RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

OFB
OFFICE FRANÇAIS DE LA BIODIVERSITÉ

MIGRATLANE

Caractérisation de l'utilisation de l'arc Atlantique-Nord-Est par les migrateurs terrestres et l'avifaune marine à l'aide de méthodes complémentaires

1er rapport intermédiaire

LOT 3

Suivis acoustiques oiseaux et chiroptères & suivis visuels oiseaux

Janvier 2024

Office français de la biodiversité
Pole « mer » de Brest
Service ECUMM
16 quai de la Douane
29229 Brest cedex 2

MIGRATLANE

1er rapport intermédiaire

Livrable 3.6

LOT 3

Suivis acoustiques oiseaux et chiroptères & suivis visuels oiseaux

Titulaires du lot

Muséum National d'Histoire Naturelle,

BioPhonia (co-traitant)

Auteurs

TREYVAUD Cassandre[1], PESSATO Anaïs[1], BARON Juliette[1], PEYRET Paul[2], LINOSSIER Juliette[2], CHABROLLE Antoine[1], KERBIRIOU Christian[1]

[1] Centre d'Ecologie et des Sciences de la Conservation (CESCO), Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN), 75005 Paris,

[2] BioPhonia, Sualello, 20232 Oletta

Projet MIGRATLANE LOT 3

Partenaires scientifiques et techniques du lot

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

CESCO Centre d'Écologie et des Sciences de la Conservation

BioPhonia

FRANCE ENERGIES MARINES

biotope

Citation du document

TREYVAUD, C., PESSATO, A., BARON, J., PEYRET, P., LINOSSIER, J., CHABROLLE, A., KERBIRIOU, C. 2024. MIGRATLANE - Caractérisation de l'utilisation de l'arc Atlantique Nord-Est par les migrateurs terrestres et l'avifaune marine à l'aide de méthodes complémentaires : 1er rapport intermédiaire. Lot 3 – Suivis acoustiques oiseaux et chiroptères & suivis visuels oiseaux. *Rapport pour l'OFB*. 58 PP.

SUIVI DU DOCUMENT

Coordinateur du projet	Nina Cudennec Florian Le Bail	Office Français de la Biodiversité (OFB)
Coordinateur scientifique et technique du projet	Yann Planque Antoine Chabrolle	France Énergies Marines (FEM) MNHN
Auteur.e	TREYVAUD Cassandre, PESSATO Anaïs, BARON Juliette, PEYRET Paul, LINOSSIER Juliette, CHABROLLE Antoine, KERBIRIOU Christian	MNHN, BioPhonia
Titre du document	1er rapport intermédiaire du lot 3 de MIGRATLANE	
Statut du document	Version finale	
Date de sauvegarde	10/04/2024	
Date de diffusion	10/04/2024	
Version du document	Version finale	
Nom du fichier	20240115_MIGRATLANE_Lot3_L.3.6_Rapport-intermédiaire_(1er)	
Nombre de pages	58	
Niveau de diffusion	Consortium / Gouvernance/ Public	

HISTORIQUE DES CHANGEMENTS

Version	Date	Modifié par	Modifications / Sections
1	15/02/2024	PN	
2	10/04/2024	Jehanne Rivet, FEM	Mise à jour du format ; Relecture ; Corrections mineures dans l'ensemble du document

APPROBATION

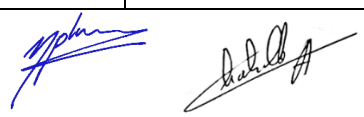
Version	Date	Approuvé par	Titre
Finale	10/04/2024	Yann Planque, FEM ; Antoine Chabrolle, MNHN/CESCO	Coordinateurs scientifiques
Signature : 			
Finale	10/04/2024	Nina Cudennec, OFB ; Florian Le Bail, OFB	Pilotage du projet
Signature :			

Table des matières

Table des matières 5
Table des figures 6
Table des tableaux 7
Rappels sur le programme MIGRATLANE 8
Objectif du rapport intermédiaire 9
Lot 3 Suivis acoustiques et visuels (stations à la côte, en mer et sur des navires d'opportunité) 10
3.1 Consortium du lot 3 (rappel) 10
3.2 Rappel des objectifs généraux du lot 3 (rappel) 10
3.3 Technologies et méthodologies employées 10
3.3.1 Oiseaux 10
3.3.2 Chiroptères 11
3.3.3 Plan d'échantillonnage 12
3.4 Bilan des premières campagnes 13
3.4.1 Description des premières campagnes de terrain réalisées 13
3.4.2 Données acquises : bilan 19
3.4.3 Résultats préliminaires 32
3.5 Prochaines campagnes 40
3.5.1 Acoustique : points fixes 40
3.5.2 Acoustique : campagnes bateaux 41
3.5.3 Visuel 43
3.6 Développement d'outils 43
3.6.1 Matériels 43
Références bibliographiques 44
Annexes 44

Table des figures

Figure 1 : Présentation du matériel utilisé pour le suivi acoustique passif des oiseaux et des chiroptères. 11
Figure 2 : Capteurs installés sur le pont supérieur des navires de la Brittany Ferries (le Mont-Saint-Michel et le Normandie). A) Dispositif de collecte avec son alimentation (panneau solaire). B) Microphone et son système de protection. C) Tours accueillant en son sommet le capteur (Biotope, 2022). 12
Figure 3 : Carte des sites échantillonnés en 2023. Les couleurs correspondent à la position des capteurs (haut et/ou bas) et les symboles à des couplages de capteurs acoustiques avec d'autres méthodes de suivi (radar ou observation visuelle). 13
Figure 4 : Positions des capteurs sur les campagnes MEGASCOPE (IFREMER, PELAGIS, Université de la Rochelle) en A) 2022 et B) 2023. Les zones rouges, en 2022, correspondent aux zones où les SM4-BIRD et SM4-BAT étaient positionnés ensemble, alors qu'en 2023 les capteurs SM4-BIRD et SM4-BAT étaient positionnées séparément (vert : SM4-BAT seul, orange : SM4-BIRD seul). Les chiffres (1, 2, 3) et noms (tribord, babord) correspondent à l'identification des positions afin de permettre une standardisation au cours des années. La position babord (2023) est la même que la position « 2 » de 2022, mais ne comporte qu'un seul capteur oiseaux. 18
Figure 5 : Périodes échantillonnées entre le 15 juillet et le 15 décembre 2023 sur les sites points fixes pour lesquels nous avons reçu de la donnée (au 15 décembre 2023, sauf enregistrements chiroptères de l'ile Grande non représenté) pour les a) oiseaux et b) chiroptères. Les zones de couleurs correspondent aux périodes enregistrées alors que les croix grises correspondent aux périodes sans enregistrements (capteurs non installés, problèmes d'alimentation, cartes mémoires pleines...). Les zones sans symboles et couleurs correspondent aux périodes pour lesquelles nous n'avons pas encore reçu de données. À noter qu'après la tempête Ciaran (2 novembre), les capteurs de Ouessant, Penfret et la digue de Tarnos (c.f. sonogrammes annexe 3) ont été endommagés et n'ont pas pu être remplacé. 29
Figure 6 : Capteurs Solar BAR et SM4-BAT installés sur la tour du STIFF à Ouessant, A) avant et B) aprés la tempête Ciaran. Le SM4-BAT et le microphone sont restés accroché, cependant le boitier du capteur Solar BAR s'est désolidarisé de son 30
Figure 7 : Durée journalière des suivis de migration postnuptiale sur les deux sites de suivis entre le 1er septembre et le 29 novembre. 31
Figure 8 : Type de journée et durée du suivi de la migration postnuptiale pour l'année 2023 sur le site de la Cotentin. Graphique tiré du rapport technique de suivi de la migration postnuptiale 2023 rédigé par le GEOCA. 31
Figure 9 : Evolution temporelle de la saturation sur le phare d'Eckmühl (haut). 33
Figure 10 : Contacts de chiroptères (triangles jaunes) dans la Manche lors des campagnes CGFS (IFREMER, PELAGIAS) en A) 2022 et B) 2023*. Les lignes bleues correspondent aux transects échantillonnés entre 20h et 8h30. Les zones bleu claire correspondent aux parcs et projets éoliens de Centre Manche (1 et 2), Courseulles-sur-mer, Fecamp et Dieppe le Trepport (tous les parcs et projets en Manche n'ont pas pu être représentés en l'absence de fichier SIG téléchargeable sur le site https://www.eoliennesenmer.fr, visité le 04 janvier 2024). * Les données 2023 sont toujours en cours d'analyse, les résultats représentés ici ne correspondent qu'aux chiroptères détectés par le SM4-BAT installé en position 1 avec un score Tadarida ≥0.5 (enregistrements jusqu'au 12 octobre 2023). 35
Figure 11 : Phénologie de passage des migrateurs durant l'automne 2023 sur le site de Carolles en bleu et de la Cotentin en orange. 37
Figure 12 : Plan d'échantillonnage 2023 (bleu) et points supplémentaires potentiels pour 2024 (violet). 41
Figure 13 : Potentielles lignes de la Brittany Ferries équipées en 2024. En 2023, seule la ligne reliant Ouistreham à Portsmouth a été équipée. 42
Figure 14 : Potentielles lignes DFDS à équiper en 2024 (carte provenant de : https://www.dfds.com/nb-no/ferge/tilbud/ferge-fankrike) 42
Figure 15 : Planning prévisionnel 2024 pour le développement et l'évaluation d'un premier outil d'identification automatique (oiseaux). 44

