migration au cap Gris-Nez (Trekellen, site internet consulté le 01/10/18).

3.2.8. Sternes

Les deux espèces de sternes observées dans la zone d'étude sont la Sterne pierregarin et la Sterne caugek. Au cours de la période de reproduction, chacune d'elles présente un patron de répartition relativement proche. En effet, elles sont toutes deux majoritairement observées à proximité de la côte, contrairement à des espèces pélagiques telles que le Fulmar boréal ou la Mouette tridactyle. La répartition de la Sterne pierregarin est davantage homogène au cours de la session 5 (début mai 2018) avec des observations réparties un peu plus au large, mais elle présente en général une densité plus importante à proximité de la côte (Figure 22).

Ne se laissant pas porter par le vent, à la différence des oiseaux dits « pélagiques », les sternes opèrent en vol un battement d'ailes constant les empêchant de réaliser des distances importantes sans dépenser de grandes quantités d'énergie. La recherche de nourriture est donc réalisée dans un rayon plus limité autour des sites de nidification. La Sterne caugek et pierregarin possèdent un rayon moyen d'action autour des colonies

respectivement de 11,5 et 4.5 km. La Sterne caugek est toutefois capable de parcourir 30 à 50 km pour se nourrir (Thaxter *et al.*, 2012).

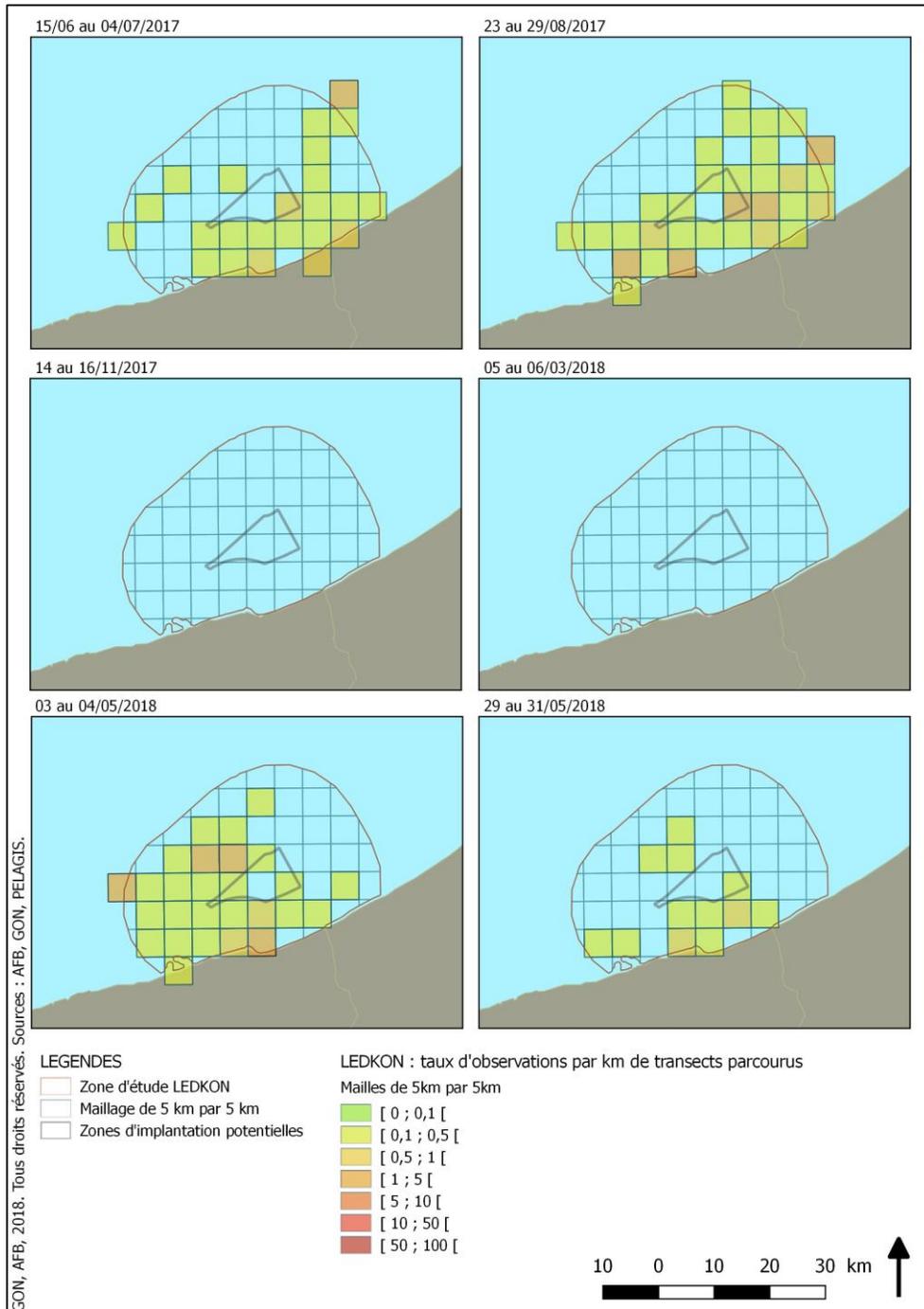


Figure 21. Taux d'observations de Sterne caugek par maille de 5 km par 5 km dans la zone d'étude LEDKON.

Les sternes se nourrissent de petits poissons (lançons, sprats, anchois) ce qui peut expliquer une fréquentation plus faible des zones les plus profondes (au large et à l'ouest de la zone d'étude).

Lors de la campagne, les individus ont été majoritairement observés entre 0 et 10 km de la côte, mais parfois jusqu'à 43 km de la colonie la plus proche en l'état actuel de nos connaissances, à Gravelines (900 couples en 2018). Sur les 26 observations réalisées le 04 juillet, 12 observations sont situées à l'extrémité est à une distance minimale de 30 km de la colonie de Gravelines ce qui contredit les estimations de Thaxter *et al.* (2012) (sauf cas d'une colonie en Belgique non répertoriée). Les taux d'observations sont élevés et répartis de manière homogène le long de la bande côtière. La zone du projet de parc semble donc constituer une zone de nourrissage et de transit d'importance ; en particulier sa partie est.

