



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Parc éolien au large de l'Atlantique Sud (AO7) – état actuel de l'environnement

Protocole relatif au compartiment
« Mégafaune marine »



Juin 2023

REVISIONS

Version	Date	Description	Auteurs	Relecteur
1.0	05/06/2023	Première édition	B. FOLLIOT	Y. PATRY
1.1	26/09/2023	Prise en compte des remarques du CS	B. FOLLIOT / C. JUGE / J.L. JUNG / Y. PATRY	S. MARMIM / P. BORNENS

COORDONNEES

Siège social	Gestion 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	Stella MARMIN Responsable de projets ZA La Grande Halte 29940 LA FORET FOUESNANT FRANCE Tél +33 2 98 51 47 73 stella.marmin@setec.com

1. Objectif	6
1.1 Principe	6
1.2 Périodes et fréquences d'acquisition	8
2. Moyens aériens et nautiques	8
2.1 Moyens aériens / observations visuelles	8
2.1 Moyens aériens / observations digitales	9
2.2 Moyens nautiques	10
3. Moyens Matériels	11
3.1 Campagnes aériennes par observation visuelle	11
3.2 Campagnes aériennes par observation digitale	11
3.3 Campagnes nautiques par observation visuelle	13
3.3.1 Jumelles d'observation individuelles	13
3.3.2 Règles de mesures	13
3.3.3 Consignation des observations	14
3.4 Campagnes ADN environnemental	14
3.5 Campagnes de détection des migrateurs nocturnes	15
4. Plans d'échantillonnage	16
4.1 Acquisition aérienne par observations visuelles et digitales	16
4.2 Acquisition nautique par observations visuelles	17
4.3 ADN environnemental et Détection des migrateurs nocturnes	17
5. Conditions météo-océanographiques	18
5.1 Campagnes aériennes	18
5.2 Campagnes nautiques	18
5.1 Campagnes ADNe et détection des oiseaux nocturnes	19
6. Paramètres analysés/mesurés	19
6.1 Campagnes aériennes par observation visuelle	19
6.1 Campagnes aériennes digitales	20
6.1.1 Paramètres relevés	21
6.1.2 Taux d'identification des espèces	22
6.2 Campagnes nautiques	23
6.1 ADNe	24
6.2 Migrateurs nocturnes	26
7. Traitement et interprétation des données d'observations visuelles et Digitales, aérienne ou nautique.	27
7.1 Extraction des données	27
7.2 Estimation des distributions	27
7.3 Intérêt de la méthode des noyaux	27
7.4 Paramètres de la méthode KDE	28
7.5 Estimation des densités théoriques (Distance-sampling)	29
7.6 Estimation des densités théoriques (Strip transect)	29
7.7 Hauteur de vol	30
8. Annexe : Codes espèces utilisés lors de l'enregistrement des observations	32

Liste des figures

Figure 1 : Récapitulatif des périodes d'intervention pour le suivi du compartiment « Mégafaune marine »	8
Figure 2 : Avions de type BN2 British Norman Islander utilisé pour les suivis et Hublots bulles pour l'observation aérienne (Photos : SEE)	9
Figure 3 : Avions de type PA31 (F-HODB) utilisé pour les suivis aériens haute altitude (Photos : PixAir Survey)	9
Figure 4 : Le « Minibex » de la société SAAS (photo : SEE)	10
Figure 5 : Illustration de l'interface SAMMOA utilisée par le navigateur en cours de vol (source Pelagis et SEE)	11
Figure 6 : L'UltraCam Eagle Mark 3 intégrée au PA31 (source : PixAir Survey)	12
Figure 7 : Exemples de fichier Shp géoréférencé en UTM 31N WGS84 et représentation cartographique de l'emprise de chacun des clichés photographiques réalisés au cours d'une campagne aérienne.	13
Figure 8 : utilisation de la règle de mesure pour estimer les distances en mer.	14
Figure 9 : Présentation du bordereau de terrain utilisé (Bretagne vivante)	14
Figure 10 : Armement de la pompe immergeable (source : SEE)	15
Figure 11 : Enregistreur acoustique Zoom H4N.	15
Figure 12 : Position des 14 transects des suivis avion pour le suivi de la mégafaune marine. Le plan est composé d'un buffer de 18 km (2970 km ²) (en bleu) en respectant une couverture d'acquisition minimum de 10% pour l'avifaune. La distance inter-transect est de 4 km.	16
Figure 13. Position des 4 transects des suivis bateau pour le suivi de la mégafaune marine. Le plan est composé d'un buffer de 510 km ² en respectant une couverture d'acquisition minimum de 10% pour l'avifaune. La distance inter-transect est de 5.15 km.....	17
Figure 14 : Localisation des 8 points d'échantillonnage d'ADNe et d'écoute fixe des oiseaux migrateurs nocturnes.	18
Figure 15 : Angles d'observations et distances correspondantes à partir des hublots bulles (source : SEE)	19
Figure 16 : Différence entre les méthodes de transect en bande (strip transect) et en ligne (line transect) (source : setec énergie environnement)	20
Figure 17 : Représentation de la structuration des données (d'après : Protocole format des données digitales, Quérouré – FEM, 2022)	21
Figure 18 : Schéma présentant le principe de suivi par bateau	23
Figure 19 : Arbre phylogénétique figurant les principaux grands groupes de mammifères marins. Celui-ci est produit à partir de la base de données GenBank en restreignant les séquences au barcode cible.	25
Figure 20 : Schéma présentant le positionnement de l'enregistreur et du microphone sur l'aérostaf et des conditions d'enregistrement suivant que le navire soit en Transit (à droite) ou en position fixe (à gauche).	26
Figure 21 : comparaison des observations réelles et estimées par la méthode du noyau. Les résultats bruts sont affichés (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 (au milieu). Les résultats sont ensuite épurés pour faciliter la visibilité et l'interprétation des valeurs (à droite).	28
Figure 22 : Schéma simplifié des estimations de densités par strip transect	30

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques principales du plan de vol.	16
---	----

Tableau 2 : Caractéristiques principales du plan de navigation.	17
Tableau 3 : Paramètres relevés relatifs à chaque observation (source : Setec energie environnement)	21
Tableau 4 : 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 energie environnement).....	22
Tableau 5 : Paramètres relevés relatifs à chaque observation réalisée en bateau	24
Tableau 6 : Catégories de hauteur de vol pouvant être appliquées aux observations de terrain	30

1. OBJECTIF

L'objectif est de déterminer l'état initial du compartiment « Mégafaune marine », c'est-à-dire l'avifaune et les mammifères marins afin de permettre au(x) futur(s) lauréat(s) de la procédure de mise en concurrence d'évaluer l'impact du parc éolien sur ce compartiment durant les phases de vie du projet.

L'objectif est également de valoriser l'état initial dans l'état de référence ; ainsi la stratégie d'échantillonnage proposée dans ce protocole intègre dès à présent une large zone tampon autour du projet d'implantation de sorte à permettre la description et le suivi dans le temps des espèces au sein de deux enveloppes spatiales, la zone projet en tant que telle et la zone extérieure.

La réalisation de ces campagnes d'inventaire permettra ainsi d'identifier les espèces présentes, leurs densités mais aussi leur répartition au sein de l'espace inventorié et les cycles saisonniers associées à chacune.

1.1 PRINCIPE

L'installation de parcs éoliens offshore a été identifiée comme une menace pour les oiseaux migrateurs (Brabant et al., 2015¹) mais aussi pour les oiseaux marins (Fox & Petersen, 2019²) et les mammifères (Revolution Wind, 2020³) à travers la perte d'habitat pour ces espèces en repos et/ou en quête de nourriture.

Les modèles de « cartographie des zones fonctionnelles », complétés pour les oiseaux des modèles de « risque de collision », sont des outils essentiels pour documenter le comportement d'une espèce (ou d'une colonie/population en particulier) et ainsi permettre d'adapter à ces enjeux, de façon éclairée, le schéma d'implantation du projet éolien et de ses caractéristiques techniques. Face aux incertitudes restantes liées au manque de connaissances scientifiques, l'Etat finance un vaste programme de caractérisation de l'avifaune marine et migratrice à l'échelle de la façade Atlantique (MIGRATLANE) et du Golfe du Lion (MIGRALION), piloté par l'OFB sur une période de trois ans. Sont mobilisées de larges équipes et moyens dans ce cadre (campagnes aériennes de recensement, radars ornithologiques, télémétrie sur les migrateurs terrestres et oiseaux marins) dont la vocation sera de nourrir les démarches de planification du développement à venir de l'éolien en mer à l'échelle du territoire métropolitain en répondant aux préoccupations, notamment environnementales, des impacts sur la biodiversité marine.

Dans le cadre de ce projet de dérisquage environnemental, l'échelle spatiale étudiée est plus réduite (échelle d'une zone d'implantation). Bien que les connaissances apportées par les programmes précités puissent alimenter les connaissances du fonctionnement de l'écosystème au sein duquel s'inclura le parc éolien, l'acquisition de données plus précises (maillage temporel et spatial) et/ou spécifiques aux enjeux locaux (par exemple la présence d'une colonie à proximité) sera nécessaire. Une complémentarité, entre ces programmes de recherche et les suivis qui seront mis en œuvre dans le cadre de ce projet, est nécessairement recherchée. Par exemple, en permettant de densifier l'échantillonnage d'une zone (temporellement ou spatialement) ou encore en réalisant des enregistrements acoustiques nocturnes pour être en mesure de détecter le passage d'oiseaux migrateurs en mer. A ce titre, le protocole décrit dans ce document prévoit la possibilité de déployer plusieurs moyens techniques, largement inspiré des standards actuels et de ceux utilisés dans ces programmes de recherche :

- L'observation visuelle ou digitale par avion et par bateau. Ces protocoles apporteront des données de présence géolocalisées en mer, de jour, d'oiseaux et de mammifères marins. Elles seront utiles pour décrire la répartition spatiale des individus ou des groupes, la diversité et l'évolution saisonnière des cortèges d'espèces occupant la zone d'étude.

¹ Brabant, R., Vanermen, N., Stienen, E.W.M. & Degraer, S. (2015). Towards a cumulative collision risk assessment of local and migrating birds in North Sea offshore wind farms. *Hydrobiologica* 756, 633–674

² Fox, A. & Petersen, I.K. (2019). Offshore wind farms and their effects on birds. *Dansk Ornitol. Foren. Tidsskrift* 113, 86–101.

³ Revolution Wind, L. L. C. (2020). Assessment of Impacts to Marine Mammals, Sea Turtles, and ESA-Listed Fish Species Revolution Wind Offshore Wind Farm.

- L'acoustique sous-marine. Ce protocole est spécifique à l'étude des mammifères marins. Il est complémentaire des observations aériennes ou nautiques, lesquelles ne sont basées que sur l'observation des individus en surface. Du fait de sa spécificité technique, celui-ci n'est pas présenté au sein de cette fiche protocole mais est intégré au protocole de suivi « du bruit ambiant sous-marin ».
- L'approche moléculaire. En complément des méthodes classiques d'inventaire qui peuvent être sélectives et conduire à des estimations biaisées de la biodiversité (Costello et al., 2017⁴), les approches de génétique environnementale reposant sur des études de l'ADN environnemental (ADNe, ADN contenu dans un échantillon environnemental, d'eau de mer par exemple) ont, quant à elles, montré leur capacité à détecter avec précision la présence d'un large éventail d'espèces dans l'environnement marin (Boussarie et al., 2018⁵ ; Jung et al., 2022⁶), complétant voire surpassant de nombreuses techniques classiques d'inventaire. Par exemple, les espèces rares ou les espèces profondes sont le plus souvent manquées car elles ne peuvent pas être correctement échantillonnées alors qu'elles restent bien identifiées via les outils moléculaires (Fedajevaite et al., 2021⁷ ; Polanco Fernandez et al., 2021⁸, Muff et al., 2023⁹), ce qui permet de révéler des espèces connues mais non observables par des méthodes traditionnelles, voire de révéler des espèces inconnues sur les zones d'échantillonnage (Juhel et al., 2022¹⁰).
- La détection de cris d'oiseaux nocturnes. De nombreuses espèces d'oiseaux migrent principalement de nuit, mais leur passage reste peu étudié à terre *a fortiori* en mer. Déployer des moyens d'acquisition de type radar apparaît comme l'un des modes d'acquisition les plus pertinents à terre parce qu'ils permettent un suivi continu de l'espace aérien et offre des moyens de détection jusqu'à de très hautes altitudes (1000 à 2000m). Seulement, en mer, outre les difficultés techniques induites (déploiement de bouées autonomes en énergie, dimensionnement des lignes de mouillage, etc.), des verrous technologiques persistent (e.g. qualité des détections dépendantes des conditions de houle et de vent rencontrées) et réduisent considérablement l'avantage de ces technologies, lesquelles sont de plus de grosses consommatrices de budget. Dans ce projet, le protocole prévoit de s'inspirer d'une méthode simple et éprouvée en écologie terrestre, basée sur l'enregistrement audio et la détection des cris d'oiseaux nocturnes.