Table des tableaux

Tableau 1 : Récapitulatif des sites « points fixes » équipés en 2023 et de leurs caractéristiques principales. Les couleurs correspondent aux situations des capteurs : jaune = littoral, bleu = île, gris = structure en mer. 1 Tous les partenaires effectuent eux-même la maintenance sauf ceux notés d'une astérisque (*), [2] Maintenance effectuée jusqu'au 15 décembre 2023. 14
Tableau 2 : Récapitulatifs des différents navires équipés en 2023 et des caractéristiques principales des campagnes. 16
Tableau 3 : Description et bilan des données acquises par sites et par capteurs jusqu'au 15 décembre 2023. Sur les sites avec un « 0 » dans la colonne « nombre de nuits ou jours complets reçus », la maintenance n'a pas été effectuée ou les données n'ont pas été envoyées, cependant des données sont en cours d'acquisition (c.f. « Capacité de stockage actuelle »). Pour les campagnes MEGASCOPE, le chiffre ou le mot entre parenthèses correspond à la zone d'installation sur le navire (c.f.**Figure 4**). « X » signifie que le suivi n'est plus en cours, « P&B » signifie Phares & Balises. 20
Tableau 4 : Résultats de l'analyse préliminaire sur 10 sites. 32
Tableau 5 : Récapitulatif par espèces des effectifs totaux et de la journée comptabilisant le pic d'observation de la saison pour chacun des sites. Pour le pic, il n'a été noté que pour les principales espèces (> 500 individus observés). 38

Rappels sur le programme MIGRATLANE

La mise en place du programme MIGRATLANE par l'OFB en 2022 repose sur l'identification de très fortes lacunes de connaissances sur l'utilisation de l'espace en mer par l'avifaune et les chiroptères sur l'Arc Atlantique Nord-Est français, c'est-à-dire au niveau des sous-régions marines Manche-mer du Nord, mers Celtiques et golfe de Gascogne. Ces lacunes de connaissances concernent à la fois l'avifaune terrestre migratrice (cf. passages en mer notamment pendant les périodes de migration prénuptiale puis postnuptiale), l'avifaune marine (cf. zones fonctionnelles en mer) et les chiroptères (cf. utilisation de l'espace marin). Le programme MIGRATLANE se déroule de 2023 à 2027, et l'acquisition des données est réalisée de 2023 à 2026.

Le secteur maritime de l'Arc Atlantique Nord-Est est marqué par de multiples projets d'usage, dont des projets de développement de parcs éoliens en mer. Ainsi, l'état français prévoit, dans le cadre de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), d'arriver à une puissance installée d'éoliennes en mer (posé et flottant) d'environ 5 GW en 2028 et d'environ 40 GW à l'horizon 2050. Il est ainsi apparu essentiel d'acquérir des connaissances permettant de caractériser les flux migratoires et les fonctionnalités des zones en mer pour l'avifaune et les chiroptères, à l'échelle de l'Arc Atlantique Nord-Est, que ce soit pour des espèces résidentes, de passage, présentes au cours d'une partie du cycle biologique annuel ou ponctuellement présentes.

L'OFB a ainsi lancé en 2022 le programme MIGRATLANE qui vise à acquérir des connaissances de base sur les migrations, les comportements de vol et les zones fonctionnelles en mer de l'avifaune terrestre migratrice, l'avifaune marine et les chiroptères, en considérant leurs interactions potentielles avec les projets de parcs éoliens. Une hiérarchisation des enjeux a été réalisée par un groupe d'experts rassemblés par l'OFB, afin d'identifier les questions scientifiques, les moyens et approches à prioriser pour atteindre cet objectif d'acquisition de connaissances. Ces enjeux de connaissance sont :

- Enjeux de connaissance prioritaires : les voies de migration, le flux des migrateurs dans le golfe de Gascogne et la Manche, les zones fonctionnelles des espèces marines, les trajets non migratoires des espèces marines.
- Enjeux de connaissance importants : la phénologie des migrations en mer, les caractéristiques de vol des oiseaux terrestres et marins en mer, la distribution spatiale des espèces marines.
- Enjeux de connaissance secondaires : les trajets non migratoires des espèces terrestres, les caractéristiques de vol des chiroptères en mer.

Ce programme apportera des éléments de connaissance sur la faune volante terrestre et marine avec des données inédites sur la spatio-temporalité des déplacements locaux et les migrations des espèces au niveau de l'Arc Atlantique Nord-Est. L'acquisition de ces connaissances vise alors à éclairer la mise en œuvre des politiques publiques de préservation de ces espèces et de leurs habitats naturels, et ainsi à mieux évaluer et réguler les interactions de ces espèces avec les activités anthropiques.

Le programme s'articule autour de six lots, mettant en œuvre un ensemble de techniques et de méthodes complémentaires afin d'acquérir des connaissances sur l'avifaune et les chiroptères :

- **Lot n°1** : Coordination, synthèse et dissémination des résultats du programme.
- **Lot n°2** : Télémétrie sur les migrateurs terrestres et oiseaux marins.
- **Lot n°3** : Suivis acoustiques ornithologiques et à ultrasons, observations visuelles (sur des stations à la côte ou des points fixes en mer, sur des navires d'opportunité).
- **Lot n°4** : Radars installés à terre, à la côte ou en mer (radars ornithologiques dédiés ou exploitation de radars météorologiques).
- **Lot n°5** : Campagnes aériennes en mer (par observations visuelles et/ou digitales).
- **Lot n°6** : Application de méthodes d'analyse multimodale des différentes données produites dans le cadre du programme et issues d'autres projets.

Le programme a officiellement commencé le 15 novembre 2022, suite à la notification des lots du marché de MIGRATLANE, et la date de début de la « mise en œuvre des actions du programme » a été actée au 15 janvier 2023 (cf. section *« Calendrier du programme »* ci-après). e lot 6 a quant à lui commencé en décalé par rapport aux autres lots du programme (le 15 juillet 2023). La clôture du projet est prévue pour avril 2027.

Objectif du rapport intermédiaire

Ce document constitue le premier rapport intermédiaire d'avancement du lot 3 « Suivis acoustiques oiseaux et chiroptères & suivis visuels oiseaux » du programme MIGRATLANE. Il vise à décrire les résultats des campagnes réalisées lors de la première partie de la première année d'acquisition des données (2023), dans le cadre de ce lot. Ce rapport présente ainsi :

- Un bref rappel des technologies et méthodologies employées dans le cadre de ce lot ; *des détails complémentaires sont plus amplement décrits dans le rapport de lancement du programme (cf. livrable L1.3)* ;
- Un bref rappel sur le plan d'échantillonnage validé ;
- Le bilan des premières campagnes de terrain déjà réalisées ;
- Des informations qualitatives et descriptives sur les premières données acquises (dont un retour d'expérience sur les potentielles difficultés rencontrées), et des potentiels résultats préliminaires obtenus à cette date ;
- Des informations sur les prochains objectifs du lot (prochaines campagnes, ajustements sur le plan d'échantillonnage initial, etc.).

Ce rapport intermédiaire se focalise essentiellement sur le bilan des premières campagnes de terrain. Les données et résultats présentés ici sont donc préliminaires à ce stade, et seront plus amplement décrits dans les futurs livrables (dont le premier rapport de l'analyse des données ; livrable L3.8 ; 18 mois après le début du programme, soit 6 mois après ce livrable).

Lot 3 Suivis acoustiques et visuels (stations à la côte, en mer et sur des navires d'opportunité)

3.1 Consortium du lot 3 (rappel)

La structure titulaire du lot 3 « Suivis acoustiques et visuels » du programme MIGRATLANE est le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN). Le travail du lot 3 est réalisé par le MNHN avec une structure co-traitante : BioPhonia, qui apportera son expertise en acoustique. Deux partenaires scientifiques et techniques accompagnent le MNHN comme sous-traitants : France Energie Marine et Biotope qui effectueront l'installation de capteurs, respectivement sur le mât de Fécamp et sur les bateaux de la Brittany Ferries. Les personnes en charge du pilotage du lot 3 MIGRATLANE au lancement du projet sont : Christian Kerbiriou (christian.kerbiriou@mnhn.fr) et Antoine Chabrolle (antoine.chabrolle@mnhn.fr) pour le MNHN.

3.2 Rappel des objectifs généraux du lot 3 (rappel)

Les objectifs principaux du lot 3 sont d'acquérir des données sur :

- L'identification des espèces d'oiseaux et chiroptères utilisant l'espace maritime de l'arc Atlantique Nord-Est,
- Les voies de migration empruntées par les espèces et les zones fonctionnelles,
- La phénologie des espèces (échelle journalière et annuelle),
- Le flux des migrateurs à des macro-échelles dans le Golfe de Gascogne et la Manche,
- Les caractéristiques de vol (e.g. hauteur de vol).

Il s'agira d'étudier les variations spatio-temporelles de ces patterns/données et de les mettre en relations avec les conditions météorologiques.

