



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 »



Octobre 2022

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

COORDONNEES

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

1. Objectif	6
1.1 Principe	6
1.2 Périodes et fréquences d'acquisition	6
1.3 Plan d'échantillonnage	7
2. Moyens aériens et nautiques	10
2.1 Moyens aériens	10
2.2 Moyens nautiques	11
3. Moyens humains.....	12
3.1 Campagnes aériennes	12
3.2 Campagnes nautiques.....	12
4. Moyens matériels.....	13
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
5. Conditions météo-océanographiques.....	20
5.1 Campagnes aériennes	20
5.2 Campagnes nautiques.....	20
6. Paramètres analysés/mesurés	21
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
7. Traitement et interprétation des données.....	36
7.1 Extraction des données	36
7.2 Estimation des distributions	36
7.3 Intérêt de la méthode des noyaux	36
7.4 Paramètres de la méthode KDE	38
7.5 Estimation des densités théoriques (Distance-sampling)	38
7.6 Estimation des densités théoriques (Strip transect)	39
7.7 Hauteur de vol	41

8. Annexe : Codes espèces utilisés lors de l'enregistrement des observations43

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).	37
Figure 24 : Schéma simplifié des estimations de densités par strip transect.....	39

Figure 25 : Exemple de Semi-variogramme, Printemps pour le Guillemot de Troïl. Capture d'écran sur le logiciel SAGA..... 40

Figure 26 : Carte des densités estimées de Guillemot de Troïl dans le nord du golfe de Gascogne en hiver (Callard et al., 2020).41

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 41

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.

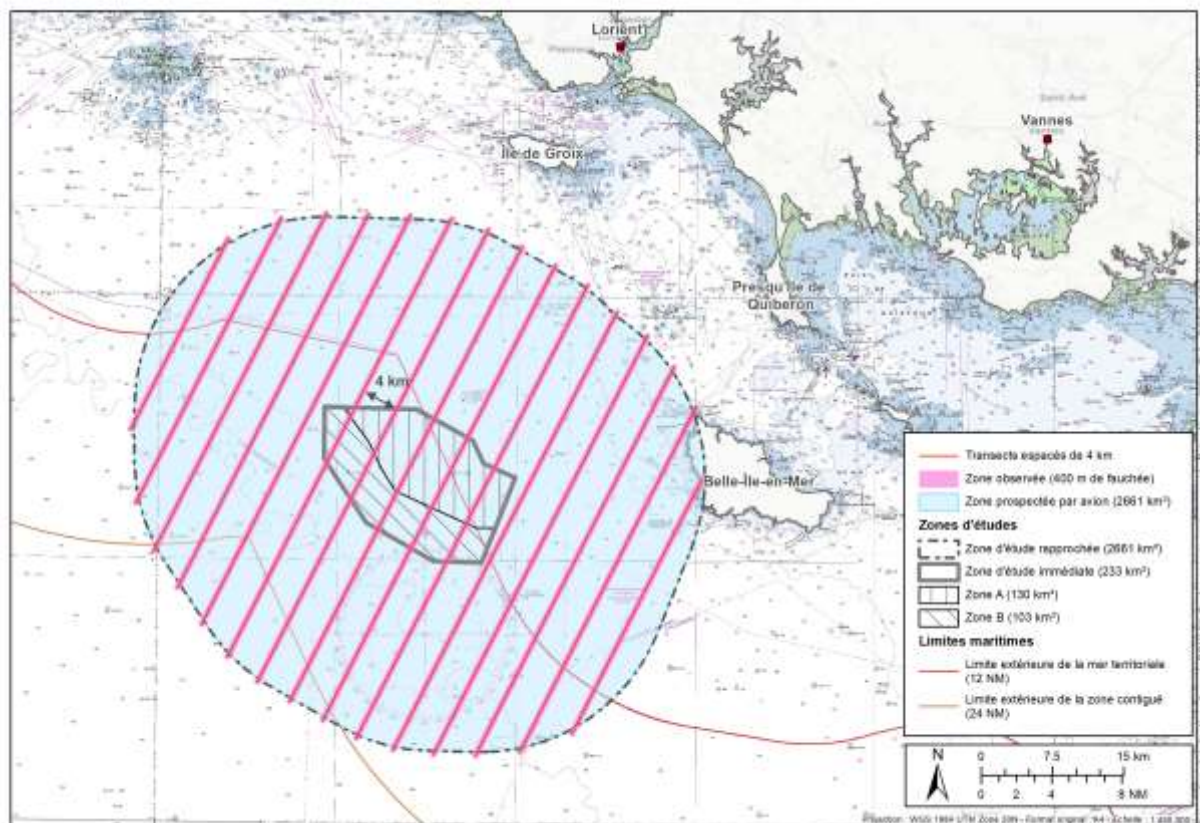


Figure 2 : Position des transects des suivis avion pour le suivi de la mégafaune marine

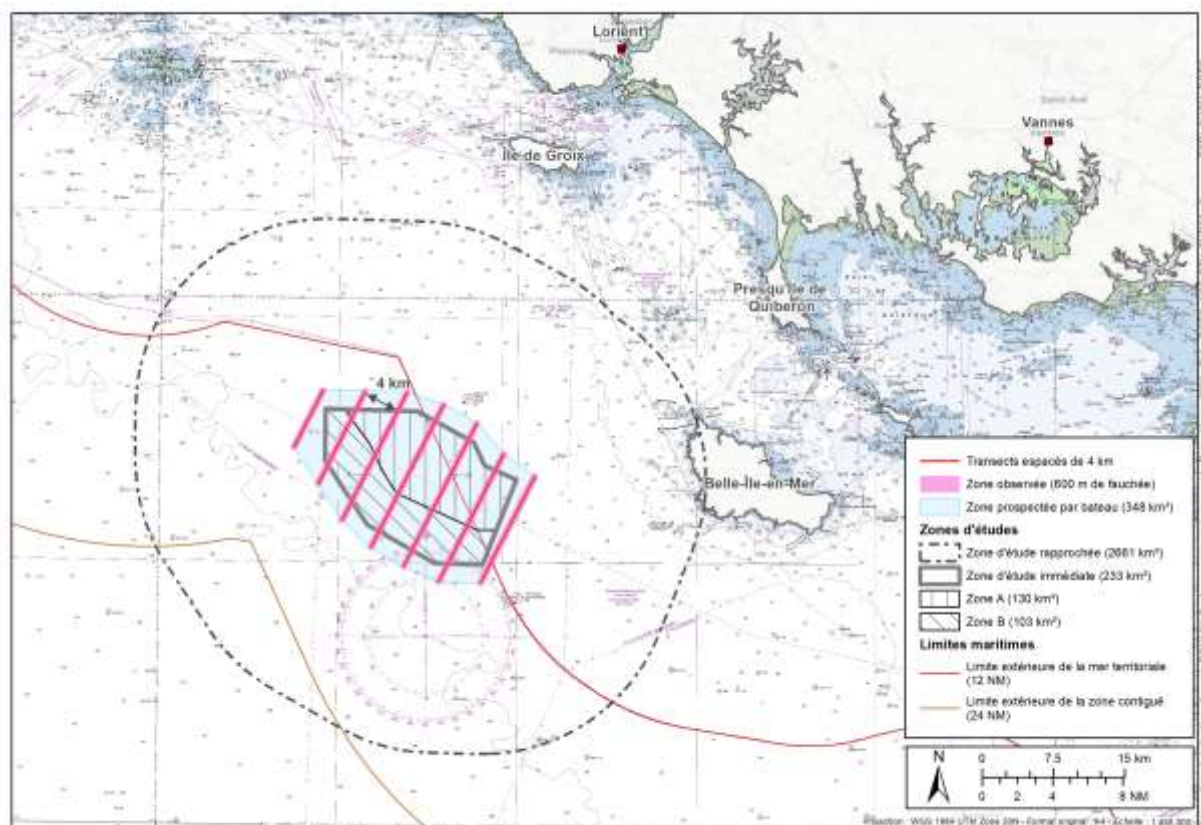


Figure 3 : Position des transects des suivis bateau pour le suivi de la mégafaune marine

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 km ²	2661 km ²	10,2 %
	Campagnes nautiques	7	95 km	57 km ²	348 km ²	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'œil 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).

