



MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

# Parc éolien au large de la Bretagne Sud (AO5) – état actuel de l’environnement

Protocole relatif au compartiment  
« Mégafaune marine »



Mars 2023

## REVISIONS

| Version | Date       | Description                                                             | Auteurs    | Relecteur  |
|---------|------------|-------------------------------------------------------------------------|------------|------------|
| 1.0     | 22/02/2022 | Première édition                                                        | F. LEVEQUE | P. BORNENS |
| 2.0     | 24/02/2022 | Prise en compte des remarques de la DGEC                                | F. LEVEQUE | P. BORNENS |
| 3.0     | 13/05/2022 | Prise en compte des remarques de l'OFB et de COHABIS                    | F. LEVEQUE | P. BORNENS |
| 4.0     | 06/09/2022 | Prise en compte des remarques de COHABIS                                | F. LEVEQUE | P. BORNENS |
| 5.0     | 12/10/2022 | Prise en compte des remarques de COHABIS                                | F. LEVEQUE | P. BORNENS |
| 6.0     | 02/03/2023 | Adaptation de la liste des espèces fournie en annexe à la zone de l'AO5 | F. LEVEQUE | P. BORNENS |

## COORDONNEES

| Siège social                                                                                    | Directrice de projet                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <b>setec énergie environnement</b>                                                              | Françoise LEVEQUE<br>Directrice de projet                                     |
| Immeuble Central Seine<br>42 - 52 quai de la Rapée - CS 71230<br>75583 PARIS CEDEX 12<br>FRANCE | ZA La Grande Halte<br>29940 LA FORET FOUESNANT<br>FRANCE                      |
| Tél +33 1 82 51 55 55<br>Fax +33 1 82 51 55 56<br>environnement@setec.com<br>www.setec.com      | Tél +33 2 98 51 41 75<br>Fax +33 2 98 51 41 55<br>francoise.leveque@setec.com |

|                                                                                                                                             |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Objectif .....</b>                                                                                                                    | <b>6</b>  |
| 1.1 Principe .....                                                                                                                          | 6         |
| 1.2 Périodes et fréquences d'acquisition .....                                                                                              | 6         |
| 1.3 Plan d'échantillonnage .....                                                                                                            | 7         |
| <b>2. Moyens aériens et nautiques .....</b>                                                                                                 | <b>10</b> |
| 2.1 Moyens aériens .....                                                                                                                    | 10        |
| 2.2 Moyens nautiques .....                                                                                                                  | 11        |
| <b>3. Moyens humains.....</b>                                                                                                               | <b>12</b> |
| 3.1 Campagnes aériennes .....                                                                                                               | 12        |
| 3.2 Campagnes nautiques.....                                                                                                                | 12        |
| <b>4. Moyens matériels.....</b>                                                                                                             | <b>13</b> |
| 4.1 Campagnes aériennes .....                                                                                                               | 13        |
| 4.1.1 Campagnes aériennes réalisées avec observateurs (à basse altitude).....                                                               | 13        |
| 4.1.2 Campagnes aériennes réalisées en digital dans le cadre du programme OWFSOMM (à basse et haute altitude) .                             | 13        |
| 4.2 Campagnes nautiques.....                                                                                                                | 19        |
| <b>5. Conditions météo-océanographiques.....</b>                                                                                            | <b>20</b> |
| 5.1 Campagnes aériennes .....                                                                                                               | 20        |
| 5.2 Campagnes nautiques.....                                                                                                                | 20        |
| <b>6. Paramètres analysés/mesurés .....</b>                                                                                                 | <b>21</b> |
| 6.1 Campagnes aériennes .....                                                                                                               | 21        |
| 6.1.1 Campagnes aériennes avec observateurs .....                                                                                           | 21        |
| 6.1.2 Campagnes aériennes digitales.....                                                                                                    | 25        |
| 6.1.2.1 Détection des cibles .....                                                                                                          | 25        |
| 6.1.2.3 Identification des cibles.....                                                                                                      | 27        |
| 6.1.3 Taux d'identification des espèces .....                                                                                               | 28        |
| 6.1.3.1 Taux d'identification des espèces pour les survols aériens avec observateurs.....                                                   | 28        |
| 6.1.3.2 Taux d'identification des espèces pour les survols aériens digitaux (sans observateurs) .....                                       | 29        |
| 6.1.3.3 Amélioration des taux d'identification des espèces pour les survols aériens réalisés à la fois avec observateurs et en digital..... | 29        |
| 6.2 Campagnes nautiques.....                                                                                                                | 33        |
| <b>7. Traitement et interprétation des données.....</b>                                                                                     | <b>37</b> |
| 7.1 Extraction des données .....                                                                                                            | 37        |
| 7.2 Estimation des distributions .....                                                                                                      | 37        |
| 7.3 Intérêt de la méthode des noyaux .....                                                                                                  | 37        |
| 7.4 Paramètres de la méthode KDE .....                                                                                                      | 39        |
| 7.5 Estimation des densités théoriques (Distance-sampling) .....                                                                            | 39        |
| 7.6 Estimation des densités théoriques (Strip transect) .....                                                                               | 40        |
| 7.7 Hauteur de vol .....                                                                                                                    | 42        |
| <b>8. Annexe : Codes espèces utilisés lors de l'enregistrement des observations .....</b>                                                   | <b>44</b> |

## Liste des figures

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 : Récapitulatif des périodes d'intervention pour le suivi du compartiment « Mégafaune marine » .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 6  |
| Figure 2 : Position des transects des suivis avion pour le suivi de la mégafaune marine.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 8  |
| Figure 3 : Position des transects des suivis bateau pour le suivi de la mégafaune marine.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 9  |
| Figure 4 : Avion BN2 British Norman Islander utilisé pour les suivis et Hublots bulles pour l'observation aérienne (Photos : A. Chevallier / AAMP PACOMM) .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 10 |
| Figure 5 : Aéronef Partenavia P68 Observer et poste de pilotage .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 10 |
| Figure 6 : Le « Minibex » de la société SAAS .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 11 |
| Figure 7 : Système STORMM® installé dans l'aéronef .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 14 |
| Figure 8 : Système STORMM® installé dans l'aéronef – vue du dessous.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 14 |
| Figure 9 : Emprise au sol des clichés STORMM® pour deux déclenchements successifs (ici dans la configuration STORMM®-OBS) ; Gauche : au nadir (inclinaison 0°) ; Droite : inclinaison longitudinale maximale (25°).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 15 |
| Figure 10 : Dauphin commun (Longueur individus ~2m).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 16 |
| Figure 11 : Goélands (envergure ~1,5m) .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 17 |
| Figure 12 : Puffins (longueur ~25 cm) .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 18 |
| Figure 13 : Angles d'observations et distances correspondantes à partir des hublots bulles (source : setec énergie environnement) .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 22 |
| Figure 14 : Différence entre les méthodes de transect en bande (strip transect) et en ligne (line transect) (source : setec énergie environnement).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 23 |
| Figure 15 : Image issue de STORMM® avec application de l'algorithme de prétraitement automatique : 33 cibles d'intérêt sont détectées et localisées .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 25 |
| Figure 16 : Extraction automatique des 33 cibles issues de la détection automatique sur l'image précédente de la Figure 15 : 32 cibles sont des oiseaux en vol, 1 est un oiseau posé (dans cet exemple, l'image initiale fait 9 Mo, tandis que les 33 vignettes extraites représentent en tout 726 ko de données à traiter, soit un taux de compression supérieur à 91%).....                                                                                                                                                                                                                                                                       | 26 |
| Figure 17 : Exemples d'application de l'algorithme de prédétection automatique sur des images issues de STORMM® : mammifère nageant, oiseaux volant avec présence de scintillement de surface .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 26 |
| Figure 18 : Système automatique de détection et d'identification des cibles Jonathan-Sensing développé par setec énergie environnement.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 27 |
| Figure 19 : Dauphin commun (longueur individus ~2 m).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 30 |
| Figure 20 : Goélands (envergure ~1,5 m) .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 31 |
| Figure 21 : Puffins (longueur ~25 cm) .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 32 |
| Figure 22 : Schéma présentant le principe de suivi par bateau .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 34 |
| Figure 23 : comparaison des observations réelles et estimées par la méthode du noyau. Les résultats bruts sont affichés (en haut à gauche) pour vérifier la cohérence des données par rapport aux observations de terrain. L'analyse par la méthode des noyaux est réalisée pour estimer les zones de répartition pour l'espèce (en haut à droite). Les résultats sont ensuite épurés pour faciliter la visibilité et l'interprétation des valeurs (en bas à gauche). Enfin, la représentation des résultats est affichée suivant des critères graphiques des répartitions et le fond de carte pour une meilleure lisibilité (en bas à droite)..... | 38 |

|                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 24 : Schéma simplifié des estimations de densités par strip transect.....                                                     | 40 |
| Figure 25 : Exemple de Semi-variogramme, Printemps pour le Guillemot de Troïl. Capture d'écran sur le logiciel SAGA.....             | 41 |
| Figure 26 : Carte des densités estimées de Guillemot de Troïl dans le nord du golfe de Gascogne en hiver (Callard et al., 2020)..... | 42 |

## Liste des tableaux

|                                                                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1 : Récapitulatif des suivis prévus pour le compartiment « Mégafaune marine » .....                                                                                                   | 9  |
| Tableau 2 : Paramètres relevés relatifs à chaque observation réalisée en avion .....                                                                                                          | 23 |
| Tableau 3 : Niveau d'identification des cibles animales en suivi aérien visuel. Taux calculé à partir des suivis aériens réalisés en baie de Seine en 2018/2019 (source : setec in vivo)..... | 28 |
| Tableau 4 : Paramètres relevés relatifs à chaque observation réalisée en bateau .....                                                                                                         | 34 |
| Tableau 5 : Catégories de hauteur de vol pouvant être appliquées aux observations de terrain .....                                                                                            | 42 |

## 1. OBJECTIF

L'objectif est de déterminer l'état initial du compartiment « Mégafaune marine » afin de permettre au futur lauréat de la procédure de mise en concurrence d'évaluer l'impact du parc éolien sur ce compartiment durant les phases de vie du projet.

De plus, l'objectif est également de valoriser l'état initial dans l'état de référence ; ainsi des stations de référence sont positionnées à l'extérieur de la zone, dans les plans d'échantillonnage proposés ci-après.

La réalisation des inventaires de terrain relatifs aux mammifères marins, à l'avifaune marine et autres espèces de mégafaune marine (grands poissons, tortues marines...) permettront d'identifier les espèces présentes, leurs densités et les rôles fonctionnels de la zone d'étude pour ces espèces.

### 1.1 PRINCIPE

Deux techniques complémentaires d'acquisition de données sont prévues :

- La réalisation de campagnes aériennes d'observations visuelles par avion ;
- La réalisation de campagnes nautiques d'observations visuelles par bateau.

Le suivi aérien avec observateurs sera complété par un suivi digital à la même altitude (600 pieds) et un suivi digital à haute altitude (plus de 1000 pieds), ces suivis digitaux étant réalisés dans le cadre du programme OWFSOMM. Ce double suivi digital (basse et haute altitude) sera effectué en simultané, et de plus mutualisé avec le suivi visuel basse altitude avec observateurs.

En dupliquant les moyens d'acquisition (aérien + nautique) l'objectif est d'aboutir à une analyse riche. C'est-à-dire que chaque méthode doit enrichir les données collectées par ailleurs et ne pas apparaître comme une simple juxtaposition de données. De façon simplifiée, l'avion permet de couvrir de larges distances en un minimum de temps. Le bateau permet une meilleure identification des petites espèces et des oiseaux posés en permettant aussi la collecte d'informations complémentaires apportant aussi des informations sur les hauteurs de vol.

Remarques :

Pour l'avifaune, des suivis télémétriques sur certaines espèces d'oiseaux sont également prévus en complément. Le protocole associé est présenté dans le protocole relatif au compartiment « Avifaune ». Une discussion sur le recours à des radars de détection est également développée dans ce document.

Pour les mammifères marins, une étude par acoustique sous-marine est également prévue. Le protocole associé est présenté dans le protocole relatif au compartiment « Bruit sous-marin ».

### 1.2 PERIODES ET FREQUENCES D'ACQUISITION

Compte tenu de la présence d'oiseaux et de mammifères tout au long de l'année sur le secteur et des connaissances lacunaires concernant la répartition de certaines espèces sur la zone d'étude, il est proposé de réaliser les campagnes aériennes et nautiques sur deux cycles biologiques complets de deux années, avec des survols et des sorties bateau mensuels.

|                                  | Hiver |      |      | Printemps |     |      | Eté  |      |      | Automne |     |     |
|----------------------------------|-------|------|------|-----------|-----|------|------|------|------|---------|-----|-----|
|                                  | Janv  | Févr | Mars | Avr       | Mai | Juin | Juil | Août | Sept | Oct     | Nov | Déc |
| Suivis aériens avec observateurs | x     | x    | x    | x         | x   | x    | x    | x    | x    | x       | x   | x   |
| Suivis nautiques                 | x     | x    | x    | x         | x   | x    | x    | x    | x    | x       | x   | x   |

Figure 1 : Récapitulatif des périodes d'intervention pour le suivi du compartiment « Mégafaune marine »

Le suivi digital basse altitude et haute altitude réalisé dans le cadre du programme OWFSOMM sera effectué uniquement pendant un cycle biologique complet d'une année, à raison d'une sortie par saison.

### 1.3 PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

La définition des aires d'étude au travers le dimensionnement d'une zone « tampon » reste une question souvent débattue. Si l'on se réfère aux protocoles de suivi qui sont mis en place dans le cadre d'autres parcs éoliens sur le territoire (St-Nazaire, Courseulles, Dieppe-Le Tréport, Dunkerque ou Yeu Noirmoutier), la méthodologie est toujours la même : la zone d'étude élargie est définie par les contours d'un buffer autour de la zone rapprochée de 20 km pour des campagnes aériennes et de 2 km pour les campagnes nautiques, ces zones étant parcourues par des transects dont l'inter distance permet d'obtenir au moins 10% de couverture.

Notre proposition s'inscrit dans cette logique. Les campagnes aériennes fourniront une donnée riche et large échelle. Les données produites par les campagnes nautiques viendront en complément en permettant une meilleure détection de certaines espèces et en apportant d'autres informations complémentaires notamment sur les hauteurs de vol ou le comportement. Dans ce sens, nous envisageons une stratégie d'échantillonnage permettant la superposition des transects suivis par avion avec ceux suivis par bateau.

La distance inter-transect sera de 4 km (2,15 MN), respectant ainsi les recommandations de l'ESAS, de la COWRIE et de la LPO, pour supprimer autant que faire se peut les biais d'acquisition dus à la potentielle recapture d'individus entre deux transects contigus trop peu espacés.

D'autre part, que ce soit pour le suivi aérien ou le suivi par bateau, le linéaire à parcourir se couvre en une journée. Cela permet de sécuriser la réalisation des suivis en minimisant la durée de la fenêtre météo favorable nécessaire à la bonne réalisation de ces suivis. De plus, du point de vue de la qualité des données collectées, cette durée restreinte permet de concentrer l'acquisition sur une même journée, ce qui limite tous les biais d'acquisition induits dans le cas de campagnes plus longues qui peuvent de plus être interrompues et se séquencer en plusieurs missions.