3.3 Technologies et méthodologies employées

3.3.1 Oiseaux

3.3.1.1 Suivi acoustique

Les capteurs acoustiques utilisés sont des SM4-BIRD (Wildlife Acoustics) et Solar BAR (Frontier Labs) qui permettent d'enregistrer dans l'audible (figure 1). Le SM4 a une autonomie d'environ trois semaines avec des piles internes, mais il peut être branché à des batteries externes offrant une plus longue autonomie. La capacité maximale d'enregistrement est de 2 To avec des perspectives allant jusqu'à 4 To (si des cartes SD de 2 To fiables deviennent disponibles). En revanche, le Solar BAR a une batterie et un panneau solaire intégré, ce qui permet une plus grande autonomie et il permet d'enregistrer jusqu'à 4 To (8 To dans la perspective des cartes SD de 2 To).

Les capteurs acoustiques enregistrent en continu du coucher jusqu'au lever du soleil, à une fréquence d'échantillonnage de 41 kHZ (gamme de fréquences de l'audible). Des gains différents sont utilisés selon le matériel : les SM4 enregistrent en stéréo (sauf en cas d'utilisation d'un microphone déporté) ce qui permet d'utiliser des gains différents de 6db et 12db, pour chacun des microphones, et ainsi maximiser la détection d'oiseaux. Le Solar BAR n'enregistre qu'en mono (un seul micro). Pour améliorer la qualité des enregistrements, des protections contre le vent de type bonnettes, ont été rajoutées sur les microphones sur quelques sites (e.g. campagnes bateaux). Les fichiers bruts (au format .wav) seront analysés à l'aide d'un outil en cours de développement par BioPhonia (cf partie 3.6.2).

Avant leur déploiement, des tests préliminaires ont été faits afin de comparer les performances des différents capteurs utilisés, vérifier les capacités en termes de stockage de données et d'énergie et de tester les choix de paramètres. Des tests complémentaires visant à optimiser l'étanchéité des capteurs, sans trop impacter les enregistrements, seront effectués avec l'expertise de BioPhonia (voir partie 3.6).

3.3.1.2 Suivi visuel

Le suivi des oiseaux intègre le déploiement d'un réseau de capteurs acoustiques ainsi qu'un réseau d'observateurs qui ne nécessite pas l'utilisation de technologie à proprement parler. Le matériel pouvant être utilisé pour l'observation est composé d'optiques comprenant des jumelles standard (grossissement x8 ou x10) ou réticulées, de longues-vues (x20 ou x30), et de petits matériels type compteurs. La saisie des données peut se faire en direct grâce à des applications dédiées (e.g. Trektellen), et nécessite un smartphone suffisamment résistant pour le terrain.

Figure 1 : Présentation du matériel utilisé pour le suivi acoustique passif des oiseaux et des chiroptères.

3.3.2 Chiroptères

Le suivi des chiroptères se fait à l'aide de capteurs acoustiques SM4-BAT (i.e.SM4 FS, Wildlife Acoustics, figure 1) couplés à un microphone SMM-U2. Ces capteurs permettent d'enregistrer dans l'ultrason et ont une autonomie similaire au SM4-BIRD. En accord avec le protocole Vigie-Chiro, ils enregistrent de 30 minutes avant le coucher du soleil jusqu'à 30 minutes après le lever du soleil, avec un déclenchement à 12 dB, et une fréquence d'échantillonnage de 384 ou 256 kHz. Les fichiers bruts obtenus (.wav) sont ensuite analysés automatiquement par le logiciel Tadarida, avec des vérifications manuelles après traitement.

Sur les navires de la Brittany Ferries (figure 2), les capteurs SM4-BAT déployés par Biotope sont couplés à un microphone SMM-U1 (figure 2B), et alimentés par un panneau solaire (figure 2A). Ils enregistrent de deux heures avant le coucher du soleil jusqu'à deux heures après le lever du soleil, à une fréquence d'échantillonnage de 192 kHz. De plus, le système est connecté à un module GPS Garmin pour la synchronisation horaire et la géolocalisation des contacts.

Figure 2 : Capteurs installés sur le pont supérieur des navires de la Brittany Ferries (le Mont-Saint-Michel et le Normandie). A) Dispositif de collecte avec son alimentation (panneau solaire). B) Microphone et son système de protection. C) Tours accueillant en son sommet le capteur (Biotope, 2022).

3.3.3 Plan d'échantillonnage

Le plan d'échantillonnage a été conçu pour que la répartition géographique des capteurs soit uniforme sur les façades Manche et Atlantique (voir L1.3 pour plus de précision sur le choix des sites, figure 3 et partie 3.4.1 ci-dessous). Il se divise en 30 sites incluant des points fixes à la côte, des îles ou en mer (tableau 1). Les capteurs ne sont pas retirés des sites en hiver afin d'enregistrer sur l'ensemble des années de campagne d'acquisition de Migratlane. Il y a moins de points en sud Atlantique et au nord de la Manche (figure 3), ce qui est dû aux opportunités de pose de l'année 2023. Ces zones pourront être densifiées lors de l'échantillonnage de 2024 (c.f. partie 3.5.1).

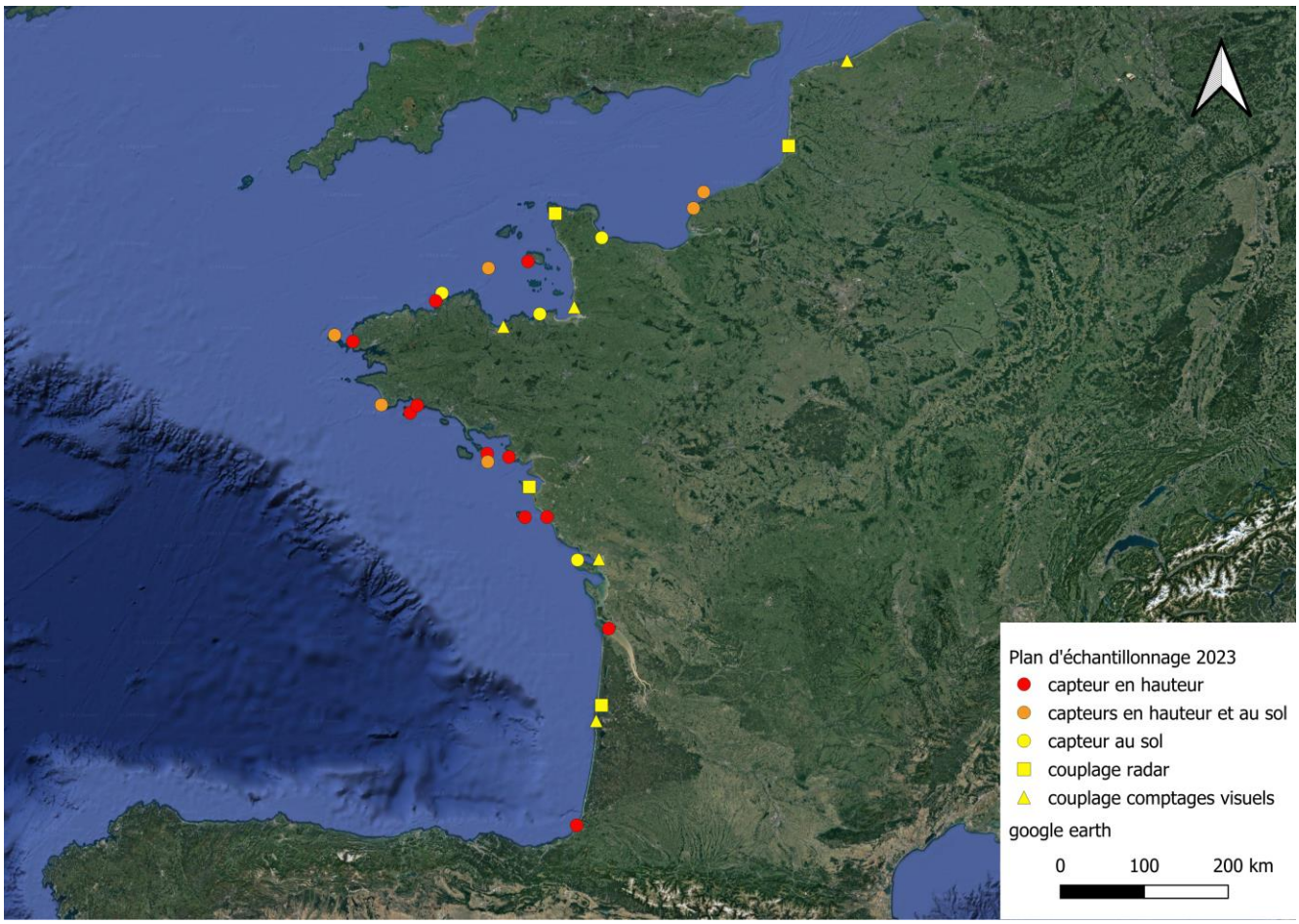


Figure 3 : Carte des sites échantillonnés en 2023. Les couleurs correspondent à la position des capteurs (haut et/ou bas) et les symboles à des couplages de capteurs acoustiques avec d'autres méthodes de suivi (radar ou observation visuelle).

Des capteurs ont également été déployés sur des bateaux durant des campagnes en mers (CMB, campagne MEGASCOPE et Brittany Ferries, tableau 2) couvrant les secteurs de la Manche et du Golfe de Gascogne. Ces campagnes ont eu lieu majoritairement en automne 2023 (sauf PELGAS et Brittany Ferries, tableau 2).