Ces outils et moyens d'acquisition sont décrits dans les chapitres suivants.

⁴ Costello, M. J., Basher, Z., McLeod, L., Asaad, I., Claus, S., Vandepitte, L., Yasuhara, M., Gislason, H., Edwards, M., Appeltans, Enevoldsen, H., Edgar, G. J., Miloslavich, P., De Monte, S., Sousa Pinto, I., Obura, D., Bates, A. E. (2017). Methods for the study of Marine Biodiversity. In: *The GEO Handbook on Biodiversity Observation Networks*.

⁵ Boussarie, G., Bakker, J., Wangenstein, O.S., Mariani, S., Bonnin, L., Juhel, J.-B., Kiszka, J.J., Kulbicki, M., Manel, S., Robbins, W.D., Vigliola, L., Mouillot, D. (2018). Environmental DNA illuminates the dark diversity of sharks. *Sci. Adv.* 4, eaap9661.

⁶ Jung J.-L. et al. (2022) Rapport au Parc Naturel Marin de Martinique et au Sanctuaire AGOA Office Français de la Biodiversité - Expédition scientifique dans la Zone Économique Exclusive de la Martinique organisée par le Parc Naturel Marin de Martinique et le Sanctuaire Agoa. Volet : Détection de mammifères marins, de poissons osseux et d'élasmobranches par analyse d'ADN environnemental (ADNe) dans des prélèvements d'eau de mer. Version du 27 janvier 2022

⁷ Fedajevaite, J., Priestley, V., Arnold, R., Savolainen, V., (2021). Meta-analysis shows that environmental DNA outperforms traditional surveys, but warrants better reporting standards. *Ecol. Evol.* 11, 4803–4815

⁸ Polanco Fernandez, A., Marques, V., Fopp, F., Juhel, J., Borrero-Pérez, G.H., Cheutin, M., Dejean, T., González Corredor, J.D., Acosta-Chaparro, A., Hocdé, R., Eme, D., Maire, E., Spescha, M., Valentini, A., Manel, S., Mouillot, D., Albouy, C., Pellissier, L., (2021). Comparing environmental DNA metabarcoding and underwater visual census to monitor tropical reef fishes. *Environ. DNA* 3, 142–156

⁹ Muff, M., Jaquier, M., Marques, V., Ballesta, L., Deter, J., Bockel, T., Hocdé, R., Juhel, J.-B., Boulanger, E., Guellati, N., Fernández, A. P., Valentini, A., Dejean, T., Manel, S., Albouy, C., Durville, P., Mouillot, D., Holon, F., & Pellissier, L. (2023). Environmental DNA highlights fish biodiversity in mesophotic ecosystems. *Environmental DNA*, 5, 56– 72.

¹⁰ Juhel, J.-B., Marques, V., Utama, R.S., Vimono, I.B., Sugeha, H.Y., Kadarusman, K., Cochet, C., Dejean, T., Hoey, A., Mouillot, D., Hocdé, R. and Pouyaud, L. (2022). Estimating the extended and hidden species diversity from environmental DNA in hyper-diverse regions. *Ecography*, 2022: e06299.

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 campagnes nautiques mensuels. Les acquisitions de données aériennes seront réalisées par moyens digitaux permettant d'inscrire dès le démarrage du projet un protocole de suivi tel qu'il devra être réalisé une fois le parc éolien en place, c'est-à-dire un vol haute altitude (1250 ft). Ces acquisitions seront complétées une fois par saison au cours de la première année par un vol en basse altitude avec observateurs permettant d'offrir des moyens de validation et d'analyses des biais.

	2023			2024												2025								
	Automne			Hiver			Printemps			Eté			Automne			Hiver			Printemps			Eté		
	Oct	Nov	Déc	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept
Suivis aériens		x			x			x			x													
Observations visuelles		x			x			x			x													
Suivis aériens	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Observations digitales	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	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	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
ADNe	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Migrateurs nocturnes	x				x	x	x	x	x	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 »

Les campagnes d'échantillonnage ADNe et de détection des oiseaux migrateurs nocturnes seront quant à elles des missions mutualisées à d'autres campagnes en mer (*i.e.* suivi des communautés planctoniques et suivi des chiroptères en mer) lesquelles suivront la même fréquence d'acquisition que ces dernières (cf. Figure 1).

2. MOYENS AERIENS ET NAUTIQUES

2.1 MOYENS AERIENS / OBSERVATIONS VISUELLES

Pour les campagnes aériennes basse altitude avec observations visuelles, les moyens aériens seront fournis par PixAir Survey. Il s'agira d'un aéronef de modèle BN2 British Norman Islander. C'est un aéronef bimoteur basse vitesse muni d'ailes hautes permettant une visualisation complète de la scène. Le BN2 dispose de la place nécessaire dans l'habitacle pour embarquer jusqu'à 4 observateurs et 1 opérateur/navigateur. Ces avions sont dotés de « bubble windows » ou hublots bulles, permettant un meilleur angle d'observation (notamment sous l'avion). C'est également le type d'appareil recommandé dans le cadre de telle 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).



Figure 2 : Avions de type BN2 British Norman Islander utilisé pour les suivis et Hublots bulles pour l'observation aérienne (Photos : SEE)

2.1 MOYENS AERIENS / OBSERVATIONS DIGITALES

Pour les campagnes aériennes haute altitude avec observations digitales, les moyens aériens seront fournis par PixAir Survey. Il s'agira d'un aéronef de modèle PA31. Le Piper PA-31-350 Chieftain est un avion bimoteur performant qui permet de voler à des vitesses plus rapides et des altitudes plus élevées que le BN2. Il permet de transporter un opérateur ainsi que les moyens digitaux utiles aux campagnes d'acquisition.



Figure 3 : Avions de type PA31 (F-HODB) utilisé pour les suivis aériens haute altitude (Photos : PixAir Survey)

2.2 MOYENS NAUTIQUES

Pour les campagnes nautiques (e.g. observations visuelles, ADNe, détection des migrateurs nocturnes) 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 (hauteur d'observation de la mégafaune ~ 7 m au-dessus du niveau de la mer) et dispose du dispositif "PUMPJET" permettant une géolocalisation et le maintien d'un positionnement fixe (échantillonnage et écoute passive stationnelle).



Figure 4 : Le « Minibex » de la société SAAS (photo : SEE)

3. MOYENS MATERIELS

3.1 CAMPAGNES AERIENNES PAR OBSERVATION VISUELLE

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 navigateur qui accompagne les observateurs aura quant à lui pour rôle de saisir les données en direct. Cette saisie sera réalisée à l'aide du logiciel SAMMOA développé par le laboratoire PELAGIS. L'ordinateur de saisie sera connecté par USB à une antenne GPS (Global Positioning System) et le logiciel couplé à cette dernière pour permettre la localisation des observations. SAMMOA permet également de réaliser un enregistrement audio durant toutes les phases d'acquisition et offre un moyen de contrôle et de validation des données saisies de retour à terre.

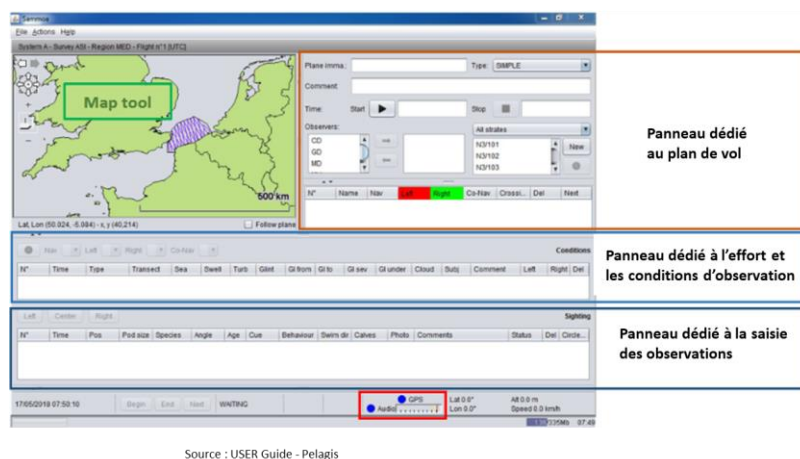


Figure 5 : Illustration de l'interface SAMMOA utilisée par le navigateur en cours de vol (source Pelagis et SEE).

3.2 CAMPAGNES AERIENNES PAR OBSERVATION DIGITALE

Lors des campagnes aériennes digitales, l'avion sera équipé d'une caméra grand format Vexcel Ultracam Eagle M3. Ce système sera installé sur une plateforme gyrostabilisée GSM 4000 qui permet de compenser les mouvements de l'avion (assiette, roulis, dérive). Ce système sera piloté par le système de navigation GPS /IMU Applanix Ultronav 7. Enfin, la compensation de flou de filé dans l'axe de vol de 50 pixels est réalisée grâce à la technologie TDI de Vexcel. Elle permettra de photographier à très haute résolution et haute vitesse les sujets les plus fins.



Figure 6 : L'UltraCam Eagle Mark 3 intégrée au PA31 (source : PixAir Survey).

En opération, l'avion parcourra les axes de vol planifiés et l'Ultracam se déclenchera automatiquement suivant la position GPS de l'appareil. Cette technologie présente l'avantage d'assurer la prise de photographies en respectant le mapping théorique visé et ainsi de garantir les couvertures attendues. Chaque image produite correspondra à un instantané de la scène survolée d'une surface d'un dixième de km² (396 m x 255 m) avec une résolution de 1.5 cm. L'appareil sera configuré afin d'assurer un recouvrement minimal de 15% entre les clichés du même axe, soit une photo tous les 218m.

Les données images produites seront ensuite traitées grâce au logiciel Ultramap Essentials. Celui-ci équilibre automatiquement les couleurs de toutes les images nadir et obliques et convertit les images brutes Ultracam en formats de fichiers standard pour les étapes de traitement ultérieures (e.g. détection et reconnaissance des cibles).

Les images ainsi produites (TIFF TFW ou GeoTiff ou JPG géoréférencé) seront toutes géoréférencées en trajectographie directe (xyz) avec une attitude connue (omega/phi/kappa) avec une précision métrique. Elles pourront être également chargées en pleine résolution sous un logiciel SIG (Global mapper), facilitant ainsi la description de scènes complexes et la bancarisation de données biologiques.