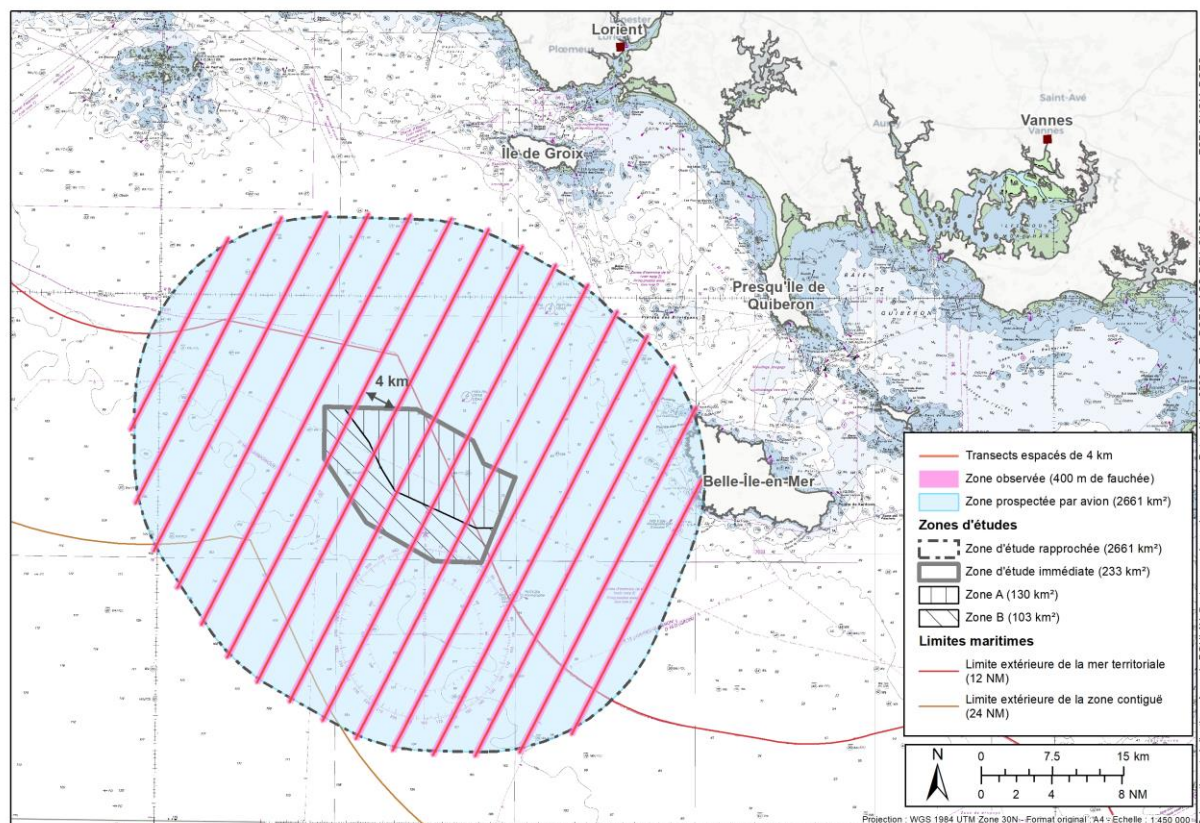


Figure 2 : Position des transects des suivis avion pour le suivi de la mégafaune marine



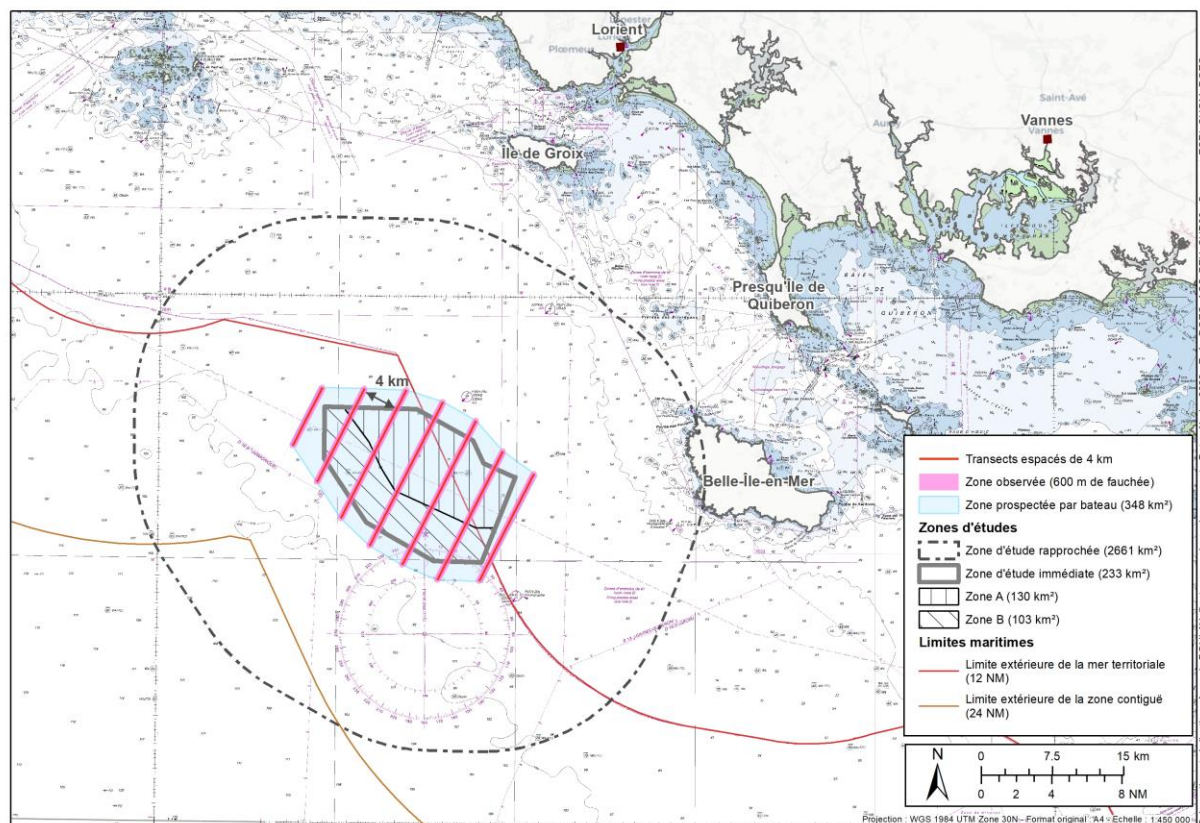


Figure 3 : Position des transects des suivis bateau pour le suivi de la mégafaune marine

Tableau 1 : Récapitulatif des suivis prévus pour le compartiment « Mégafaune marine »

| Compartiment     | Type de suivi       | Nombre de transects | Nombre total de km | Surface couverte par les observations | Surface du buffer | Pourcentage de surface couverte |
|------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------------------------|-------------------|---------------------------------|
| Mégafaune marine | Campagnes aériennes | 15                  | 678 km             | 271 km²                               | 2661 km²          | 10,2 %                          |
|                  | Campagnes nautiques | 7                   | 95 km              | 57 km²                                | 348 km²           | 16,4 %                          |

## 2. MOYENS AERIENS ET NAUTIQUES

### 2.1 MOYENS AERIENS

Pour les campagnes aériennes, deux aéronefs pourront être utilisés en fonction de leur disponibilité, le matériel électronique pouvant s'adapter aux deux modèles d'avion :

- Un BN2 British Norman Islander, aéronef idéal pour le travail aérien de télédétection. C'est un aéronef bimoteur basse vitesse muni d'ailes hautes permettant une visualisation complète de la scène et d'un double écran d'assistance au pilotage (Photo suivante). Le BN2 dispose de la place nécessaire dans l'habitacle permettant d'embarquer 4 observateurs et 1 opérateur embarqué.



Figure 4 : Avion BN2 British Norman Islander utilisé pour les suivis et Hublots bulles pour l'observation aérienne (Photos : A. Chevallier / AAMP PACOMM)

- Un Partenavia P68 Observer, aéronef également idéal pour le travail aérien de télédétection. C'est un aéronef bimoteur longue endurance muni d'ailes hautes permettant une visualisation complète de la scène et d'un double écran d'assistance au pilotage (Photo suivante). Le P68 dispose de la place nécessaire dans l'habitacle permettant d'embarquer 3 observateurs et 1 opérateur embarqué. L'opérateur embarqué peut également jouer le rôle du 4ème observateur.



Figure 5 : Aéronef Partenavia P68 Observer et poste de pilotage

Ces deux avions sont dotés de « bubble windows » ou hublots bulles, permettant un meilleur angle d'observation (notamment sous l'avion). C'est le type d'appareil recommandé pour ce genre de mission (Camphuysen et al., 2004 ; de Seynes, 2008) et utilisé pour les missions SAMM – PACOMM de l'Agence des Aires Marines Protégées (Doremus et al., 2017).

L'aéronef opérera à partir de l'aérodrome de Lorient.

Le ou les aéronefs utilisés sont tous des aéronefs bimoteurs habilités au travail aérien et aux opérations aéro-maritimes. Ils sont équipés de canots de survie, et chaque personne embarquée dispose d'un gilet de sauvetage avec balise individuelle.

Les pilotes et opérateurs disposent tous d'une longue expérience des opérations de travail aérien en mer et disposent de toutes les formations et autorisations réglementaires pour opérer.

L'ensemble des pièces administratives relatives aux aéronefs, pilotes, et équipements, ainsi que l'audit de conformité du ou des aéronefs pourront être fournis sur demande.

L'obtention des permis d'opérer et des autorisations de vol seront entièrement prises en charge.

## 2.2 MOYENS NAUTIQUES

Pour les campagnes nautiques, le navire Minibex de la société SAAS (Ship As A Service) Offshore SAS sera utilisé. Il présente l'avantage d'offrir une double plateforme d'observation au-dessus de la timonerie (> 5 m au dessus du niveau de la mer).



Figure 6 : Le « Minibex » de la société SAAS

### 3. MOYENS HUMAINS

#### 3.1 CAMPAGNES AERIENNES

Pendant la campagne aérienne, trois observateurs expérimentés et formés au protocole SAMM-PACOMM se relaieront en observation : deux en observation à gauche et à droite de l'aéronef, le troisième saisissant les données en direct à l'aide du logiciel SAMMOA développé par le laboratoire PELAGIS.

Le pilote s'occupe quant à lui du pilotage de l'avion, de la sécurité du vol, du respect de la ligne de vol.

#### 3.2 CAMPAGNES NAUTIQUES

Pendant la campagne nautique, trois observateurs expérimentés et formés au protocole des campagnes nautiques se relayent en observation : deux en observation à gauche et à droite du navire, le troisième prenant effectuant la saisie des données.

Le navire est par ailleurs conduit par un équipage dédié, comprenant a minima 1 pilote, et éventuellement 1 matelot. Cet équipage est garant du pilotage du navire, de la sécurité de la navigation et du respect de la ligne de navigation.

## 4. MOYENS MATERIELS

### 4.1 CAMPAGNES AERIENNES

#### 4.1.1 Campagnes aériennes réalisées avec observateurs (à basse altitude)

Lors des campagnes aériennes avec observateurs, les observations se font à l'oeil nu, sur le principe du « Distance Sampling ». Cela consiste à réaliser des observations le long d'une ligne préalablement établie (Buckland et al., 2001 ). Elle respecte les standards préconisés par l'European Seabirds At Sea Database Group (ESAS) et recommandés par la COWRIE (Camphuysen et al., 2004 ; Maclean et al., 2009 ) ainsi que par la LPO (de Seynes, 2008 ).

Le logiciel SAMMOA permet la saisie des données en direct par le troisième observateur, ainsi que la réalisation d'un enregistrement audio des observateurs pour pouvoir revenir sur les données en cas d'observations nombreuses et simultanées.

#### 4.1.2 Campagnes aériennes réalisées en digital dans le cadre du programme OWFSOMM (à basse et haute altitude)

Les campagnes aériennes réalisées en digital seront effectuées avec le système d'acquisition d'images numériques à très haute résolution STORMM® (Système de Télédétection Optique aéroporté pour le Recensement de la Mégafaune Marine), conçu et opéré par la société Hytech-imaging en collaboration avec l'observatoire Pelagis de La Rochelle pour le suivi de la mégafaune marine.

Le système STORMM® comporte 4 têtes capteurs CMOS à haute résolution de 50 mégapixels, munies d'optiques. Le système est doté d'un GPS permettant de géolocaliser et dater précisément chaque photo.





Figure 7 : Système STORMM® installé dans l'aéronef



Figure 8 : Système STORMM® installé dans l'aéronef – vue du dessous

Le capteur est géré par un ordinateur et le processus d'acquisition est entièrement automatisé. L'acquisition des images se fait en continu (déclenchement toutes les 0,9 sec). Un outil de contrôle permet au navigateur de vérifier le bon fonctionnement du système durant le vol.

Les clichés produits forment une mosaïque d'images avec à la fois un recouvrement entre les capteurs et entre deux photos consécutives (cf. Figure 9).