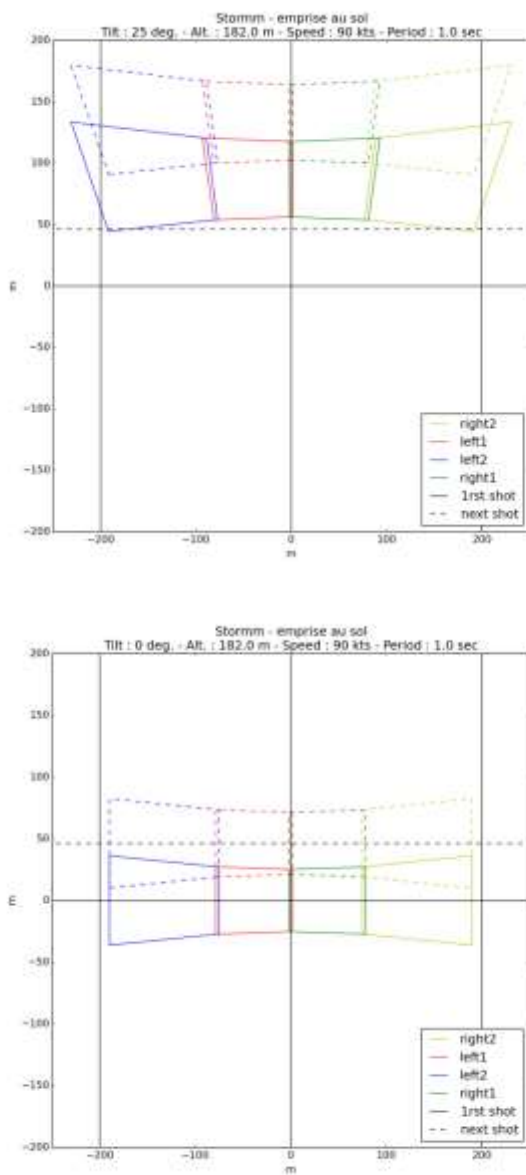


Figure 9 : Emprise au sol des clichés STORMM® pour deux déclenchements successifs (ici dans la configuration STORMM®-OBS) ; Gauche : au nadir (inclinaison 0°) ; Droite : inclinaison longitudinale maximale (25°)

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



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

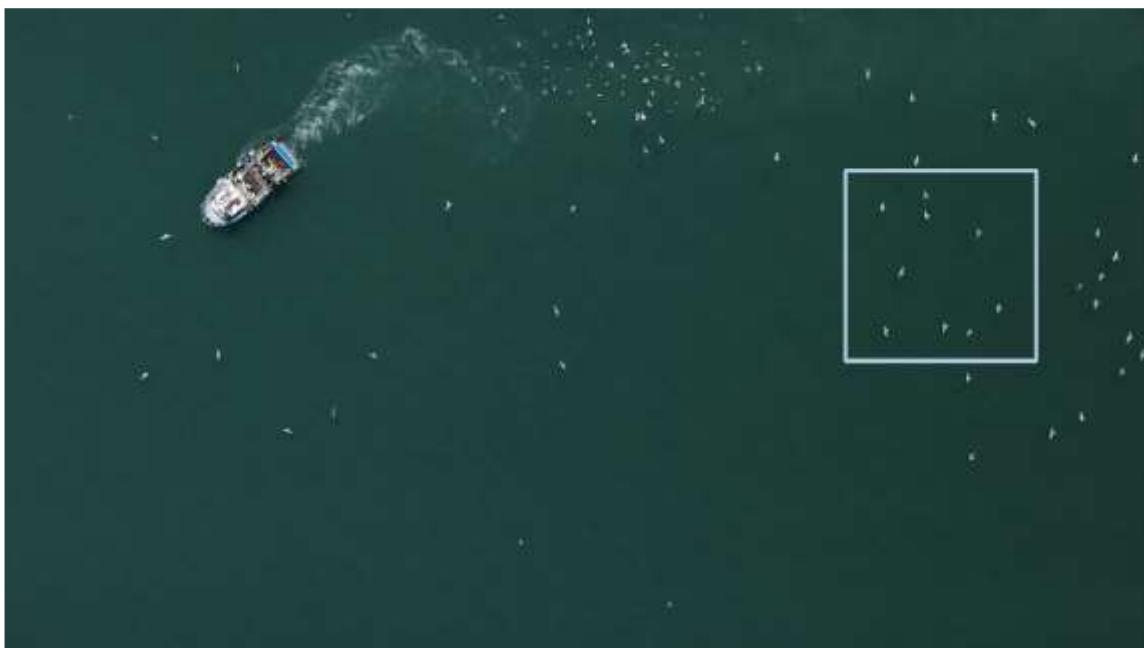


Figure 11 : Goélands (envergure ~1,5m)

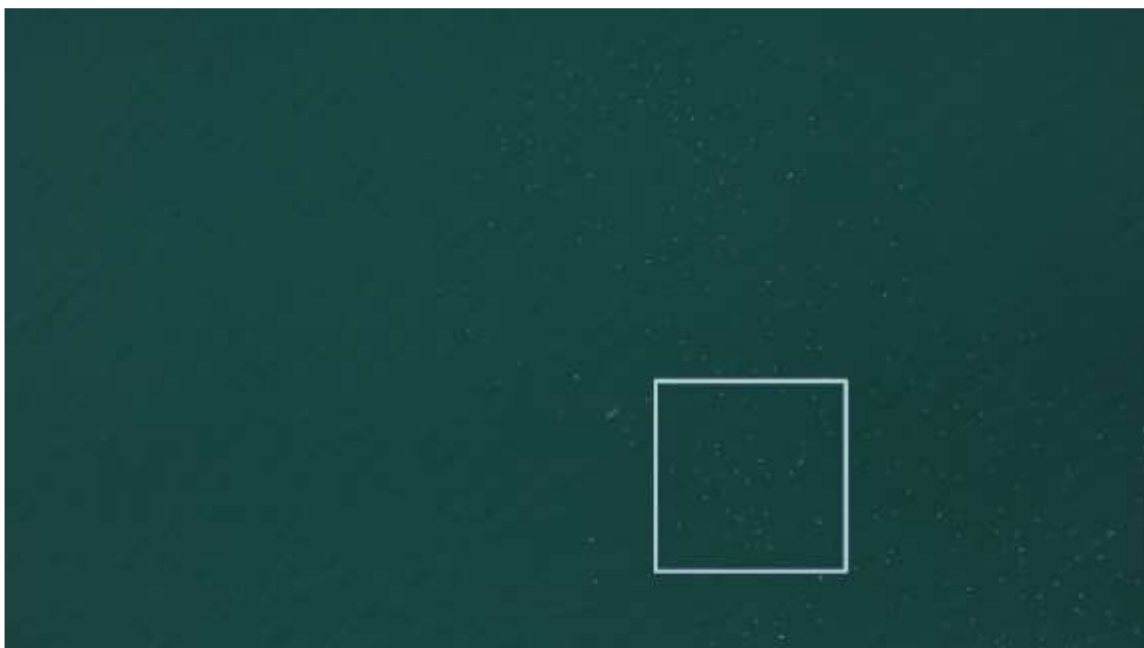


Figure 12 : Puffins (longueur ~25 cm)

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'œil 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.

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.