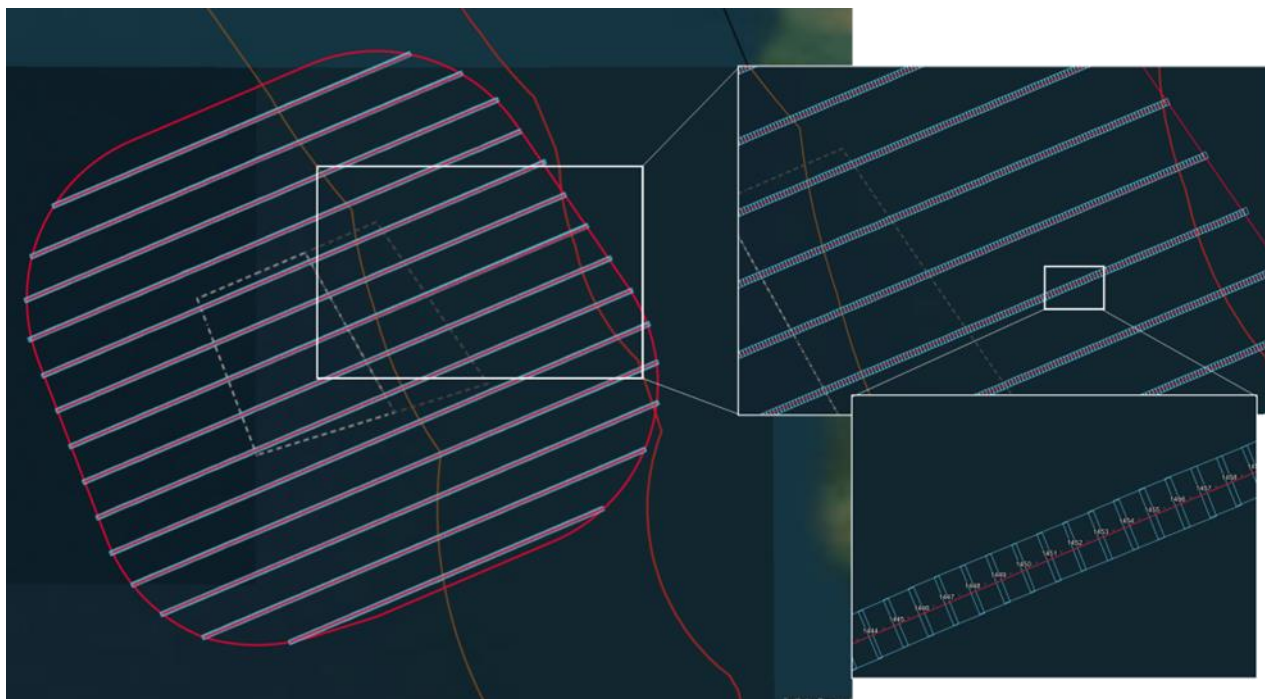


Figure 7 : Exemples de fichier Shp géoréférencé en UTM 31N WGS84 et représentation cartographique de l'emprise de chacun des clichés photographiques réalisés au cours d'une campagne aérienne.

3.3 CAMPAGNES NAUTIQUES PAR OBSERVATION VISUELLE

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

A l'identique des campagnes aériennes, le navigateur aura pour rôle de saisir les données d'observation en direct. Cette saisie sera également réalisée à l'aide du logiciel SAMMOA et l'enregistrement audio des observateurs durant toutes les phases d'acquisition permettra un contrôle et une validation *a posteriori* de toutes les données saisies.

3.3.1 Jumelles d'observation individuelles

Les jumelles d'observations individuelles appartiennent à chaque observateur. La majorité des jumelles sont de type 10 x 42 de marque Swarovsky® ou Leica® avec prismes en toit. Ces jumelles seront utilisées pour l'identification des espèces et l'observation de détails tels que le plumage des individus.

3.3.2 Règles de mesures

Des règles de mesures (figure suivante) seront utilisées pour estimer les distances en mer de manière plus rapide que les jumelles réticulées (Johansen et al., 2012). La technique consistera à déterminer les classes de distances suivant des intervalles prédéfinis (50, 100, 200 et 300m). Les distances supérieures à 300 mètres ne seront pas estimées par ce moyen car l'angle d'observation devient trop aigu, de l'ordre de quelques millimètres sur la règle générant ainsi une incertitude forte. Ce matériel présente l'avantage de pouvoir être utilisées rapidement pour les petites distances et permet à l'observateur de contrôler ses propres estimations de manière instantanée.



Figure 8 : utilisation de la règle de mesure pour estimer les distances en mer.

3.3.3 Consignation des observations

Les observations seront saisies au fil de l'eau sur ordinateur ou tablette via un logiciel dédié (SAMMOA) reprenant tous les paramètres observés. En cas de panne informatique, les informations seront alors consignées sur les bordereaux de terrain par écrit. L'agencement de la fiche permet d'optimiser la prise de notes (clarté et rapidité) et de visualiser l'ensemble des données à renseigner avec les codes utilisés.


Bateau			Visibilité :		Mn	Obs G:		Temp :		Apparente:		 Bretagne Vivante	Oiseaux en mer / Suivis protocolés par distance sampling			
Pilote			Eblouissement :			Obs D:		Temp de l'eau de surface :								
Chef de mission			Hauteur Houle :			Obs 3:		Turbidité :								
Scribe			Direction houle :			V: vol, P: posé sur l'eau, S: à suivre un bateau										
Date :			Hauteur vague :			O / N / Mx: mixed										
Transect n° :			Conv.	Force Vent :			A: attraction, R: répulsion, P: plonge, N: neutre, S: suiveur									
Heure début :			h	Direction du vent :			Im: immat, Ad: adulte, Mx: Mixed, 1A, 2A...									
Heure fin :			h	Etat de mer :			E: été, H: hiv, T: transit°, Mx: mixed									
Vitesse :			nds	Couverture nuageuse :			O / N / Mx									
Détectabilité :				Précipitation :			A: [0-300m], B: [300-∞], Dist (m)									
WPT	Reticule (70-0)	Gisement (0-360)		Taxon	Nb	Comportement	Foraging	Réaction au bateau	Age	Plumage	Mue	Classe distance	Haut_Vol	Axe_Vol	Observateur réticule	Remarque

Figure 9 : Présentation du bordereau de terrain utilisé (Bretagne vivante).

3.4 CAMPAGNES ADN ENVIRONNEMENTAL

L'échantillonnage se fait par filtration d'un volume cible de 50 litres d'eau de mer en sub-surface (3 à 5m), correspondant à environ 60 min de filtration, depuis un navire en position statique au droit de la station de suivi prospectée. Cet échantillonnage sera réalisé à l'aide d'une pompe immergeable (matériel mis à disposition par le MNHN de Dinard, cf. Figure 10) mise en œuvre depuis le pont du navire à l'aide d'un treuil. L'ADNe prélevé est alors retenu dans la capsule de filtration et l'eau de mer est relarguée dans le milieu à la sortie du filtre. Deux répliques de 50L seront collectées simultanément à chaque échantillonnage. Les capsules utilisées seront de type Waterra® 0.2 µm et permettent en fin d'échantillonnage, l'ajout d'un tampon de fixation (tampon longmire) pour stopper la dégradation de l'ADN et permettre la conservation du filtrat dans de bonnes conditions.

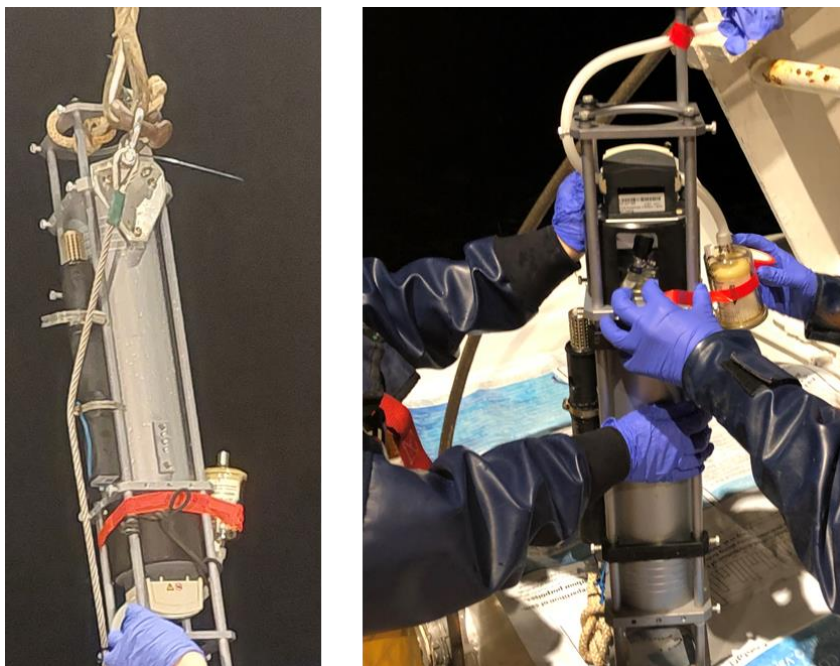


Figure 10 : Armement de la pompe immergeable (source : SEE).

3.5 CAMPAGNES DE DETECTION DES MIGRATEURS NOCTURNES

La détection nocturne des oiseaux se réalisera par les méthodes d'acoustique passive. Les prises de sons seront réalisées avec un enregistreur numérique (Zoom H4N PRO) qui enregistrent des fréquences allant de 0 à 48 kHz. L'enregistreur sera complété d'un microphone externe équipé d'une bonnette à poils afin de limiter les interférences liées au vent et permettre une meilleure qualité d'enregistrement.

Le H4n Pro capturera les sons dans des fichiers audio aux formats WAV. Ces fichiers WAV sont conformes à la norme BWF (Broadcast Wave Format) et comprennent les marqueurs et les dates de création. Le stockage se fait sur carte SD pour permettre un traitement des enregistrements de retour à terre.



Figure 11 : Enregistreur acoustique Zoom H4N.

4. PLANS D'ÉCHANTILLONNAGE

4.1 ACQUISITION AÉRIENNE PAR OBSERVATIONS VISUELLES ET DIGITALES

Pour l'acquisition de données en avion, le plan de vol sera identique qu'il s'agisse d'un vol en basse altitude avec observateurs ou d'un vol haute altitude avec des moyens digitaux. Celui-ci se compose de 14 transects établis dans la continuité des zones rapprochée et élargie afin d'assurer la cohérence des observations entre la zone de suivi en elle-même et la zone extérieure correspondant à un buffer de 18 km. Les 14 transects se parcourent en marche nominale en une journée et permettent d'obtenir une pression d'échantillonnage égale sur toute l'aire d'étude.

La distance de 4 km (2,15 MN) entre les transects respectent 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.

Il est à noter que pour atteindre un taux de recouvrement $\geq 10\%$ à l'intérieur de la zone « AO7 et de son extension mais également au sein de la zone extérieure, le buffer de 18 km a été légèrement allongé sur le secteur Sud-Ouest.