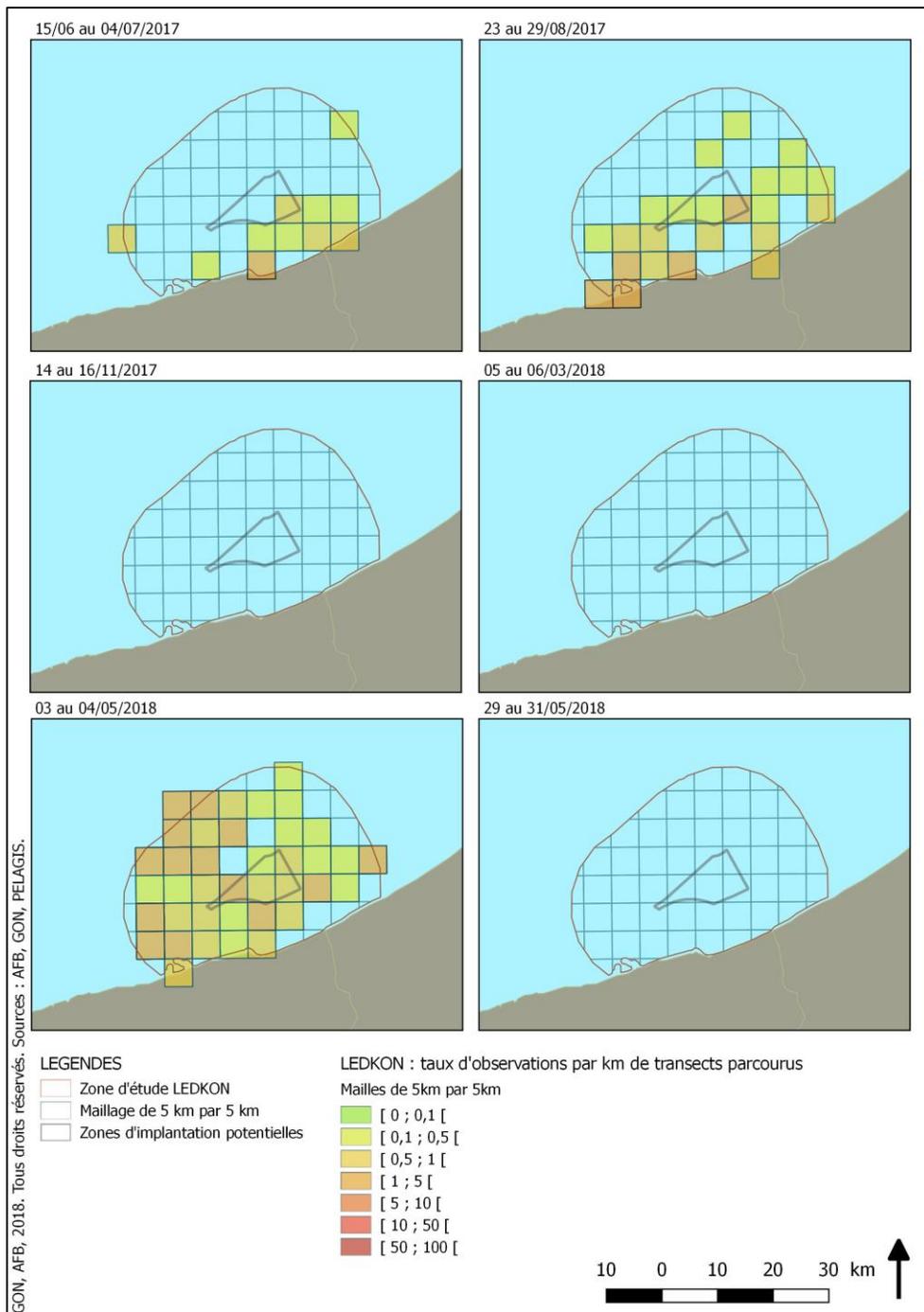


Figure 22. Taux d'observations de Sterne pierregarin par maille de 5 km par 5 km dans la zone d'étude LEDKON

Le rayon maximal de déplacement de la Sterne caugek est estimée à 54 km (Thaxter *et al.*, 2012). Lors de la campagne, les individus observés sont essentiellement concentrés entre 0 et 15 km de la côte et jusqu'à 45 km de la colonie du Platier d'Oye (202 couples en 2017), conformément à l'estimation de Thaxter *et al.*, 2012. Les taux sont élevés le long de la bande côtière (0 à 15 km). Les relevés de la session 1 (unique session concernée

exclusivement par des individus reproducteurs) montrent une concentration des observations dans la zone de haut-fond située à l'est de la zone d'étude.

La zone du projet de parc semble représenter une zone de nourrissage et de transit d'importance. Comme pour la Sterne pierregarin, la partie est semble davantage fréquentée durant la période de reproduction.

La Sterne naine pourtant nicheuse dans le Nord – Pas-de-Calais n'a pas été détectée. En effet le rayon de déplacement autour de la colonie étant estimé entre 2.1 et 11 km (Thaxter *et al.*, 2012), la colonie la plus proche en 2018 (Platier d'Oye) est trop éloignée de la zone d'étude. En 2018, aucun individu ne s'est reproduit sur le banc du Clipon (Gravelines), située à 11 km du projet de parc, ce qui peut expliquer l'absence d'observation. Toutefois cette espèce étant flexible dans le choix de ses sites de nidification, il convient de ne pas prendre ces résultats comme acquis pour les prochaines années.

Les relevés de la campagne sont idéaux pour constater la fonctionnalité de la zone pour les colonies situées à proximité. En effet, les conditions météorologiques (vents faibles) lors des relevés constituent des conditions favorables pour l'activité de recherche de nourriture par les sternes (faible turbidité de l'eau).

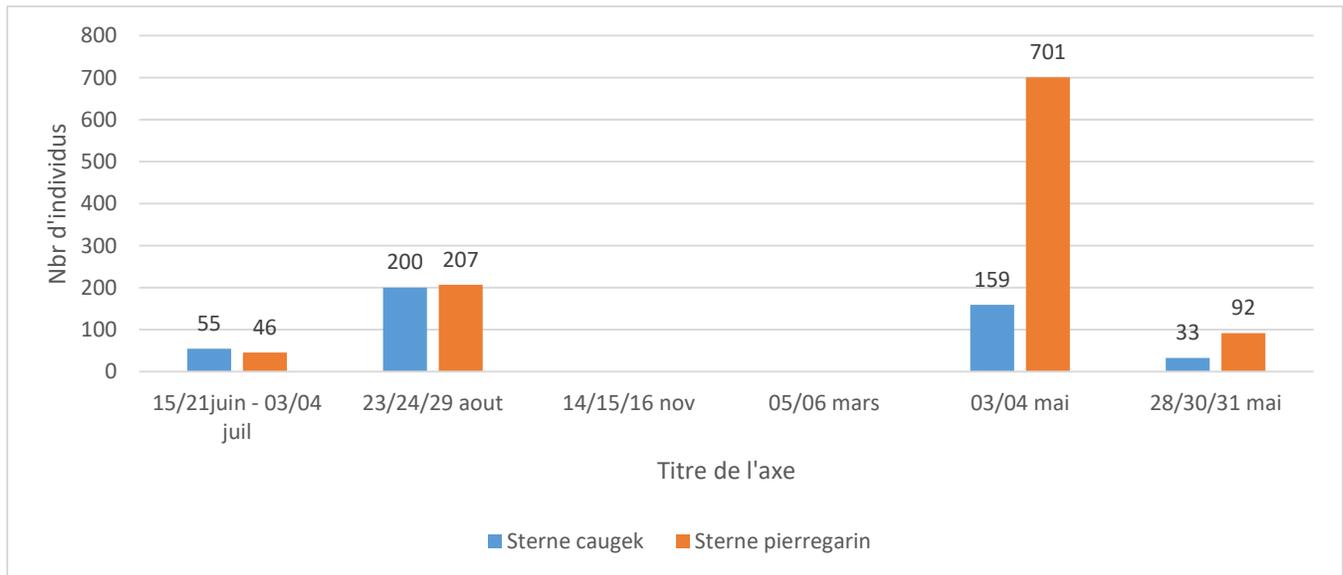


Figure 23. Effectifs de Sternes relevés par sessions

Seule la session 1 correspond à la période de reproduction (alimentation des jeunes) et a permis d'observer 55 Sternes caugek et 46 Sternes pierregarin.

Les sessions 2 et 5 correspondent à la migration (post- et pré-nuptiale, respectivement) de ces espèces. L'effectif de 701 Sternes pierregarin lors de la session 5 (début mai) s'explique par la période de pic migratoire lors des relevés. La plupart des observations au cours de ces périodes correspondent à des individus groupés en halte migratoire.

Il est difficile d'établir une répartition et une densité sur la zone d'étude pour ces espèces en périodes de migration. En effet, le flux est influencé par les conditions météorologiques et les passages peuvent être massifs et fugaces (concentrés sur quelques jours ou quelques semaines). Toutefois la présence de haltes migratoires, situées entre 1 et 5 kilomètres de la côte, est une information essentielle.

Lors des suivis terrestres réalisés annuellement au cap Griz-Nez, les effectifs observés pendant la période de migration postnuptiale varient d'une année sur l'autre entre 18 000 et 34 000 individus pour la Sterne caugek et entre 30 000 et 90 000 individus pour la Sterne pierregarin.

3.2.9. Grèbe huppé

Le Grèbe huppé est concentré à proximité du littoral et presque exclusivement pendant la période hivernale.