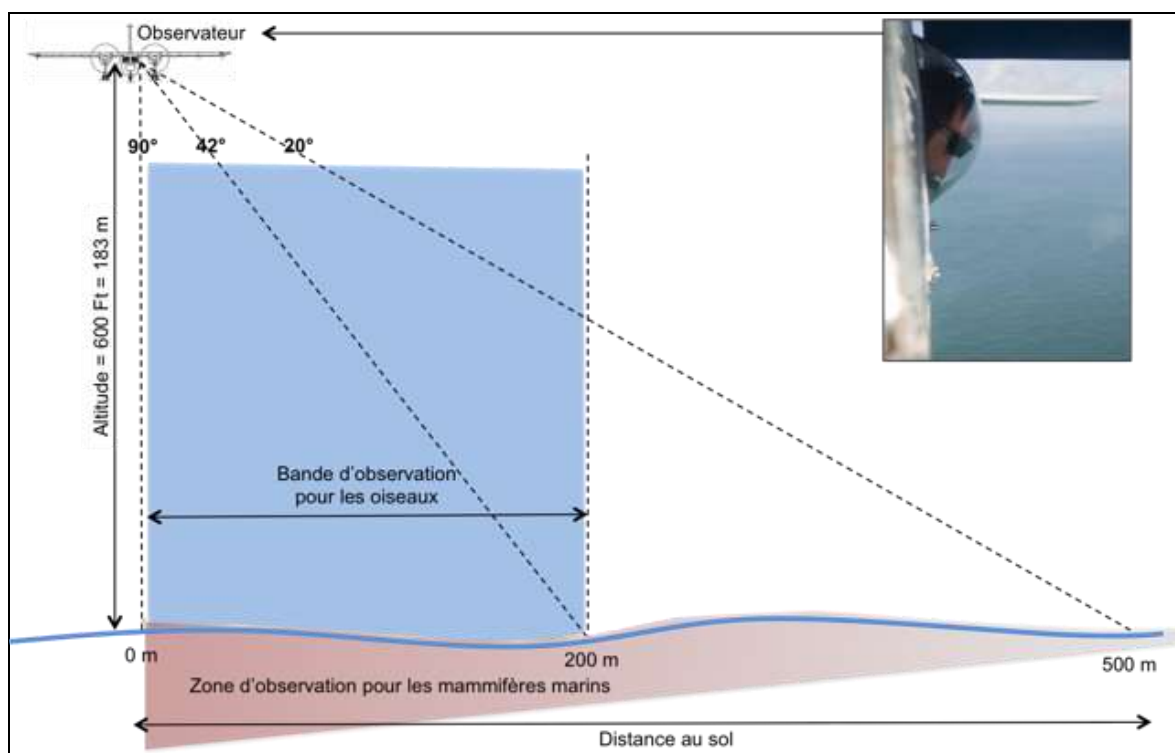
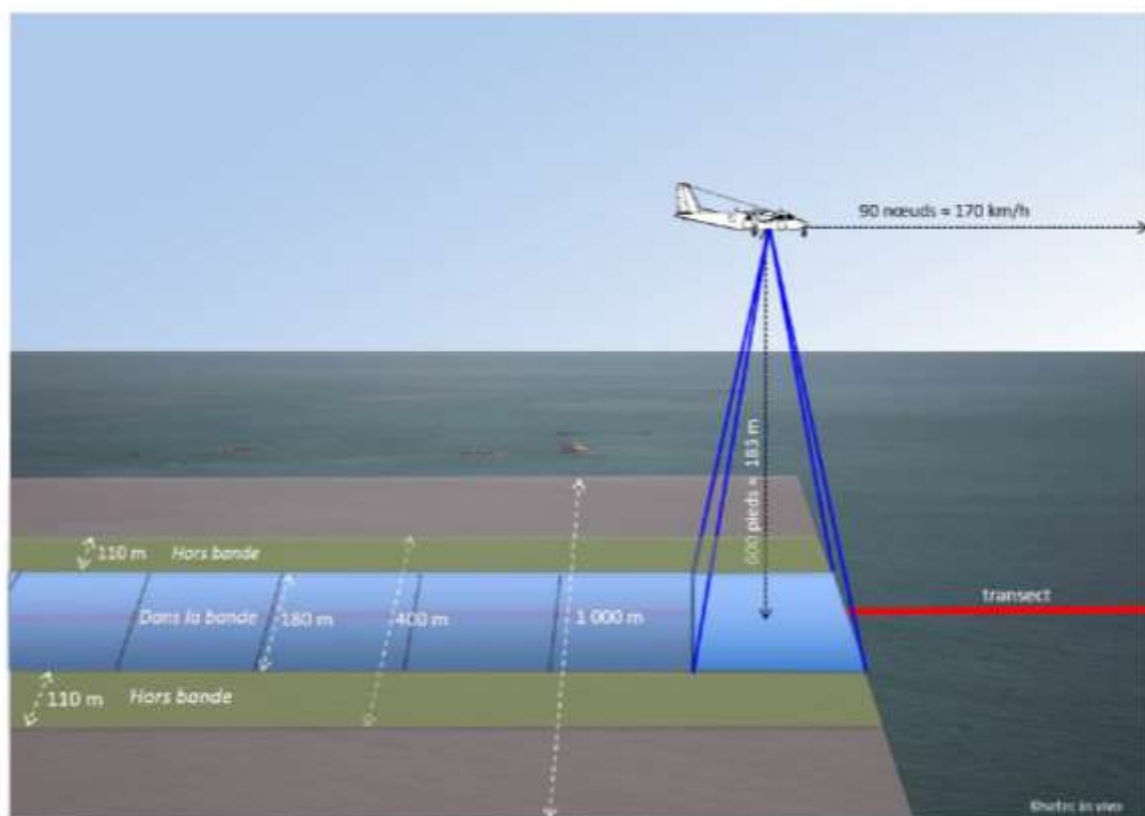


Figure 13 : Angles d'observations et distances correspondantes à partir des hublots bulles (source : setec énergie environnement)

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.

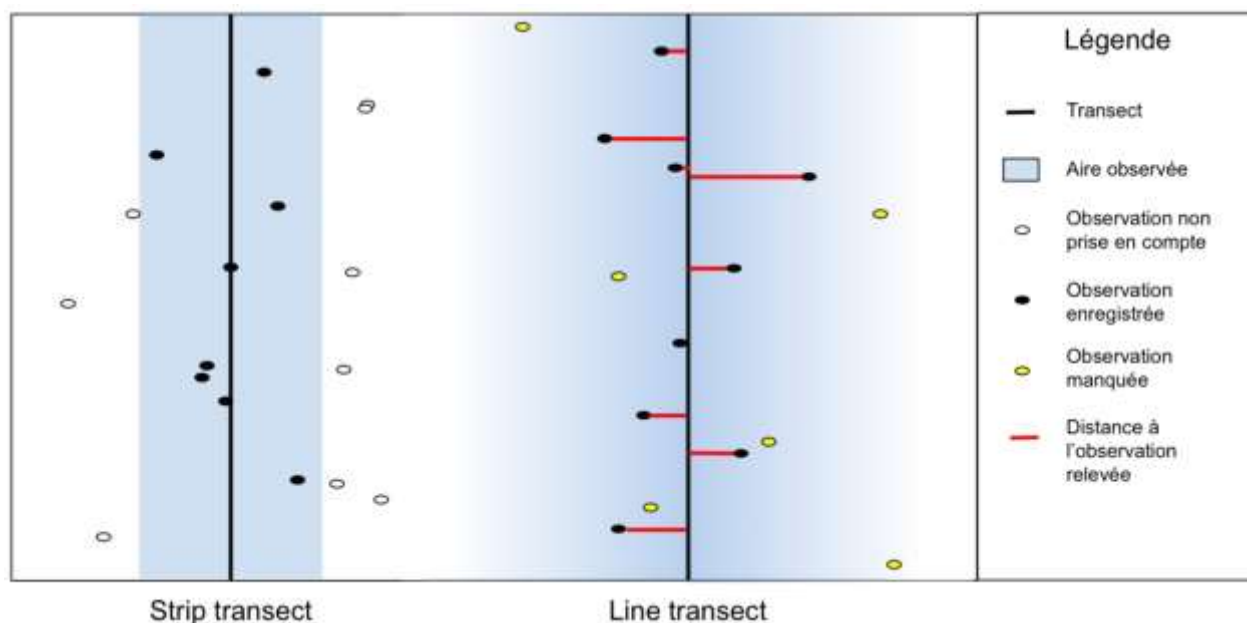


Figure 14 : Différence entre les méthodes de transect en bande (*strip transect*) et en ligne (*line transect*) (source : setec énergie environnement)

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, gros poissons, tortues (cf. guide)
BEHAVIOUR	Comportement (cf. guide)
SWIM_DIR	Direction de nage des mammifères marins, gros poissons, tortues (°)
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

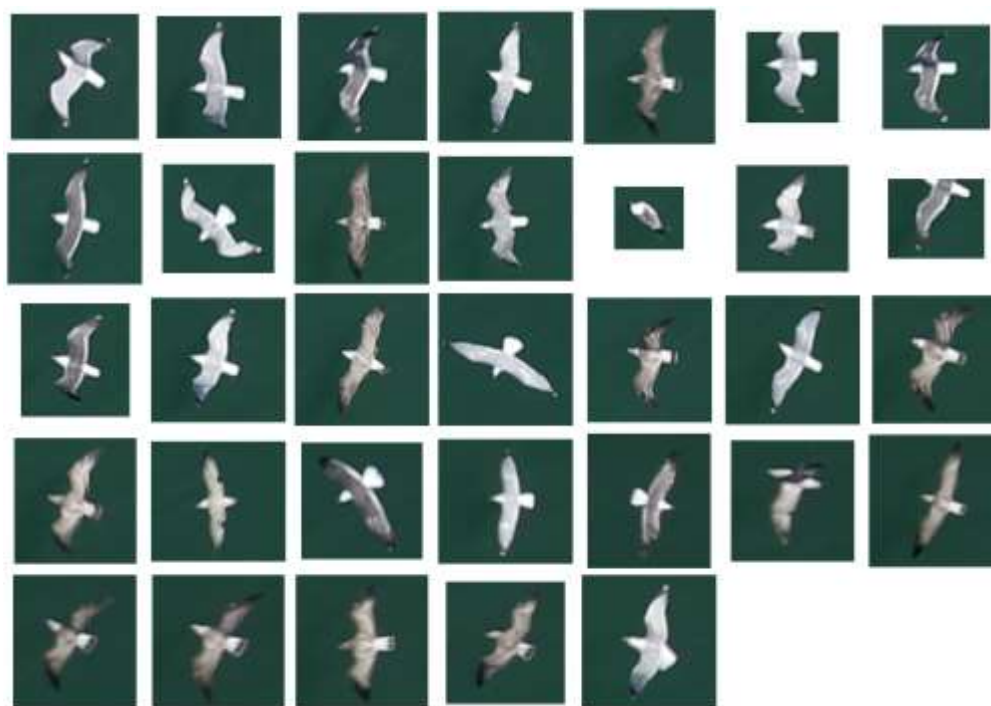


Figure 16 : Extraction automatique des 33 cibles issues de la détection automatique sur l'image précédente de la Figure 15 : 32 cibles sont des oiseaux en vol, 1 est un oiseau posé (dans cet exemple, l'image initiale fait 9 Mo, tandis que les 33 vignettes extraites représentent en tout 726 ko de données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