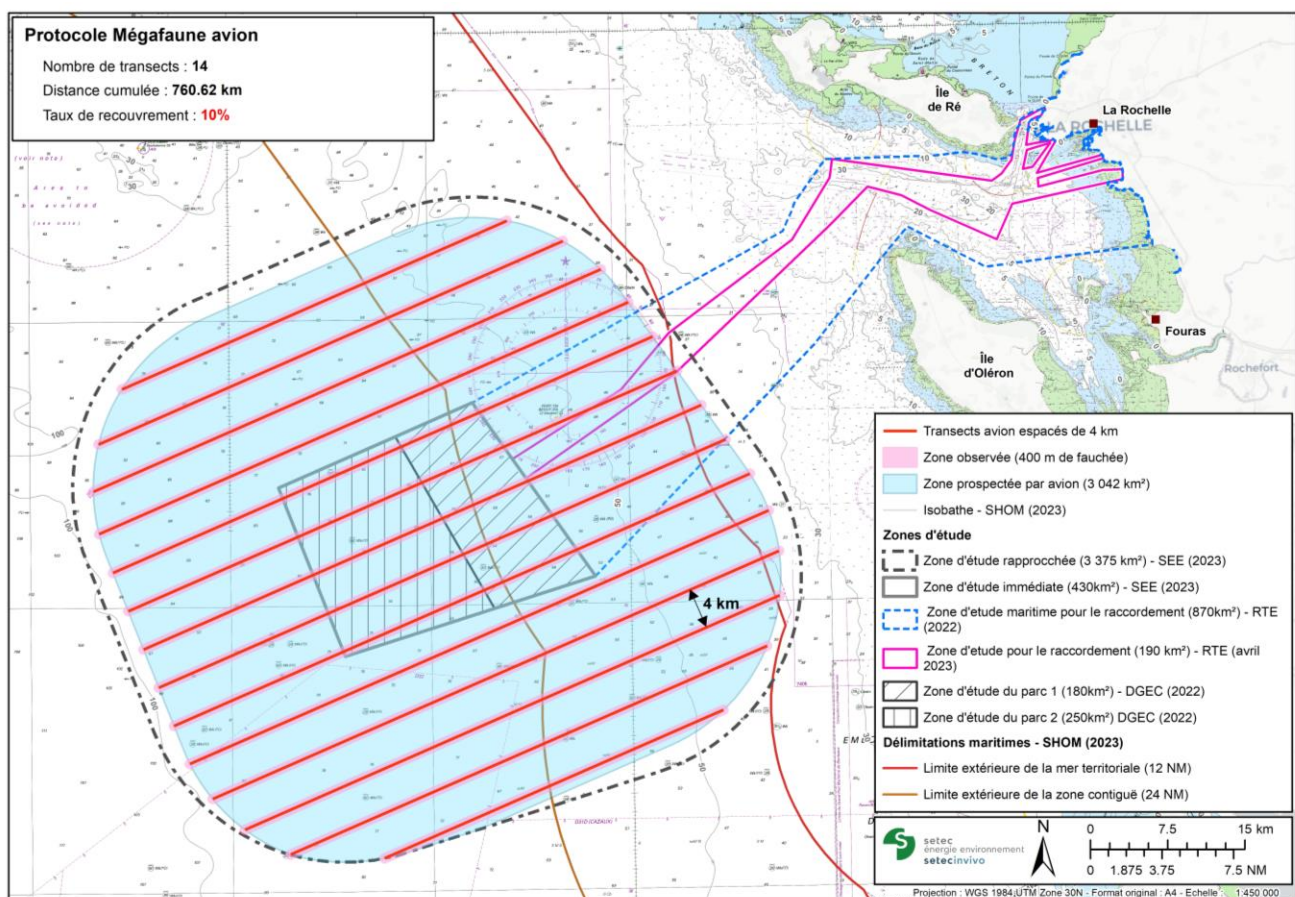


Figure 12 : Position des 14 transects des suivis avion pour le suivi de la mégafoaune marine. Le plan est composé d'un buffer de 18 km (2970 km²) (en bleu) en respectant une couverture d'acquisition minimum de 10% pour l'avifaune. La distance inter-transect est de 4 km.

Tableau 1 : Caractéristiques principales du plan de vol.

	Longueur cumulée (en km)		Taux de recouvrement	
	Total	Zones Parc 1+2	Total	Zones Parc 1+2
Avion	760.62	113.95	10.00 %	10.60 %

4.2 ACQUISITION NAUTIQUE PAR OBSERVATIONS VISUELLES

En ce qui concerne l'acquisition de données en bateau, le plan d'échantillonnage se compose de 4 transects permettant de couvrir une surface totale d'environ 510 km². Une distance de 5.15 km est ici appliquée afin de concilier objectif de suivi (*i.e.* Couverture >10%) et temps de réalisation (< 1 journée).

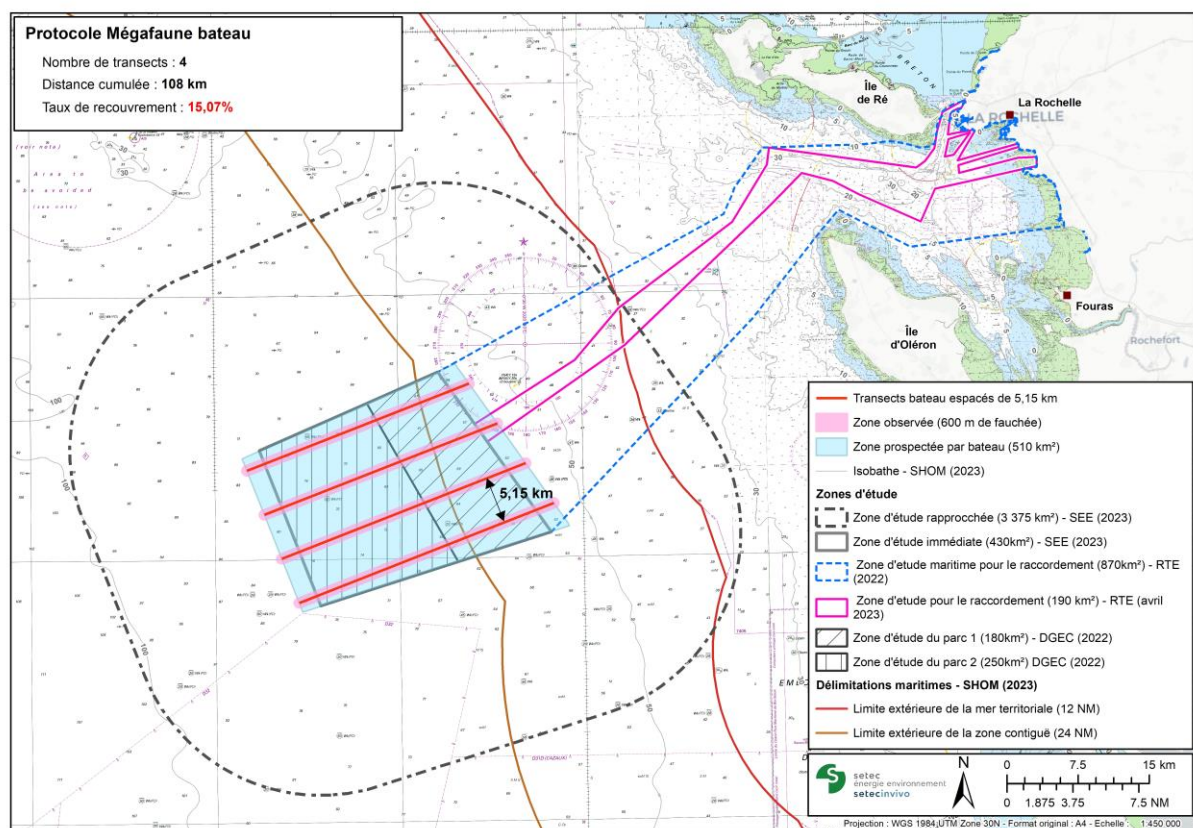


Figure 13. Position des 4 transects des suivis bateau pour le suivi de la mégafaune marine. Le plan est composé d'un buffer de 510 km² en respectant une couverture d'acquisition minimum de 10% pour l'avifaune. La distance inter-transect est de 5.15 km.

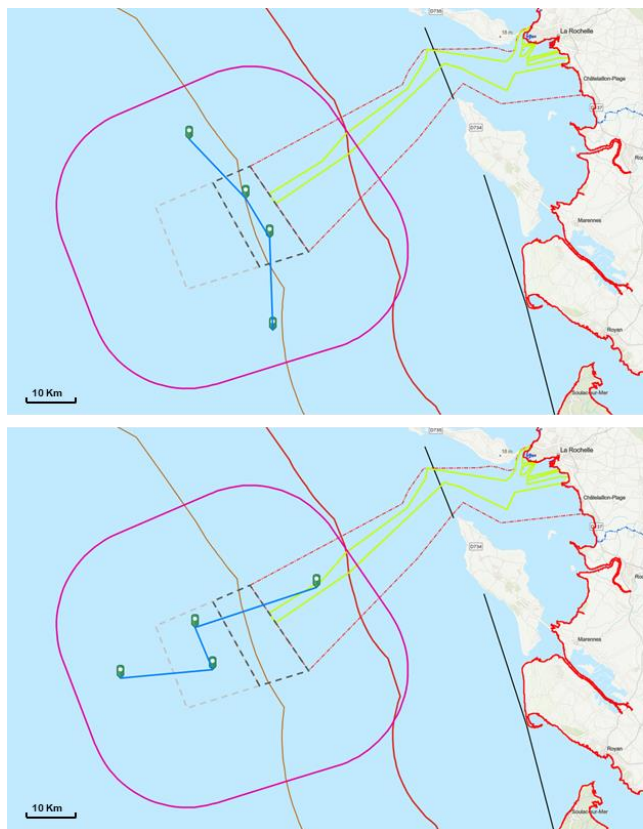
Tableau 2 : Caractéristiques principales du plan de navigation.

	Longueur cumulée (en km)		Taux de recouvrement	
	Total	Zones Parc 1+2	Total	Zones Parc 1+2
Bateau	108.06	91.86	15.07 %	12.84 %

4.3 ADN ENVIRONNEMENTAL ET DETECTION DES MIGRATEURS NOCTURNES

Les campagnes d'échantillonnage ADN et de détection de migrants nocturnes seront mutualisées aux campagnes dédiées au suivi des communautés planctoniques et des chiroptères en mer. Lors de cette campagne, l'échantillonnage de nuit de 8 stations fixes est programmé. Sur chacun de ces points, le bateau s'immobilisera grâce au système de positionnement dynamique du navire et restera en position pendant une heure trente environ. Ce laps de temps sera alors mis à profit pour constituer les échantillons d'ADN (filtrat) et réaliser parallèlement des enregistrements acoustiques des oiseaux migrants à une altitude cible de 100m. Bien que l'enregistrement puisse être continu, le ballon-sonde déployé impose d'être ramené sur le pont du navire lors des transits entre deux points de mesure. Les enregistrements acoustiques couvriront donc toute la nuit mais seront séquencés par les aller et retour de l'aérostaf entre le pont du navire et l'altitude cible.

La figure suivante permet de synthétiser l'effort d'échantillonnage qui sera produit dans le cadre de ces missions.



NUIT 1 :

ADNe / échantillonnage de 4 stations

Oiseaux migrateurs / 4 stations d'écoute à 100 m :
~ 6h d'enregistrement et enregistrement continu pendant les transits (45 km)

NUIT 2 :

ADNe / échantillonnage de 4 stations

Oiseaux migrateurs / 4 stations d'écoute à 100 m :
~ 6h d'enregistrement et enregistrement continu pendant les transits (55 km)

Figure 14 : Localisation des 8 points d'échantillonnage d'ADNe et d'écoute fixe des oiseaux migrateurs nocturnes.

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 1300 pieds ;
- Luminosité suffisante, angle solaire > 30°;
- 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.

5.1 CAMPAGNES ADN ET DETECTION DES OISEAUX NOCTURNES

Les conditions privilégiées pour l'échantillonnage ADN et l'enregistrement acoustique des oiseaux sont les suivantes :

- Pas de précipitations ;
- Train de houle < 1 m ;
- Conditions de vent limitées à Beaufort 4.

6. PARAMETRES ANALYSES/MESURES

6.1 CAMPAGNES AERIENNES PAR OBSERVATION VISUELLE

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.

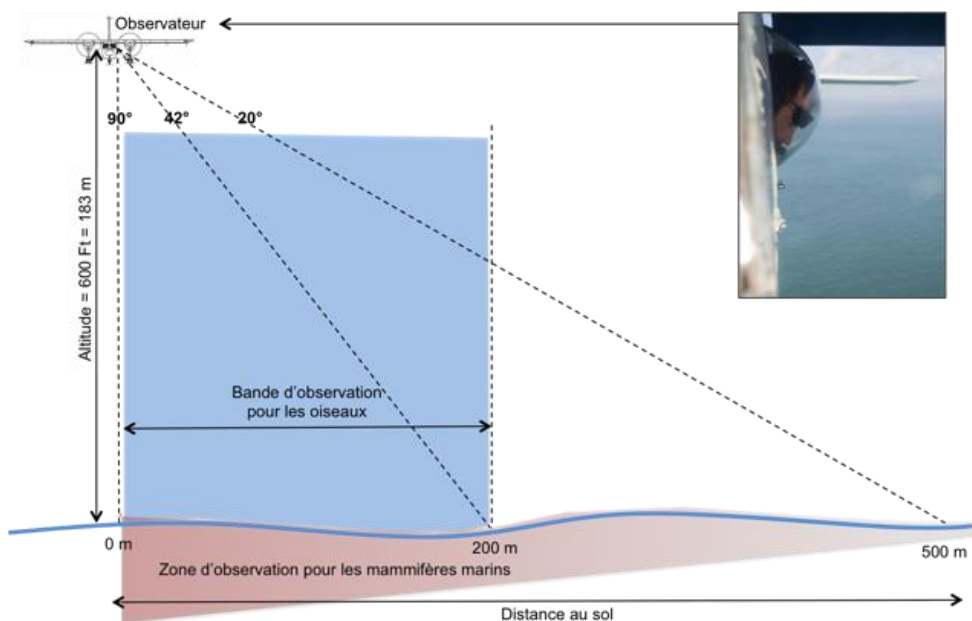


Figure 15 : Angles d'observations et distances correspondantes à partir des hublots bulles (source : SEE)

La différence majeure entre la méthode du *line transect* et la méthode du *strip transect* (cf. Figure 16) 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.