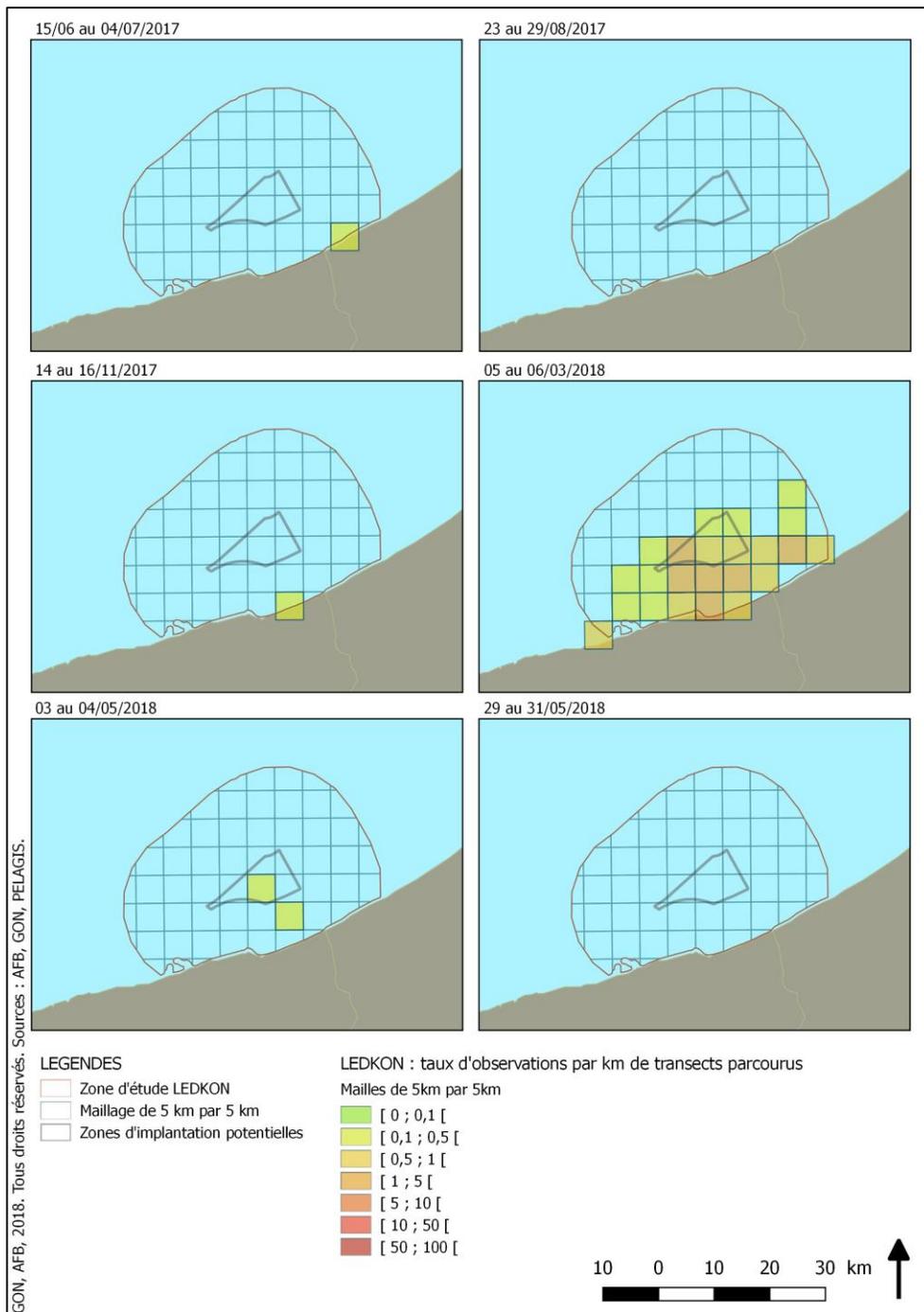


Figure 24. Taux d'observations de Grèbe huppé par maille de 5 km par 5 km dans la zone d'étude LEDKON.

Distribués le long d'une bande côtière estimée entre 0 et 15 km du littoral, les taux d'observations sont supérieurs dans la partie centrale et Sud-Est de la zone d'étude. Les zones de hauts fonds situées à l'est de la zone d'étude peuvent faciliter la recherche de nourriture (pêche) pour les individus hivernants.

Le Grèbe huppé présente pendant l'hiver des taux élevés dans la zone d'implantation potentielle du parc éolien et à proximité.

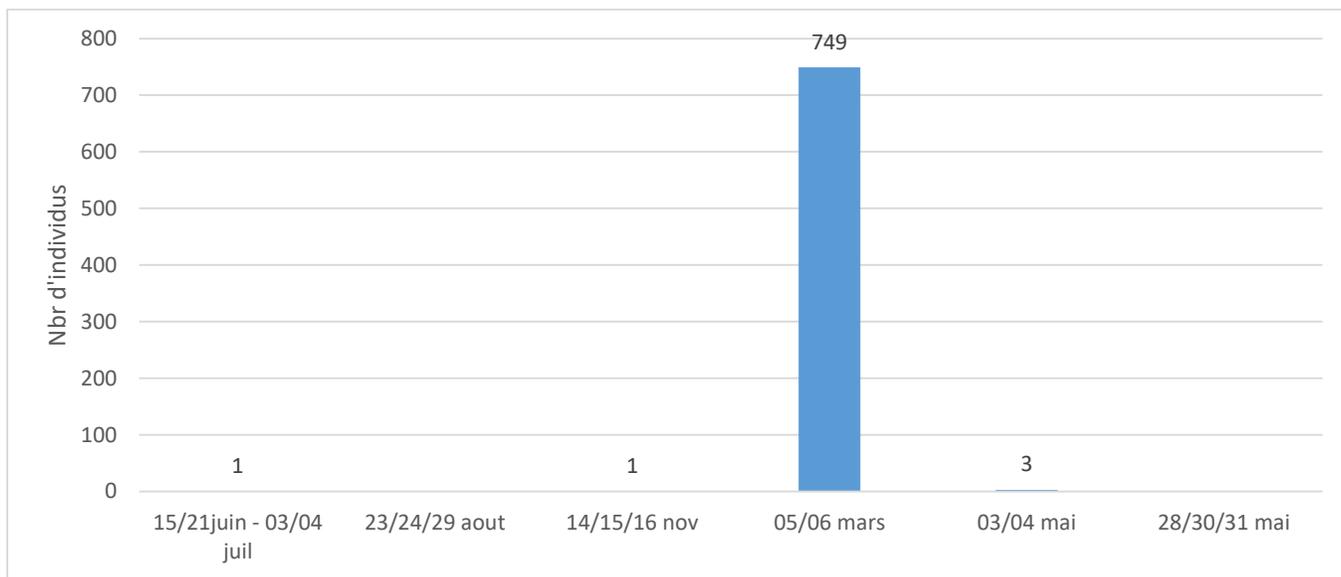


Figure 25. Effectifs de Grèbe huppé relevés par sessions.

La quasi-totalité des observations a été réalisée lors de la quatrième session (début mars 2018), comptabilisant 749 individus pour 97 données.

Par ailleurs, l'espèce est migratrice dans le détroit du Pas-de-Calais. Le trajet migratoire ne suit pas un couloir fixe, mais fluctuant en fonction de la direction des vents. Suivant les conditions météorologiques en périodes de migration, de nombreux individus pourraient traverser la zone de projet. Les pics de migration surviennent en mars et octobre (Caloin, 2013).

3.2.10. Plongeurs

Il a été choisi de ne pas séparer les deux espèces de plongeurs dans cette description, faute de données suffisantes pour le Plongeur arctique (5 données).