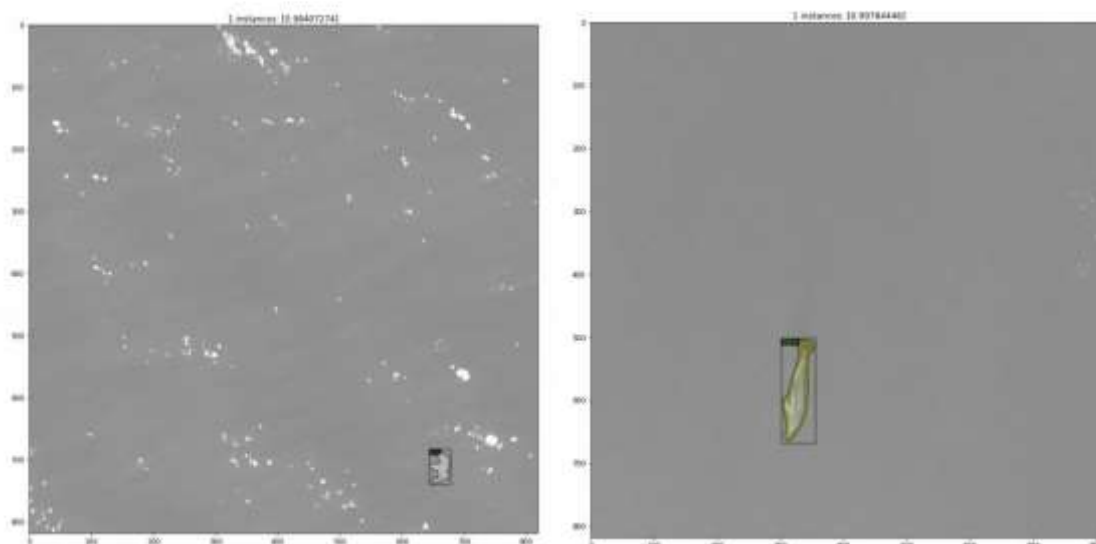


Figure 17 : Exemples d'application de l'algorithme de prédétection automatique sur des images issues de STORMM® : mammifère nageant, oiseaux volant avec présence de scintillement de surface

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 méga-faune 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.

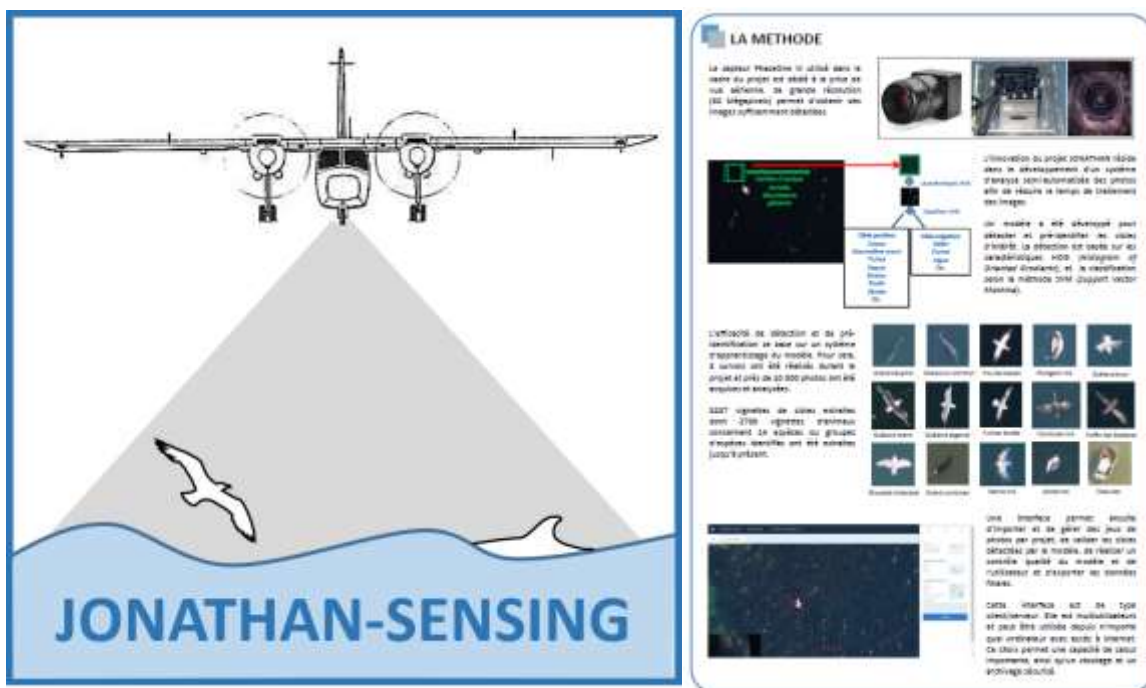


Figure 18 : Système automatique de détection et d'identification des cibles Jonathan-Sensing développé par setec énergie environnement

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 déterminées 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.

À 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 (artique/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
	Stercorariidés	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

À 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)

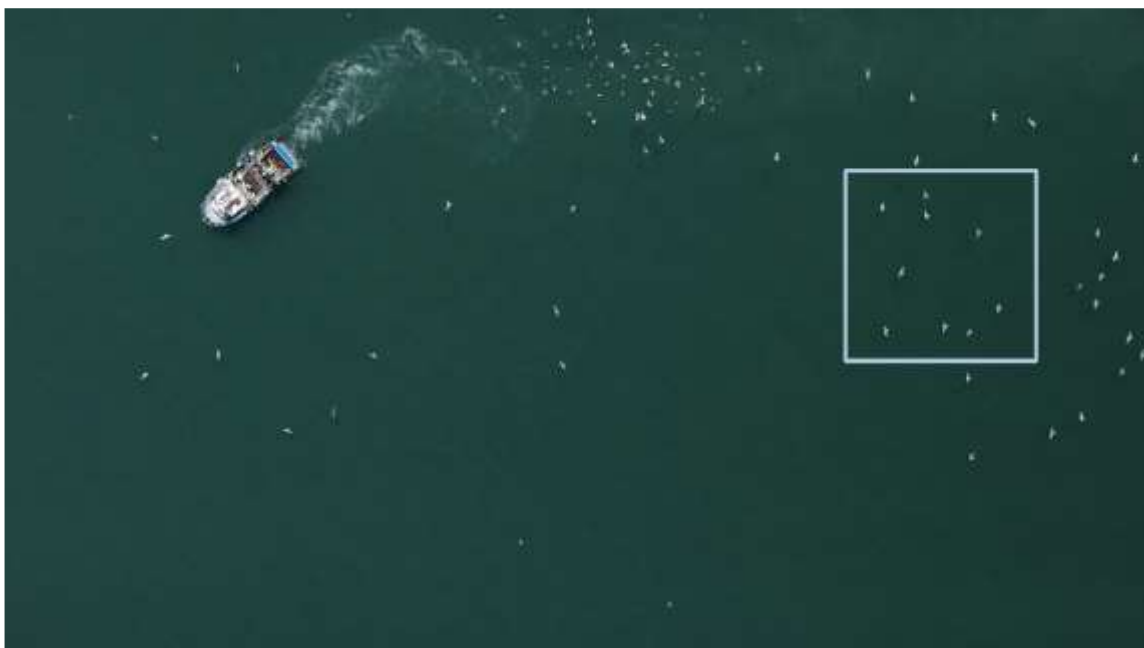


Figure 20 : Goélands (envergure ~1,5 m)