En 2023, les suivis visuels ont été restreints à deux sites « pilote / test » étudiant la migration postnuptiale et ciblant les espèces d'oiseaux terrestres. Ces sites sont tous les deux sur le littoral de la Manche (la Cotentin, falaises de Carolles).

3.4 Bilan des premières campagnes

3.4.1 Description des premières campagnes de terrain réalisées

3.4.1.1 Acoustique : points fixes

L'installation des capteurs (SM4-BIRD, SM4-BAT et Solar BAR) a débuté en août et a continué jusqu'en octobre 2023 (tableau 1). Dans un premier temps, nous avons privilégié un partenariat avec les Phares & Balises, qui gèrent de nombreux sites le long des côtes françaises, offrant la possibilité de poser du matériel à proximité de la mer de manière sécurisée et à des hauteurs variables. Nous avons ensuite choisi les sites en cherchant des points selon des critères similaires, ce qui a conduit à la mise en place de partenariats avec des structures diverses comprenant des gestionnaires d'espaces protégés, des services de l'état ou encore des entreprises ou des privés. La date d'installation a été dépendante des capacités d'accueil

des partenaires sur site, et des délais des démarches administratives (e.g. convention avec la DIRM NAMO). Une partie des sites (e.g. Eckmühl, Trevignon) avait déjà été équipée dès 2022 dans le cadre du projet Piaff&Co (tableau 1).

Les capteurs ont été installés sur une diversité de structure (e.g. phares, bâtiments) ou à même le sol (figure 3), nécessitant le développement de support de pose adapté. Pour les sites sans structures existantes, les dispositifs ont été placés sur des poteaux fixés dans des plots de béton (i.e. capteurs au sol, annexe 1). Pour les structures dites en hauteurs, telles que les phares, le support de pose a généralement impliqué l'utilisation d'un mat en inox pour consolider la fixation des capteurs sur des rambardes (i.e. capteur en hauteur, annexe 1).

Des dispositifs ont aussi été déployés sur des îles permettant ainsi de couvrir davantage l'espace maritime et de comparer avec des sites en face de celles-ci sur les côtes françaises (lorsque cela était possible). Enfin, deux plateformes expérimentales en mer, l'éolienne Floatgen (BW Idéol) et le mât de Fécamp, ont été équipées et permettront d'accéder à des informations sur des secteurs précieux dans le contexte du développement offshore.

La répartition entre l'installation des capteurs au sol ou en hauteur a été déterminée en fonction des opportunités, leur répartition est donc assez aléatoire avec moins de sites en hauteur en Manche (figure 3). À l'avenir, il sera important que les choix de site ne biaisent pas l'échantillonnage en ne regroupant pas un type de pose sur un même type de localisation que ce soit au niveau géographique (sud/nord ou façade) ou au niveau « typologie maritime » (île, côte, en mer).

Nous avons systématiquement installé des capteurs sur des sites permettant un couplage méthodologique et incluant les quatre radars ornithologiques installés dans le cadre du lot 4 de Migratlane (carré, figure 3) ainsi qu'à proximité des camps de migration réalisant des suivis visuels à la côte sur les oiseaux (triangle, figure 3).

Tableau 1 : Récapitulatif des sites « points fixes » équipés en 2023 et de leurs caractéristiques principales. Les couleurs correspondent aux situations des capteurs : jaune = littoral, bleu = île, gris = structure en mer. 1 Tous les partenaires effectuent eux-même la maintenance sauf ceux notés d'une astérisque (*), [2] Maintenance effectuée jusqu'au 15 décembre 2023.

Site	Hauteur (m) approx.	Date de pose	Partenaire [1]	Type de structure	Nombre de maintenance [2]	Remarque
Centre ville de Dunkerque	2,20	20/09/2023	Particulier - président association Le Clipon	Arbres / chaise	~ 14 à 90 (en fonction des capteurs)	Changement de localisation prévu pour 2024.
Parc du Marquenterre	1,5	10/08/2023	Parc du Marquenterre & Syndicat Mixte Baie de Somme (Grand Littoral Picard) *	Poteau en bois - plot de béton	1	Moins de 1 m du radar de Biotope.
Mat de Fecamp (haut)	55,5	18/07/2023	France Energies Marine	Mât - treillis	1	Hauteur au-dessus du niveau du LAT (Lowest Astronomical Tide ; le zéro marégraphique)
Mat de Fecamp (bas)	19,5	18/07/2023	France Energies Marine	Mât - plateforme	1	Hauteur au-dessus du niveau du LAT
Phare Antifer (haut)	30	12/10/2023	Phares & Balises - DIRM MEMN *	Balustrade lentille	0	
Phare Antifer (bas)	1,5	12/10/2023	Phares & Balises - DIRM MEMN	Balustrade balcon	0	
RNN de Beauguillot	1,5	19/09/2023	Syndicat Mixte du PNR des Marais du Cotentin et du Bessin	Poteau en bois - plot de béton	1	

Vauville	1,5	09/08/2023	Jardin de vauville *	Poteau en bois - plot de béton	1	~ 4 m du radar de Biotope.
Falaise de carolle	0,8	09/08/2023	Birding Mont Saint Michel	Poteau en bois	~20	Suivi visuel
Cézembre	1,5	10/10/2023	Département Ile et vilaine	Structure présente	1	
Radio tower Jersey	18	22/09/2023	Jersey Heritage *	Balustrade terrasse	1	
Phare des Roches-Douvres (haut)	60	11/09/2023	Phares & Balises - DIRM NAMO	Balustrade lentille	0	
Phare de Roche-Douvres (bas)	20	11/09/2023	Phares & Balises - DIRM NAMO	Terrasse	0	
Littoral de La Cotentin	1,5	01/09/2023	Association GEOCA	Poteau en bois	13	Suivi visuel
RNN des sept îles	1,5	08/08/2023	Association LPO	Poteau en bois - plot de béton	5	
Ile Grande	7	08/08/2023	Association LPO	Balustrade de la tour	5	
CROSS Corsen	10	15/09/2023	CROSS - DIRM NAMO *	Nid de pie	1	
Tour du STIFF de Ouessant (haut)	60	26/08/2023	CROSS - DIRM NAMO *	Balustrade terrasse	0	Deux localisations en 2023 sur Ouessant. Avant l'installation sur la tour (05/10/2023), le dispositif était dans un jardin privé.
Tour du STIFF de Ouessant (bas)	3	05/10/2023	CROSS - DIRM NAMO	Tuyauterie bâtiment cour	0	
Phare d'Eckmühl (haut)	64	02/08/2023	Phares & Balises - DIRM NAMO	Balustrade lentille	1	Suivi passé du 12/04/2022 au 18/07/2022 pour le projet Piaff&Co
Phare d'Eckmühl (bas)	2	02/08/2023	Phares & Balises - DIRM NAMO *	Mur de bâtiment, pied du phare	1	
Pointe de Trévignon	3	31/05/2023	Particulier	Balcon maison	4	Suivi Chiroptère du 26/04/2022 au 27/05/2023 pour le projet Piaff&Co
Phare de Penfret	2	17/09/2022	Phares & Balises - DIRM NAMO & Association plein phare sur Penfret	Balustrade lentille	10	Suivi commencé pour le projet Piaff&Co
Phare Les Grands Cardinaux	26	06/03/2023	Consortium projet Piaff&Co, Phares & Balises - DIRM NAMO	Balustrade lentille	1	Suivi pour le projet Piaff&Co
FloatGen (haut)	60	25/04/2022	Consortium projet Piaff&Co	Nacelle éolienne flottante	9	Suivi Chiroptère du 15/03/2022 au 19/03/2022 pour le projet Piaff&Co
FloatGen (bas)	3	25/04/2022	Consortium projet Piaff&Co	Plateforme éolienne flottante	11	Suivi Chiroptère du 07/10/2021 au 14/04/2022 pour le projet Piaff&Co
Le Croisic	7	30/08/2023	Consortium projet Piaff&Co	Balustrade balcon	1	Suivi pour le projet Piaff&Co
RNN Marais de Mullëmbourg	1,5	24/08/2023	LPO Vendée	Poteau en bois - plot de béton	1	~ 5 m du radar
Feu Grosse Terre	14	24/08/2023	Phares & Balises - DIRM NAMO	Balustrade lentille	1	

Phare de la pointe des Corbeaux (Ile d'Yeu)	21	23/08/2023	Phares & Balises - DIRM NAMO	Balustrade lentille	1	
Pointe de l'Aiguillon	2 - 3,5 (micro bat)	05/12/2023	LPO Vendée & OFB	Poteau en bois	0	
Saint Clément des Baleines	1,5	22/08/23	Office national des forêts *	Poteau en bois - plot de béton	1	~ 1 m du radar
Phare de la Pointe de Grave	28	25/08/2023	Phares & Balises - DIRM SA	Balustrade lentille	1	
Lège-Cap-Ferret	1,5	21/08/23	Communauté d'agglomération *	Poteau en bois - plot de béton	1	
RNN banc d'Arguin	3	15/08/2023 (bird) & env.29/08/2023	S.E.P.A.N.S.O.	Arbre	~15	
Digue de Tarnos	3	06/09/2023	Centre de la Mer de Biarritz (CMB)	Balustrade	5	

3.4.1.2 Acoustique : bateaux (transects)

Trois grands types de campagnes bateaux ont été équipées de capteurs acoustiques en 2023 (tableau 2) : les campagnes du CMB (suivi journalier d'oiseaux), les campagnes MEGASCOPE (missions annuelles dans des zones et périodes données, suivi oiseaux et chirotères) et des traversées de la Brittany Ferries (suivi chiroptère seulement).