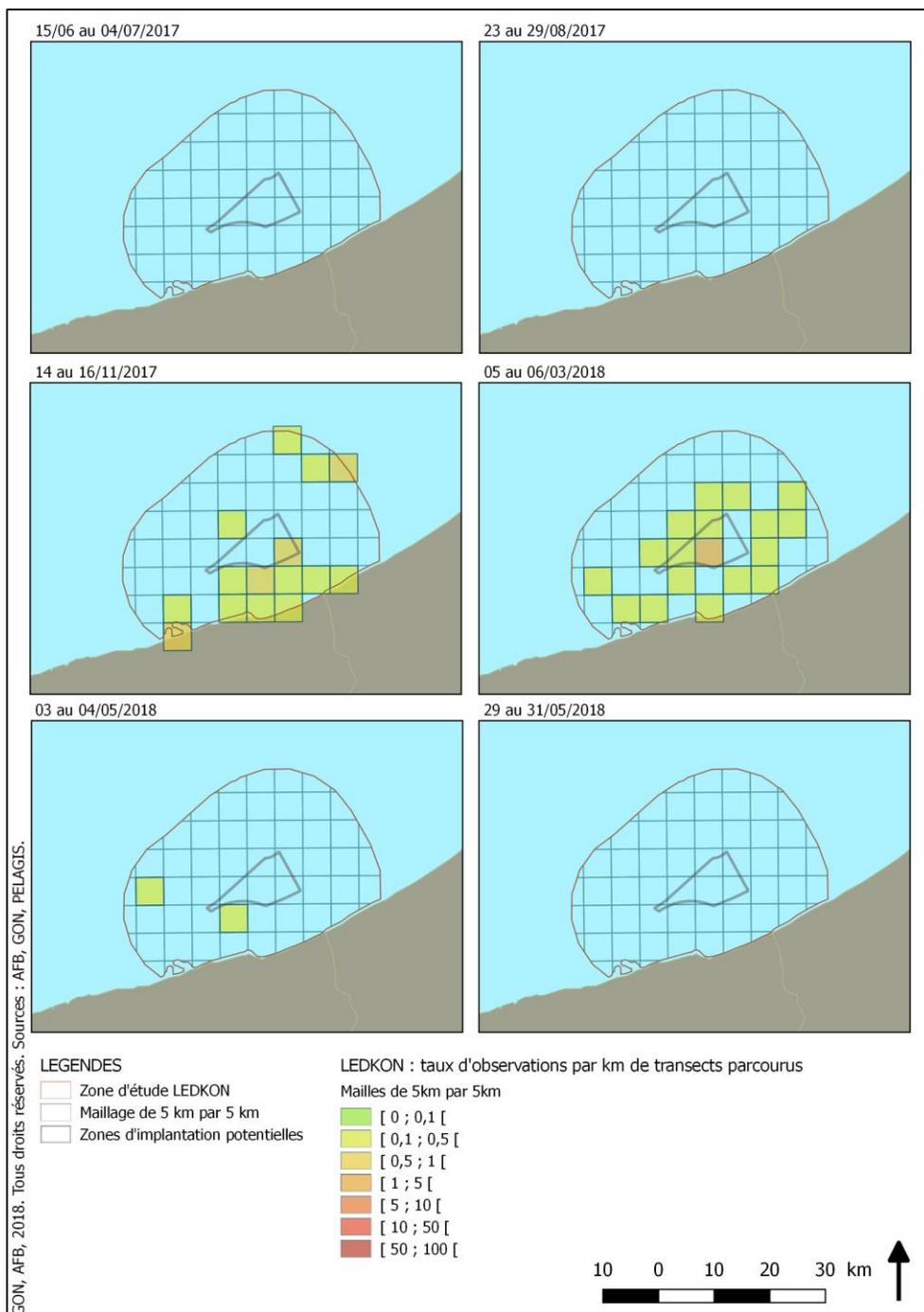


Figure 26. Taux d'observations de plongeurs par maille de 5 km par 5 km dans la zone d'étude LEDKON.

L'absence de relevés entre décembre et février ne nous permet pas d'étudier précisément la répartition des populations hivernantes. Il est probable que la quatrième session (début mars 2018) rassemble des observations d'individus hivernants (fin de période d'hivernage) et d'individus migrateurs.

Les Plongeurs semblent utiliser la zone d'étude pour effectuer leur halte migratoire (repos et alimentation). D'après les relevés nautiques, les densités sont plus faibles au large, dès 12km de distance de la côte.

La zone du projet de parc est occupée dans sa partie sud en novembre 2017 (3^{ème} session). On remarque par ailleurs une densité d'observations élevée dans la partie centrale du projet de parc en mars 2018 (4^{ème} session).

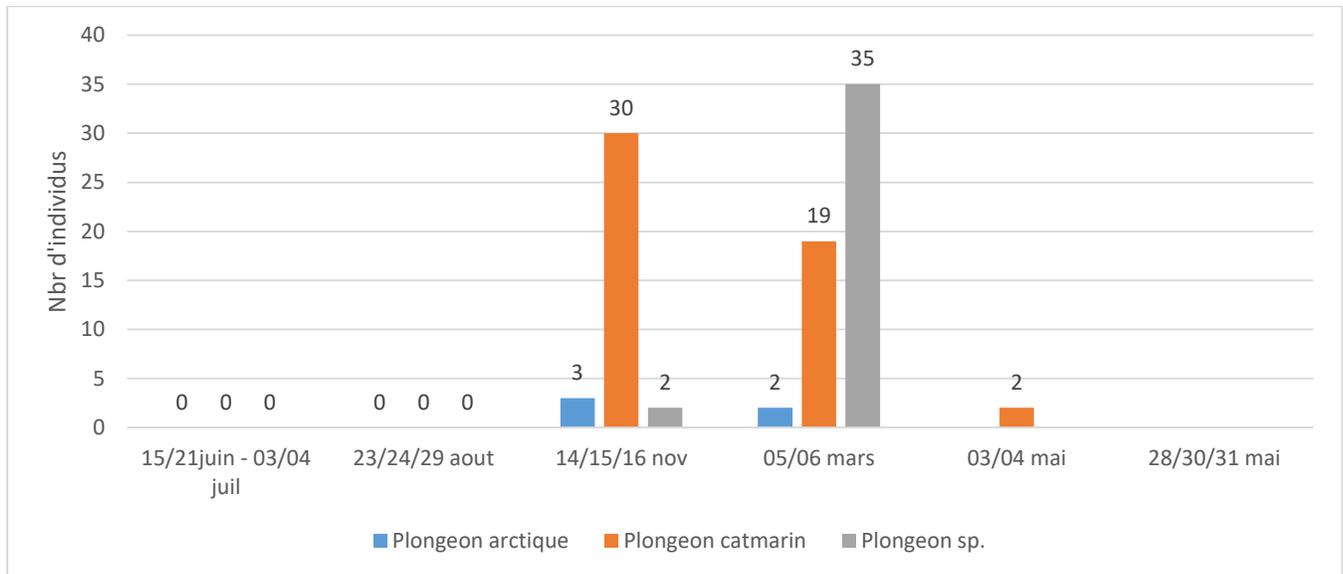


Figure 27. Effectifs de plongeurs relevés par sessions

Les faibles effectifs de plongeurs de juin à août (sessions 1 et 2) s'expliquent par des dates non propices à l'observation de ces oiseaux dans la zone d'étude.

En novembre 2017 et mars 2018 (3^{ème} et 4^{ème} sessions), respectivement 35 e 56 individus ont été observés, ce qui représente la quasi-totalité de l'effectif observé lors de la campagne.

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 difficiles et engendre une sous-estimation des effectifs. Toutefois la réaction des Plongeurs catmarin s'avère moins forte lors des suivis effectués en avion (Caloin., comm pers). Les effectifs non déterminés sont probablement des Plongeurs catmarin, du fait de leur comportement de fuite à grande distance, non constaté pour le Plongeur arctique. Bien que moins sensible au dérangement, le Plongeur arctique a été nettement moins observé, donc on peut affirmer qu'il est bien plus rare que le Plongeur catmarin dans la zone d'étude.