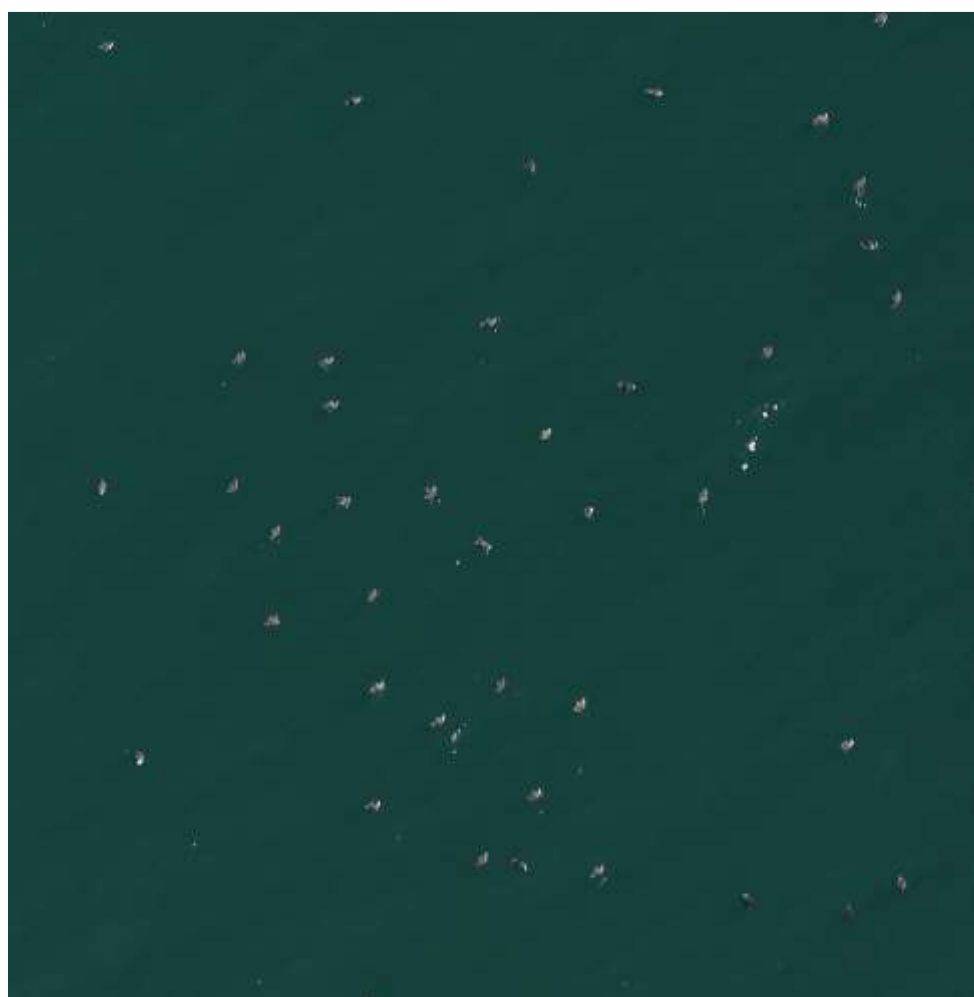
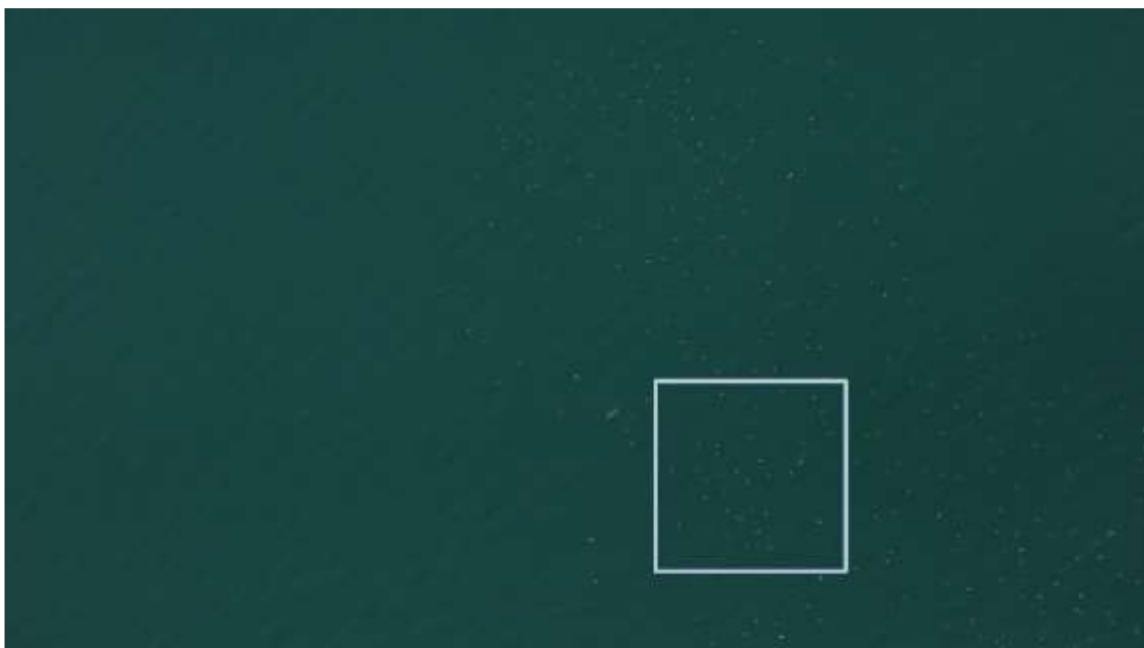


Figure 21 : Puffins (longueur ~25 cm)

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'œil 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).

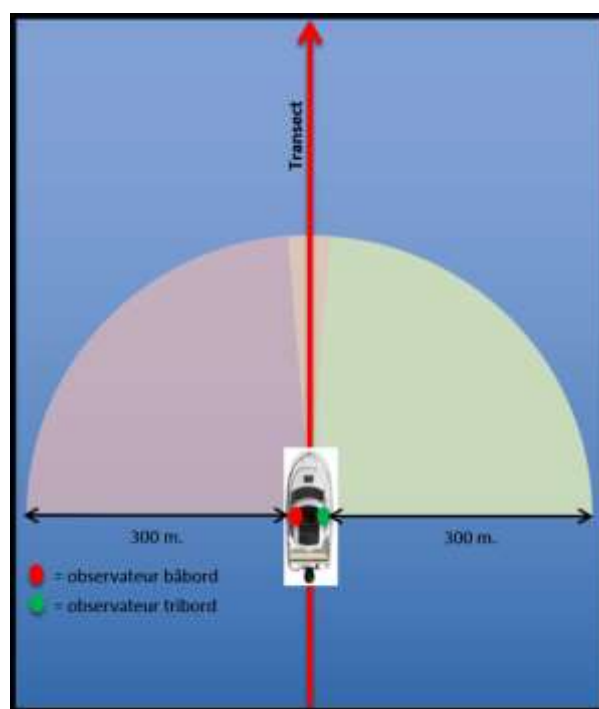


Figure 22 : Schéma présentant le principe de suivi par bateau

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

Informations
Commentaire sur l'observation
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.