Les campagnes MEGASCOPE (CGFS, EVHOE et PELGAS), réalisées annuellement sur des navires de la Flotte océanographique française en partenariat avec l'IFREMER, sont suivies depuis 2021 dans le cadre d'une collaboration MNHN-PELAGIS (Université de la Rochelle). Lors de ces campagnes, plusieurs capteurs (SM4-BIRD et SM4-BAT) sont installés sur le même navire (figure 4) afin d'augmenter l'aire d'échantillonnage et diminuer les risques dus à des dysfonctionnements de capteur (e.g. piles défectueuses) conduisant à l'absence d'enregistrement. En ce qui concerne les campagnes de la Brittany Ferries (figure 2), des données ont aussi été récoltés en 2022 dans le cadre de campagnes d'expertises acoustiques pour le parc éolien en mer au large de la Normandie (Biotope, 2022).

Tableau 2 : Récapitulatifs des différents navires équipés en 2023 et des caractéristiques principales des campagnes.

Nom	Zone	Partenaire	Type de bateau	Date début	Date fin	Remarque
« Normandie » - Brittany Ferries	Ouistreham - Portsmouth	Biotope	Navire (161 m)	Avril 2023	15/11/2023	Données acquises aussi en 2022.
« Mont-St-Michel » - Brittany Ferries	Ouistreham - Portsmouth	Biotope	Navire (174 m)	Avril 2023	15/11/2023	Données acquises aussi en 2022.
CGFS - campagne MEGASCOPE	Manche	PELAGIS	Navires de la Flotte océanographique française - IFREMER (e.g. Thalassa, 75 m)	15/09/2023	21/10/2023	Campagne divisée en deux legs (retour au port de Cherbourg entre). Couplage visuel en journée.

						Données acquises aussi lors de la campagne 2022 (collaboration PELAGIS - MNHN).
EVHOE - campagne MEGASCOPE	Golfe de Gascogne - Mer Celtique	PELAGIS	Navires de la Flotte océanographique française - IFREMER (e.g. Thalassa, 75 m)	21/10/2023	09/11/2023	Campagne divisée en deux legs (retour au port de Brest entre) mais second leg non équipé. Couplage visuel en journée. Données acquises aussi lors de la campagne 2021 et 2022 (collaboration PELAGIS - MNHN).
PELGAS - campagne MEGASCOPE	Golfe de Gascogne	PELAGIS	Navires de la Flotte océanographique française - IFREMER (e.g. Thalassa, 75 m)	29/04/2023	29/05/2023	Campagne divisée en deux legs (retour au port de La Rochelle entre). Couplage visuel en journée. Données acquises aussi lors de la campagne 2022 (collaboration PELAGIS - MNHN).
CMB	Golfe de Gascogne - Sud	Centre de la Mer de Biarritz	Vedette	13/09/2023	13/09/2023	Sortie à la journée. Couplage visuel.
CMB	Golfe de Gascogne - Sud	Centre de la Mer de Biarritz	Vedette	14/09/2023	14/09/2023	Sortie à la journée. Couplage visuel.
CMB	Golfe de Gascogne - Sud	Centre de la Mer de Biarritz	Vedette	09/10/2023	09/10/2023	Sortie à la journée. Couplage visuel.

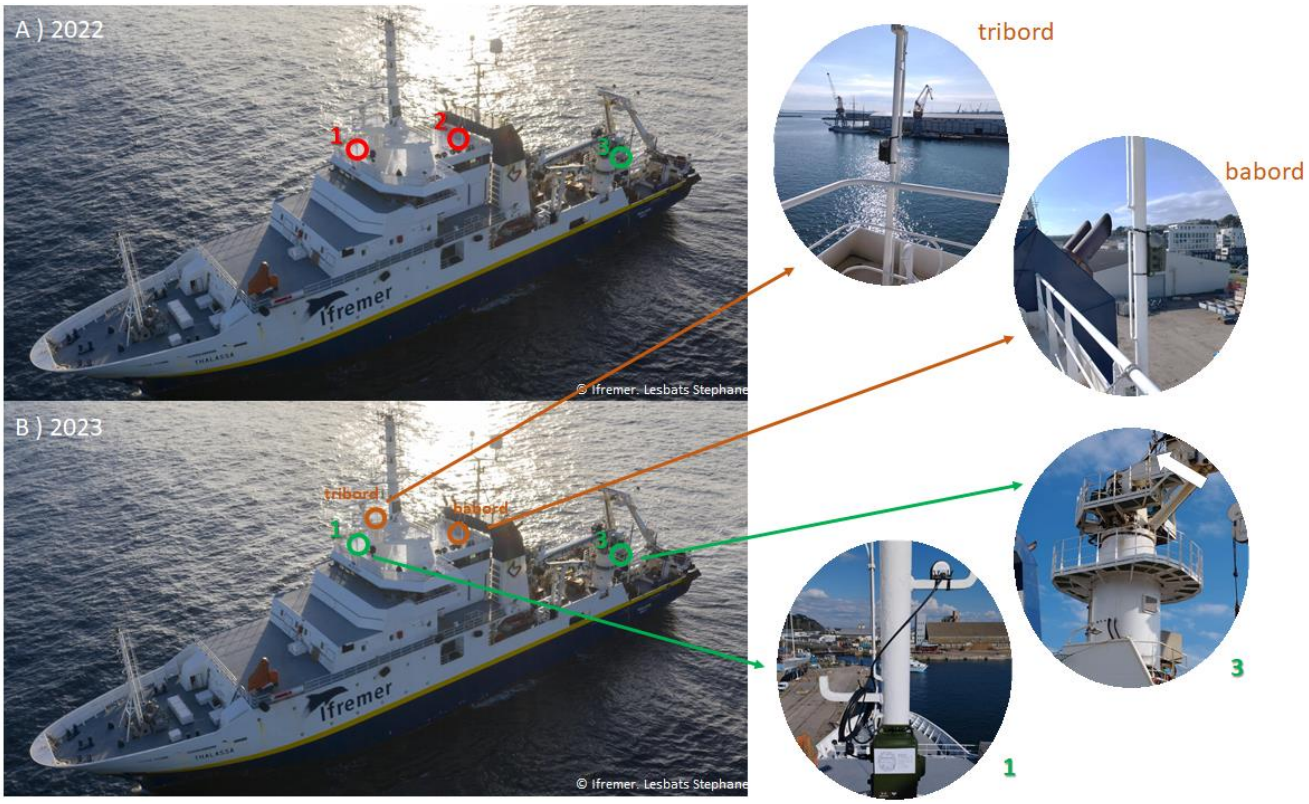


Figure 4 : Positions des capteurs sur les campagnes MEGASCOPE (IFREMER, PELAGIS, Université de la Rochelle) en A) 2022 et B) 2023. Les zones rouges, en 2022, correspondent aux zones où les SM4-BIRD et SM4-BAT étaient positionnés ensemble, alors qu'en 2023 les capteurs SM4-BIRD et SM4-BAT étaient positionnées séparément (vert : SM4-BAT seul, orange : SM4-BIRD seul). Les chiffres (1, 2, 3) et noms (tribord, babord) correspondent à l'identification des positions afin de permettre une standardisation au cours des années. La position babord (2023) est la même que la position « 2 » de 2022, mais ne comporte qu'un seul capteur oiseaux.

3.4.1.3 Visuel

En 2023, des suivis de migration active ont été menés sur deux sites à la côte situés sur les falaises de Carolles (Manche) et sur La Cotentin (Côtes-d'Armor). Ces suivis ont été respectivement réalisés par Birding Mont-Saint-Michel (Sébastien Provost) et par le GEOCA (observateur principal : Théo Aubry), qui possèdent une solide expertise sur le terrain indispensable à la détection à l'œil et à l'ouïe des migrateurs en vol, en particulier pour les espèces de petite taille (passereaux). De plus, des données historiques existent sur ces deux sites et sont en partie accessibles sur les plateformes Trektellen et Migraction.

Sur ces spots de migration, des protocoles dits « classiques » de dénombrement d'individus en migration ont été ou sont réalisés depuis plusieurs années. La collecte d'informations supplémentaires sur les 15 premières minutes de chaque heure de suivi (pour des raisons de faisabilité) on été rajouté afin de répondre à nos objectifs. Ce comptage inclut (annexe 2) : la notation de l'heure à la minute de l'observation (ce qui diffère des cumuls horaires par espèce qui sont généralement effectués), l'ajout de la hauteur de vol estimée et de la description de la taille du groupe. Pour chaque heure de suivi, il a aussi été demandé de préciser les conditions météorologiques incluant la visibilité, la nébulosité, la force et direction du vent ou encore l'état de la mer. Des informations générales sur le suivi et le site sont précisées et en particulier les observateurs présents ou des remarques permettant leur bonne centralisation (exemple : comptage non exhaustif).