Lors de conditions météorologiques favorables au déplacement des oiseaux dans le détroit du Pas-de-Calais, plusieurs milliers de plongeurs en migration sont dénombrés depuis la côte et peuvent potentiellement traverser la zone de projet de parc. En 2017, 5 036 Plongeurs catmarin et 866 Plongeurs arctiques ont été comptés en migration au cap Gris-Nez. Le rapport entre les effectifs migratoires de ces deux espèces est donc cohérent avec les résultats de la campagne nautique (environ 1 Plongeur arctique pour 10 Plongeurs catmarin).

4. Limites de l'étude

Cette étude a permis d'apporter des connaissances nouvelles sur les fonctionnalités de la zone d'étude pour un bon nombre d'espèces d'oiseaux et pour le marsouin. Cependant, l'interprétation des résultats doit être faite avec prudence. La méthode d'observation par transects nautiques a permis d'apporter des éléments complémentaires d'un suivi aérien ou des comptages depuis la côte. Il reste néanmoins important d'enrichir cette base de travail avec des études approfondies et ciblées.

4.1. Conditions météorologiques défavorables à l'afflux des oiseaux marins

Le littoral du Nord – Pas-de-Calais jouxte un couloir de migration d'importance internationale pour les oiseaux pélagiques et côtiers. Par exemple, 36 191 Bernaches cravants, 17 028 Mouette pygmée, 1 613 Grand labbe et 2 228 Puffin des anglais ont été observés au cours de la période de migration postnuptiale et pré-nuptiale 2017 au cap Gris Nez (Trektellen, site internet consulté le 01/10/18). Ces estimations basses (relevés partiels dépendant de la pression d'observation) ne peuvent être restituées par les relevés effectués par avion et par bateau, car leur échantillonnage temporel (une session tous les 2 mois en moyenne) n'est pas adapté aux passages migratoires.

Les conditions de survol ou de navigation ne permettent pas de quantifier le passage migratoire et le déplacement de certaines espèces. Comme évoqué précédemment, les oiseaux dits « pélagiques » utilisent les vents pour se déplacer. Or, les vents forts sont évités lors des sessions d'observations nautiques, si bien que les conditions favorables aux sorties en bateau sont des conditions défavorables pour le déplacement au large de ces espèces.

Sur les 148 espèces observées depuis la côte lors des deux périodes de migration en 2017 (Trektellen, site internet consulté le 01/10/18), 57 ont été détectées au cours des campagnes réalisées au cours de ces mêmes périodes (novembre 2017 et mars 2018).

Eléments d'explications :

- Relevés trimestriels non adaptés pour visualiser le passage des espèces à courte phénologie de passage (exemple : Bernache cravant)
- Sous détection due à la qualité d'observation plus faible (mouvement du bateau), absence de longue vue.
- Absence de conditions météorologiques favorables lors des relevés nautiques pour le passage migratoire.

Certaines espèces d'oiseaux utilisent les vents pour se déplacer afin d'économiser leur énergie. L'absence de vent, les contraint à l'inactivité. Le flux migratoire est ne peut donc être estimé à partir des relevés nautiques, car il est concentré dans des zones et les périodes les plus venteuses.

La comparaison des résultats de suivis simultanés réalisés depuis la côte à Dungeness et au cap Gris-Nez montre clairement que les conditions météorologiques ont une incidence directe sur le déplacement de la plupart des oiseaux. Ainsi, un vent de nord-ouest peut concentrer l'essentiel du flux sur les côtes françaises et peu d'oiseaux sont observés depuis l'Angleterre. A l'inverse, un vent de sud pousse les oiseaux vers les côtes anglaises, si bien que peu d'oiseaux sont observés depuis le cap Gris-Nez. Par vent faible ou parallèle à leur direction de vol, le flux migratoire peut s'étaler sur une grande partie de la largeur du détroit, et pour partie hors de vue des côtes. Par ailleurs, la force et la direction des vents (en mer du Nord lors de la migration postnuptiale et en Atlantique/Manche Sud lors de la migration pré-nuptiale) ont également une incidence sur les déplacements des oiseaux dans le détroit du Pas-de-Calais.

Pour ces raisons, il est difficile d'établir à partir des données de la campagne nautique seule des conclusions robustes sur l'utilisation de la zone d'étude par les oiseaux, notamment au cours des périodes de migration.

Les trajets migratoires peuvent être majoritairement prédits en fonction des connaissances (phénologie) et des facteurs influençant le passage (température, vents, pluviométrie...) mais cela nécessite un suivi en temps réel de ces différents paramètres.

4.2 Autres limites de la méthode d'observation nautique

Sous-détection de certaines espèces :

En règle générale, le niveau de détection n'est pas homogène pour toutes les espèces lors des suivis à vue (aérien, nautique ou terrestre). La probabilité de détection dépend des paramètres suivants :

- Taille : les espèces de petite taille sont systématiquement sous-détectées.
- Couleur : les espèces de coloration foncée sont plus difficiles à repérer sur fond de mer ; les espèces de coloration claire sont plus difficiles à repérer sur fond de ciel (Flohart, comm. pers.).
- Type de vol : les espèces volant au ras de l'eau passent plus facilement inaperçues lors des relevés nautiques et terrestres ; ce phénomène s'accroît lorsque la mer est agitée.
- Altitude : les espèces se déplaçant habituellement à haute altitude (Plongeon arctique, rapaces, etc.) sont sous-détectées car passant en dehors du champ de vision des observateurs.

Absence de connaissances relatives à la migration nocturne en mer :

Les relevés ne prennent pas en compte les déplacements nocturnes. Or des études récentes menées par radar ont montré que **deux tiers des oiseaux se déplacent de nuit durant leur migration** (Migration, 2007 – 2012).

Couvertures spatiale et temporelle limitées :

Pour acquérir une bonne connaissance du site et de sa fonctionnalité pour les oiseaux au cours des différentes phases de leurs cycles biologiques, il conviendrait de réaliser un suivi avec une fréquence et une couverture spatiale plus importantes. En effet, 6 sessions réalisées au cours d'une année (moins de 2 % de couverture temporelle) ne permettent pas de couvrir la phénologie des différentes espèces pouvant potentiellement fréquenter la zone, notamment au cours de périodes à enjeu fort comme les périodes de migration. Certaines espèces transitent par la zone durant quelques semaines seulement, voire quelques jours, par an, si bien qu'une méthode de suivi en continu est nécessaire pour être sûr de détecter leurs passages.

La couverture spatiale est, quant à elle très limitée par la vitesse du bateau et les moyens humains disponibles. La présente étude a tout de même permis de couvrir 27 % du territoire défini.

Il sera nécessaire de travailler sur ces limites pour la définition des protocoles si une campagne nautique est programmée pour la réalisation de l'état initial, ou de réfléchir à une méthode complémentaire permettant un suivi précis des flux migratoires

Références bibliographiques

- Bierly, A.S. & Fernandez, P.G. 2001. Diving depths of Northern Gannet : Acoustic observations of *Sula bassana* from an Autonomous Underwater vehicle. *Auk* 118(2). 529-534p.
- 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.
- Caloin F. (coord.), 2014. *La migration des oiseaux sur le littoral du Pas-de-Calais. Synthèse et analyse des données récentes*. Cap Ornithologie, Station ornithologique du cap Gris-Nez, GON, PNR Caps et Marais d'Opale ; Biotopie, Mèze. 204 p.
- 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.
- Debout, G. 1988. La biologie de reproduction du Grand Cormoran en Normandie. *ORFO* 58(1). 1-17p
- 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*.
- Thaxter, C.B., Lascelles, B., Sugar, K., Cook, A.S.C.P., Roos, S., Bolton, M., Langston, R.H.W. & Burton, N.H.K., 2012. Seabird foraging ranges as a preliminary tool for identifying candidate Marine Protected Areas. *Biological Conservation*, 156 (2012). 53-61.