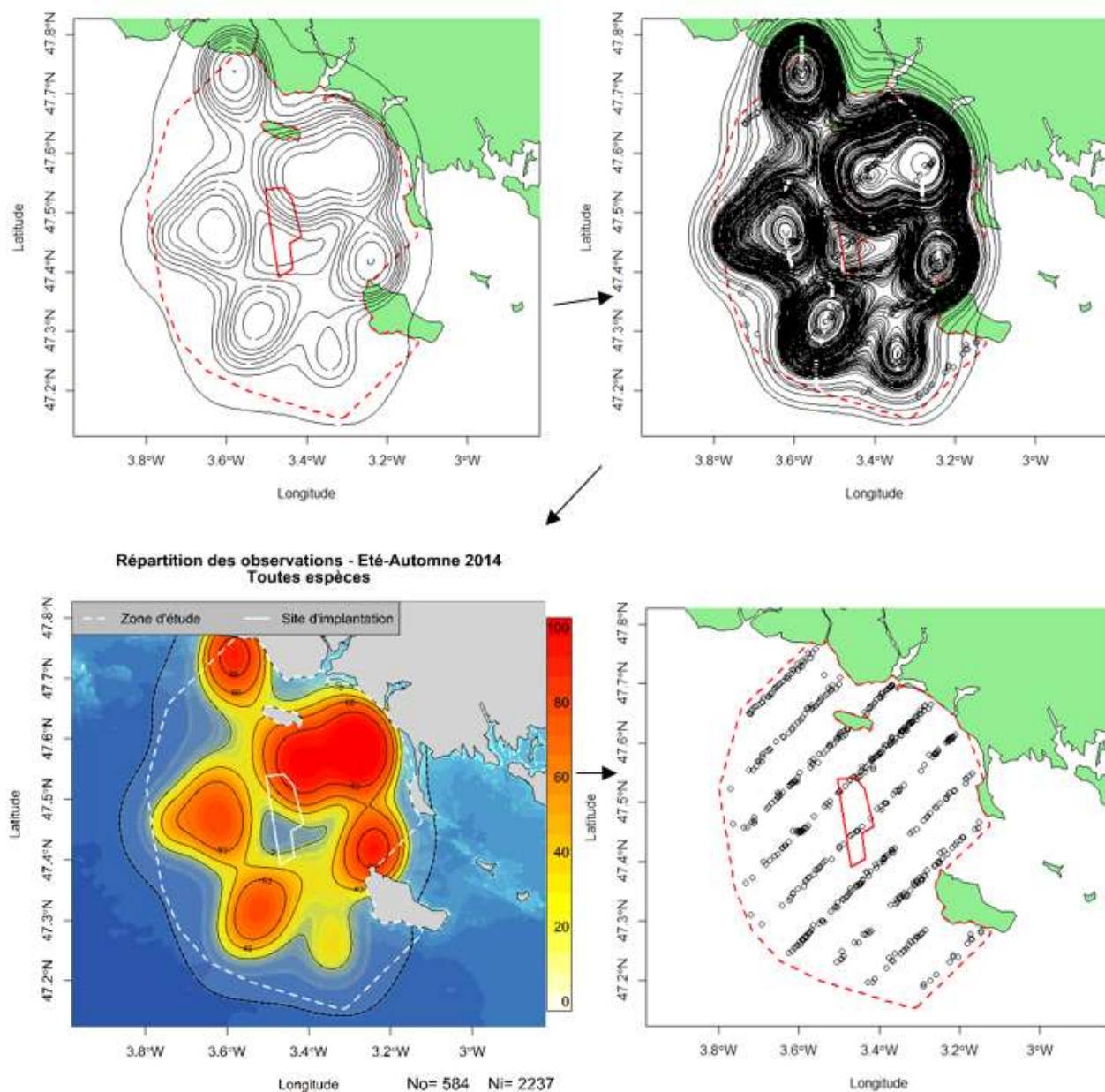


Figure 23 : comparaison des observations réelles et estimées par la méthode du noyau. Les résultats bruts sont affichés (en haut à gauche) pour vérifier la cohérence des données par rapport aux observations de terrain. L'analyse par la méthode des noyaux est réalisée pour estimer les zones de répartition 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 χ^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 DENSITÉS THÉORIQUES (*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.

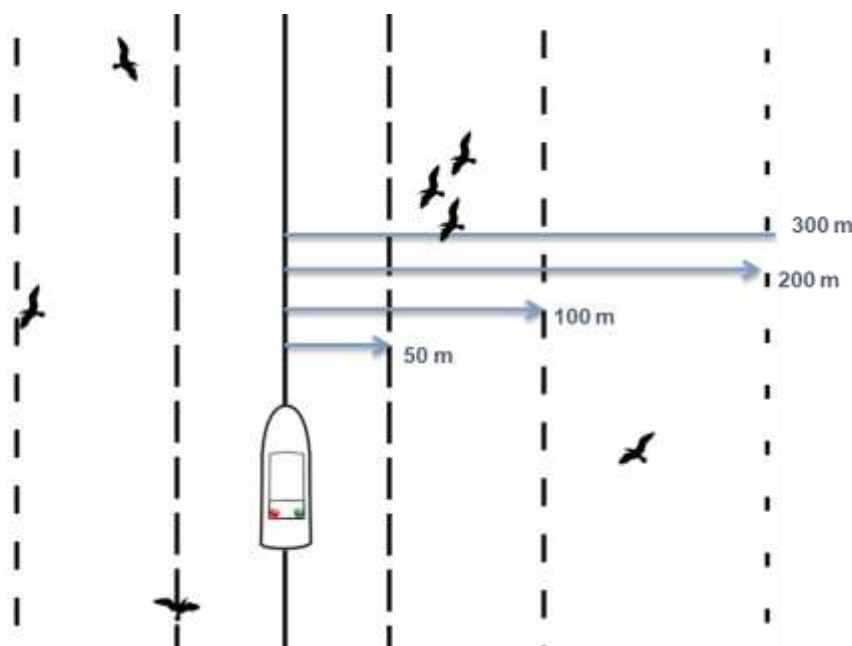


Figure 24 : Schéma simplifié des estimations de densités par *strip transect*.

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 Krigage (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.

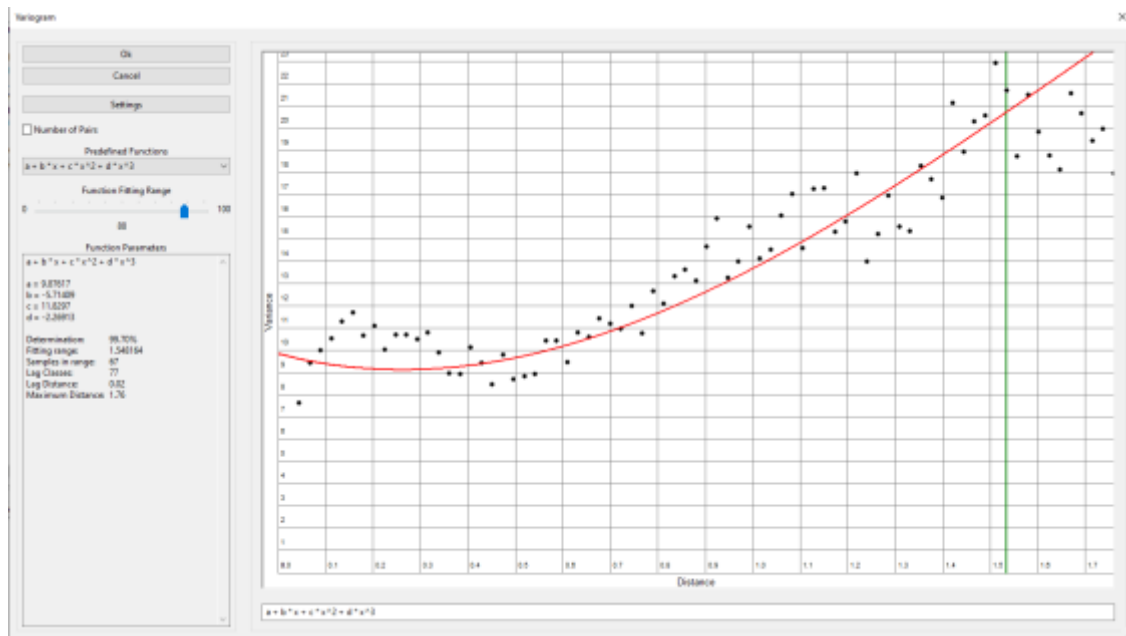


Figure 25 : Exemple de Semi-variogramme, Printemps pour le Guillemot de Troïl. Capture d'écran sur le logiciel SAGA

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.

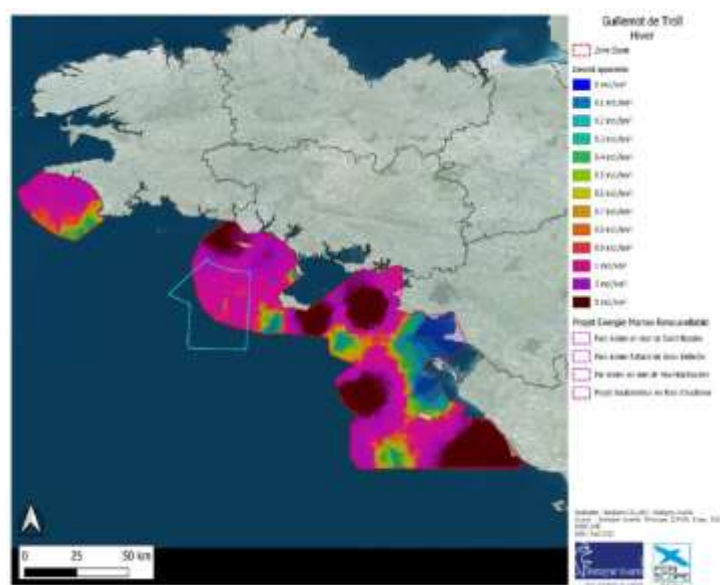


Figure 26 : Carte des densités estimées de Guillemot de Troil dans le nord du golfe de Gascogne en hiver (Callard et al., 2020).