Des capteurs acoustiques positionnés à proximité des sites ont enregistré en continu de nuit et de jour dans l'audible (tableaux 1 et 3), ce qui permettra de mettre en perspective les deux méthodes. L'utilisation d'enregistreurs est une

pratique qui se développe sur les sites de comptage visuel afin de vérifier les identifications. Il est donc envisageable de pouvoir comparer les effectifs notés par les observateurs avec les cris détectés sur les enregistrements.

En amont de ces campagnes, des échanges ont été organisés avec les principales structures associatives locales (LPO, Bretagne Vivante, Le GON, Le Clipon...) réalisant des suivis visuels à la côte sur l'avifaune sur les façades Manche et Atlantique. L'objectif était de s'appuyer sur leur expertise pour réfléchir à des propositions techniques concernant, d'une part, des protocoles de suivi sur les spots de migration (oiseaux terrestres) et d'autre part sur des sites de seawatch (oiseaux marins). Un des points majeurs est d'améliorer la standardisation de l'acquisition des données à large échelle pour de futures analyses.

Les délais pour mettre en place ce volet en 2023 n'ont pas permis de réaliser davantage de suivis et notamment sur la façade Atlantique. La plupart des camps de migration n'avaient pas les moyens humains nécessaires pour assurer les suivis proposés qui sont d'une part chronophage et qui impliquent de mobiliser du personnel avec de fortes compétences en ornithologie. A noter que ce sont des lieux qui permettent de collecter de la donnée sur la biodiversité, mais qui visent aussi à sensibiliser et former le grand public, ce qui induit des compromis sur les protocoles réalisables. Nous avons également décidé d'attendre 2024 pour les suivis dédiés aux oiseaux marins, car sur les sites existants, la collecte est souvent très opportuniste et nécessite une organisation conséquente à anticiper pour les partenaires (recrutements d'observateurs) en début d'année, avant les périodes de migrations prénuptiale et postnuptiale.

3.4.2 Données acquises : bilan

3.4.2.1 Suivi acoustique

Les données récoltées sur les points fixes en 2023 comportent 1140 nuits(/jours) d'enregistrements pour les oiseaux et 822 nuits pour les chiroptères (données reçues au 15 décembre 2023). Les données récoltées sur les campagnes bateaux incluent 123 nuits/jours d'enregistrements pour les oiseaux et 153 nuits pour les chiroptères. A savoir que pour les campagnes MEGASCOPE, les mêmes nuits peuvent être enregistrées par 2 ou 3 capteurs installés à différentes positions sur le navire (tableau 3 et figure 4).

Tableau 3 : Description et bilan des données acquises par sites et par capteurs jusqu'au 15 décembre 2023. Sur les sites avec un « 0 » dans la colonne « nombre de nuits ou jours complets reçus », la maintenance n'a pas été effectuée ou les données n'ont pas été envoyées, cependant des données sont en cours d'acquisition (c.f. « Capacité de stockage actuelle »). Pour les campagnes MEGASCOPE, le chiffre ou le mot entre parenthèses correspond à la zone d'installation sur le navire (c.f. Figure 4). « X » signifie que le suivi n'est plus en cours, « P&B » signifie Phares & Balises.

Sites	Taxon	Type matériels	Source d' énergie	Capacité de stockage actuelle (Go)	Nombre de nuits ou de jours complets reçus	Temporalité	Remarques
Centre ville de Dunkerque	Oiseau	Olympus LS 12 & micros stéréo clippy EM272	Piles	2 (mémoire interne)	0	Nocturne	Dispositif appartenant au partenaire. Comparaison de matériel à réaliser.
	Chiroptère	SM4-BAT	Piles	256	0	Nocturne	
Parc du Marquenterre	Oiseau	Solar BAR	Secteur	704	40	Nocturne	
	Chiroptère	SM4-BAT	Secteur	768	38	Nocturne	
Mat de Fecamp (haut)	Oiseau	SM4-BIRD	Secteur	1024	84	Nocturne	Carte SD 1 To endommagée. Accès dépendant des conditions en mer.
	Chiroptère	SM4-BAT	Secteur	1024	84	Nocturne	Carte SD 1 To endommagée. Accès dépendant des conditions en mer.
Mat de Fecamp (bas)	Oiseau	SM4-BIRD	Secteur	1024	84	Nocturne	Carte SD 1 To endommagée. Accès dépendant des conditions en mer.
	Chiroptère	SM4-BAT	Secteur	1024	77	Nocturne	Carte SD 1 To endommagée. Accès dépendant des conditions en mer.

Phare d'Antifer (haut)	Oiseau	Solar BAR	Secteur	640	0	Nocturne	Impossible d'accès sans un personnel P&B et surcharge de leur service en fin d'année.
	Chiroptère	SM4-BAT	Secteur	1024	0	Nocturne	Impossible d'accès sans un personnel P&B et surcharge de leur service en fin d'année.
Phare d'Antifer (bas)	Chiroptère	SM4-BAT	Piles	512	0	Nocturne	
RNN de Beauguillot	Oiseau	Solar BAR	Panneau solaire	1024	0	Nocturne	
	Chiroptère	SM4-BAT	Panneau solaire	640	0	Nocturne	
Vauville	Oiseau	Solar BAR	Panneau solaire	384	40	Nocturne	
	Chiroptère	SM4-BAT	Panneau solaire	512	32	Nocturne	
Falaise de carolle	Oiseau	Solar BAR	Panneau solaire	256	70	Diurne + Nocturne	Fluctuation dans les capacités de stockage au cours du suivi pour s'adapter aux maintenance s réalisables.
	Chiroptère	SM4-BAT	Panneau solaire	256	18	Nocturne	Problèmes récurrents de cartes SD illisibles.
Cézembre	Chiroptère	SM4-BAT	Piles	512	0	Nocturne	
Radio tower de Jersey	Oiseau	Solar BAR	Secteur	896	0	Nocturne	
	Chiroptère	SM4-BAT	Secteur	1024	0	Nocturne	
Phare de Roche-Douvres (haut)	Oiseau	Solar BAR	Panneau solaire	768	0	Nocturne	Accès dépendant des conditions en mer et des disponibilités de P&B.
	Chiroptère	SM4-BAT	Panneau solaire	1024	0	Nocturne	Accès dépendant des conditions en mer et des disponibilités de P&B.
Phare des Roches-Douvres (bas)	Chiroptère	SM4-BAT	Piles	384	0	Nocturne	Accès dépendant des

							conditions en mer et des disponibilités de P&B. .
Littoral de La Cotentin	Oiseau	SM4-BIRD + Audiomoth (2)	Piles	X	73	Diurne + nocturne	Fin du suivi le 30/11/2023
RNN des sept îles	Oiseau	Solar BAR	Panneau solaire	1128	0	Nocturne	
	Chiroptère	SM4-BAT	Panneau solaire	1128	0	Nocturne	
Ile Grande	Oiseau	Solar BAR	Panneau solaire	352	0	Nocturne	
	Chiroptère	SM4-BAT	Panneau solaire	512	17	Nocturne	
Cross Corsen	Oiseau	Solar BAR	Secteur	512	0	Nocturne	
	Chiroptère	SM4-BAT	Secteur	576	0	Nocturne	
Tour du STIFF de Ouessant (haut)	Oiseau	SM4-BIRD puis Solar BAR	Piles puis Secteur	896	36	Nocturne	Données récoltées provenant de la 1er position sur Ouessant. La tempête CIARAN a cassé le Solar BAR, le SM4-BAT n'a donc plus de source d'énergie en l'état.
	Chiroptère	SM4-BAT	Secteur	1024	32	Nocturne	Données récoltées provenant de la 1er position sur Ouessant.
Tour du STIFF de Ouessant (bas)	Chiroptère	SM4-BAT	Piles	544	0	Nocturne	
Phare d'Eckmühl (haut)	Oiseau	Solar BAR	Panneau solaire	768	77	Nocturne	Accès dépendant de P&B.
	Chiroptère	SM4-BAT	Panneau solaire	768	25	Nocturne	Accès dépendant de P&B.
Phare d'Eckmühl (bas)	Oiseau	Solar BAR	Panneau solaire	512	68	Nocturne	
	Chiroptère	SM4-BAT	Panneau solaire	512	59	Nocturne	
Pointe de Trévignon	Oiseau	Solar BAR puis SM4-BIRD	Panneau solaire puis piles	256	101	Nocturne	Données depuis 2022. Changement capteur après le 26/08/2023 à cause de problème

							administratif pour l'achat : utilisation d'un SM4-BIRD personnel.
	Chiroptère	SM4-BAT	Panneau solaire puis piles	384	94	Nocturne	Données depuis 2022.
Penfret	Oiseau	SM4-BIRD	Piles	X	161	Nocturne	Données depuis 2022. Accès dépendant des conditions en mer et des sorties de l'association. Capteur enlevé après la tempête
	Chiroptère	SM4-BAT	Piles	X	173	Nocturne	Données depuis 2022. Accès dépendant des conditions en mer et des sorties de l'association. Capteur décroché lors de la tempête Ciaran en novembre 2023
Phare Les Grands Cardinaux	Oiseau	SM4-BIRD	Batterie reliée à un panneau solaire	X	0	Nocturne	Accès dépendant des conditions en mer et des disponibilités de Phares & Balises. Capteur retiré le 24/11/2023
	Chiroptère	SM4-BAT	Batterie reliée à un panneau solaire	X	0	Nocturne	Accès dépendant des conditions en mer et des disponibilités de Phares & Balises. Capteur retiré le 24/11/2023
FloatGen (haut)	Oiseau	SM4-BIRD	Piles puis batterie et	1024	232	Nocturne	Données depuis 2022.