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.

Sites internet:

<https://www.trektellen.nl/count/view/148/20181007>

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

ALCIDES

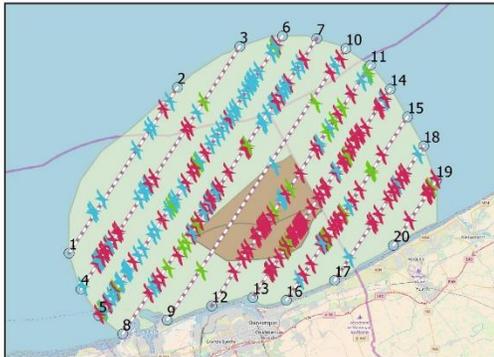
15/06 au 04/07/2017



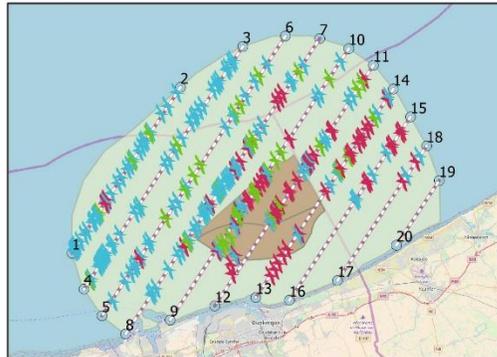
23 au 29/08/2017



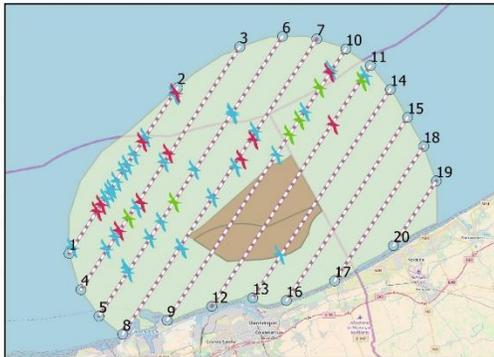
14 au 16/11/2017



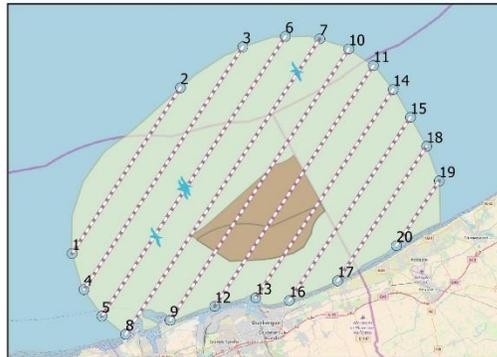
05 au 06/03/2018



03 au 04/05/2018



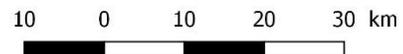
29 au 31/05/2018



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

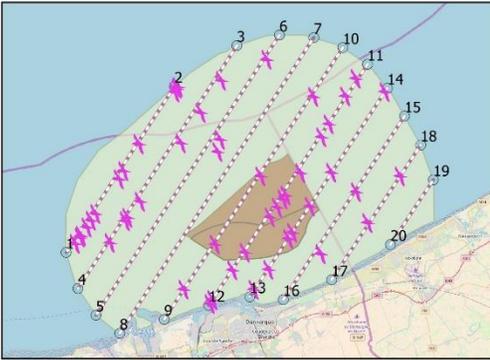
Légende

-  Alcidé sp.
-  Guillemot de Troil
-  Pingouin torda

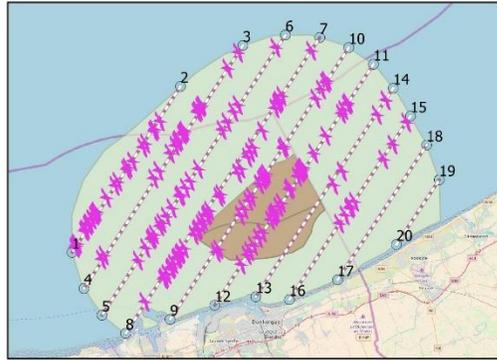


FOU DE BASSAN

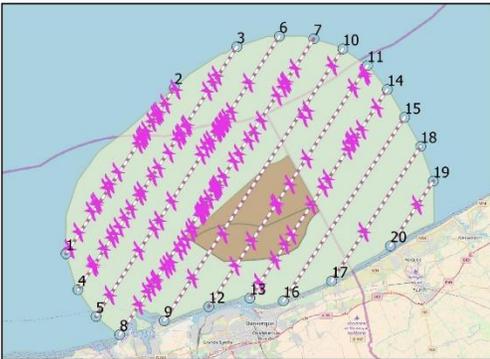
15/06 au 04/07/2017



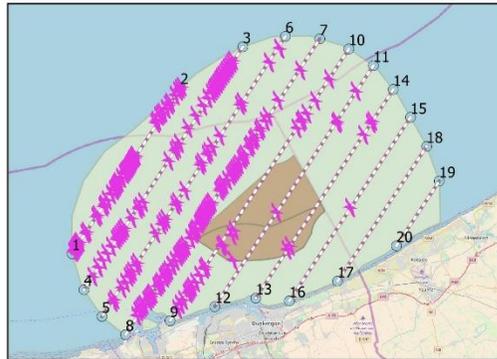
23 au 29/08/2017



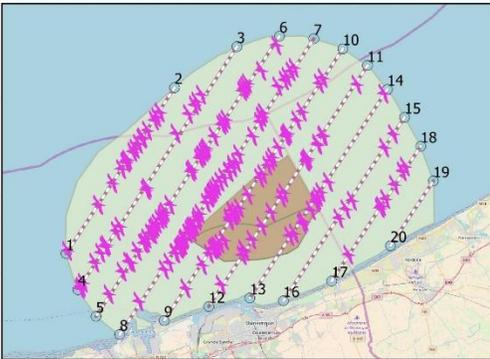
14 au 16/11/2017



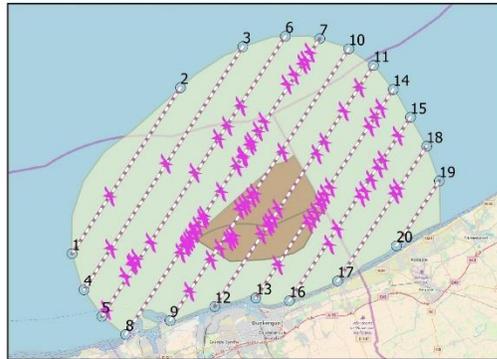
05 au 06/03/2018



03 au 04/05/2018



29 au 31/05/2018



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

Légende

 Fou de bassan

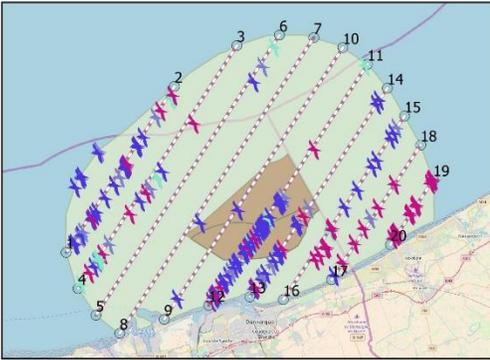


10 0 10 20 30 km