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 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

Code	Nom commun	Nom latin
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)
AETNAR	Raie leopard	Aetobatus narinari
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.
ANOMIN	Noddi noir	Anous minutus
ANOSPP	Noddi brun / a bec grele / noir	Anous stolidus / tenuirostris / minutus
ANOSTO	Noddi brun	Anous stolidus
ANSALB	Oie rieuse	Anser albifrons
ANSANS	Oie cendree	Anser anser
ANSPP	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
BALACU	Petit rorqual
BALBON	Petit rorqual antarctique
BALBOR	Rorqual boreal
BALCAR	Baliste
BALEDE	Rorqual de Bryde
BALMUS	Rorqual bleu
BALOMU	Rorqual d'Omura
BALPHY	Rorqual commun
BALSPP	Rorqual ind.
BERARN	Berardie d'Arnoux
BIRSPP	Oiseau ind.
BLAGUL	Goeland noir ind.
BOAT	Bateau non identifie
BRABER	Bernache cravant
BRACAN	Bernache du Canada
BROPET	Grand procellaride marron
BROTER	Sterne fuligineuse / bridee
BUBIBI	Heron garde-boeufs
BULBUL	Petrel de Bulwer
BULKBO	Bateau vraquier
BUOY	Bouee de peche
CALALB	Becasseau sanderling
CALALP	Becasseau variable
CALCAN	Becasseau maubeche
CALDIO	Puffin cendre
CALMAR	Becasseau violet
CALMIN	Becasseau minute
CALSPP	Becasseau ind.
CANOBO	Petit bateau de peche artisanale
CAPEUR	Engoulement d'Europe
CARCAN	Linotte melodieuse
CARCAR	Grand requin blanc
CARCHL	Verdier europe
CARGOB	Bateau transport marchandise
CARLIS	Chardonneret
CARLON	Requin oceanique
CARSPI	Tarin des aulnes
CASALB	Grande aigrette
CATSKU	Grand labbe
CETMAX	Requin pelerin
CETSPP	Cetace ind.
CHAALE	Gravelot a collier interrompu
CHAHIA	Grand gravelot
CHASPP	Gravelot ind.

Aythya marila
 Balaenoptera acutorostrata
 Balaenoptera bonaerensis
 Balaenoptera borealis
 Balistes spp.
 Balaenoptera edeni
 Balaenoptera musculus
 Balaenoptera omurai
 Balaenoptera physalus
 Balaenopteridae sp.
 Berardius arnuxii
 aves
 Larus fuscus / marinus
 Non identified ship
 Branta bernicla
 Branta canadensis
 Brown petrel / Shearwater
 Sterna fuscata / anaethetus
 Bubulcus ibis
 Bulweria bulwerii
 Bulk cargo
 Fishing buoy, setnet
 Calidris alba
 Calidris alpina
 Calidris canutus
 Calonectris diomedea
 Calidris maritima
 Calidris minuta
 Calidris spp.
 Small traditional fishing boat
 Caprimulgus europaeus
 Carduelis cannabina
 Carcharodon carcharias
 Carduelis chloris
 Merchant ship (containership,
 cargo, tanker)
 Carduelis carduelis
 Carcharhinus longimanus
 Carduelis spinus
 Casmerodius albus
 Catharacta skua
 Cetorhinus maximus
 Cetacea
 Charadrius alexandrinus
 Charadrius hiaticula
 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
CORHIP	Daurade coryphene	Coryphaena hippurus
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.	Diomedidae sp.
DUGDUG	Dugong	Dugong dugon
EGRGAR	Aigrette garzette	Egretta garzetta
EGRSPP	Aigrette ind.	Egretta spp.
EMBSPP	Bruant ind.	Emberiza spp.
ERIRUB	Rouge gorge	Erithacus rubecula
EUBAUS	Baleine franche australe	Eubalaena australis
EXOCET	Exocet ind.	Exocetus spp.
FAD	Dispositif de Concentration de Poisson (DCP)	Fishing Aggregating Device
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
FERATT	Orque pygmee	Feresa attenuata
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)
FISHFA	Ferme aquacole	Fishing farm
FISHTR	Dechet de peche	Fishing trash (net part, buoy)
FRAARC	Macareux moine	Fratercula arctica
FREARI	Fregate ariel	Fregata ariel
FREGRA	Oceanite a ventre blanc	Fregetta grallaria
FREMAG	Fregate superbe	Fregata magnificens
FREMIN	Grande fregate	Fregata minor
FRESPP	Fregate ind.	Fregata spp.
FRETRO	Oceanite a ventre noir	Fregetta tropica
FRICOE	Pinson des arbres	Fringilla coelebs
FRIMON	Pinson du Nord	Fringilla montifringilla
FRONT	Front de maree	Tidal front
FULATR	Foulque macroule	Fulica atra
FULGLA	Fulmar boreal	Fulmarus glacialis
GALCHL	Poule d'eau	Gallinula chloropus
GALCUV	Requin tigre	Galeocerdo cuvier
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
GLOMAC	Globicephale tropical	Globicephala macrorhynchus
GLOMEL	Globicephale noir	Globicephala melas
GLOPSE	Grand globicephaline ind.	Globicephala / Pseudorca
		Globicephala melas /
		macrorhynchus
GLOSPP	Globicephale noir / tropical	
GRAGRI	Dauphin de Risso	Grampus griseus
GREGUL	Goeland gris ind.	Larus argentatus / michahellis
GREPET	Petrel gris ind.	Pterodroma sp.
		Sterna dougallii / sandvicensis /
		bergii
GRETER	Sterne grise ind.	
GYGALB	Sterne blanche (gygis)	Gygis alba / microrhyncha
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
HYPPLA	Hyperoodon austral	Hyperoodon planifrons
INDPAC	Indopacete de Longman	Indopacetus pacificus
IRONTR	Dechet metal	Iron or Metal Trash
JELLY	Meduse ind.	Cnidaria

KOGBRE	Cachalot pygmée	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
LAGCRU	Lagenorhynque sablier	Lagenorhynchus cruciger
LAGHOS	Dauphin de Fraser	Lagenodelphis hosei
LAGOBS	Lagenorhynque obscur	Lagenorhynchus obscurus
LAMNAS	Requin-taupe commun	Lamna nasus
LANBIR	Oiseau terrestre	Aves
LANCOL	Pie grièche ecorcheur	Lanius collurio
LANEXC	Pie grièche grise	Lanius excubitor
LARARG	Goeland argente	Larus argentatus
LARATR	Mouette atricille	Larus atricilla
LARAUD	Goeland d'Audouin	Larus audouinii
LARCAC	Goeland pontique	Larus cachinnans
LARCAN	Goeland cendre	Larus canus
LARCET	Grand cétacé ind.	Large Cetacea
LARDEL	Grand delphinine	Large delphininae
LARFIS	Grand poisson ind.	Osteichiens
LARFUS	Goeland brun	Larus fuscus
LARGEN	Goeland railleur	Larus genei
LARGLA	Goeland à ailes blanches	Larus glaucoides
LARGRE	Grand grèbe ind.	Podiceps cristatus / griseus
LARGUL	Grand Goeland ind.	Larus sp.
LARHYP	Goeland bourgmestre	Larus hyperboreus
LARMAR	Goeland marin	Larus marinus
LARMEL	Mouette melanocephale	Larus melanocephalus
LARMIC	Goeland leucophee	Larus michahellis
LARMIN	Mouette pygmée	Larus minutus
LARNOV	Mouette argentée	Larus novaehollandiae
LARPIP	Mouette de Franklin	Larus pipixcan
LARRID	Mouette rieuse	Larus ridibundus
LARSAB	Mouette de Sabine	Larus sabini
		Calonectris / puffinus gravis / P. griseus
LARSHE	Grand puffin ind.	Laridae spp.
LARSPP	Laride ind.	Limicole spp.
LIMICO	Limicole ind.	Limosa lapponica
LIMLAP	Barge rousse	Lissodelphis peronii
LISPER	Dauphin de Peron	Locustella luscinioides
LOCLUS	Locustelle luscinioides	Longliner
LONGBO	Bateau palangrier	Loxia curvirostra
LOXCUR	Bec croisé des sapins	Luscinia megarhynchos
LUSMEG	Rosignol Philomèle	Manta birostris
MANBIR	Raie manta	Medium Cetacea
MEDCET	Moyen cétacé ind.	