			panneau solaire				Accès dépendant des conditions en mer
	Chiroptère	SM4-BAT	Piles puis batterie et panneau solaire	1024	199	Nocturne	Données depuis 2022. Accès dépendant des conditions en mer
FloatGen (bas)	Oiseau	SM4-BIRD	Piles puis batteries	1024	262	Nocturne	Données depuis 2022. Accès dépendant des conditions en mer
	Chiroptère	SM4-BAT (bat)	Piles puis batteries	1024	299	Nocturne	Données depuis 2021. Accès dépendant des conditions en mer
Le Croisic	Oiseau	SM4-BIRD	Piles	256	0	Nocturne	
	Chiroptère	SM4-BAT	Piles	256	11	Nocturne	
RNN de Mullëmbourg	Oiseau	Solar BAR	Panneau solaire	512	42	Nocturne	
	Chiroptère	SM4-BAT	Panneau solaire	512	16	Nocturne	
Feu Grosse Terre	Oiseau	Solar BAR	Panneau solaire	512	96	Nocturne	
	Chiroptère	SM4-BAT	Panneau solaire	1024	62	Nocturne	
Phare de la pointe des Corbeaux (Ile d'Yeu)	Oiseau	Solar BAR	Panneau solaire	512	93	Nocturne	
	Chiroptère	SM4-BAT	Panneau solaire	1024	55	Nocturne	
Pointe de l'Aiguillon	Oiseau	SM4-BIRD	Piles	256	0	Nocturne	
	Chiroptère	SM4-BAT	Piles	256	0	Nocturne	
Saint Clément des Baleines	Oiseau	Solar BAR	Panneau solaire	768	61	Nocturne	
	Chiroptère	SM4-BAT	Panneau solaire	768	57	Nocturne	
Phare de la Pointe de Grave	Oiseau	Solar BAR	Panneau solaire	640	0	Nocturne	
	Chiroptère	SM4-BAT	Panneau solaire	768	0	Nocturne	
Lège-Cap-Ferret	Oiseau	Solar BAR	Panneau solaire	512	67	Nocturne	
	Chiroptère	SM4-BAT	Panneau solaire	1024	40	Nocturne	
RNN banc d'Arguin	Oiseau	SM4-BIRD	Piles	X	0	Nocturne	Dispositif appartenant au

							partenaire. Fin du suivi le 30/11/2023 Problème d'écriture sur les cartes pour certaines nuits. 32 kHz en fréquence d'échantillonnage et 32 de gain.
	Chiroptère	SM4-BAT	Piles	X	0	Nocturne	Le capteur est tombé durant la tempête Ciaran sans dégât apparent. Fin du suivi le 30/11/2023
Digue de Tarnos	Oiseau	SM4-BIRD	Piles	X	35	Diurne et nocturne	Micros abimés par la tempête Ciaran : derniers enregistrements en novembre inutilisables
	Chiroptère	SM4-BAT	Piles	X	32	Nocturne	Capteur (compartiment des piles) abimé par la tempête Ciaran
« Normandiel » - Brittany Ferries	Chiroptère	SM4-BAT	Piles	X	0		
« Mont-Saint-Michel » - Brittany Ferries	Chiroptère	SM4-BAT	Piles	X	0		
CGFS - campagne MEGASCOPE	Oiseau (babord)	SM4-BIRD	Piles	X	29	Nocturne	
	Oiseau (tribord)	SM4-BIRD	Piles	X	15	Diurne et nocturne	Problème d'enregistrement lors du second leg
	Chiroptère (1)	SM4-BAT	Piles	X	22	Nocturne	
	Chiroptère (3)	SM4-BAT	Piles	X	34	Nocturne	
EVHOE - campagne MEGASCOPE	Oiseau (babord)	SM4-BIRD	Piles	X	14	Nocturne	Leg 1 seulement
	Oiseau (tribord)	SM4-BIRD	Piles	X	10	Diurne et nocturne	Leg 1 seulement

	Chiroptère (1)	SM4-BAT	Piles	X	18	Nocturne	Leg 1 seulement
	Chiroptère (3)	SM4-BAT	Piles	X	10	Nocturne	Leg 1 seulement
PELGAS - campagne MEGASCOPE	Oiseau (babord)	SM4-BIRD	Piles	X	22	Diurne et nocturne	Erreurs de dates et heures lors du second leg
	Oiseau (tribord)	SM4-BIRD	Piles	X	30	Nocturne	
	Chiroptère (1)	SM4-BAT	Piles	X	21	Nocturne	
	Chiroptère (2)	SM4-BAT	Piles	X	26	Nocturne	
	Chiroptère (3)	SM4-BAT	Piles	X	22	Nocturne	
CMB	Oiseau	SM4-BIRD	Piles	X	3	Diurne	

3.4.2.1.1 Animation de réseaux : maintenances

Les capteurs utilisés sont non-communiquant, répartis sur un vaste territoire (environ 900 kilomètres séparent les deux dispositifs les plus éloignés) et sont programmés pour enregistrer toute l'année sur plusieurs saisons (sauf quelques exceptions). Une organisation particulière a donc été nécessaire pour optimiser l'acquisition des données. On peut résumer la démarche entreprise en fonction de quatre cas de figure qui se base sur les informations du tableau 3 :

- Sur ~ 27 % des sites, il n'y a pas de partenaires locaux pour assurer des maintenances : nous avons donc déployé des capteurs qui fonctionnent sur l'énergie provenant d'un panneau solaire et nous avons intégré des cartes SD avec des grandes capacités de stockage qui permettent d'espacer d'au moins 2/3 mois les maintenances. Nous assurons la maintenance en mutualisant la visite de plusieurs sites.
- Sur ~ 50 % des sites, des partenaires locaux assurent des maintenances espacées et les sites sont souvent difficiles d'accès. La même stratégie que la première s'applique en adaptant la capacité de stockage par rapport à la période entre deux maintenances. Pour une partie de ces sites, les maintenances sont conditionnées par les plannings des partenaires et il donc est possible que certaines cartes saturent d'ici là. Nous avons également doublé des SM4-BAT sur des structures en hauteur (un en haut et un en bas), dont les accès sont contraints et qui ne bénéficient pas de panneau solaire (e.g. phare de Roches-Douvres, tableau 3). Pour ces capteurs, il est prévu que l'acquisition ne se fasse donc que sur quelques semaines pour acquérir de la donnée sur les hauteurs de vol.
- Sur ~ 23 % des sites, des partenaires locaux assurent les maintenances sur des sites simples d'accès. Nous avons équipé une partie des sites de capteur SM4 fonctionnant avec des piles, ce qui nécessite des échanges de matériels entre nos structures pour pérenniser l'acquisition de données. Les cartes sont également de plus faible capacité de stockage et les sauvegardes se font régulièrement. Nous avons également plus de visibilité sur le fonctionnement et l'état du capteur. Cependant, en augmentant les maintenances réalisées par des personnes extérieures avec une expérience variable de ces appareils, on peut augmenter le risque de dysfonctionnement. Nous avons donc rédigé des supports de type « guide de maintenance » pour les accompagner au mieux.
- Sur quatre sites, nous avons pu bénéficier de prêt de capteur (e.g. mutualisation de projets avec S.E.P.A.N.S.O.) pour bénéficier de données supplémentaires. Les modèles des capteurs ou les configurations peuvent légèrement différer de notre démarche.

Pour les campagnes sur des bateaux, le fonctionnement dépend des structures. Le CMB réalise des suivis à la journée qui ne nécessitent pas d'organisation particulière et il assure la pose et la sauvegarde des données des capteurs. Concernant les campagnes de MEGASCOPE, nous installons les capteurs la veille du départ de la campagne (e.g. PELGAS), ce qui nous permet de rencontrer le personnel sur place et de leur fournir le matériel permettant une rotation de piles et de cartes pour enregistrer sur toute la durée des campagnes. Il nous renvoie ensuite le matériel en fin de campagne.

Suite à cette première saison, nous allons développer davantage d'outil collaboratif au sein de l'équipe et avec les partenaires (animation de réseau) pour mieux appréhender ce qui se passe sur place et s'assurer régulièrement de l'état du matériel et des besoins. Nous avons rencontré des délais pour obtenir du matériel supplémentaire, qui ont nécessité de s'adapter pour équiper au plus tôt un grand nombre de sites. En 2024, nous projetons de standardiser davantage certaines démarches pour gagner en efficacité, comme par exemple en harmonisant les capacités de stockage dans les capteurs entre les sites ou en augmentant l'envoi des sauvegardes à des dates pré-définies à l'avance.