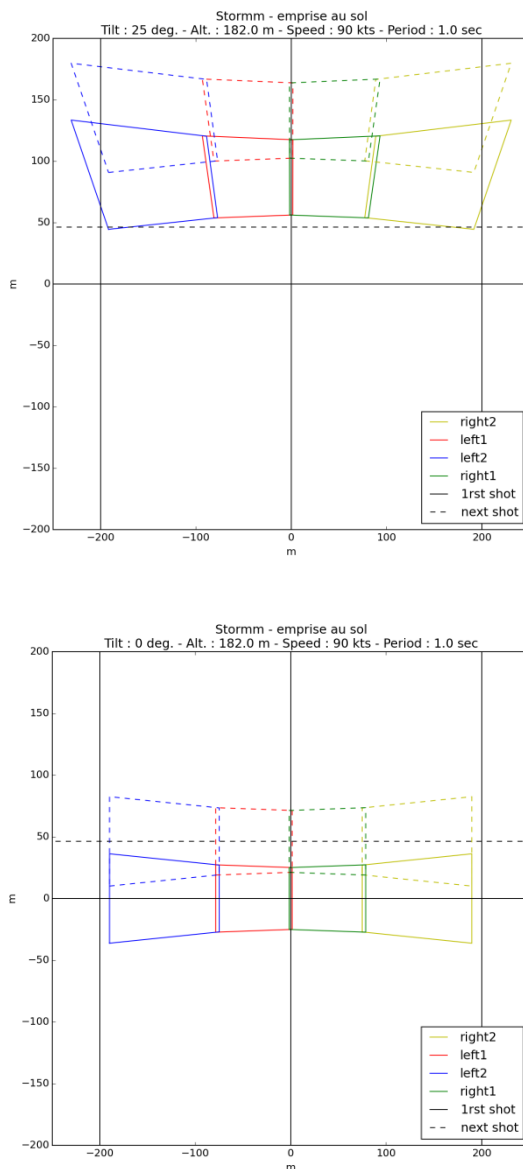
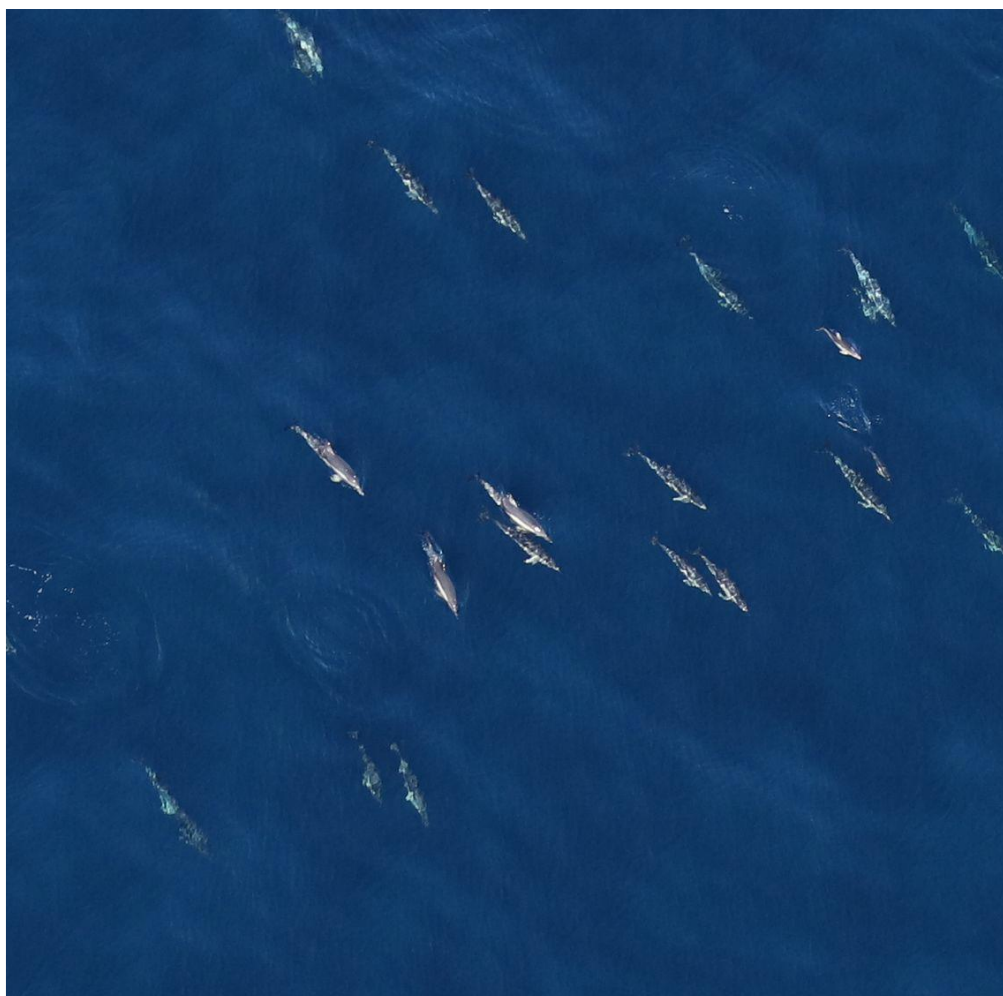
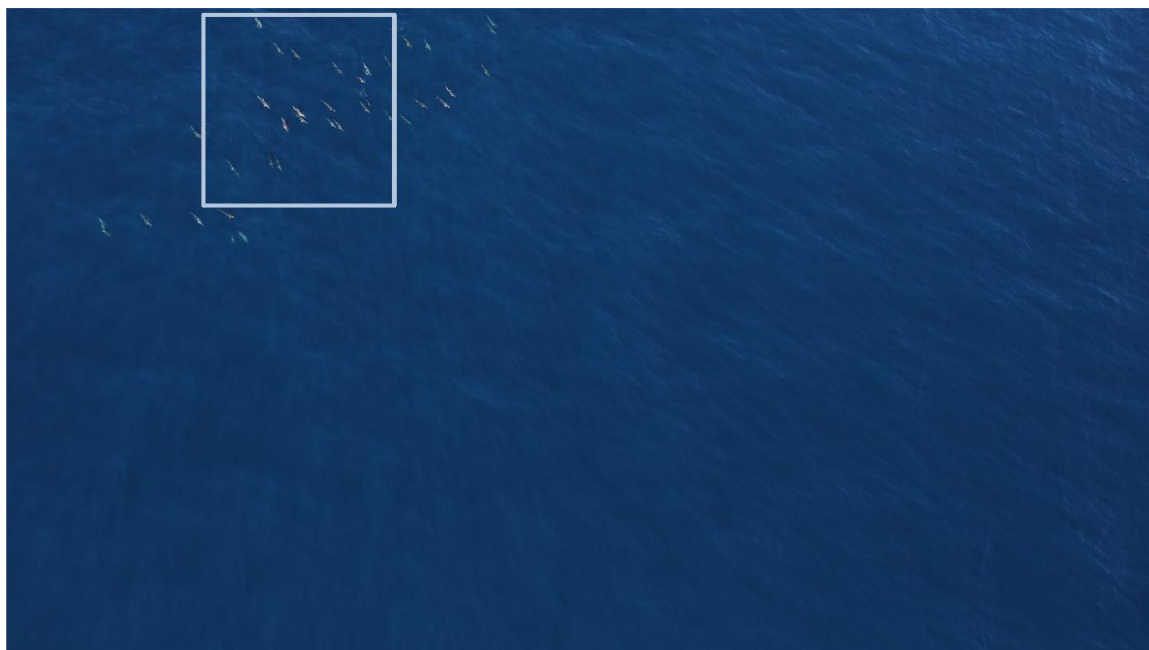


Figure 9 : Emprise au sol des clichés STORMM® pour deux déclenchements successifs (ici dans la configuration STORMM®-OBS) ; Gauche : au nadir (inclinaison 0°) ; Droite : inclinaison longitudinale maximale (25°)

Quelques exemples de clichés produits par le système STORMM sont présentés dans les figures suivantes.





*Figure 10 : Dauphin commun (Longueur individus ~2m)*

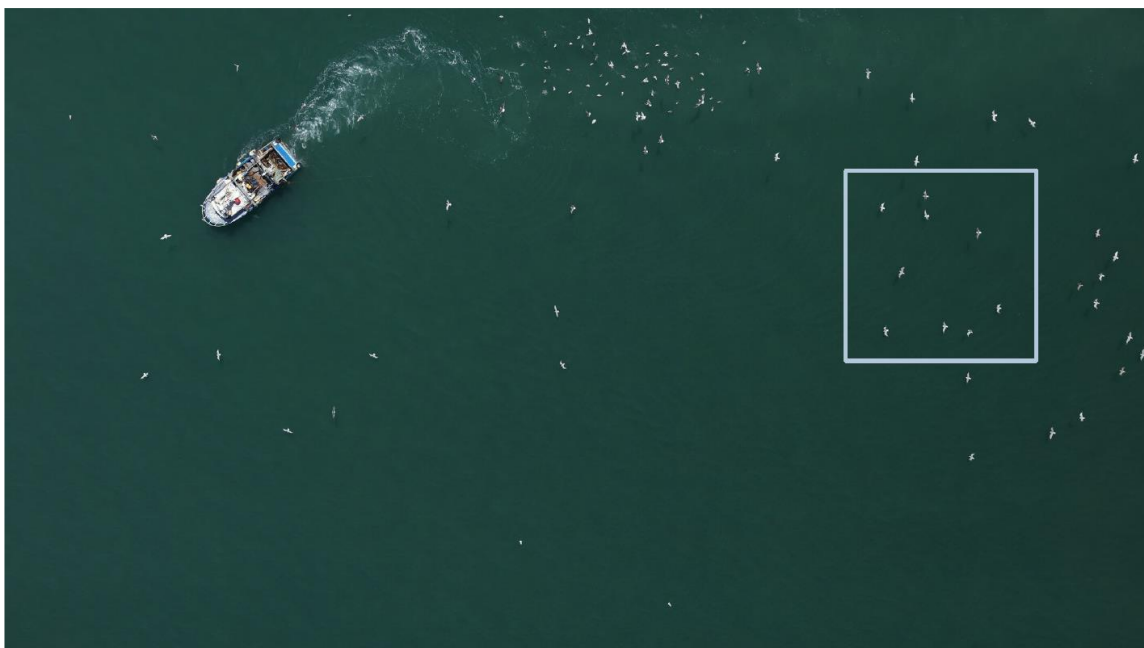


Figure 11 : Goélands (envergure ~1,5m)



Figure 12 : Puffins (longueur ~25 cm)

Le système STORMM® intègre un système automatique d'évitement du « sunglint » (réflexion spéculaire du soleil sur l'eau), qui modifie automatiquement l'inclinaison longitudinale (angle de tilt) des têtes capteurs afin de viser la zone la moins polluée par le « sunglint » et d'optimiser ainsi la qualité des images.

Les principaux atouts du système STORMM® sont les suivants :

- Résolution spatiale centimétrique, adaptée à l'observation de la mégafaune marine, notamment les mammifères marins et les oiseaux marins ;
- Haute vitesse d'obturation des capteurs (1/8000 et supérieure) permettant d'éviter le flou de filé ;
- Système d'évitement de « sunglint » automatique par application d'une inclinaison longitudinale des capteurs ;
- Système de déclenchement manuel de rafales par les observateurs à l'aide d'une manette dédiée, avec bufferisation des observations avant / après déclenchement ;
- Grande capacité d'acquisition en continu sans intervention (> 7h) ;
- Système compact intégrable sur aéronefs de type BN2 et Partenavia P68 ;
- Système totalement autonome (opérable par le pilote ou un observateur sans intervention pendant l'acquisition).

Le système STORMM® sera utilisé sous deux configurations :

- La configuration STORMM®-OBS pour les survols digitaux avec observateurs à basse altitude (600 pieds).

Dans cette configuration, il est possible, à la demande des observateurs, d'augmenter temporairement la fréquence des prises de vue et de marquer les photos en appuyant sur un bouton dédié.

- La configuration STORMM®-EMR pour les survols digitaux haute altitude (sans observateurs) (1150 pieds ou 1500 pieds).

Chaque journée de vol générera environ 100 000 clichés. L'ensemble des données de la session (clichés et données de positionnement) sera sauvegardé sur disque dur à l'aide d'une station sol dédiée. Une quantité de données comprise entre 1 et 2 To sera générée pour chaque jour de vol.

## 4.2 CAMPAGNES NAUTIQUES

Lors des campagnes nautiques, les oiseaux sont détectés visuellement à l'oeil nu ou auditivement et sont ensuite identifiés si nécessaire à l'aide de jumelles (Camphuysen et al., 2002).

Le logiciel SAMMOA permet la saisie des données en direct par le troisième observateur, ainsi que la réalisation d'un enregistrement audio des observateurs pour pouvoir revenir sur les données en cas d'observations nombreuses et simultanées.

## 5. CONDITIONS METEO-OCEANOGRAPHIQUES

### 5.1 CAMPAGNES AERIENNES

Les conditions privilégiées de sortie aérienne pour l'observation de la mégafaune marine sont les suivantes :

- Hauteur du plafond nuageux supérieur à 600 pieds ;
- Luminosité suffisante à l'observation ;
- Pas de nuage bas ni de brouillard interdisant le décollage de l'appareil
- Pas de précipitations
- Conditions de vent limites à Beaufort 3<sup>1</sup>.

### 5.2 CAMPAGNES NAUTIQUES

Les conditions privilégiées de sortie nautique pour l'observation de la mégafaune marine sont les suivantes :

- Luminosité suffisante à l'observation ;
- Pas de brouillard ;
- Pas de précipitations ;
- Train de houle < 1 m ;
- Conditions de vent limites à Beaufort 3.

Une sortie avec des prévisions météorologiques de Beaufort > 3 ne sera pas envisagée car sur site, les conditions météo peuvent être encore plus fortes que les prévisions météorologiques, ce qui nuirait à la qualité des données.

Il se peut donc que certains mois, les conditions océano-météorologiques favorables ne soient pas réunies et que la campagne mensuelle ne puisse pas se faire.

## 6. PARAMETRES ANALYSES/MESURES

### 6.1 CAMPAGNES AERIENNES

#### 6.1.1 Campagnes aériennes avec observateurs

Lors des campagnes aériennes, les mammifères marins, gros poissons, tortues sont relevés en suivant la méthode de transect en ligne (*line transect*). L'angle de l'observation est donc pris pour estimer la distance de l'individu ou du groupe d'individus au transect (cf. figure suivante). L'observateur doit néanmoins concentrer son effort d'observation dans une bande de 200 m (400 m au total pour les 2 observateurs), zone où il y a le plus de chance de détecter des animaux et de les identifier correctement. Cette distance de 200 m est privilégiée car la détection doit être maximale près du transect pour les analyses de Distance sampling.

Les oiseaux, déchets, bouées et navires sont quant à eux relevés selon la méthode du transect en bande (« strip transect »). Ils sont donc systématiquement enregistrés dans une bande de 200 m de part et d'autre du transect, soit 400 m au total pour les 2 observateurs (cf. figure suivante), sauf pour les navires pour lesquelles la bande est de 500 m de part et d'autre du transect.



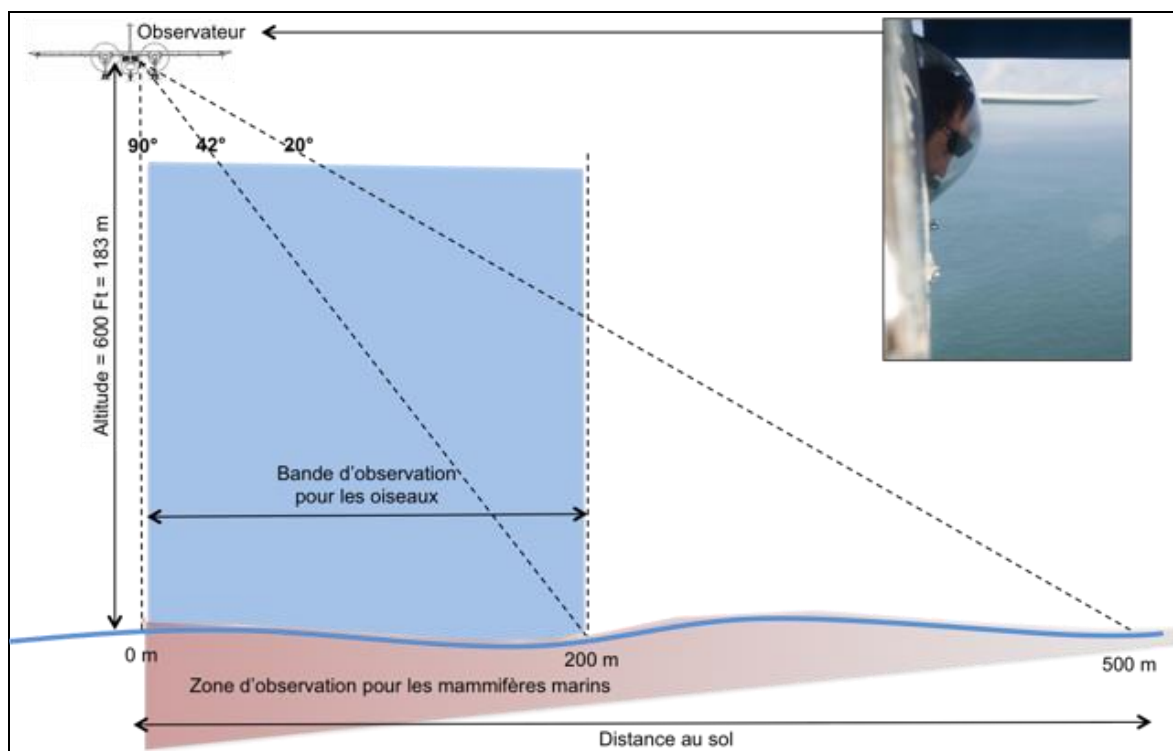


Figure 13 : Angles d'observations et distances correspondantes à partir des hublots bulles (source : setec énergie environnement)

La différence majeure entre la méthode du *line transect* et la méthode du *strip transect* (cf. Figure 14) réside dans le fait que l'on fait l'hypothèse de détecter tous les individus présents dans la bande pour la méthode du *strip transect* ou seulement une partie d'entre eux pour la méthode du *line transect*. La méthode du *line transect* prend donc en compte la part des individus qui sont manqués par les observateurs et le fait que leur détectabilité décroît avec l'éloignement au transect. Ces méthodes possèdent le double avantage de produire des données de distribution spatiale et de permettre l'estimation de la densité relative, assortie d'un intervalle de confiance sur ces estimations.