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
MESGIN	Mesoplodon du Japon	Mesoplodon ginkgodens
MESGRA	Mesoplodon de Gray	Mesoplodon grayi
MESMIR	Mesoplodon de True	Mesoplodon mirus
MESSPP	Mesoplodon ind.	Mesoplodon sp.
MILMIG	Milan noir	Milvus migrans
MINIBO	Bateau minier	Mining boat
MOBMOB	Raie diable de mer	Mobula mobular
MOBSPP	Diable de mer ind.	Mobula spp.
MOLMOL	Poisson lune	Mola mola
MONMON	Phoque moine	Monachus monachus
MOTALB	Bergeronnette grise	Motacilla alba
MOTCIN	Bergeronnette des ruisseaux	Motacilla cinerea
MOTFLA	Bergeronnette printannière	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
		Hydrobates / Oceanites /
		Oceanodroma / Fregetta /
		Nesofregetta
OCESPP	Oceanite ind.	Odontaspis ferox
ODOFER	Requin feroce	Oenanthe hispanica
OENHIS	Traquet oreillard	Oenanthe oenanthe
OENOEN	Traquet motteux	Oil slick
OIL	Dechet hydrocarbure (nappe)	Orcinus orca
ORCORG	Orque	Oriolus oriolus
ORIORI	Loriot d'Europe	Other sighting
OTHER	Autre observation	Pandion haliaetus
PANHAL	Balbuzard pecheur	

PASSBO	Bateau art dormant (fileyeur, caseyeur)	Boat using for Passive fishing gear
PASSER	Passereau ind.	Passeriformes
PATRAB	Bateau chalutboeuf	Pair trawler
PELOCC	Pelican brun	Pelecanus occidentalis
PELSPP	Pelican ind.	Pelecanus spp.
PEPELE	Peponocephale	Peponocephala electra
PEPFER	Peponocephale / orque pygmee	Peponocephala / Feresa
PERAPI	Bondree apivore	Pernis apivorus
PETSPP	Petrel ind.	Petrel spp.
PHAAET	Phaeton a bec rouge	Phaethon aethereus
PHAARI	Cormoran huppe	Phalacrocorax aristotelis
PHACAR	Grand cormoran	Phalacrocorax carbo
PHAFUL	Phalarope a bec large	Phalaropus fulicarius
PHALEP	Phaeton a bec jaune	Phaethon lepturus
PHAPYG	Cormoran pygmee	Phalacrocorax pygmeus
PHARUB	Phaeton a brins rouges	Phaethon rubricauda
PHASPP	Phaeton ind.	Phaethon spp.
PHIPUG	Combattant varie	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
PHOROS	Flamant rose	Phoenicopterus roseus
PHOVIT	Phoque veau-marin	Phoca vitulina
PHYCOL	Pouillot veloce	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
PIROG	Pirogue de peche	Pirogue
PIRSPO	Pirogue sportive	Sport pirogue
PLALEU	Spatule blanche	Platalea leucorodia
PLANCT	Plancton	Plankton
PLANE	Avion	Plane
PLASTR	Dechet plastique	Plastic trash
PLATFO	Plateforme	Platform
PLEABO	Bateau de plaisance ind.	Pleasure boat
PLENIV	Bruant des neiges	Plectrophenax nivalis
PLUAPR	Pluvier dore	Pluvialis apricaria
PLUSPP	Pluvier ind.	Pluvialis spp.
PLUSQU	Pluvier argente	Pluvialis squatarola
PODCRI	Grebe huppe	Podiceps cristatus
PODGRI	Grebe jougris	Podiceps griseus
PODSPP	Grebe ind.	Podiceps sp.
POLYTR	Dechet polystyrene	Dechet polystyrene

POTBO	Bateau caseyeur	Pot vessel
PRIGLA	Requin peau-bleue	Prionace glauca
PROCER	Noddi bleu	Procelsterna cerulea
PROSPP	Procellaride ind.	Procellaridae sp.
PRUMOD	Accenteur mouchet	Prunella modularis
PSECRA	Pseudorque	Pseudorca crassidens
PSEROS	Petrel de Tahiti	Pseudobulweria rostrata
PTEBAR	Petrel de Barau	Pterodroma baraui
PUFCAR	Puffin a pieds pales	Puffinus carneipes
PUFGRA	Puffin majeur	Puffinus gravis
PUFGRI	Puffin fuligineux	Puffinus griseus
PUFLHE	Puffin d'Audubon	Puffinus lherminieri
PUFMAU	Puffin des Balears	Puffinus mauretanicus
PUFPAC	Puffin du Pacifique	Puffinus pacificus
PUFPUF	Puffin des anglais	Puffinus puffinus
PUFSPP	Puffin ind. / Petit procellaride 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)
RHITYP	Requin baleine	Rhincodon typus
RIPRIP	Hirondelle de rivage	Riparia riparia
RISTRI	Mouette tridactyle	Rissa tridactyla
RUBBTR	Dechet caoutchouc	Rubber trash
SAILBO	Bateau de plaisance a voile	Sailing boat
SAXTOR	Tarier patre	Saxicola torquata
SEINBO	Bateau senneur, bolincheur	Seiner
SERSER	Serin cini	Serinus serinus
SERVBO	Bateau de maintenance	Service boat
SHARK	Requin ind.	Selachimorpha
SKBO	Bateau fileyeur SK	Gill-netter SK boat
SLICKS	Nappe de convergence	Slick fields
SMACET	Petit cetace ind.	Small Cetacea
SMADEL	Petit delphinine ind.	Small delphininae
SMAFIS	Petit poisson ind.	Osteichiens
SMAGRE	Petit grebe ind.	Podiceps auritus / nigricollis
SMAGUL	Mouette ind.	Larus sp.
SMALTR	Micro dechet	Trash (plastic, wood, oil)
SMASHE	Petit Puffin ind.	Puffinus yelkouan / puffinus / mauretanicus
SMATER	Petite sterne ind.	Sterna
SOMMOL	Eider a duvet	Somateria mollissima
SOTGUI	Dauphin de Guyane	Sotalia guianensis

SOUCHI	Dauphin a bosse	Sousa chinensis
SPHSP	Requin marteau ind.	Sphyrna spp.
STEALB	Sterne naine	Sterna albifrons
STEANA	Sterne bridee	Sterna anaethetus
STEARC	Sterne arctique	Sterna paradisaea
STEATT	Dauphin tachete pantropical	Stenella attenuata
STEBEN	Sterne voyageuse	Sterna bengalensis
STEBRE	Steno	Steno bredanensis
STECAS	Sterne caspienne	Sterna caspia
STECLY	Dauphin clymene	Stenella clymene
STECOE	Dauphin bleu et blanc	Stenella coeruleoalba
		Stenella coeruleoalba / Delphinus
STEDEL	Dauphin bleu et blanc / commun	delphis
STEDOU	Sterne de Dougall	Sterna dougallii
STEDUS	Labbe a longue queue	Stercorarius longicaudus
STEFRO	Dauphin tachete de l Atlantique	Stenella frontalis
STEFUS	Sterne fuligineuse	Sterna fuscata
STEHIR	Sterne pierregarin	Sterna hirundo
STELON	Dauphin a long bec	Stenella longirostris
STEMAX	Sterne royale	Sterna maxima
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
SULDAC	Fou masque	Sula dactylatra
SULLEU	Fou brun	Sula leucogaster
SULSPP	Petit fou ind.	Sula spp.
SULSUL	Fou a pieds rouges	Sula sula
SYLATR	Fauvette a tete 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 petrolier, chimiquier, gazier	Tanker (oil, gaz, chemical)
TAPOBO	Bateau fileyeur tapouille	Guianese Gill-netter
THACHL	Albatros a bec jaune	Thalassarche chlororynchos

THAMEL	Albatros a sourcils noirs	Thalassarche melanophris
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
TRIMAN	Lamentin	Trichechus manatus
TRISPP	Chevalier ind.	Tringa spp.
TRITOT	Chevalier gambette	Tringa totanus
TROTRO	Troglodyte mignon	Troglodytes troglodytes
TURADU	Grand dauphin indo-pacifique	Tursiops aduncus
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
TURSPP	Grand dauphin oceanique / indo-pacifique	Tursiops truncatus / aduncus
TURTLE	Tortue ind.	Turtle spp.
TURTRU	Grand dauphin	Tursiops truncatus
UPUEPO	Huppe fasciee	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 a bec de Cuvier	Ziphius cavirostris
ZIPSP	Baleine a bec ind.	Ziphiidae sp.