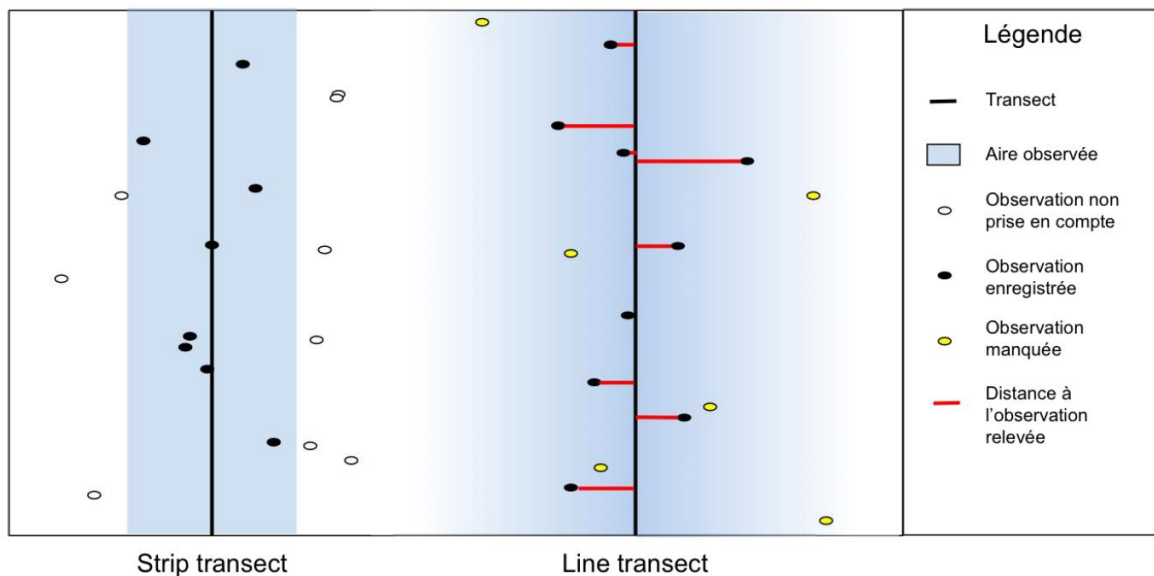


Figure 16 : Différence entre les méthodes de transect en bande (*strip transect*) et en ligne (*line transect*) (source : setec énergie environnement)

6.1 CAMPAGNES AERIENNES DIGITALES

Un algorithme spécifique de détection d'anomalies développé par Setec energie environnement sera mis en œuvre sur chaque image. L'algorithme de détection est réglé de manière à conserver une probabilité de détection élevée, même si certaines fausses alarmes sont conservées.

A l'issue de l'étape de détection automatique, les cibles identifiées sont contextualisées et analysées par un photo-interprète afin d'éliminer tous les faux positifs. Cette étape permet de réduire le volume de vignettes à analyser par les ornithologues qui seront en charge de l'identification des cibles.

La phase d'identification sera réalisée par l'équipe de Setec energie environnement et un contrôle qualité sera réalisé par nos partenaires et notre réseau (experts indépendants). C'est-à-dire qu'à l'issue de la phase d'identification, un pourcentage convenu de cibles (~3%) tirées au hasard sera identifié à nouveau. Un taux de « bonne réponse » supérieur ou égale à 95% validera cette étape. Dans le cas contraire, cette invalidation imposera de soumettre à nouveau la série de clichés à une nouvelle interprétation.

Les données traitées seront mises en forme dans des tableaux (format csv). Ces données seront présentées sous la forme de 6 tableaux : Transect, Image, Target, Object, Group et Interaction. Le contenu de chaque tableau est détaillé dans l'annexe « Protocole format des données digitales, Quérouré – FEM, 2022 » avec :

- Transect : unité statistique d'effort kilométrique lors de l'acquisition des enregistrements digitaux.
- Image : unité statistique pour la détection de cible.
- Target : produit de l'algorithme appliqué sur une image.
- Object : vérité (animal, déchet, etc. . .).
- Group : groupe d'individus d'une même espèce.
- Interaction : dans le cas où plusieurs espèces différentes sont groupées ensemble.

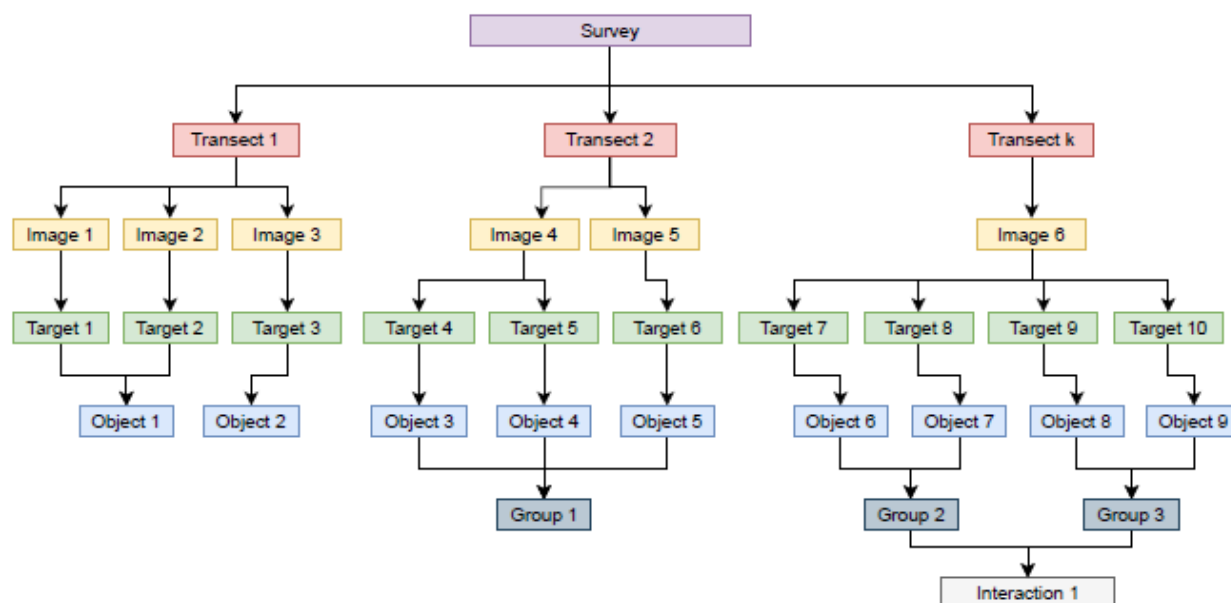


Figure 17 : Représentation de la structuration des données (d'après : Protocole format des données digitales, Quérroué – FEM, 2022)

6.1.1 Paramètres relevés

La base de données finales des observations relevées par les observateurs (suivi visuel) ou les lecteurs-interprètes (suivi digital) comprendra les variables présentées dans le tableau suivant.

Tableau 3 : Paramètres relevés relatifs à chaque observation (source : Setec energie environnement)

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)
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=posé dans la bande, 3=en vol dans la bande, 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=Génante)
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)

Variables	Informations
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 Taux d'identification des espèces

Les suivis visuels effectués dans le cadre des projets réalisés par Setec energie 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 fortement la capacité de l'observateur à déterminer certaines espèces et nous veillerons à réaliser les survols uniquement dans des conditions permettant de maximiser ces coefficients d'identification.

Quant aux photos, elles permettront probablement d'améliorer le taux d'identification de certaines espèces, notamment dans les zones de très forte densité où les données des observateurs sont moins précises. A noter toutefois que les espèces de certains groupes comme les alcidés, grèbes, océanites restent malgré tout difficiles à identifier, et cela même avec un appui photographique.

Tableau 4 : 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 energie environnement)

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
	Procelariidés	espèce	92%	La différenciation entre le puffin des Baléares, le puffin de Scopoli et le puffin yelkouan 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
Mammifères marins	Sulidés	espèce	100%	1 espèce. Age des individus déterminable
	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

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).

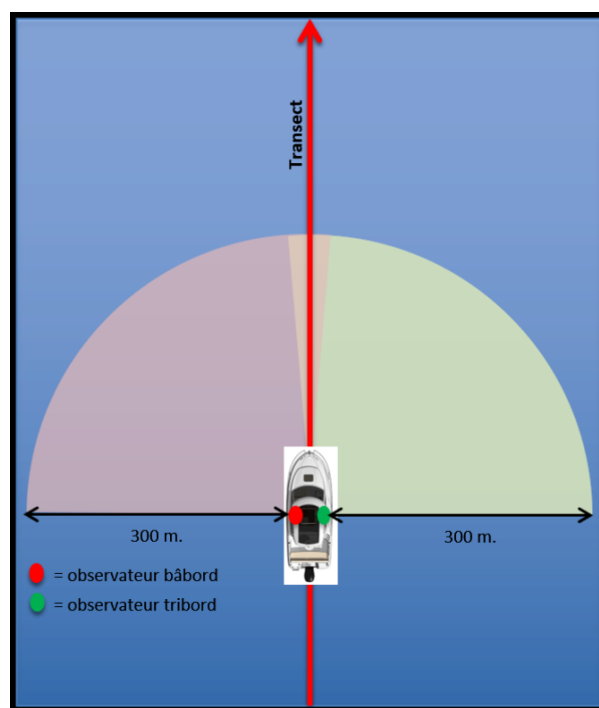


Figure 18 : Schéma présentant le principe de suivi par bateau

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

Tableau 5 : 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
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.).

6.1 ADNE

L'échantillonnage se réalisera par filtration d'un volume cible de 50 litres d'eau de mer en sub-surface (3 à 5m), correspondant à environ 60 min de filtration, depuis un navire en position statique au droit de la station de suivi prospectée. L'ADNe prélevé est alors retenu dans la capsule de filtration et l'eau de mer est relarguée dans le milieu à la sortie du filtre. Deux répliques de 50L seront collectés simultanément à chaque échantillonnage.

Les échantillons collectés à chaque campagne seront ensuite analysés par le laboratoire Argaly par metabarcoding de l'ADN environnemental, comprenant l'extraction, l'amplification et le séquençage de l'ADN. Le locus génétique utilisé pour l'amplification sera extrait de l'ADN mitochondrial, partie du gène codant pour l'ARN16S. Celui-ci permettra de cibler les vertébrés, incluant donc les mammifères marins mais également les oiseaux et les poissons. L'amplification se réalisera à l'aide d'amorces « semi-universelles » classiquement utilisées dans ce type d'étude et les amplicons obtenus seront ensuite séquencés par séquençage Illumina.

Séquences des amorces :

forward = 5'-AGACGAGAAGACCCYDTGGAGCTT'

reverse = 5'-GATCCAACATCGAGGTCGTAA

Afin de déterminer si le barcode ciblé par ce couple d'amorces permettrait de discriminer les différentes espèces de mammifères marins, une base de données a été réalisée à partir des données de la Genbank. A partir de cette base de données et en restreignant les séquences au barcode cible, des arbres phylogénétiques ont été réalisés (voir image ci-dessous).