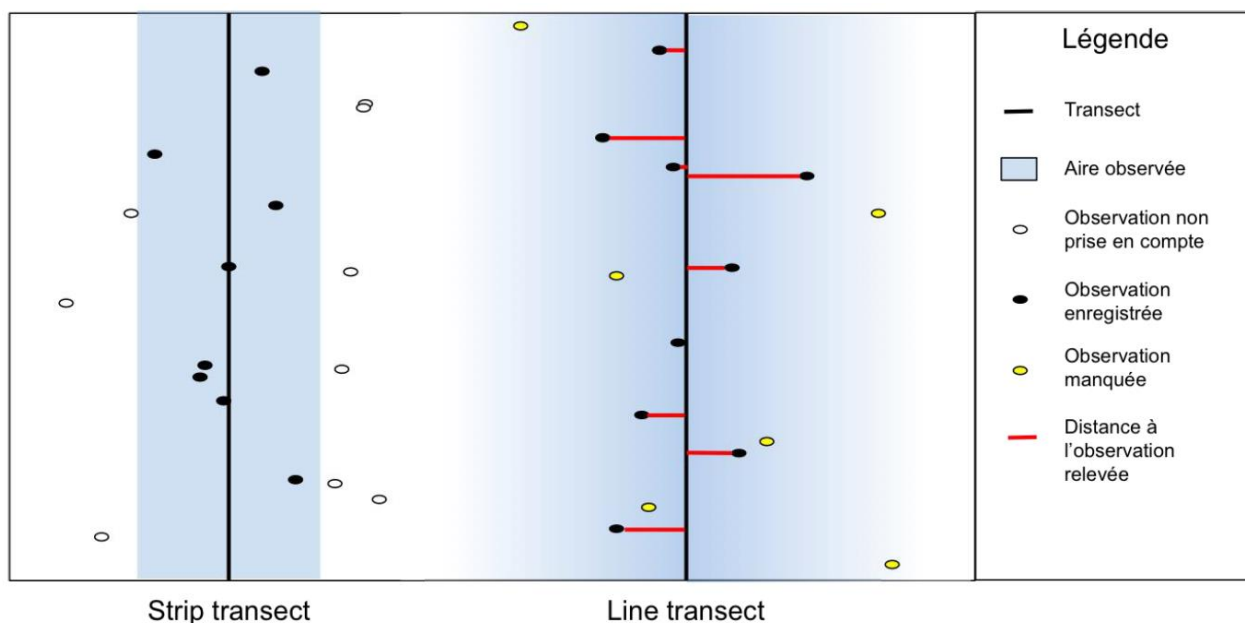


Figure 14 : Différence entre les méthodes de transect en bande (*strip transect*) et en ligne (*line transect*) (source : setec énergie environnement)

### Paramètres relevés

La base de données finales des observations relevées par les observateurs comprendra les variables présentées dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Paramètres relevés relatifs à chaque observation réalisée en avion

| Variables   | Informations                         |
|-------------|--------------------------------------|
| TRANSECT    | Numéro du transect                   |
| DATE        | Date de l'observation (JJ/MM/AAAA)   |
| HHMMSS      | Heure de l'observation (HHMMSS)      |
| TAXON       | Type d'observation (cf. guide)       |
| GROUP       | Groupe de l'observation (cf. guide)  |
| FAMILY      | Famille de l'observation (cf. guide) |
| SPECIES     | Code de l'espèce (cf. guide)         |
| SPECIES_NAM | Nom français de l'espèce (cf. guide) |

| Variables          | Informations                                                                                                                                            |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SPECIES_LAT        | Nom latin de l'espèce (cf. guide)                                                                                                                       |
| POD_SIZE           | Effectif                                                                                                                                                |
| AGE                | Age (A=Adulte, I=Immature, J=Juvénile, M=Mixte)                                                                                                         |
| DEC_ANGLE          | Angle ou bande d'observation (angle (°) pour les mammifères marins, gros poissons et tortues ; pour les oiseaux : 1 en vol ; 3 : posé ; 2 : hors bande) |
| CUE                | Mode de détection des mammifères marins (cf. guide)                                                                                                     |
| BEHAVIOUR          | Comportement (cf. guide)                                                                                                                                |
| SWIM_DIR           | Direction de nage des mammifères marins (°)                                                                                                             |
| CALVES             | Nombre de jeunes observés dans le groupe pour les mammifères marins                                                                                     |
| OBSERVER           | Initiales observateur                                                                                                                                   |
| SIDE               | Côté de l'observation (L=Gauche ou R=Droite)                                                                                                            |
| LAT                | Latitude de l'observation en degrés décimaux - WGS84                                                                                                    |
| LON                | Longitude de l'observation en degrés décimaux - WGS84                                                                                                   |
| COMMENT OBS        | Commentaire sur l'observation                                                                                                                           |
| SEA_STATE          | Etat de la mer (échelle beaufort)                                                                                                                       |
| SWELL              | Houle (0=Nulle, 1=Présence ; 2=Gênante)                                                                                                                 |
| TURBIDITY          | Turbidité (0=Eau claire à 2=Turbide ; 9=Inconnue)                                                                                                       |
| SKY_GLINT          | Réflexion des nuages (0=Aucune ou 1=Présence)                                                                                                           |
| GLARE_FROM         | Eblouissement de (°)                                                                                                                                    |
| GLARE_TO           | Eblouissement à (°)                                                                                                                                     |
| GLARE_SEVER        | Sévérité de l'éblouissement (0 = Nulle à 3=Forte)                                                                                                       |
| GLARE_UNDER        | Eblouissement sous l'avion (Vrai/Faux)                                                                                                                  |
| CLOUD_COVER        | Couverture nuageuse (méthode des octas)                                                                                                                 |
| SUBJECTIVE         | Conditions de détectabilité subjective (L=Terre, X=nulles, P=Pauvres, M=Moyennes, B=Bonnes et E=Excellentes)                                            |
| LEFT_REAR          | Initiales observateur gauche                                                                                                                            |
| RIGHT_REAR         | Initiales observateur droite                                                                                                                            |
| CENTER             | Initiales opérateur (saisie des données)                                                                                                                |
| LAT                | Latitude du point de changement de conditions en degrés décimaux - WGS84                                                                                |
| LON                | Longitude du point de changement de conditions en degrés décimaux - WGS85                                                                               |
| SPEED              | Vitesse de l'avion (km/h)                                                                                                                               |
| ALTITUDE           | Altitude de l'avion (m)                                                                                                                                 |
| AIRCRAFT           | Immatriculation de l'avion                                                                                                                              |
| COMMENT CONDITIONS | Commentaire sur les conditions d'observation                                                                                                            |

## 6.1.2 Campagnes aériennes digitales

Les images issues de STORMM® seront exploitées et traitées de façon semi-automatisée pour permettre la production d'une base de données indépendante de photos de cibles.

### 6.1.2.1 Détection des cibles

Un algorithme spécifique de détection sera mis en œuvre sur chaque image issue du système STORMM®. L'algorithme de détection est réglé de manière à conserver une probabilité de détection élevée, même si certaines fausses alarmes sont conservées. Sur des scènes classiques ne présentant pas d'écume, le niveau de fausse alarme reste relativement faible. Les sorties de l'algorithme sont les suivantes :

- Position de chaque cible détectée ;
- Sélection du cliché contenant la cible.

A l'issue de l'étape de détection automatique, les clichés sélectionnés sont analysés visuellement par un photo-interprète afin d'éliminer les fausses alarmes. Cette étape est réalisée grâce au segment sol STORMM-GS qui dispose des outils spécifiques permettant de réaliser cette étape très rapidement : visualisation automatique de chaque cible au bon niveau de zoom, boutons de sélection rapide... Le processus de détection associé à STORMM est donc semi-automatique, rapide, et permet d'extraire l'ensemble des cibles à analyser sans fausses alarmes. Il permet de réduire considérablement le volume de données à analyser par l'expert en photo-interprétation. Un exemple d'application de l'algorithme sur un groupe d'oiseaux posés est présenté ci-après :



Figure 15 : Image issue de STORMM® avec application de l'algorithme de prétraitement automatique : 33 cibles d'intérêt sont détectées et localisées



Figure 16 : Extraction automatique des 33 cibles issues de la détection automatique sur l'image précédente de la Figure 15 : 32 cibles sont des oiseaux en vol, 1 est un oiseau posé (dans cet exemple, l'image initiale fait 9 Mo, tandis que les 33 vignettes extraites représentent en tout 726 ko de données à traiter, soit un taux de compression supérieur à 91%)

D'autres exemples d'application de l'algorithme pour la détection d'un mammifère et d'un oiseau en vol avec présence de scintillement de surface sont présentés ci-après :

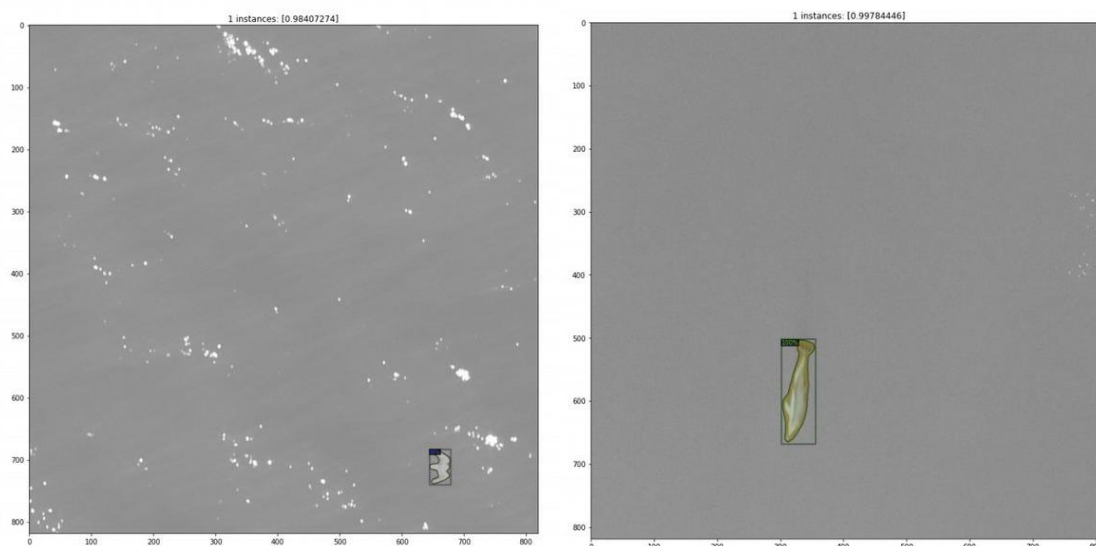


Figure 17 : Exemples d'application de l'algorithme de prédétection automatique sur des images issues de STORMM® : mammifère nageant, oiseaux volant avec présence de scintillement de surface

### 6.1.2.3 Identification des cibles

Pour chaque vignette, il s'agira ensuite d'identifier la cible présente sur la vignette. Cette phase d'identification sera réalisée par l'équipe de setec énergie environnement.

#### Détection et identification automatique des cibles

Setec in vivo travaille depuis quelques années au développement d'un outil de détection automatique sur photos aériennes. Setec in vivo dispose d'une expertise reconnue dans ce domaine qui sera mise à profit de l'étude de la mégafaune marine et migratrice. Par ailleurs, setec in vivo travaille en étroite collaboration avec Hytech Imaging sur ces questions et au développement d'un outil commun.

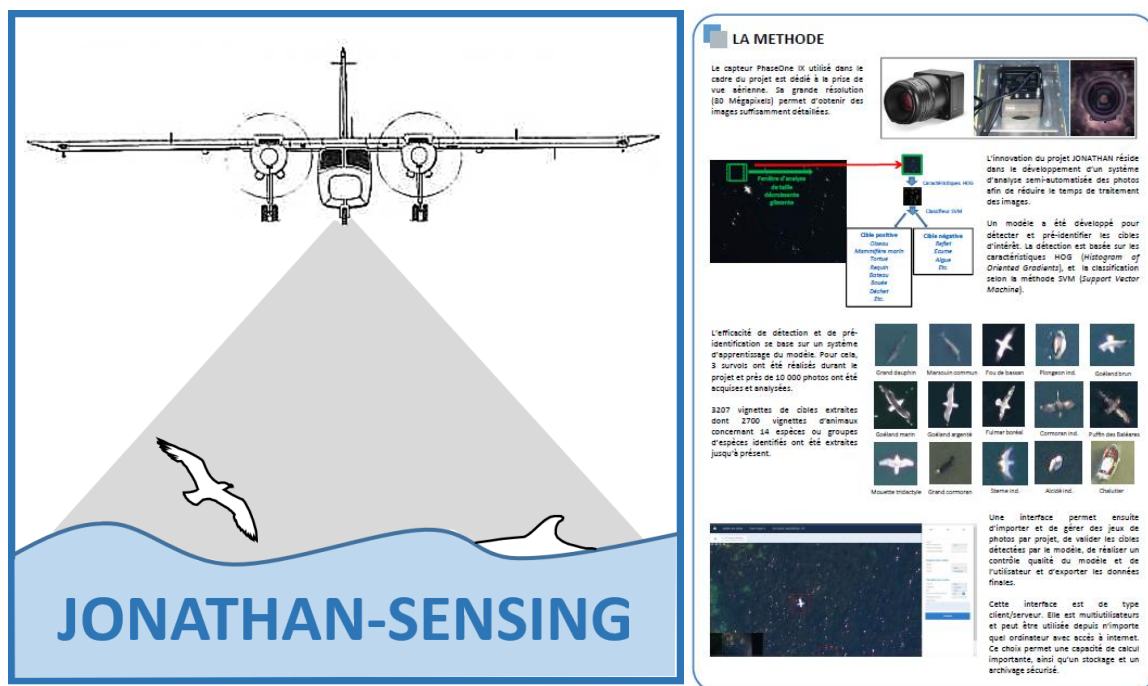


Figure 18 : Système automatique de détection et d'identification des cibles Jonathan-Sensing développé par setec énergie environnement



### 6.1.3 Taux d'identification des espèces

#### 6.1.3.1 Taux d'identification des espèces pour les survols aériens avec observateurs

Les suivis visuels effectués en baie de Seine par setec énergie environnement avec des observateurs expérimentés appliquant le protocole de l'observatoire PELAGIS font ressortir que 98% des effectifs sont déterminés au minimum à la famille, dont 33% à l'espèce (taux très variable selon l'époque de l'année et la proportion des familles présentes). Le détail pour chaque groupe et chaque famille est donné dans le tableau suivant. A noter que les conditions de vol (état de la mer, luminosité, etc.) influencent aussi la détermination des espèces (luminosité, houle, vague, etc.) et nous veillerons à réaliser les survols uniquement dans des conditions permettant de maximiser ces coefficients d'identification.