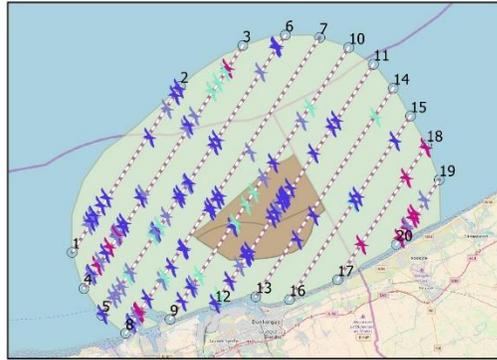


GOELANDS

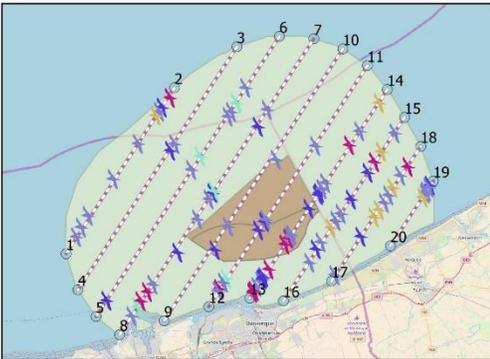
15/06 au 04/07/2017



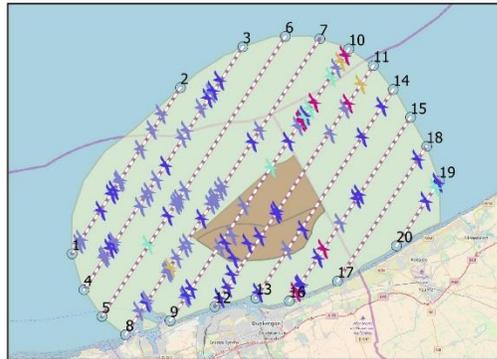
23 au 29/08/2017



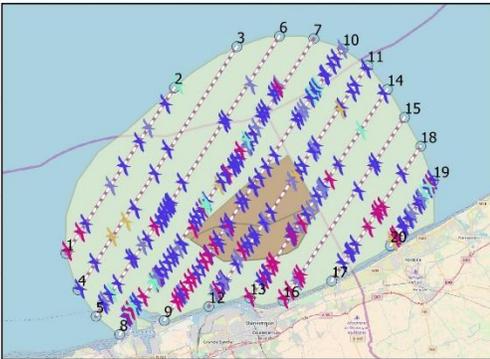
14 au 16/11/2017



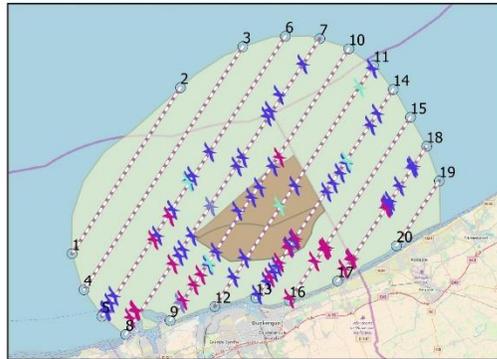
05 au 06/03/2018



03 au 04/05/2018



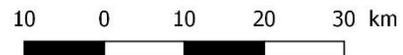
29 au 31/05/2018



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

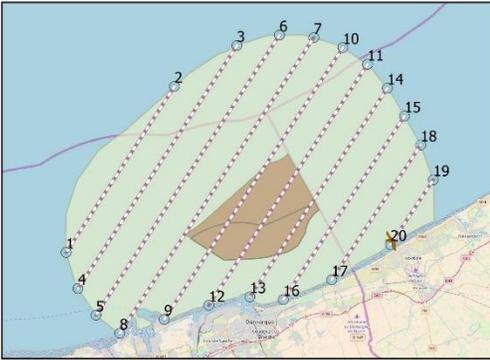
Légende

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



GREBE HUPPE

15/06 au 04/07/2017



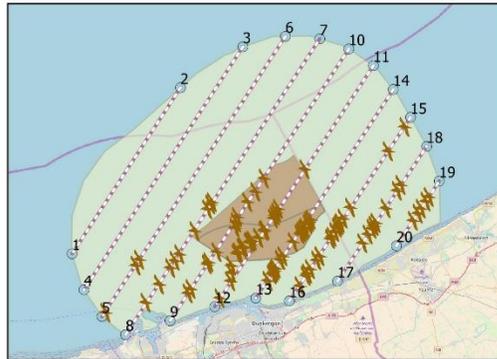
23 au 29/08/2017



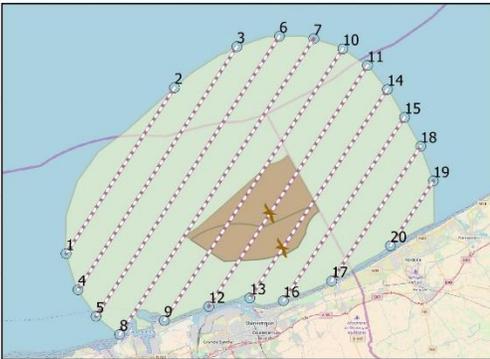
14 au 16/11/2017



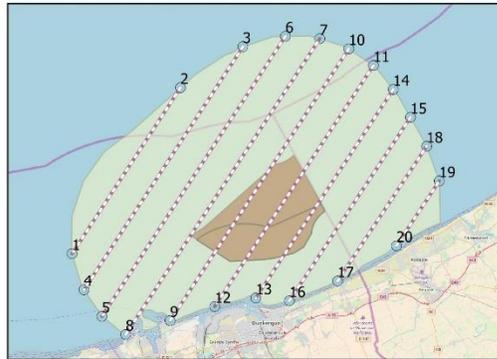
05 au 06/03/2018



03 au 04/05/2018



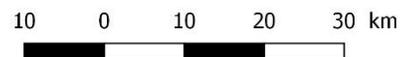
29 au 31/05/2018



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

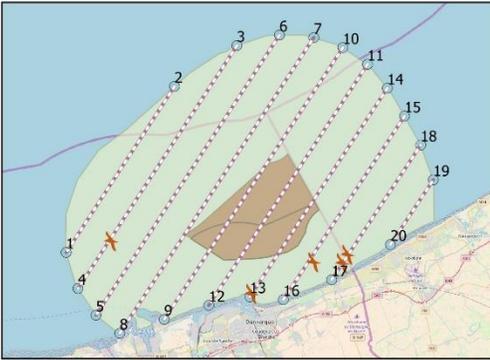
Légende

 Grèbe huppé



MACREUSE NOIRE

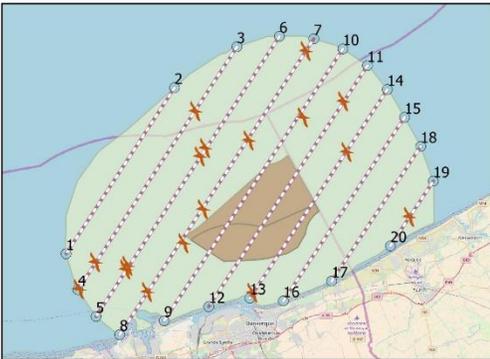
15/06 au 04/07/2017



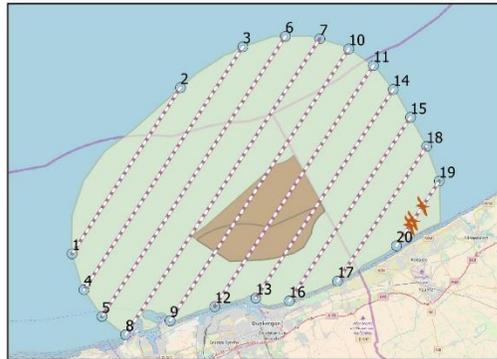
23 au 29/08/2017



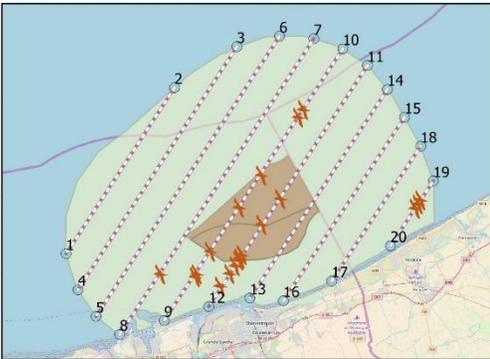
14 au 16/11/2017