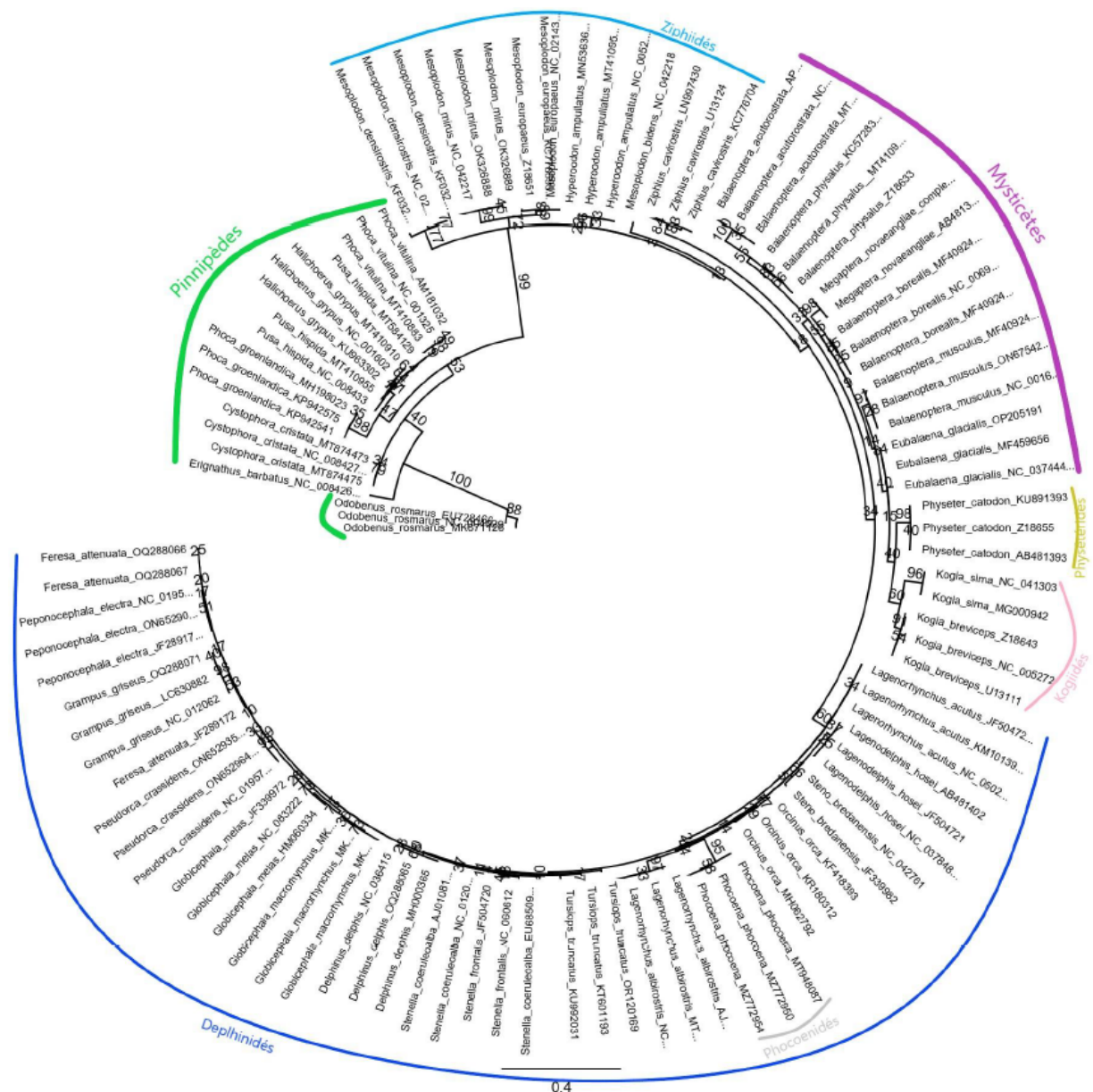


Figure 19 : Arbre phylogénétique figurant les principaux grands groupes de mammifères marins. Celui-ci est produit à partir de la base de données GenBank en restreignant les séquences au barcode cible.

Sur cet arbre circulaire figurent les principaux grands groupes de mammifères marins. Au vu des résultats de cet arbre, les pinnipèdes sont bien différenciés des cétacés. Chez les cétacés, les mysticètes et les odontocètes sont également bien séparés les uns des autres. On retrouve les principaux groupes (baleines à bec, cachalots, ...). La détermination des Delphininae ne semble pas évidente pour certaines espèces (Tursiops truncatus et Stenella coeruleoalba par exemple), ce qui est courant pour cette sous-famille. Le barcode ciblé par le couple d'amorces apparaît ainsi efficace pour déterminer les grands groupes voire certaines espèces de mammifères marins.

À l'issue du séquençage, une première étape d'analyse bioinformatique permettra de comparer les séquences obtenues dans les échantillons d'ADNe à une base de référence génétique, afin de produire une liste des espèces présentes dans chaque échantillon, et le nombre de séquences d'ADN de chaque espèce. Pour ces assignations taxonomiques, la base de référence utilisée inclut les séquences téléchargées de la base publique GenBank ainsi que des séquences supplémentaires produites par le MNHN (contact : Jean-Luc Jung) au cours de différents projets. Les assignations taxonomiques finales seront réalisées par la station de biologie marine de Dinard (ISYEB, MNHN).

6.2 MIGRATEURS NOCTURNES

L'enregistreur acoustique sera installé sur une nacelle pour être déployée en altitude grâce à l'utilisation d'un ballon-sonde. Il sera couplé à un altimètre afin de rendre compte de l'altitude d'enregistrement effectif des détections. Le micro sera lui déporté vers le sommet du ballon pour maximiser les taux de détection.

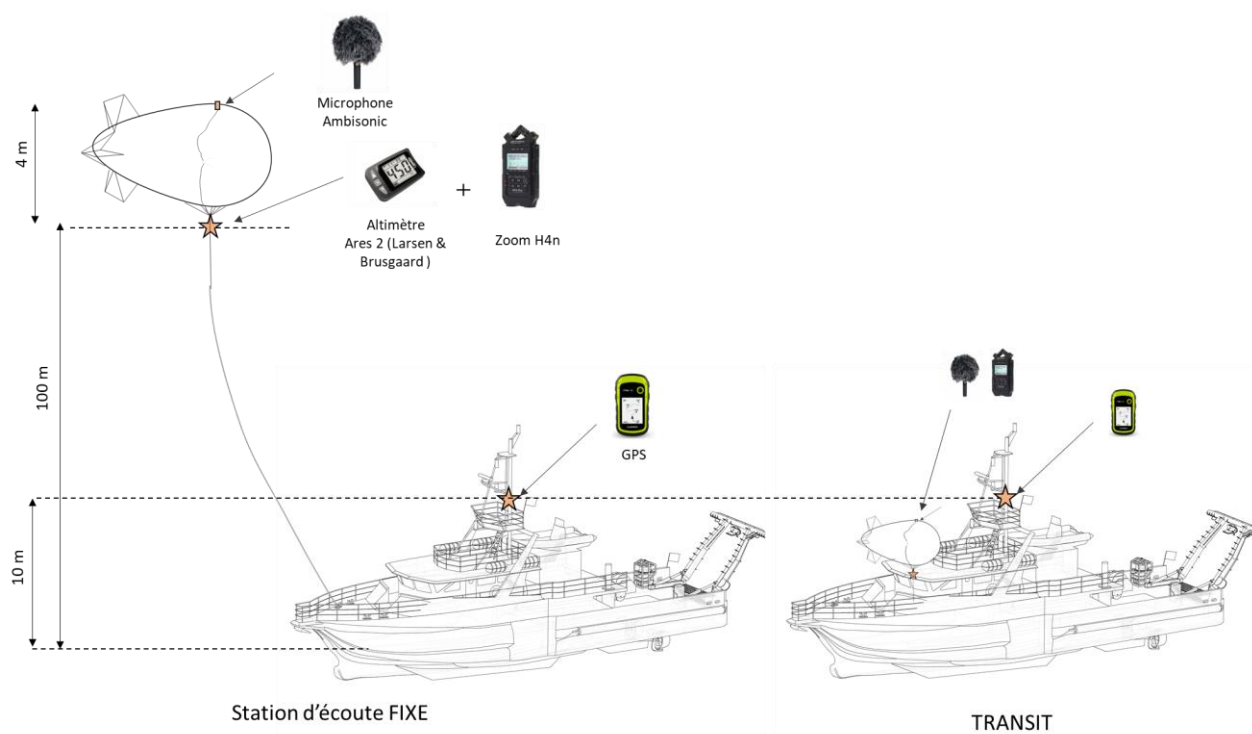


Figure 20 : Schéma présentant le positionnement de l'enregistreur et du microphone sur l'aérostat et des conditions d'enregistrement suivant que le navire soit en Transit (à droite) ou en position fixe (à gauche).

Le ballon-sonde sera déployé depuis le deck avant du navire. De type zeppelin, il disposera d'une membrane couplée à des empennages pour assurer sa stabilisation en vol. Le ballon offrira ainsi une bonne stabilité au vent jusqu'à 50 km/h. D'une contenance de 40 mètres cube, ce matériel permettra d'embarquer jusqu'à 3 kg de charge utile. Il sera rattaché au navire par un câble de 150 mètres et un treuil électrique facilitera toutes les opérations d'amené-repli.

7. TRAITEMENT ET INTERPRÉTATION DES DONNÉES D'OBSERVATIONS VISUELLES ET DIGITALES, AÉRIENNE OU NAUTIQUE.

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'avril 2022 dans l'aire d'étude du projet éolien Bretagne Sud AO5, toutes espèces d'oiseaux marins confondues. Les observations semblent assez uniformément réparties, avec une légère préférence pour le secteur Nord-Est, sans afficher clairement les 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.

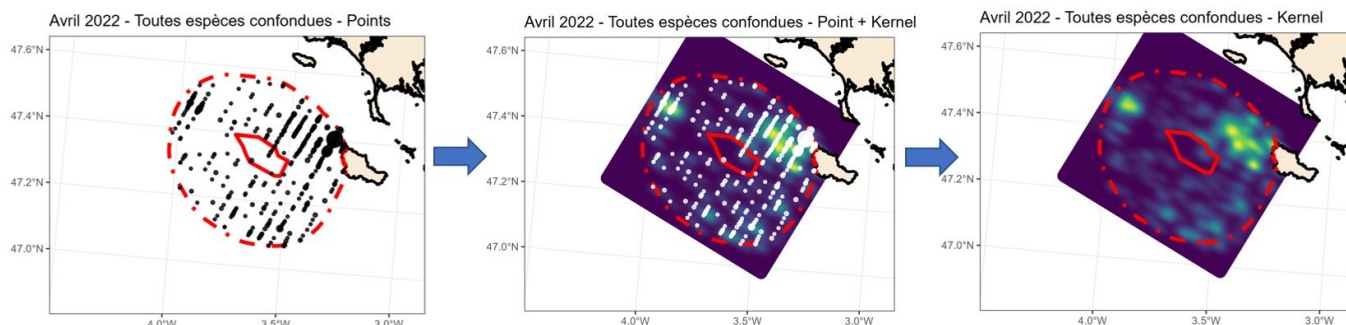


Figure 21 : comparaison des observations réelles et estimées par la méthode du noyau. Les résultats bruts sont affichés (à gauche) pour vérifier la cohérence des données par rapport aux observations de terrain. L'analyse par la méthode des noyaux est réalisée pour estimer les zones de répartition pour l'espèce (au milieu). Les résultats sont ensuite épurés pour faciliter la visibilité et l'interprétation des valeurs (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 l'espèce dans la zone échantillonnée sur la base de la distribution des observations et de la taille des groupes détectés selon un gradient de couleur ; bleue foncée représente une probabilité faible d'observation tandis que la couleur jaune représente une probabilité forte.
- 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 « KernSmooth ».

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) et/ou du package « Distance » sous R (R Development Core Team, 2005) .

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.

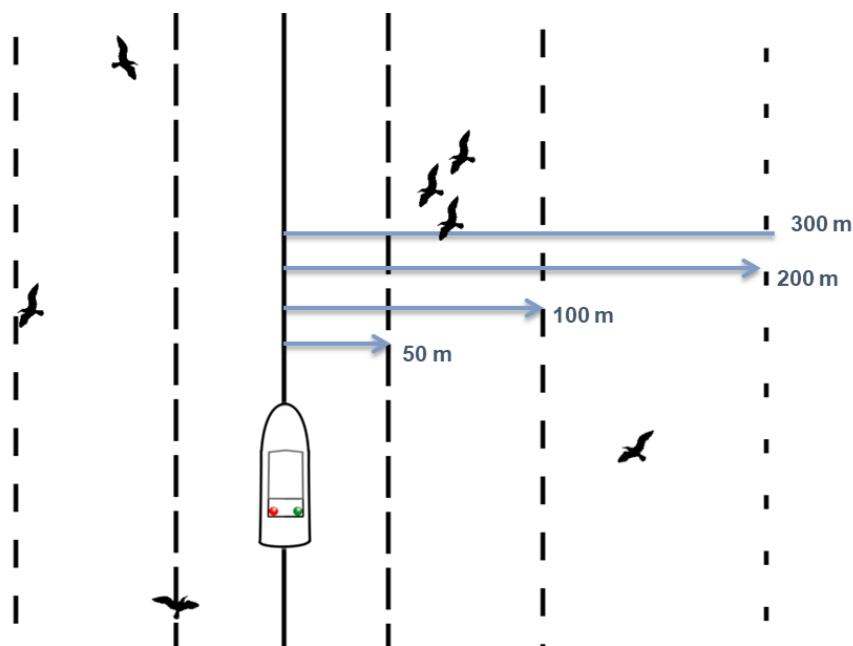


Figure 22 : Schéma simplifié des estimations de densités par strip transect.