A noter toutefois que les espèces de certains groupes comme les alcidés, grèbes, océanites restent difficiles à identifier.

*Tableau 3 : Niveau d'identification des cibles animales en suivi aérien visuel. Taux calculé à partir des suivis aériens réalisés en baie de Seine en 2018/2019 (source : setec in vivo)*

| Groupe         | Famille           | Niveau d'identification | Taux d'identification à l'espèce | Remarque                                                                                                                                                                   |
|----------------|-------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Oiseaux marins | Alcidés           | famille                 | 0%                               | Distinction spécifique hasardeuse                                                                                                                                          |
|                | Anatidés          | espèce                  | 90%                              | Taux calculé sur des macreuses et bernaches cravants en vol                                                                                                                |
|                | Gaviidés          | genre                   | 0%                               | Possibilité de distinguer gros plongeurs (arctique/imbrin) des petits plongeurs (catmarin)                                                                                 |
|                | Hydrobatidés      | famille                 | 0%                               | Distinction spécifique très difficile compte-tenu de la petite taille des espèces                                                                                          |
|                | Laridés           | espèce                  | 50%                              | Les individus posés sont plus difficiles à distinguer. Age des individus déterminable                                                                                      |
|                | Phalacrocoracidés | espèce                  | 28%                              | Les individus posés sont plus difficiles à distinguer                                                                                                                      |
|                | Podicipédidés     | genre                   | 0%                               | Distinction spécifique très difficile car souvent posés                                                                                                                    |
|                | Procellariidés    | espèce                  | 92%                              | La différenciation entre le puffin des Baléares et le puffin des anglais peut être délicate lorsqu'ils sont posés et que les conditions lumineuses limitent les contrastes |
|                | Stercoraridés     | espèce                  | 70%                              | Petits labbes difficiles à distinguer                                                                                                                                      |
|                | Sternidés         | espèce                  | 88%                              | Distinction spécifique très difficile quand posés                                                                                                                          |
|                | Sulidés           | espèce                  | 100%                             | 1 espèce. Age des individus déterminable                                                                                                                                   |

|                   |             |        |      |                                                                                                                                  |
|-------------------|-------------|--------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mammifères marins | Delphinidés | espèce | 95%  | Distinction spécifique variable selon les espèces, les caractéristiques de l'observation (sous l'eau/en surface, distance, etc.) |
|                   | Phocidés    | espèce | 89%  | Distinction spécifique variable selon les caractéristiques de l'observation (sous l'eau/en surface, distance, âge et sexe, etc.) |
|                   | Phocoenidés | espèce | 100% | 1 espèce                                                                                                                         |

A noter que ces taux d'identification ont été estimés pour la zone de la Baie de Seine. Du fait des populations différentes qui peuplent la zone d'étude, et notamment la présence de plusieurs espèces de delphinidés dont l'identification à l'espèce peut s'avérer difficile, ces taux peuvent être un peu inférieurs sur la zone d'étude.

#### 6.1.3.2 Taux d'identification des espèces pour les survols aériens digitaux (sans observateurs)

D'après l'expérience de Hytech-imaging et Pelagis sur les campagnes d'observation de la mégafaune marine utilisant STORMM®, la plupart des espèces sont identifiables par des experts biologistes marins et ornithologues, sauf conditions d'observation trop difficiles (scintillement, moutonnement...). Certaines espèces d'oiseaux de faible taille restent toutefois assez difficiles à discriminer entre elles sur les clichés, même à très haute résolution centimétrique.

#### 6.1.3.3 Amélioration des taux d'identification des espèces pour les survols aériens réalisés à la fois avec observateurs et en digital

Pour les campagnes réalisées à la fois en digital et avec observateurs, les photos acquises avec le système STORMM®-OBS permettront également aux observateurs de vérifier et valider toutes leurs observations à l'issue du vol.

Quelques exemples de clichés produits par le système STORMM®-OBS sont présentés dans les figures suivantes.



Figure 19 : Dauphin commun (longueur individus ~2 m)

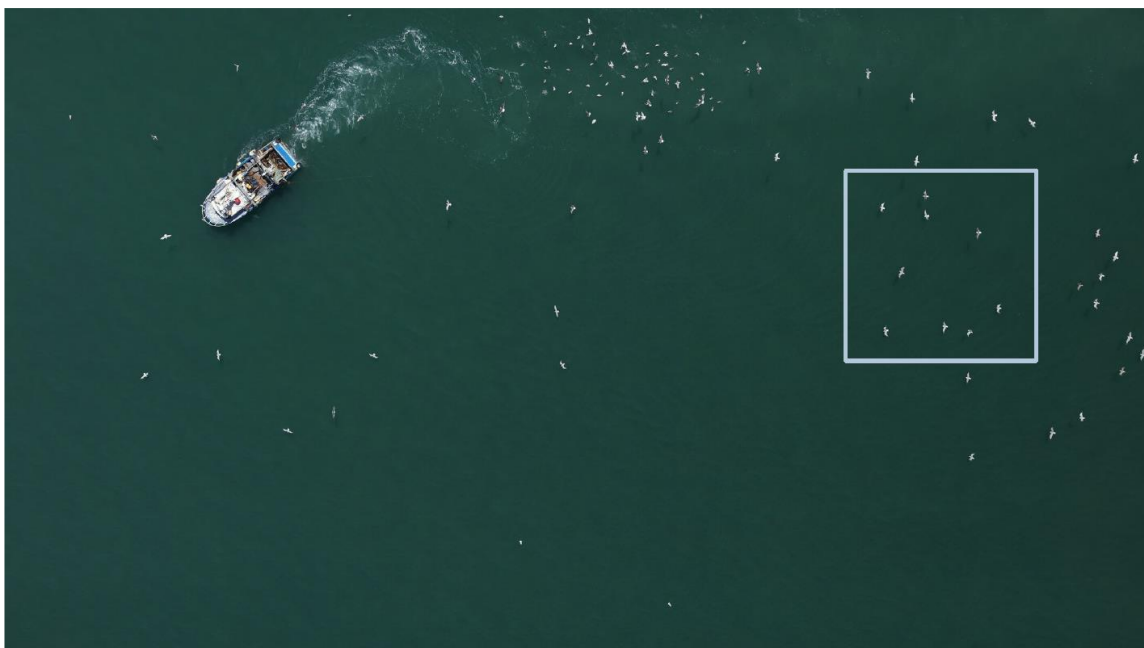


Figure 20 : Goélands (envergure ~1,5 m)



Figure 21 : Puffins (longueur ~25 cm)

## 6.2 CAMPAGNES NAUTIQUES

Lors des campagnes nautiques, les oiseaux et mammifères seront dénombrés selon la méthode du *line transect* : tous les individus détectés dans une bande de 300 m de part et d'autre du transect seront identifiés, dénombrés, et affectés à une classe de distance au transect de 0-50 m, 50-100 m, 100-200m, 200-300m, >300 m.

En complément, certaines espèces d'oiseaux sont traitées par Distance-sampling, technique qui permet d'appréhender les biais de comptage. Il s'agit essentiellement d'oiseaux posés ou volant à basse altitude, plus difficiles à échantillonner (Alcidés, Procellariiformes). Les oiseaux qui ne présentent pas un nombre d'observations suffisant pour une analyse statistique sont traités par *strip transect*. C'est généralement le cas des espèces à faible effectifs (Gaviidés, Phalacrocoracidés).

De même, la méthode du snapshot sera utilisée pour mesurer les flux d'oiseaux en vol et limiter le risque de surestimation lié à leur déplacement (Camphuysen et al., 200410). Elle consiste à réaliser des comptages instantanés en moins de 15 secondes toutes les 2 minutes. Ces dénombrements se font à 360° autour du bateau en route, et sur une distance de 300 m. En cas de forte affluence d'oiseaux, le bateau peut être stoppé le temps du comptage.

Les transects relativement courts permettent de garantir une attention optimale des observateurs durant toute la période d'échantillonnage avec la méthode choisie.

Les individus observés durant les transects sont identifiés et localisés dans l'espace suivant un protocole prédéfini pour obtenir les renseignements nécessaires à l'élaboration du diagnostic. Les informations sont communiquées oralement à la personne tenant le rôle de navigateur et secrétaire, appelé « scribe », qui consigne les données sur tablette ou des bordereaux de terrain en cas de problème.

Les observateurs, ornithologues formés aux exigences du protocole, couvrent chacun un champ visuel complémentaire de 90° sur le quart avant du bateau en mouvement (Komdeur, Bertelsen et Cracknell, 1992). Les oiseaux sont détectés visuellement à l'oeil nu ou auditivement et sont ensuite identifiés si nécessaire à l'aide de jumelles (Camphuysen et al., 2002). Aucune limite de distance de détection n'est fixée mais l'attention est principalement portée sur une bande de 0 à 300 mètres. Cette distance de 300 mètres est la valeur protocolée recommandée dans les études internationales (Banks et al., 2006 ; Camphuysen et al., 2002). Les observateurs couvrent les 90° avant opposé à eux (cf. figure suivante).



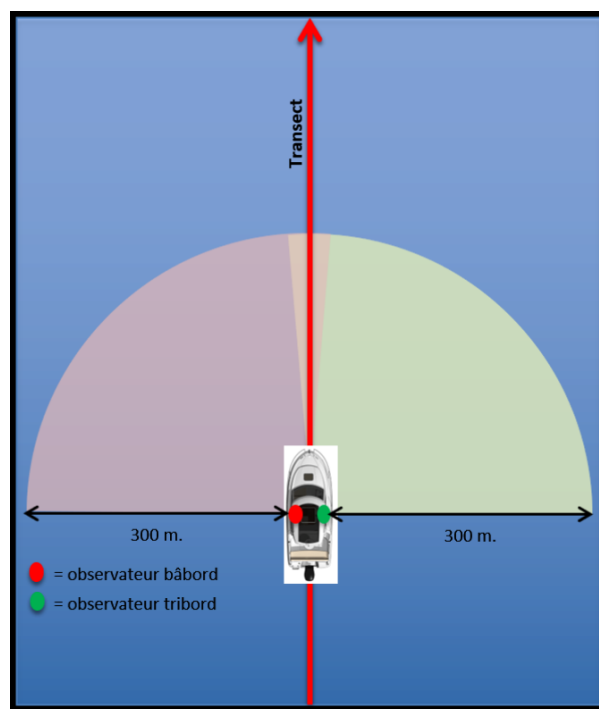


Figure 22 : Schéma présentant le principe de suivi par bateau

Les oiseaux et mammifères marins sont comptés en permanence durant les transects, et plusieurs éléments sont relevés, tels que présentées dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Paramètres relevés relatifs à chaque observation réalisée en bateau

| Informations                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Numéro du transect                                                                                                                                      |
| Date de l'observation (JJ/MM/AAAA)                                                                                                                      |
| Heure de l'observation (HHMMSS)                                                                                                                         |
| Code de l'espèce (cf. guide)                                                                                                                            |
| Effectif                                                                                                                                                |
| Age (A=Adulte, I=Immature, J=Juvénile, M=Mixte)                                                                                                         |
| Angle ou bande d'observation (angle (°) pour les mammifères marins, gros poissons et tortues ; pour les oiseaux : 1 en vol ; 3 : posé ; 2 : hors bande) |
| Distance de détection                                                                                                                                   |
| Comportement (cf. guide)                                                                                                                                |
| Hauteur de vol                                                                                                                                          |
| Direction de vol                                                                                                                                        |
| Côté de l'observation (L=Gauche ou R=Droite)                                                                                                            |
| Latitude de l'observation en degrés décimaux - WGS84                                                                                                    |
| Longitude de l'observation en degrés décimaux - WGS84                                                                                                   |
| Commentaire sur l'observation                                                                                                                           |

| Informations                                      |
|---------------------------------------------------|
| Etat de la mer (échelle beaufort)                 |
| Houle (0=Nulle, 1=Présence ; 2=Gênante)           |
| Turbidité (0=Eau claire à 2=Turbide ; 9=Inconnue) |
| Eblouissement de (°)                              |
| Eblouissement à (°)                               |
| Sévérité de l'éblouissement (0 = Nulle à 3=Forte) |
| Couverture nuageuse (méthode des octas)           |
| Initiales observateur gauche                      |
| Initiales observateur droite                      |
| Commentaire sur les conditions d'observation      |

Les informations d'origine anthropique sont également notées (bateaux, plateformes, déchets, activité de pêche...etc).

## 7. TRAITEMENT ET INTERPRÉTATION DES DONNÉES

### 7.1 EXTRACTION DES DONNÉES

Les données sont enregistrées sur un fichier lisible par le logiciel SAMMOA. Après la mission, les données sont contrôlées ligne par ligne :

- vérification des codes espèces,
- complément des lignes manquantes (dans le cas d'un nombre d'observations important pendant la mission qui ne permet pas la saisie en temps réel (réécoute des bandes audio)).

Le fichier de données est ensuite transformé en fichier .CSV ou .XLS pour le partager avec les observateurs de la mission pour un dernier contrôle qualité et une validation finale.

### 7.2 ESTIMATION DES DISTRIBUTIONS

L'utilisation de la méthode des noyaux sera appliquée pour représenter les répartitions observées d'oiseaux sur la zone d'étude. Cette méthode des noyaux aussi appelée KDE (*Kernel Density Estimation*) est utilisée pour homogénéiser les données sur une surface définie.

Les représentations de répartition des individus présentées ici ne permettent pas d'estimer une densité d'individus théoriques (nombre d'individus par unité de surface). En effet, la méthode du KDE est réalisée à partir des individus observés et ne prend pas en compte les individus non observés ou la probabilité de détection. Ces individus peuvent être situés hors de la zone de détection ou non détectés pour des raisons diverses. Ces individus doivent cependant être estimés ou comptabilisés pour estimer la population théorique présente sur le site.

Les estimations de densités théoriques sont calculées via la méthode dite du « distance-sampling » qui permet de prendre en compte statistiquement les individus non comptabilisés. Cette méthode est décrite ci-après.

### 7.3 INTÉRÊT DE LA MÉTHODE DES NOYAUX

L'intérêt de cette méthode est de générer des tendances qui permettent une présentation cohérente des informations acquises et évitent les biais ponctuels des données. Les données calculées représentent les distributions géographiques des individus ainsi que les tendances des zones périphériques. Par exemple, les zones de forte densité affichées représentent des secteurs où les observations ont été nombreuses et sont adjacentes à d'autres secteurs de fortes densités. À l'inverse, un secteur de la zone présentant ponctuellement des individus attenants à des secteurs sans observation verra son importance relative diminuer.

La figure suivante montre la méthode utilisée pour décrire les observations réelles comparées à la méthode des estimations par KDE pour les données d'août à septembre 2015 dans l'aire d'étude du projet éolien flottant de Groix-EOLFI, toutes espèces confondues. Les observations semblent assez uniformément réparties sans afficher clairement le nombre d'oiseaux observés par secteurs. La distribution estimée par KDE montre une tendance notable sur certains secteurs par rapport à d'autres. Ces zones de concentrations sont représentatives de la fréquentation perçue lors des sorties de terrain.