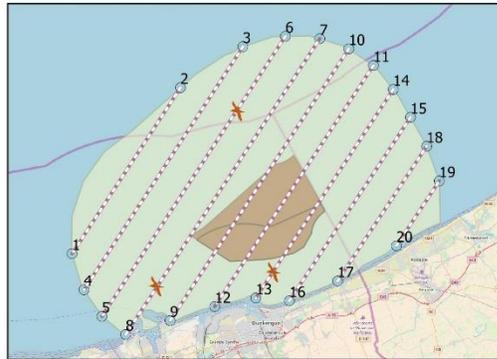
05 au 06/03/2018



03 au 04/05/2018



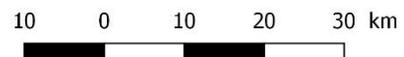
29 au 31/05/2018



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

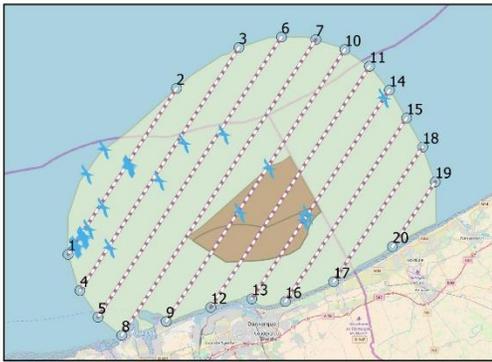
Légende

 Macreuse noire

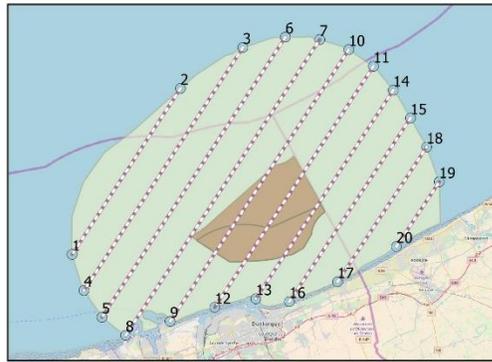


MOUETTE TRIDACTYLE

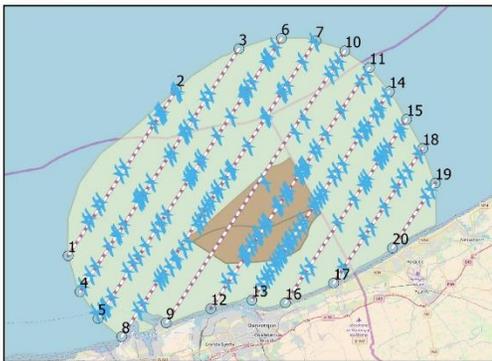
15/06 au 04/07/2017



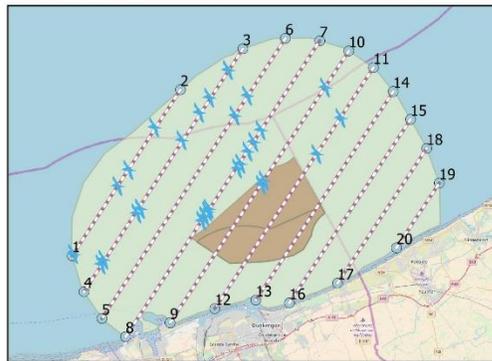
23 au 29/08/2017



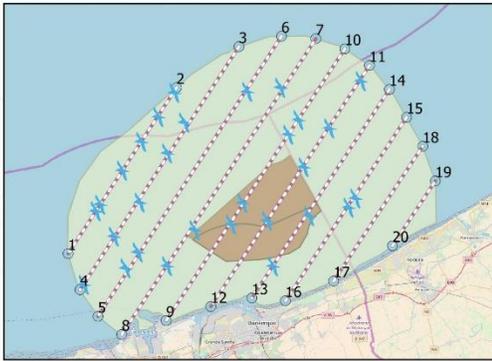
14 au 16/11/2017



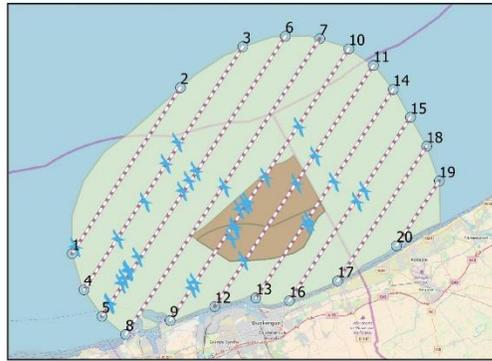
05 au 06/03/2018



03 au 04/05/2018



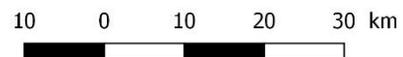
29 au 31/05/2018



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

Légende

 Mouette tridactyle



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.

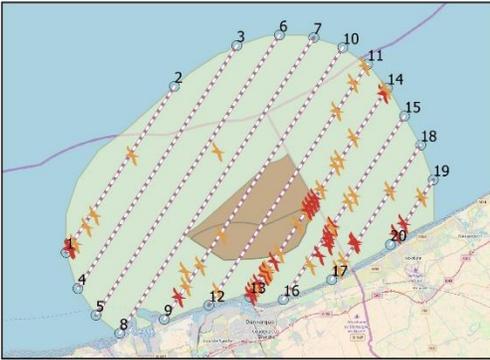


10 0 10 20 30 km

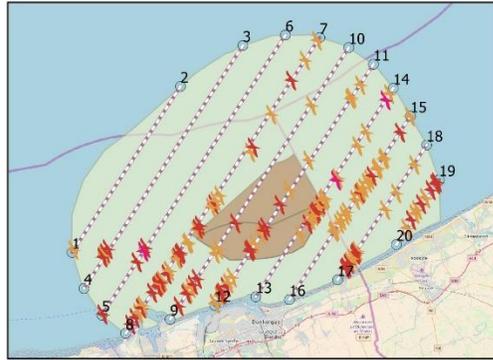


STERNES ET GUIFETTES

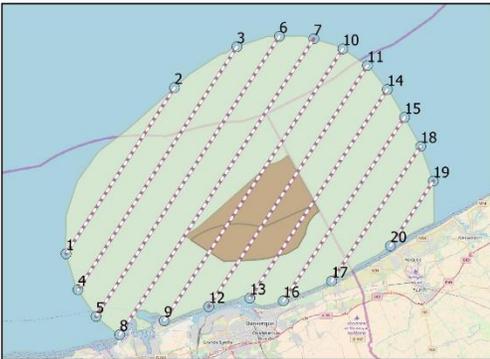
15/06 au 04/07/2017



23 au 29/08/2017



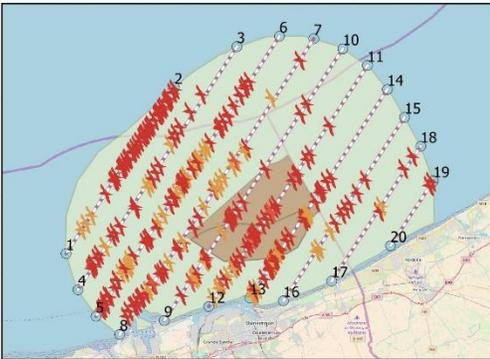
14 au 16/11/2017



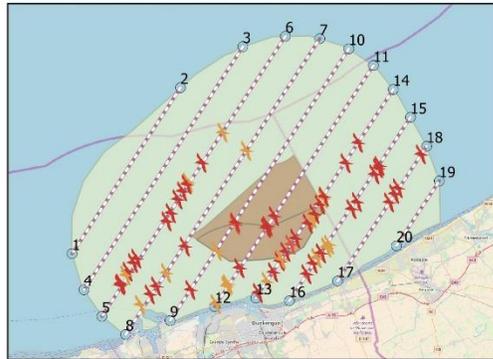
05 au 06/03/2018



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.