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.

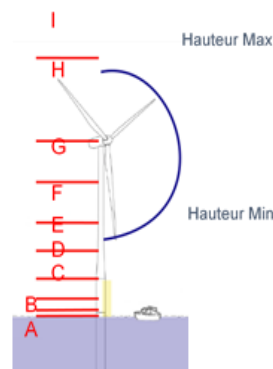
Les analyses sont réalisées à l'aide du langage de programmation R.

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 ci-dessous :

Tableau 6 : 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	<i>Accipiter nisus</i>
ACRPAL	Rousserolle verderolle	<i>Acrocephalus palustris</i>
ACRSCH	Phragmite des joncs	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>
ACRSCI	Rousserolle effarvate	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>
ACRSPP	Rousserolle ind.	<i>Acrocephalus spp.</i>
ACTHYP	Chevalier guignette	<i>Actitis hypoleucos</i>
ADMIBO	Bateau de l'Etat (douanes, marine)	Administrative boat (navy, custom, coast guard)
ALAARV	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>
ALASPP	Alouette ind.	<i>Alauda spp.</i>
ALCSPP	Alcide ind.	<i>Alcidae sp.</i>
ALCTOR	Pingouin torda	<i>Alca torda</i>
ALCURI	Pingouin ou Guillemot	<i>Alca / Uria</i>
ALLALL	Mergule nain	<i>Alle Alle</i>
ALOVUL	Requin renard commun	<i>Alopias vulpinus</i>
ANAACU	Canard pilet	<i>Anas acuta</i>
ANACLY	Canard souchet	<i>Anas clypeata</i>
ANACRE	Sarcelle d'hiver	<i>Anas crecca</i>
ANAPEN	Canard siffleur	<i>Anas penelope</i>
ANAPLA	Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>
ANASPP	Canard ind.	<i>Anas spp. / Aythya spp.</i>
ANASTR	Canard chipeau	<i>Anas strepera</i>
ANATID	Anatidé ind.	<i>Anatidae sp.</i>
ANSALB	Oie rieuse	<i>Anser albifrons</i>
ANSANS	Oie cendrée	<i>Anser anser</i>
ANSSPP	Oie ind.	<i>Anser sp.</i>
ANTPET	Pipit maritime	<i>Anthus petrosus</i>
ANTPRA	Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>
ANTSPP	Pipit ind.	<i>Anthus spp.</i>
ANTTRI	Pipit des arbres	<i>Anthus trivialis</i>
APUAPU	Martinet noir	<i>Apus apus</i>
APUSPP	Martinet ind.	<i>Apus spp.</i>
AQUABO	Bateau aquaculture	Aquaculture vessel
ARDCIN	Heron cendre	<i>Ardea cinerea</i>
ARDPUR	Heron pourpre	<i>Ardea purpurea</i>
ARDSPP	Heron ind.	<i>Ardea sp.</i>
AREINT	Tournepieuvre à collier	<i>Arenaria interpres</i>
ASIFLA	Hibou des marais	<i>Asio flammeus</i>
ASIOTU	Hibou moyen-duc	<i>Asio otus</i>
AYTMAR	Fuligule milouinan	<i>Aythya marila</i>
BALACU	Petit rorqual	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>
BALCAR	Baliste	<i>Balistes spp.</i>
BALMUS	Rorqual bleu	<i>Balaenoptera musculus</i>
BALPHY	Rorqual commun	<i>Balaenoptera physalus</i>
BALSPP	Rorqual ind.	<i>Balaenopteridae sp.</i>
BIRSPP	Oiseau ind.	Undetermined bird

BLAGUL	Goéland noir ind.	<i>Larus fuscus / marinus</i>
BOAT	Bateau non identifie	Non identified ship
BRABER	Bernache cravant	<i>Branta bernicla</i>
BRACAN	Bernache du Canada	<i>Branta canadensis</i>
BUBIBI	Heron garde-bœufs	<i>Bubulcus ibis</i>
BULKBO	Bateau vraquier	Bulk cargo
BUOY	Bouée de pêche	Fishing buoy, setnet
CALALB	Bécasseau sanderling	<i>Calidris alba</i>
CALALP	Bécasseau variable	<i>Calidris alpina</i>
CALCAN	Bécasseau maubèche	<i>Calidris canutus</i>
CALDIO	Puffin cendré	<i>Calonectris diomedea</i>
CALMAR	Bécasseau violet	<i>Calidris maritima</i>
CALMIN	Bécasseau minute	<i>Calidris minuta</i>
CALSPP	Bécasseau ind.	<i>Calidris spp.</i>
CANOBO	Petit bateau de pêche artisanale	Small traditional fishing boat
CAPEUR	Engoulevent d'Europe	<i>Caprimulgus europaeus</i>
CARCAN	Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>
CARCHL	Verdier europe	<i>Carduelis chloris</i>
CARGOB	Bateau transport marchandise	Merchant ship (containership, cargo, tanker)
CARLIS	Chardonneret	<i>Carduelis carduelis</i>
CARLON	Requin océanique	<i>Carcharhinus longimanus</i>
CARSPI	Tarin des aulnes	<i>Carduelis spinus</i>
CASALB	Grande aigrette	<i>Casmerodius albus</i>
CATSKU	Grand labbe	<i>Catharacta skua</i>
CETMAX	Requin pèlerin	<i>Cetorhinus maximus</i>
CETSPP	Cétacé ind.	Cetacea
CHAALE	Gravelot a collier interrompu	<i>Charadrius alexandrinus</i>
CHAHIA	Grand gravelot	<i>Charadrius hiaticula</i>
CHASPP	Gravelot ind.	<i>Charadrius spp.</i>
CHESPP	Tortue a écailles ind.	Cheloniidae
CHISPP	Chauve-souris	Chiroptera
CHLHYB	Guifette moustac	<i>Chlidonias hybridus</i>
CHLNIG	Guifette noire	<i>Chlidonias niger</i>
CHLSPP	Guifette ind.	<i>Chlidonias spp.</i>
CIRAER	Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>
CIRCYA	Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>
CIRSPP	Busard ind.	<i>Circus spp.</i>
CISJUN	Cisticole des joncs	<i>Cisticola juncidis</i>
COLLIV	Pigeon domestique (ou Biset)	<i>Columba livia</i>
COLOEN	Pigeon colombin	<i>Columba oenas</i>
COLPAL	Pigeon ramier	<i>Columba palomba</i>
COLSPP	Pigeon ind.	<i>Columba sp.</i>
CONTBO	Bateau porte-container	Containership
CORCOR	Corneille noire	<i>Corvus corone</i>
CORMSP	Cormoran ind.	<i>Phalacrocorax sp.</i>
CRUIBO	Bateau de croisiere	Cruise ship

CYGOLO	Cygne tubercule	<i>Cygnus olor</i>
DASSPP	Raie pastenague ind.	<i>Dasyatis sp.</i>
DEADBI	Oiseau mort	Mortem Aves
DEADMM	Mammifère marin mort	Mortem Mammalia
DELDEL	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis / capensis</i>
DELSPP	Delphinide ind.	<i>Delphinidae sp.</i>
DELURB	Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbica</i>
DERCOR	Tortue luth	<i>Dermochelys coriacea</i>
DIOSPP	Albatros ind.	<i>Diomedeidae sp.</i>
EGRGAR	Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i>
EGRSPP	Aigrette ind.	<i>Egretta spp.</i>
EMBSPP	Bruant ind.	<i>Emberiza spp.</i>
ERIRUB	Rouge gorge	<i>Erithacus rubecula</i>
FALCOL	Faucon émerillon	<i>Falco columbarius</i>
FALELE	Faucon d'Eléonore	<i>Falco eleonora</i>
FALPER	Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus</i>
FALSPP	Faucon ind.	<i>Falco spp.</i>
FALSUB	Faucon hobereau	<i>Falco subbuteo</i>
FALTIN	Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>
FERRYB	Ferry	Ferry
FICHYP	Gobemouche noir	<i>Ficedula hypoleuca</i>
FICPAR	Gobemouche nain	<i>Ficedula parva</i>
FISH	Poisson ind.	Osteichiens
FISHBO	Bateau de pêche pro	Fishing boat (professional)
FISHTR	Déchet de pêche	Fishing trash (net part, buoy)
FRAARC	Macareux moine	<i>Fratercula arctica</i>
FRICOE	Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>
FRIMON	Pinson du Nord	<i>Fringilla montifringilla</i>
FULATR	Foulque macroule	<i>Fulica atra</i>
FULGLA	Fulmar boréal	<i>Fulmarus glacialis</i>
GALCHL	Poule d'eau	<i>Gallinula chloropus</i>
GALGAL	Bécassine des marais	<i>Gallinago gallinago</i>
GAVADA	Plongeon à bec blanc	<i>Gavia adamsii</i>
GAVARC	Plongeon arctique	<i>Gavia arctica</i>
GAVIMM	Plongeon imbrin	<i>Gavia immer</i>
GAVSPP	Plongeon ind.	<i>Gavia sp.</i>
GAVSTE	Plongeon catmarin	<i>Gavia stellata</i>
GLOMEL	Globicéphale noir	<i>Globicephala melas</i>
GRAGRI	Dauphin de Risso	<i>Grampus griseus</i>
GREGUL	Goéland gris ind.	<i>Larus argentatus / michahellis</i>
HAEOST	Huitrier pie	<i>Haematopus ostralegus</i>
HALALB	Pygargue à queue blanche	<i>Haliaeetus albicilla</i>
HALGRY	Phoque gris	<i>Halichoerus grypus</i>
HIPSPP	Hypolais ind.	<i>Hippolais spp.</i>
HIRRUS	Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>
HIRSPP	Hirondelle ind.	<i>Hirundo spp.</i>

HYDPEL	Océanite tempête	<i>Hydrobates pelagicus</i>
HYPAMP	Hyperoodon boréal	<i>Hyperoodon ampullatus</i>
IRONTR	Dechet metal	Iron or Metal Trash
JELLY	Méduse ind.	Cnidaria
KOGBRE	Cachalot pygmée	<i>Kogia breviceps</i>
KOGSIM	Cachalot nain	<i>Kogia sima</i>
KOGSPP	Kogiide ind.	<i>Kogiidae sp.</i>
LAGACU	Lagenorhynque a flancs blancs	<i>Lagenorhynchus acutus</i>
LAGALB	Lagenorhynque a bec blanc	<i>Lagenorhynchus albirostris</i>
LAMNAS	Requin-taupe commun	<i>Lamna nasus</i>
LANBIR	Oiseau terrestre	Aves
LANCOL	Pie grièche écorcheur	<i>Lanius collurio</i>
LANEXC	Pie grièche grise	<i>Lanius excubitor</i>
LARARG	Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>
LARAUD	Goéland d'Audouin	<i>Larus audouinii</i>
LARCAN	Goéland cendré	<i>Larus canus</i>
LARCET	Grand cétacé ind.	Large Cetacea
LARDEL	Grand delphininé	Large delphininae
LARFIS	Grand poisson ind.	Osteichiens
LARFUS	Goéland brun	<i>Larus fuscus</i>
LARGEN	Goéland railleur	<i>Larus genei</i>
LARGRE	Grand grèbe ind.	<i>Podiceps cristatus / grisegena</i>
LARGUL	Grand Goéland ind.	<i>Larus sp.</i>
LARMAR	Goéland marin	<i>Larus marinus</i>
LARMEL	Mouette mélanocéphale	<i>Larus melanocephalus</i>
LARMIC	Goéland leucophée	<i>Larus michahellis</i>
LARMIN	Mouette pygmée	<i>Larus minutus</i>
LARNOV	Mouette argentée	<i>Larus novaehollandiae</i>
LARRID	Mouette rieuse	<i>Larus ridibundus</i>
LARSAB	Mouette de Sabine	<i>Larus sabini</i>
LARSHE	Grand puffin ind.	<i>Calonectris / puffinus gravis / P. griseus</i>
LARSPP	Laridé ind.	<i>Laridae spp.</i>
LIMICO	Limicole ind.	<i>Limicole spp.</i>
LIMLAP	Barge rousse	<i>Limosa lapponica</i>
LOCLUS	Locustelle lusciniode	<i>Locustella luscinioides</i>
LONGBO	Bateau palangrier	<i>Longliner</i>
LUSMEG	Rossignol Philomele	<i>Luscinia megarhynchos</i>
MEDCET	Moyen cétacé ind.	Medium Cetacea
MEDGUL	Petit goéland gris ind.	<i>Larus canus / audouinii</i>
MEDTER	Sterne moyenne ind.	<i>Sterna hirundo / paradisaea</i>
MEGNOV	Baleine à bosse	<i>Megaptera novaeangliae</i>
MELFUS	Macreuse brune	<i>Melanitta fusca</i>
MELNIG	Macreuse noire	<i>Melanitta nigra</i>
MELSPP	Macreuse ind.	<i>Melanitta sp.</i>
MERSER	Harle huppe	<i>Mergus serrator</i>
MERSPP	Harle ind.	<i>Mergus sp.</i>