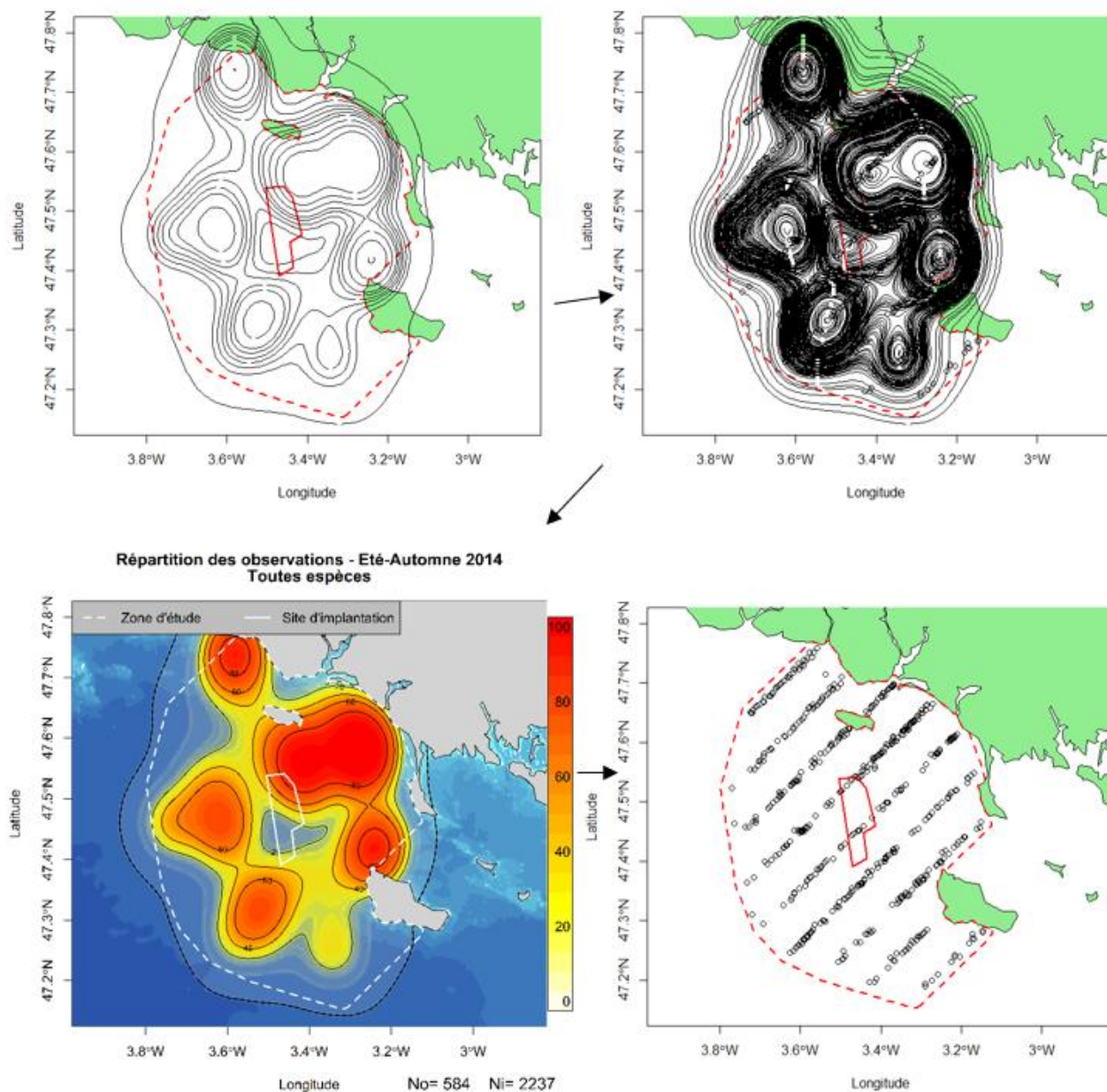


Figure 23 : comparaison des observations réelles et estimées par la méthode du noyau. Les résultats bruts sont affichés (en haut à gauche) pour vérifier la cohérence des données par rapport aux observations de terrain. L'analyse par la méthode des noyaux est réalisée pour estimer les zones de répartition pour l'espèce (en haut à droite). Les résultats sont ensuite épurés pour faciliter la visibilité et l'interprétation des valeurs (en bas à gauche). Enfin, la représentation des résultats est affichée suivant des critères graphiques des répartitions et le fond de carte pour une meilleure lisibilité (en bas à droite).

Cette méthode du noyau est particulièrement adaptée pour restituer la probabilité de la distribution des oiseaux en mer (O'Brien et al., 2012) :

- l'analyse KDE permet une représentation fiable et objective de la distribution observée des oiseaux marins ;
- Elle exprime la probabilité de rencontre (de 0 % à 100 %) de l'espèce dans la zone échantillonnée sur la base de la distribution des observations et de la taille des groupes détectés. Le plus grand

cercle représente la probabilité 0 et les plus petits la probabilité 100 %. Il s'agit donc d'une représentation inverse.

- la méthode est adaptée pour l'analyse des zones moyennes (site d'implantation) à larges (zone d'étude) ;
- le lissage des données permet de limiter l'influence des observations proches du transect sur la répartition globale en atténuant l'effet des zones sans données entre les transects
- les résultats graphiques sont compréhensibles par les lecteurs non scientifiques.

#### 7.4 PARAMETRES DE LA METHODE KDE

Les analyses des répartitions par la méthode du noyau ont été réalisées sur un mode multimodal (qui intègre plusieurs noyaux). Ce mode correspond à l'hypothèse que les individus ne font pas partie d'un groupe lié mais sont des individus ou petits groupes potentiellement indépendants géographiquement.

La méthode de lissage est gaussienne. Ce lissage est largement utilisé pour sa pondération harmonieuse dans les trois dimensions et donne les résultats les plus représentatifs ici. La fenêtre de lissage (ou précision de l'estimation) est réalisée à l'aide d'une fonction de validation croisée pour calculer la fenêtre de lissage optimale et la technique des moindres carrés pour ajuster les estimations (LSCV= Least-Squared Crossed-Validation method). Cette méthode a l'avantage de générer systématiquement la fenêtre de lissage adaptée pour chaque jeu de données et limiter au maximum les interprétations subjectives.

Les espèces ou taxons présentant une insuffisance dans le nombre d'informations disponibles ne seront pas traités par cette méthode. Les calculs du KDE nécessitent un jeu de données suffisamment important pour être représentatif des densités observées. Le traitement, malgré tout, de ces espèces ou taxons avec peu de données sera décidé pour chaque cas.

Les analyses sont réalisées à l'aide du langage de programmation R (R Development Core Team, 2005) et le package « KS ».

#### 7.5 ESTIMATION DES DENSITES THEORIQUES (DISTANCE-SAMPLING)

La méthode d'échantillonnage par distance, plus communément nommée par son appellation anglaise « *distance - sampling* » a été appliquée pour l'estimation des densités théoriques présentes sur la zone d'implantation. Elle est basée sur l'observation des individus le long d'un transect et prenant en compte la distance d'observation perpendiculaire par rapport au transect. Il est considéré que la probabilité de détection sur la ligne de transect est égale à 1. Cette méthode permet une estimation de la probabilité de détection des objets recherchés et ainsi d'estimer une densité non biaisée par les variations de la probabilité de détection liées aux conditions météorologiques, à la taille des espèces et à l'effet observateur (Buckland et al., 2001).

Son efficacité est reconnue pour les oiseaux marins posés sur l'eau et la plupart des plongeurs (Alcidés, Gaviidés, Phalacrocoracidés...). Plusieurs modèles de dénombrement sont systématiquement envisagés en utilisant les fonctions (*Half-normal*, *Hazard-rate*, et *Uniform*) et les ajustements (*Cosine*, *Simple polynomial* et *Hermite polynomial*). L'AIC (*Akaike's Information Criterion*) présentant le plus haut taux de vraisemblance (faible valeur) est utilisé. Le coefficient de variation est calculé et doit être inférieur à 20 % (noté  $CV \leq 0,2$ ) pour que les résultats soient considérés comme représentatifs. La qualité de l'ajustement est calculée (« Goodness of Fit » en anglais, noté GOF) en utilisant la méthode de Pearson du  $\chi^2$ . La représentativité statistique nécessite une valeur supérieure à 0,05 et idéalement au plus proche de 1.

Le comportement en mer de certaines espèces permet permis d'utiliser également la technique du Distance-Sampling sur des individus en vol. Les Procellariiformes relativement présents (puffin et Océanite tempête par exemple) ont en effet un vol presque exclusivement au ras de l'eau, ce qui permet d'évaluer la distance



de l'oiseau par rapport au bateau en utilisant la technique similaire des jumelles réticulées. La mesure se réalise à l'aplomb de l'oiseau sur la mer et au moment de la détection.

Les analyses sont réalisées à l'aide du logiciel Distance 6.0 (Thomas et al., 2010).

## 7.6 ESTIMATION DES DENSITES THEORIQUES (*STRIP TRANSECT*)

L'application du distance-sampling est limitée aux oiseaux posés et présentant un nombre d'observations suffisant (minimum 50-60) (Buckland et al., 2001) et ne permet pas d'estimer les densités des oiseaux en vol à l'heure actuelle, qui sont évaluées par les modes d'analyses standards de la méthode de *strip transect*. La localisation précise des individus étant nécessaire pour le distance-sampling, les oiseaux en vol ne sont pas recensés avec cette méthode, sauf exception (voir chapitre précédent). Cette méthode du *strip transect* permet d'estimer les densités en utilisant des surfaces définies dont la largeur est déterminée par une distance de détection et la longueur du transect. La largeur standard est définie par la distance où l'attention principale est portée, ici à 300 mètres. Cette distance peut être réduite pour les espèces présentant une détectabilité plus faible, spécifiquement pour les espèces de petites tailles peu contrastées (ex : la famille des Hydrobatidés comme l'Océanite tempête).

Cette technique d'estimation génère des densités *a minima* à partir des individus observés, sans évaluer la probabilité de détection et pourront être sommées par la suite aux estimations théoriques de densité des oiseaux posés déjà acquises par distance - sampling.

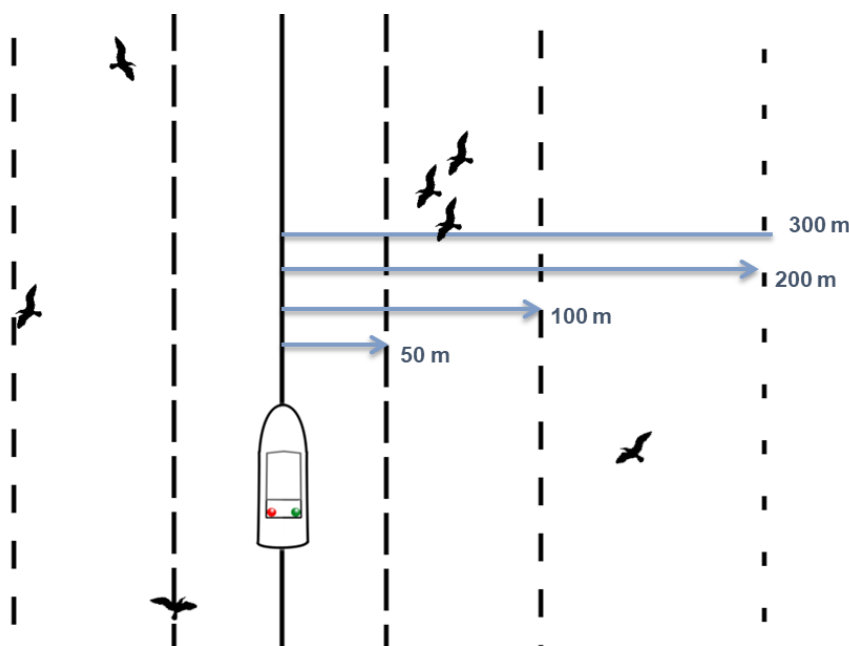


Figure 24 : Schéma simplifié des estimations de densités par *strip transect*.

Les observations sont localisées en fonction de la distance par rapport au bateau. Cette méthode permet de pouvoir localiser dans l'espace les individus en vol et pouvoir estimer une densité en fonction de la probabilité de détection estimée de l'espèce.

Les analyses sont réalisées à l'aide du langage de programmation R.

Une analyse spatiale est alors réalisée en utilisant un Krigreage (Hennequi, 2010 ; van der Meer et Leopold, 1995 ; Pebesma, 2002). Cette technique consiste à réaliser une interpolation spatiale sur l'ensemble de la zone d'étude à partir des densités observées.

Pour cela on réalise un semi-variogramme qui définit la relation entre les valeurs de densités avec la distance entre les points existants.

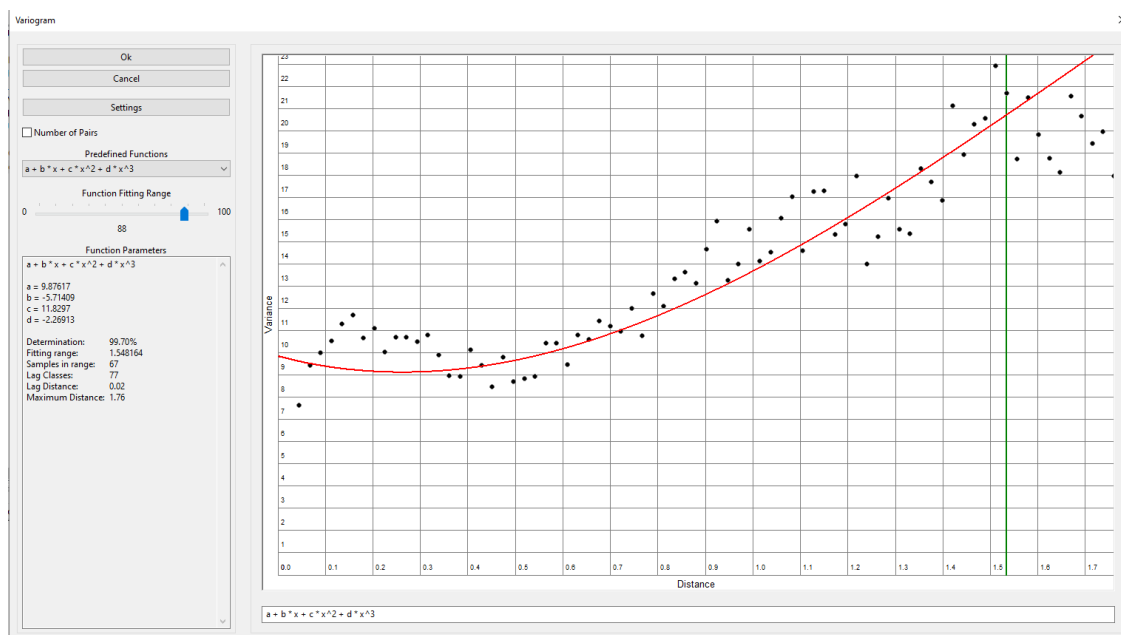


Figure 25 : Exemple de Semi-variogramme, Printemps pour le Guillemot de Troïl. Capture d'écran sur le logiciel SAGA

L'objectif est d'avoir la meilleure corrélation entre les points et la modélisation. Dans l'exemple ci-dessus, le modèle estime que l'équation explique 99,7 % des données, ce qui est très haut. Pour certaines espèces grégaires, le taux de détermination peut être au maximum autour de 40-50 % mais cela s'explique aisément : une espèce qui a tendance à se regrouper fortement aura des densités fortes dans le carré occupé par le groupe et des densités faibles à nulles dans les carrés adjacents.

Les analyses permettent d'avoir une interpolation des densités dans les zones non prospectées, comme le montre le graphique ci-dessous.

L'ensemble des estimations de densités en dehors de la zone d'étude sont retirées car peu pertinentes (absence de points de corrélation à l'extérieur de la zone d'étude).

Cette analyse est réalisée pour chaque espèce et chaque saison si cela est possible, car il est nécessaire qu'un nombre suffisant de points soit disponible pour réaliser cette corrélation.

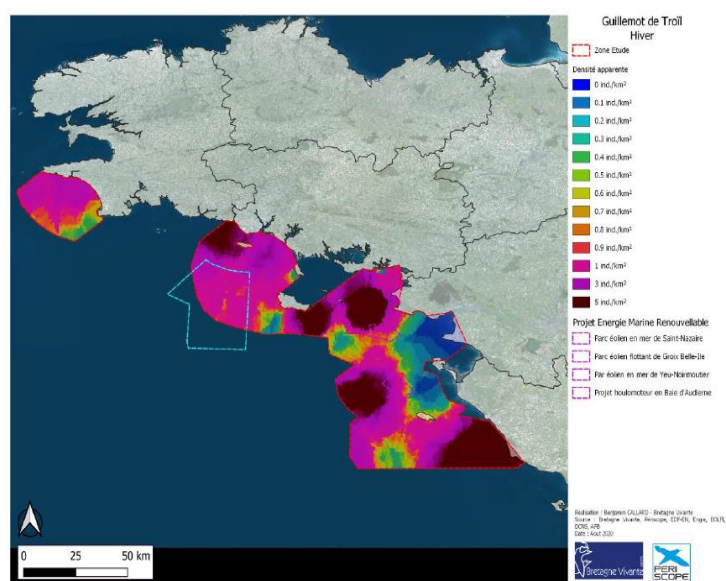


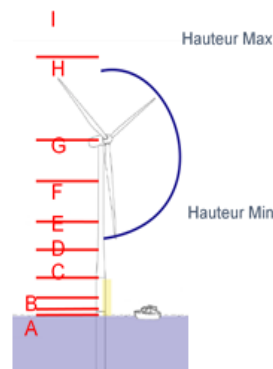
Figure 26 : Carte des densités estimées de Guillemot de Troil dans le nord du golfe de Gascogne en hiver (Callard et al., 2020).

## 7.7 HAUTEUR DE VOL

Les analyses de hauteur de vol par espèce sont réalisées à partir des données de hauteur de vol estimées sur le terrain. Ces valeurs seront réparties dans des catégories de hauteur de vol présentées dans le Tableau 5 : Catégories de hauteur de vol pouvant être appliquées aux observations de terrain Tableau 5 ci-dessous :

Tableau 5 : Catégories de hauteur de vol pouvant être appliquées aux observations de terrain

| Code catégorie | Catégories                 | Risque de collision |
|----------------|----------------------------|---------------------|
| I              | Supérieur à 300 m          | Aucun               |
| H              | Compris entre 150 et 300 m | Pales               |
| G              | Compris entre 50 et 150 m  | Pylône - Pales      |
| F              | Compris entre 30 et 50 m   | Pylône - Pales      |
| E              | Compris entre 20 et 30 m   | Pylône              |
| D              | Compris entre 10 et 20m    | Pylône              |
| C              | Compris entre 5 et 10 m    | Pylône              |
| B              | Compris entre 2 et 5 m     | Pylône              |
| A              | Compris entre 0 et 2 m     | Pylône              |



Les classes ou catégories de hauteur de vol seront définies d'après les prescriptions de la littérature internationale et scientifique mais seront aussi, d'abord et avant tout, en adéquation avec les caractéristiques techniques des machines.

Les données de faibles altitudes sont catégorisées plus finement que les hautes altitudes. Les hauteurs faibles (catégories A à E) représentent les hauteurs de vol privilégiées par de nombreuses espèces et sont plus précisément estimables depuis le bateau. Les hauteurs supérieures à la catégorie E sont plus

difficilement estimables et peuvent être sujettes à variation de la part des observateurs. Pour cette raison, les catégories F à I regroupent des amplitudes d'altitudes plus larges pour limiter « l'effet observateur ».

Chaque catégorie est affichée sur un graphique en fonction des fréquences de hauteur de vol. Une courbe de régression polynomiale permet de lisser les valeurs enregistrées et obtenir la répartition théorique des hauteurs de vol utilisées par les espèces. Les fréquences d'observations cumulées sont calculées pour 3 zones (sous les pales du rotor, dans la zone des pales du rotor et au-dessus des pales du rotor) pour évaluer les risques par espèces.

Les données des altitudes estimées peuvent ultérieurement être utilisées pour l'estimation de la répartition des hauteurs de vols des espèces dans le cadre de la modélisation des collisions.

Les analyses sont réalisées à l'aide du langage de programmation R.

## 8. ANNEXE : CODES ESPECES UTILISES LORS DE L'ENREGISTREMENT DES OBSERVATIONS

|        |                                    |                                                 |
|--------|------------------------------------|-------------------------------------------------|
| ACCNIS | Epervier d'Europe                  | Accipiter nisus                                 |
| ACRPAL | Rousserolle verderolle             | Acrocephalus palustris                          |
| ACRSCH | Phragmite des joncs                | Acrocephalus schoenobaenus                      |
| ACRSCI | Rousserolle effarvate              | Acrocephalus scirpaceus                         |
| ACRSPP | Rousserolle ind.                   | Acrocephalus spp.                               |
| ACTHYP | Chevalier guignette                | Actitis hypoleucos                              |
| ADMIBO | Bateau de l'Etat (douanes, marine) | Administrative boat (navy, custom, coast guard) |
| ALAARV | Alouette des champs                | Alauda arvensis                                 |
| ALASPP | Alouette ind.                      | Alauda spp.                                     |
| ALCSPP | Alcide ind.                        | Alcidae sp.                                     |
| ALCTOR | Pingouin torda                     | Alca torda                                      |
| ALCURI | Pingouin ou Guillemot              | Alca / Uria                                     |
| ALLALL | Mergule nain                       | Alle Alle                                       |
| ALOVUL | Requin renard commun               | Alopias vulpinus                                |
| ANAACU | Canard pilet                       | Anas acuta                                      |
| ANACLY | Canard souchet                     | Anas clypeata                                   |
| ANACRE | Sarcelle d'hiver                   | Anas crecca                                     |
| ANAPEN | Canard siffleur                    | Anas penelope                                   |
| ANAPLA | Canard colvert                     | Anas platyrhynchos                              |
| ANASPP | Canard ind.                        | Anas spp. / Aythya spp.                         |
| ANASTR | Canard chipeau                     | Anas strepera                                   |
| ANATID | Anatide ind.                       | Anatidae sp.                                    |
| ANSALB | Oie rieuse                         | Anser albifrons                                 |
| ANSANS | Oie cendree                        | Anser anser                                     |
| ANSSPP | Oie ind.                           | Anser sp.                                       |
| ANTPET | Pipit maritime                     | Anthus petrosus                                 |
| ANTPRA | Pipit farlouse                     | Anthus pratensis                                |
| ANTSPP | Pipit ind.                         | Anthus spp.                                     |
| ANTTRI | Pipit des arbres                   | Anthus trivialis                                |
| APUAPU | Martinet noir                      | Apus apus                                       |
| APUSPP | Martinet ind.                      | Apus spp.                                       |
| AQUABO | Bateau aquaculture                 | Aquaculture vessel                              |
| ARDCIN | Heron cendre                       | Ardea cinerea                                   |
| ARDPUR | Heron pourpre                      | Ardea purpurea                                  |
| ARDSPP | Heron ind.                         | Ardea sp.                                       |
| AREINT | Tournepieuvre a collier            | Arenaria interpres                              |
| ASIFLA | Hibou des marais                   | Asio flammeus                                   |
| ASIOTU | Hibou moyen-duc                    | Asio otus                                       |
| AYTMAR | Fuligule milouinan                 | Aythya marila                                   |
| BALACU | Petit rorqual                      | Balaenoptera acutorostrata                      |
| BALCAR | Baliste                            | Balistes spp.                                   |
| BALMUS | Rorqual bleu                       | Balaenoptera musculus                           |
| BALPHY | Rorqual commun                     | Balaenoptera physalus                           |

|        |                                  |                                              |
|--------|----------------------------------|----------------------------------------------|
| BALSPP | Rorqual ind.                     | Balaenopteridae sp.                          |
| BIRSPP | Oiseau ind.                      | aves                                         |
| BLAGUL | Goeland noir ind.                | Larus fuscus / marinus                       |
| BOAT   | Bateau non identifie             | Non identified ship                          |
| BRABER | Bernache cravant                 | Branta bernicla                              |
| BRACAN | Bernache du Canada               | Branta canadensis                            |
| BUBIBI | Heron garde-boeufs               | Bubulcus ibis                                |
| BULKBO | Bateau vraquier                  | Bulk cargo                                   |
| BUOY   | Bouee de peche                   | Fishing buoy, setnet                         |
| CALALB | Becasseau sanderling             | Calidris alba                                |
| CALALP | Becasseau variable               | Calidris alpina                              |
| CALCAN | Becasseau maubeche               | Calidris canutus                             |
| CALDIO | Puffin cendre                    | Calonectris diomedea                         |
| CALMAR | Becasseau violet                 | Calidris maritima                            |
| CALMIN | Becasseau minute                 | Calidris minuta                              |
| CALSPP | Becasseau ind.                   | Calidris spp.                                |
| CANOBO | Petit bateau de peche artisanale | Small traditional fishing boat               |
| CAPEUR | Engoulevent d'Europe             | Caprimulgus europaeus                        |
| CARCAN | Linotte melodieuse               | Carduelis cannabina                          |
| CARCHL | Verdier europe                   | Carduelis chloris                            |
| CARGOB | Bateau transport marchandise     | Merchant ship (containership, cargo, tanker) |
| CARLIS | Chardonneret                     | Carduelis carduelis                          |
| CARLON | Requin oceanique                 | Carcharhinus longimanus                      |
| CARSPI | Tarin des aulnes                 | Carduelis spinus                             |
| CASALB | Grande aigrette                  | Casmerodius albus                            |
| CATSKU | Grand labbe                      | Catharacta skua                              |
| CETMAX | Requin pelerin                   | Cetorhinus maximus                           |
| CETSPP | Cetace ind.                      | Cetacea                                      |
| CHAALE | Gravelot a collier interrompu    | Charadrius alexandrinus                      |
| CHAHIA | Grand gravelot                   | Charadrius hiaticula                         |
| CHASPP | Gravelot ind.                    | Charadrius spp.                              |
| CHESPP | Tortue a ecailles ind.           | Cheloniidae                                  |
| CHISPP | Chauve-souris                    | Chiroptera                                   |
| CHLHYB | Guifette moustac                 | Chlidonias hybridus                          |
| CHLNIG | Guifette noire                   | Chlidonias niger                             |
| CHLSPP | Guifette ind.                    | Chlidonias spp.                              |
| CIRAER | Busard des roseaux               | Circus aeruginosus                           |
| CIRCYA | Busard Saint-Martin              | Circus cyaneus                               |
| CIRSPP | Busard ind.                      | Circus spp.                                  |
| CISJUN | Cisticole des joncs              | Cisticola juncidis                           |
| COLLIV | Pigeon domestique (ou Biset)     | Columba livia                                |
| COLOEN | Pigeon colombin                  | Columba oenas                                |
| COLPAL | Pigeon ramier                    | Columba palomba                              |
| COLSPP | Pigeon ind.                      | Columba sp.                                  |



|        |                        |                                |
|--------|------------------------|--------------------------------|
| CONTBO | Bateau porte-container | Containership                  |
| CORCOR | Corneille noire        | Corvus corone                  |
| CORMSP | Cormoran ind.          | Phalacrocorax sp.              |
| CRUIBO | Bateau de croisiere    | Cruise ship                    |
| CYGOLO | Cygne tubercule        | Cygnus olor                    |
| DASSPP | Raie pastenague ind.   | Dasyatis sp.                   |
| DEADBI | Oiseau mort            | Mortem Aves                    |
| DEADMM | Mammifere marin mort   | Mortem Mammalia                |
| DELDEL | Dauphin commun         | Delphinus delphis / capensis   |
| DELSPP | Delphinide ind.        | Delphinidae sp.                |
| DELURB | Hirondelle de fenetre  | Delichon urbica                |
| DERCOR | Tortue luth            | Dermochelys coriacea           |
| DIOSPP | Albatros ind.          | Diomedeidae sp.                |
| EGRGAR | Aigrette garzette      | Egretta garzetta               |
| EGRSPP | Aigrette ind.          | Egretta spp.                   |
| EMBSPP | Bruant ind.            | Emberiza spp.                  |
| ERIRUB | Rouge gorge            | Erithacus rubecula             |
| FALCOL | Faucon emerillon       | Falco columbarius              |
| FALELE | Faucon d'Eleonore      | Falco eleonora                 |
| FALPER | Faucon pelerin         | Falco peregrinus               |
| FALSPP | Faucon ind.            | Falco spp.                     |
| FALSUB | Faucon hobereau        | Falco subbuteo                 |
| FALTIN | Faucon crecerelle      | Falco tinnunculus              |
| FERRYB | Ferry                  | Ferry                          |
| FICHYP | Gobemouche noir        | Ficedula hypoleuca             |
| FICPAR | Gobemouche nain        | Ficedula parva                 |
| FISH   | Poisson ind.           | Osteichiens                    |
| FISHBO | Bateau de peche pro    | Fishing boat (professional)    |
| FISHTR | Dechet de peche        | Fishing trash (net part, buoy) |
| FRAARC | Macareux moine         | Fratercula arctica             |
| FRICOE | Pinson des arbres      | Fringilla coelebs              |
| FRIMON | Pinson du Nord         | Fringilla montifringilla       |
| FULATR | Foulque macroule       | Fulica atra                    |
| FULGLA | Fulmar boreal          | Fulmarus glacialis             |
| GALCHL | Poule d'eau            | Gallinula chloropus            |
| GALGAL | Becassine des marais   | Gallinago gallinago            |
| GAVADA | Plongeon a bec blanc   | Gavia adamsii                  |
| GAVARC | Plongeon arctique      | Gavia arctica                  |
| GAVIMM | Plongeon imbrin        | Gavia immer                    |
| GAVSPP | Plongeon ind.          | Gavia sp.                      |
| GAVSTE | Plongeon catmarin      | Gavia stellata                 |
| GLOMEL | Globicephale noir      | Globicephala melas             |
| GRAGRI | Dauphin de Risso       | Grampus griseus                |
| GREGUL | Goeland gris ind.      | Larus argentatus / michahellis |