MESBID	Mésoplodon de Sowerby	<i>Mesoplodon bidens</i>
MESDEN	Mésoplodon de Blainville	<i>Mesoplodon densirostris</i>
MESEUR	Mésoplodon de Gervais	<i>Mesoplodon europaeus</i>
MESMIR	Mésoplodon de True	<i>Mesoplodon mirus</i>
MESSPP	Mésoplodon ind.	<i>Mesoplodon sp.</i>
MILMIG	Milan noir	<i>Milvus migrans</i>
MINIBO	Bateau minier	Mining boat
MOLMOL	Poisson lune	<i>Mola mola</i>
MOTALB	Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>
MOTCIN	Bergeronnette des ruisseaux	<i>Motacilla cinerea</i>
MOTFLA	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>
MOTOBO	Bateau a petit moteur	Small motor boat
MOTSPP	Bergeronnette ind.	<i>Motacilla spp.</i>
MOTYAR	Bergeronnette de Yarrell	<i>Motacilla Yarelli</i>
MUSSTR	Gobemouche gris	<i>Muscicapa striata</i>
NETBO	Bateau fileyeur	Gill-netter
NONE	Pas de suiveurs	No scavengers
NUMARQ	Courlis cendre	<i>Numenius arquata</i>
NUMPHA	Courlis corlieu	<i>Numenius phaeopus</i>
NUMSPP	Courlis ind.	<i>Numenius spp.</i>
OCELEU	Océanite culblanc	<i>Oceanodroma leucorhoa</i>
OCEOCE	Océanite de Wilson	<i>Oceanites oceanicus</i>
OCESPP	Océanite ind.	<i>Hydrobates / Oceanites / Oceanodroma / Fregetta / Nesofregetta</i>
OENHIS	Traquet oreillard	<i>Oenanthe hispanica</i>
OENOEN	Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i>
OIL	Déchet hydrocarbure (nappe)	Oil slick
ORCORG	Orque	<i>Orcinus orca</i>
ORIORI	Loriot d'Europe	<i>Oriolus oriolus</i>
OTHER	Autre observation	Other sighting
PANHAL	Balbuzard pêcheur	<i>Pandion haliaetus</i>
PASSBO	Bateau art dormant (fileyeur, caseyeur)	Boat using for Passive fishing gear
PASSER	Passereau ind.	Passeriformes
PATRAB	Bateau chalutboeuf	Pair trawler
PERAPI	Bondrée apivore	<i>Pernis apivorus</i>
PETSPP	Pétrel ind.	<i>Petrel spp.</i>
PHAARI	Cormoran huppe	<i>Phalacrocorax aristotelis</i>
PHACAR	Grand cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>
PHAFUL	Phalarope à bec large	<i>Phalaropus fulicarius</i>
PHAPYG	Cormoran pygmée	<i>Phalacrocorax pygmeus</i>
PHIPUG	Combattant varie	<i>Philomachus pugnax</i>
PHOCID	Phoque ind.	<i>Phocidae sp.</i>
PHOENI	Rouge queue a front blanc	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>
PHOOCH	Rouge queue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i>
PHOPHO	Marsouin commun	<i>Phocoena phocoena</i>
PHOVIT	Phoque veau-marin	<i>Phoca vitulina</i>
PHYCOL	Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>

PHYINO	Pouillot a grands sourcils	<i>Phyloscopus inornatus</i>
PHYMAC	Cachalot macrocéphale	<i>Physeter macrocephalus</i>
PHYPRO	Pouillot de Pallas	<i>Phylloscopus proregulus</i>
PHYSPP	Pouillot ind.	<i>Phylloscopus spp.</i>
PHYTRO	Pouillot fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>
PLALEU	Spatule blanche	<i>Platalea leucorodia</i>
PLANCT	Plancton	Plankton
PLANE	Avion	Plane
PLASTR	Déchet plastique	Plastic trash
PLEABO	Bateau de plaisance ind.	Pleasure boat
PLENIV	Bruant des neiges	<i>Plectrophenax nivalis</i>
PLUAPR	Pluvier dore	<i>Pluvialis apricaria</i>
PLUSPP	Pluvier ind.	<i>Pluvialis spp.</i>
PLUSQU	Pluvier argente	<i>Pluvialis squatarola</i>
PODCRI	Grèbe huppe	<i>Podiceps cristatus</i>
PODGRI	Grèbe jougris	<i>Podiceps griseus</i>
PODSPP	Grèbe ind.	<i>Podiceps sp.</i>
POLYTR	Déchet polystyrène	Dechet polystyrene
POTBO	Bateau caseyeur	Pot vessel
PRIGLA	Requin peau-bleue	<i>Prionace glauca</i>
PROSPP	Procellaride ind.	<i>Procellaridae sp.</i>
PRUMOD	Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i>
PUFGRA	Puffin majeur	<i>Puffinus gravis</i>
PUFGRI	Puffin fuligineux	<i>Puffinus griseus</i>
PUFMAU	Puffin des Baléares	<i>Puffinus mauretanicus</i>
PUFPUF	Puffin des Anglais	<i>Puffinus puffinus</i>
PUFSPP	Puffin ind. / Petit procellaride marron	<i>Puffinus spp.</i>
PUFYEL	Puffin yelkouan	<i>Puffinus yelkouan</i>
RAPSPP	Rapace ind.	Falconiformes
RAYSPP	Raie ind.	<i>Ray spp.</i>
REGIGN	Roitelet triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>
REGREG	Roitelet huppe	<i>Regulus regulus</i>
RESCUB	Bateau de secours	Search And Rescue vessel
RESEBO	Navire scientifique	Research vessel (science)
RIPRIP	Hirondelle de rivage	<i>Riparia riparia</i>
RISTRI	Mouette tridactyle	<i>Rissa tridactyla</i>
RUBBTR	Déchet caoutchouc	Rubber trash
SAILBO	Bateau de plaisance a voile	Sailing boat
SAXTOR	Tarier pâtre	<i>Saxicola torquata</i>
SEINBO	Bateau senneur, bolincheur	Seiner
SERSER	Serin cini	<i>Serinus serinus</i>
SERVBO	Bateau de maintenance	Service boat
SHARK	Requin ind.	<i>Selachimorpha</i>
SMACET	Petit cétacé ind.	<i>Small Cetacea</i>
SMADEL	Petit delphinine ind.	<i>Small delphininae</i>
SMAFIS	Petit poisson ind.	<i>Osteichiens</i>

SMAGRE	Petit grèbe ind.	<i>Podiceps auritus / nigricollis</i>
SMAGUL	Mouette ind.	<i>Larus sp.</i>
SMALTR	Micro déchet	<i>Trash (plastic, wood, oil)</i>
SMASHE	Petit Puffin ind.	<i>Puffinus yelkouan / puffinus / mauretanicus</i>
SMATER	Petite sterne ind.	<i>Sterna</i>
SOMMOL	Eider a duvet	<i>Somateria mollissima</i>
STEALB	Sterne naine	<i>Sterna albifrons</i>
STEARC	Sterne arctique	<i>Sterna paradisaea</i>
STECAS	Sterne caspienne	<i>Sterna caspia</i>
STECOE	Dauphin bleu et blanc	<i>Stenella coeruleoalba</i>
STEDEL	Dauphin bleu et blanc / commun	<i>Stenella coeruleoalba / Delphinus delphis</i>
STEDOU	Sterne de Dougall	<i>Sterna dougallii</i>
STEDUS	Labbe a longue queue	<i>Stercorarius longicaudus</i>
STEFUS	Sterne fuligineuse	<i>Sterna fuscata</i>
STEHIR	Sterne pierregarin	<i>Sterna hirundo</i>
STENIL	Sterne hansel	<i>Sterna nilotica</i>
STEPAR	Labbe parasite	<i>Stercorarius parasiticus</i>
STEPOM	Labbe pomarin	<i>Stercorarius pomarinus</i>
STERCO	Labbe ind.	<i>Stercorarius spp.</i>
STESAN	Sterne caugek	<i>Sterna sandvicensis</i>
STESPP	Sterne ind.	<i>Sterna spp.</i>
STRDEC	Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>
STRSPP	Tourterelle ind.	<i>Streptopelia spp.</i>
STRTUR	Tourterelle bois	<i>Streptopelia turtur</i>
STUSPP	Etourneau ind.	<i>Sturnus spp.</i>
STUVUL	Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>
SULBAS	Fou de Bassan	<i>Morus bassana</i>
SYLATR	Fauvette a tete noire	<i>Sylvia atricapilla</i>
SYLBOR	Fauvette des jardins	<i>Sylvia borin</i>
SYLCAN	Fauvette passerinette	<i>Sylvia cantillans</i>
SYLCOM	Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>
SYLMEL	Fauvette mélanocéphale	<i>Sylvia melanocephala</i>
SYLSPP	Fauvette ind.	<i>Sylvia spp.</i>
TADTAD	Tadorne de Belon	<i>Tadorna tadorna</i>
TANKER	Bateau pétrolier, chimiquier, gazier	<i>Tanker (oil, gaz, chemical)</i>
TAPOBO	Bateau fileyeur tapouille	<i>Guianese Gill-netter</i>
THUALA	Thon blanc Germon	<i>Thunnus alalunga</i>
THUSPP	Thon / Bonite	<i>Thunnus spp. / Sarda spp.</i>
THUTHY	Thon rouge atlantique	<i>Thunnus thynnus</i>
TRASH	Déchet (bois, plastic, fioul)	<i>Trash (plastic, wood, oil)</i>
TRAWLB	Bateau chalutier	<i>Trawler</i>
TRISPP	Chevalier ind.	<i>Tringa spp.</i>
TRITOT	Chevalier gambette	<i>Tringa totanus</i>
TROTRO	Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>
TURDUS	Grive ind.	<i>Turdus spp.</i>
TURILI	Grive mauvis	<i>Turdus iliacus</i>

TURMER	Merle noir
TURPHI	Grive musicienne
TURPIL	Grive Litorne
TURTRU	Grand dauphin
UPUEPO	Huppe fasciée
URIAAL	Guillemot de troil
VANVAN	Vanneau huppe
WOODTR	Déchet bois (non naturel)
XIPGLA	Espadon / Marlin / Voilier
ZIPCAV	Baleine à bec de Cuvier
ZIPSP	Baleine à bec ind.

<i>Turdus merula</i>
<i>Turdus philomelos</i>
<i>Turdus pilaris</i>
<i>Tursiops truncatus</i>
<i>Upupa epops</i>
<i>Uria aalge</i>
<i>Vanellus vanellus</i>
<i>Unnatural wood</i>
<i>Xiphiidae / Istiophoridae</i>
<i>Ziphius cavirostris</i>
<i>Ziphiidae sp.</i>