|        |                               |                                            |
|--------|-------------------------------|--------------------------------------------|
| HAEOST | Huitrier pie                  | Haematopus ostralegus                      |
| HALALB | Pygargue a queue blanche      | Haliaeetus albicilla                       |
| HALGRY | Phoque gris                   | Halichoerus grypus                         |
| HIPSPP | Hypolais ind.                 | Hippolais spp.                             |
| HIRRUS | Hirondelle rustique           | Hirundo rustica                            |
| HIRSPP | Hirondelle ind.               | Hirundo spp.                               |
| HYDPEL | Oceanite tempete              | Hydrobates pelagicus                       |
| HYPAMP | Hyperoodon boreal             | Hyperoodon ampullatus                      |
| IRONTR | Dechet metal                  | Iron or Metal Trash                        |
| JELLY  | Meduse ind.                   | Cnidaria                                   |
| KOGBRE | Cachalot pygmee               | Kogia breviceps                            |
| KOGSIM | Cachalot nain                 | Kogia sima                                 |
| KOGSPP | Kogiide ind.                  | Kogiidae sp.                               |
| LAGACU | Lagenorhynque a flancs blancs | Lagenorhynchus acutus                      |
| LAGALB | Lagenorhynque a bec blanc     | Lagenorhynchus albirostris                 |
| LAMNAS | Requin-taube commun           | Lamna nasus                                |
| LANBIR | Oiseau terrestre              | Aves                                       |
| LANCOL | Pie grièche ecorcheur         | Lanius collurio                            |
| LANEXC | Pie grièche grise             | Lanius excubitor                           |
| LARARG | Goeland argente               | Larus argentatus                           |
| LARAUD | Goeland d'Audouin             | Larus audouinii                            |
| LARCAN | Goeland cendre                | Larus canus                                |
| LARCET | Grand cetace ind.             | Large Cetacea                              |
| LARDEL | Grand delphinine              | Large delphininae                          |
| LARFIS | Grand poisson ind.            | Osteichiens                                |
| LARFUS | Goeland brun                  | Larus fuscus                               |
| LARGEN | Goeland railleur              | Larus genei                                |
| LARGRE | Grand grebe ind.              | Podiceps cristatus / grisegena             |
| LARGUL | Grand Goeland ind.            | Larus sp.                                  |
| LARMAR | Goeland marin                 | Larus marinus                              |
| LARMEL | Mouette melanocephale         | Larus melanocephalus                       |
| LARMIC | Goeland leucophee             | Larus michahellis                          |
| LARMIN | Mouette pygmee                | Larus minutus                              |
| LARNOV | Mouette argentee              | Larus novaehollandiae                      |
| LARRID | Mouette rieuse                | Larus ridibundus                           |
| LARSAB | Mouette de Sabine             | Larus sabini                               |
| LARSHE | Grand puffin ind.             | Calonectris / puffinus gravis / P. griseus |
| LARSPP | Laride ind.                   | Laridae spp.                               |
| LIMICO | Limicole ind.                 | Limicole spp.                              |
| LIMLAP | Barge rousse                  | Limosa lapponica                           |
| LOCLUS | Locustelle lusciniode         | Locustella luscinioides                    |
| LONGBO | Bateau palangrier             | Longliner                                  |
| LUSMEG | Rosignol Philomele            | Luscinia megarhynchos                      |
| MEDCET | Moyen cetace ind.             | Medium Cetacea                             |

|        |                                         |                                                                |
|--------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| MEDGUL | Petit goeland gris ind.                 | Larus canus / audouinii                                        |
| MEDTER | Sterne moyenne ind.                     | Sterna hirundo / paradisaea                                    |
| MEGNOV | Baleine a bosse                         | Megaptera novaeangliae                                         |
| MELFUS | Macreuse brune                          | Melanitta fusca                                                |
| MELNIG | Macreuse noire                          | Melanitta nigra                                                |
| MELSPP | Macreuse ind.                           | Melanitta sp.                                                  |
| MERSER | Harle huppe                             | Mergus serrator                                                |
| MERSPP | Harle ind.                              | Mergus sp.                                                     |
| MESBID | Mesoplodon de Sowerby                   | Mesoplodon bidens                                              |
| MESDEN | Mesoplodon de Blainville                | Mesoplodon densirostris                                        |
| MESEUR | Mesoplodon de Gervais                   | Mesoplodon europaeus                                           |
| MESMIR | Mesoplodon de True                      | Mesoplodon mirus                                               |
| MESSPP | Mesoplodon ind.                         | Mesoplodon sp.                                                 |
| MILMIG | Milan noir                              | Milvus migrans                                                 |
| MINIBO | Bateau minier                           | Mining boat                                                    |
| MOLMOL | Poisson lune                            | Mola mola                                                      |
| MOTALB | Bergeronnette grise                     | Motacilla alba                                                 |
| MOTCIN | Bergeronnette des ruisseaux             | Motacilla cinerea                                              |
| MOTFLA | Bergeronnette printanniere              | Motacilla flava                                                |
| MOTOBO | Bateau a petit moteur                   | Small motor boat                                               |
| MOTSPP | Bergeronnette ind.                      | Motacilla spp.                                                 |
| MOTYAR | Bergeronnette de Yarrell                | Motacilla Yarelli                                              |
| MUSSTR | Gobemouche gris                         | Muscicapa striata                                              |
| NETBO  | Bateau fileyeur                         | Gill-netter                                                    |
| NONE   | Pas de suiveurs                         | No scavengers                                                  |
| NUMARQ | Courlis cendre                          | Numenius arquata                                               |
| NUMPHA | Courlis corlieu                         | Numenius phaeopus                                              |
| NUMSPP | Courlis ind.                            | Numenius spp.                                                  |
| OCELEU | Oceanite culblanc                       | Oceanodroma leucorhoa                                          |
| OCEOCE | Oceanite de Wilson                      | Oceanites oceanicus                                            |
| OCESPP | Oceanite ind.                           | Hydrobates / Oceanites / Oceanodroma / Fregetta / Nesofregetta |
| OENHIS | Traquet oreillard                       | Oenanthe hispanica                                             |
| OENOEN | Traquet motteux                         | Oenanthe oenanthe                                              |
| OIL    | Dechet hydrocarbure (nappe)             | Oil slick                                                      |
| ORCORG | Orque                                   | Orcinus orca                                                   |
| ORIORI | Loriot d'Europe                         | Oriolus oriolus                                                |
| OTHER  | Autre observation                       | Other sighting                                                 |
| PANHAL | Balbuzard pecheur                       | Pandion haliaetus                                              |
| PASSBO | Bateau art dormant (fileyeur, caseyeur) | Boat using for Passive fishing gear                            |
| PASSER | Passereau ind.                          | Passeriformes                                                  |
| PATRAB | Bateau chalutboeuf                      | Pair trawler                                                   |
| PERAPI | Bondrée apivore                         | Pernis apivorus                                                |
| PETSPP | Petrel ind.                             | Petrel spp.                                                    |

|        |                                          |                           |
|--------|------------------------------------------|---------------------------|
| PHAARI | Cormoran huppe                           | Phalacrocorax aristotelis |
| PHACAR | Grand cormoran                           | Phalacrocorax carbo       |
| PHAFUL | Phalarope a bec large                    | Phalaropus fulicarius     |
| PHAPYG | Cormoran pygmée                          | Phalacrocorax pygmeus     |
| PHIPUG | Combattant varié                         | Philomachus pugnax        |
| PHOCID | Phoque ind.                              | Phocidae sp.              |
| PHOENI | Rouge queue a front blanc                | Phoenicurus phoenicurus   |
| PHOOCH | Rouge queue noir                         | Phoenicurus ochruros      |
| PHOPHO | Marsouin commun                          | Phocoena phocoena         |
| PHOVIT | Phoque veau-marin                        | Phoca vitulina            |
| PHYCOL | Pouillot vélocé                          | Phylloscopus collybita    |
| PHYINO | Pouillot a grands sourcils               | Phylloscopus inornatus    |
| PHYMAC | Cachalot macrocephale                    | Physeter macrocephalus    |
| PHYPRO | Pouillot de Pallas                       | Phylloscopus proregulus   |
| PHYSPP | Pouillot ind.                            | Phylloscopus spp.         |
| PHYTRO | Pouillot fitis                           | Phylloscopus trochilus    |
| PLALEU | Spatule blanche                          | Platalea leucorodia       |
| PLANCT | Plancton                                 | Plankton                  |
| PLANE  | Avion                                    | Plane                     |
| PLASTR | Déchet plastique                         | Plastic trash             |
| PLEABO | Bateau de plaisance ind.                 | Pleasure boat             |
| PLENIV | Bruant des neiges                        | Plectrophenax nivalis     |
| PLUAPR | Pluvier doré                             | Pluvialis apricaria       |
| PLUSPP | Pluvier ind.                             | Pluvialis spp.            |
| PLUSQU | Pluvier argente                          | Pluvialis squatarola      |
| PODCRI | Grèbe huppe                              | Podiceps cristatus        |
| PODGRI | Grèbe jougris                            | Podiceps griseus          |
| PODSPP | Grèbe ind.                               | Podiceps sp.              |
| POLYTR | Déchet polystyrène                       | Déchet polystyrène        |
| POTBO  | Bateau caseyeur                          | Pot vessel                |
| PRIGLA | Requin peau-bleue                        | Prionace glauca           |
| PROSPP | Procellariide ind.                       | Procellariidae sp.        |
| PRUMOD | Accenteur mouchet                        | Prunella modularis        |
| PUFGRA | Puffin majeur                            | Puffinus gravis           |
| PUFGRI | Puffin fuligineux                        | Puffinus griseus          |
| PUFMAU | Puffin des Balears                       | Puffinus mauretanicus     |
| PUFPUF | Puffin des anglais                       | Puffinus puffinus         |
| PUFSPP | Puffin ind. / Petit procellariide marron | Puffinus spp.             |
| PUFYEL | Puffin yelkouan                          | Puffinus yelkouan         |
| RAPSPP | Rapace ind.                              | Falconiformes             |
| RAYSPP | Raie ind.                                | Ray spp.                  |
| REGIGN | Roitelet triple bandeau                  | Regulus ignicapilla       |
| REGREG | Roitelet huppe                           | Regulus regulus           |
| RESCUB | Bateau de secours                        | Search And Rescue vessel  |

|        |                                |                                             |
|--------|--------------------------------|---------------------------------------------|
| RESEBO | Navire scientifique            | Research vessel (science)                   |
| RIPRIP | Hirondelle de rivage           | Riparia riparia                             |
| RISTRI | Mouette tridactyle             | Rissa tridactyla                            |
| RUBBTR | Déchet caoutchouc              | Rubber trash                                |
| SAILBO | Bateau de plaisance à voile    | Sailing boat                                |
| SAXTOR | Tarier patre                   | Saxicola torquata                           |
| SEINBO | Bateau sennneur, bolincheur    | Seiner                                      |
| SERSER | Serin cini                     | Serinus serinus                             |
| SERVBO | Bateau de maintenance          | Service boat                                |
| SHARK  | Requin ind.                    | Selachimorpha                               |
| SMACET | Petit cétacé ind.              | Small Cetacea                               |
| SMADEL | Petit delphinine ind.          | Small delphininae                           |
| SMAFIS | Petit poisson ind.             | Osteichiens                                 |
| SMAGRE | Petit grèbe ind.               | Podiceps auritus / nigricollis              |
| SMAGUL | Mouette ind.                   | Larus sp.                                   |
| SMALTR | Micro déchet                   | Trash (plastic, wood, oil)                  |
| SMASHE | Petit Puffin ind.              | Puffinus yelkouan / puffinus / mauretanicus |
| SMATER | Petite sterne ind.             | Sterna                                      |
| SOMMOL | Eider à duvet                  | Somateria mollissima                        |
| STEALB | Sterne naine                   | Sterna albifrons                            |
| STEARC | Sterne arctique                | Sterna paradisaea                           |
| STECAS | Sterne caspienne               | Sterna caspia                               |
| STECOE | Dauphin bleu et blanc          | Stenella coeruleoalba                       |
| STEDEL | Dauphin bleu et blanc / commun | Stenella coeruleoalba / Delphinus delphis   |
| STEDOU | Sterne de Dougall              | Sterna dougallii                            |
| STEDUS | Labbe à longue queue           | Stercorarius longicaudus                    |
| STEFUS | Sterne fuligineuse             | Sterna fuscata                              |
| STEHIR | Sterne pierregarin             | Sterna hirundo                              |
| STENIL | Sterne hansel                  | Sterna nilotica                             |
| STEPAR | Labbe parasite                 | Stercorarius parasiticus                    |
| STEPOM | Labbe pomarin                  | Stercorarius pomarinus                      |
| STERCO | Labbe ind.                     | Stercorarius spp.                           |
| STESAN | Sterne caugek                  | Sterna sandvicensis                         |
| STESPP | Sterne ind.                    | Sterna spp.                                 |
| STRDEC | Tourterelle turque             | Streptopelia decaocto                       |
| STRSPP | Tourterelle ind.               | Streptopelia spp.                           |
| STRTUR | Tourterelle bois               | Streptopelia turtur                         |
| STUSPP | Etourneau ind.                 | Sturnus spp.                                |
| STUVUL | Etourneau sansonnet            | Sturnus vulgaris                            |
| SULBAS | Fou de bassan                  | Morus bassana                               |
| SYLATR | Fauvette à tête noire          | Sylvia atricapilla                          |
| SYLBOR | Fauvette des jardins           | Sylvia borin                                |
| SYLCAN | Fauvette passerinette          | Sylvia cantillans                           |
| SYLCOM | Fauvette grisette              | Sylvia communis                             |

|        |                                      |                             |
|--------|--------------------------------------|-----------------------------|
| SYLMEL | Fauvette melanocephale               | Sylvia melanocephala        |
| SYLSPP | Fauvette ind.                        | Sylvia spp.                 |
| TADTAD | Tadorne de Belon                     | Tadorna tadorna             |
| TANKER | Bateau pétrolier, chimiquier, gazier | Tanker (oil, gaz, chemical) |
| TAPOBO | Bateau fileyeur tapouille            | Guianese Gill-netter        |
| THUALA | Thon blanc Germon                    | Thunnus alalunga            |
| THUSPP | Thon / Bonite                        | Thunnus spp. / Sarda spp.   |
| THUTHY | Thon rouge atlantique                | Thunnus thynnus             |
| TRASH  | Dechet (bois, plastic, fioul)        | Trash (plastic, wood, oil)  |
| TRAWLB | Bateau chalutier                     | Trawler                     |
| TRISPP | Chevalier ind.                       | Tringa spp.                 |
| TRITOT | Chevalier gambette                   | Tringa totanus              |
| TROTRO | Troglodyte mignon                    | Troglodytes troglodytes     |
| TURDUS | Grive ind.                           | Turdus spp.                 |
| TURILI | Grive mauvis                         | Turdus iliacus              |
| TURMER | Merle noir                           | Turdus merula               |
| TURPHI | Grive musicienne                     | Turdus philomelos           |
| TURPIL | Grive Litorne                        | Turdus pilaris              |
| TURTRU | Grand dauphin                        | Tursiops truncatus          |
| UPUEPO | Huppe fasciée                        | Upupa epops                 |
| URIAAL | Guillemot de troil                   | Uria aalge                  |
| VANVAN | Vanneau huppe                        | Vanellus vanellus           |
| WOODTR | Dechet bois (non naturel)            | Unnatural wood              |
| XIPGLA | Espadon / Marlin / Voilier           | Xiphiidae / Istiophoridae   |
| ZIPCAV | Baleine à bec de Cuvier              | Ziphius cavirostris         |
| ZIPSPP | Baleine à bec ind.                   | Ziphiidae sp.               |