Une fois collectées, les données sont archivées de deux manières différentes :

- Les données chiroptères sont transférées en ligne via le portail Vigie-Chiro. Elles sont ensuite archivées sur l'in2p3 (serveur à Lyon). Une copie physique est aussi stockée en interne sur des disque-durs.
- Les données oiseaux sont stockées sur deux supports différents, mais aucun archivage en ligne n'a pour le moment pu être mis en place. En effet, la mise en place d'un espace d'archivage et d'un espace de calcul sur l'in2p3 est en cours de discussion avec les services du MNHN. Une solution temporaire avec serveur de stockage en réseau (type NAS) est envisagée.

3.4.2.1.2 Retours d'expériences : problèmes identifiés

Cette première saison d'acquisition a permis de remarquer des différences dans les périodes d'enregistrements (tableau 3 et figure 5). Les causes principales sont développées ci-dessous :

- Localisation des sites : les sites en mer sont plus difficiles d'accès que les sites terrestres. La maintenance est donc dépendante des conditions météorologiques, mais aussi des partenaires. Par exemple, la maintenance des capteurs sur le phare de Penfret dépend des disponibilités des volontaires de l'association 'Plein Phare sur Penfret'. De même, le Phare des Roches-Douvres fait l'objet d'une seule visite de maintenance par an car il se situe à environ 30 kilomètres des côtes sur un plateau rocheux dangereux d'accès. De plus, en l'absence de partenaire disponible sur place, certains sites éloignés requièrent un déplacement de notre part pour effectuer la maintenance (e.g. Saint Clément des Baleines, Lège Cap Ferret... tableau 1).
- Capteurs, alimentation et stockage :
  - Le mât de Fécamp est un cas particulier qu'il est intéressant de développer. Les capteurs qui sont alimentés sur secteur, présentent des périodes d'enregistrements continues. Sur ces sites, le seul élément limitant est la capacité de stockage. Cette année, les capteurs du mat de Fécamp ont été équipés d'une carte de 1 To et d'une carte de 500 Go. Lors du changement de carte, les cartes de 1 To étaient endommagées et non pleines alors que les cartes de 500 Go étaient pleines. Les cartes de 1 To semblent donc plus sensibles que les autres et il a été décidé d'utiliser seulement des cartes de 500 Go et d'effectuer des maintenances plus régulières.
  - Les capteurs Solar BAR présentent une très bonne continuité dans les périodes d'enregistrements (e.g. Eckmühl, Feu Grosse Terre..., figure 5) grâce à son panneau solaire et la possibilité d'utiliser 4 cartes mémoires. A ce jour, aucun dysfonctionnement n'a été noté. Les sites non équipés de Solar BAR (e.g. SM4-BIRD et SM4-BAT) présentent plus de périodes sans enregistrements (e.g. Digue de Tarnos, figure 5).
  - Les enregistrements des capteurs chiroptères présentent la moins bonne continuité (figure 5). Le problème le plus récurrent semble être lié à la saturation du stockage. Afin de pallier ce problème, la fréquence d'échantillonnage a été diminuée de 384 à 256 kHz. Viennent ensuite les problèmes dus à l'alimentation lorsque les capteurs fonctionnent avec des piles (problèmes également pour les SM4-BIRD)

qui peuvent se décharger rapidement dans certaines conditions (e.g. fortes chaleurs). Des problèmes de connexions sont suspectés dans le cas où le capteur SM4-BAT est alimenté par le panneau solaire du capteur Solar BAR (e.g. RNN Marais de Mullembourg) et doivent être investigués.

Cette première saison d'échantillonnage nous a permis de détecter les points de faiblesse de notre matériel et de vigilance et de mettre en place des solutions (e.g. diminution de la fréquence d'échantillonnage, utilisation de cartes SD de différentes tailles...). Cependant certains problèmes restent imprévisibles, comme les problèmes de connectiques ou les événements climatiques extrêmes. En effet, des dégâts ont eu lieu après le passage de la tempête Ciaran en novembre 2023 :

- Le dispositif de la Digue de Tarnos a été abîmé et rendu inutilisable, notamment du fait d'infiltration d'eau, et d'humidité induisant de la corrosion et des dommages électriques (c.f. sonogramme du SM4Bird, annexe 3).
- Les capteurs du Phare de Penfret se sont décrochés et ont dû être retirés mais aucun dégât sur les capteurs n'est à déplorer.
- Le capteur Solar BAR de la tour du STIFF (Ouessant) est tombé en se décrochant de son socle en acier (figure 6). Le SM4-BAT n'est donc plus alimenté en énergie et une intervention a été planifiée. Le panneau solaire du capteur Solar BAR a été brisé et des infiltrations d'eau liée à la présence de trous (chocs) sur le boitier rendent inutilisable ce capteur pour la suite du projet.

Les autres sites n'ont subi aucun dégât matériel connu à ce jour (e.g. Ile d'Yeu, annexe 3), des données sont toujours en cours d'acquisition. Cependant la calibration des micros prévus pour le printemps 2024 permettra peut-être de détecter des détériorations liées à ces événements.

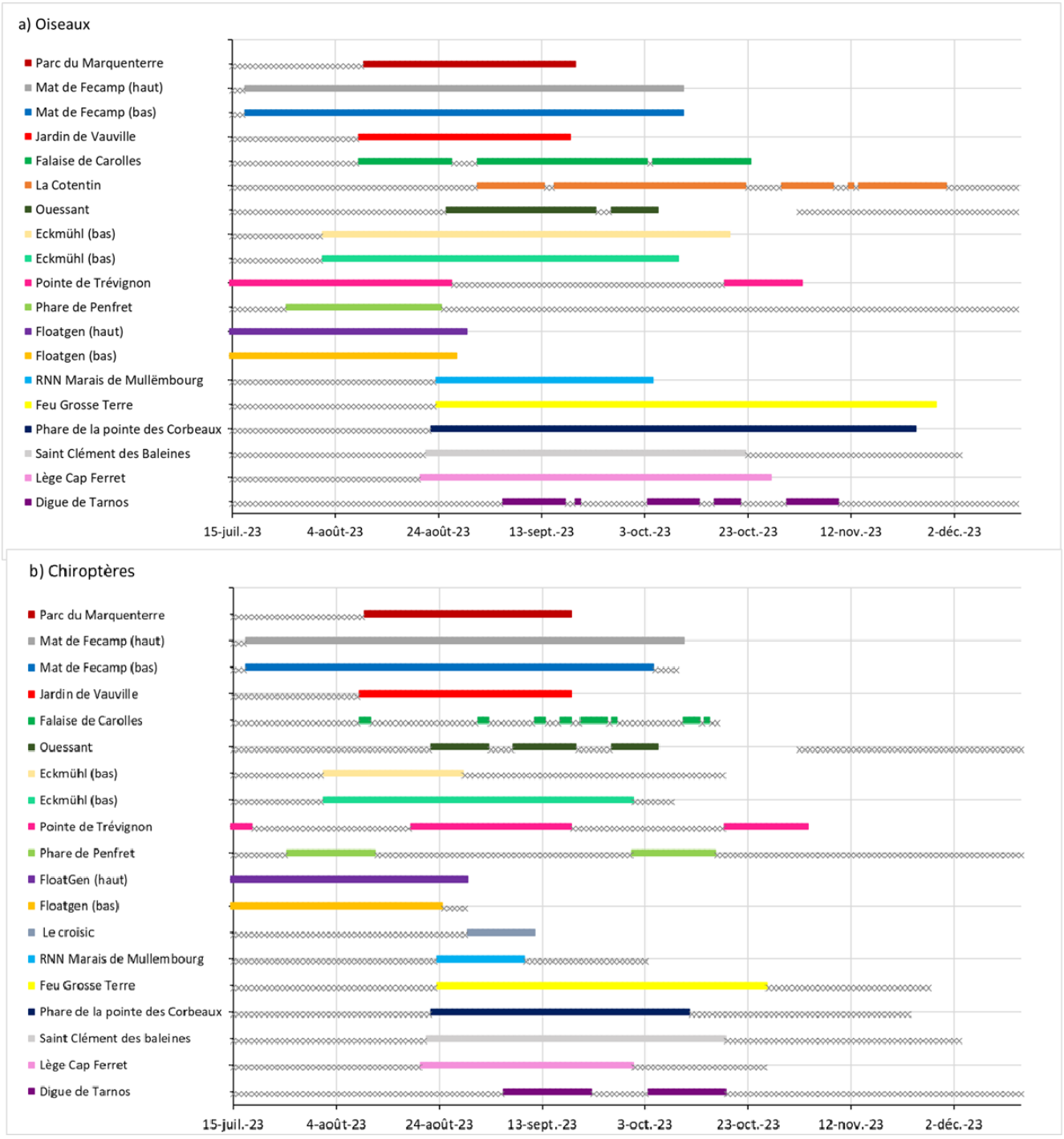


Figure 5 : Périodes échantillonnées entre le 15 juillet et le 15 décembre 2023 sur les sites points fixes pour lesquels nous avons reçu de la donnée (au 15 décembre 2023, sauf enregistrements chiroptères de l'ile Grande non représenté) pour les a) oiseaux et b) chiroptères. Les zones de couleurs correspondent aux périodes enregistrées alors que les croix grises correspondent aux périodes sans enregistrements (capteurs non installés, problèmes d'alimentation, cartes mémoires pleines...). Les zones sans symboles et couleurs correspondent aux périodes pour lesquelles nous n'avons pas encore reçu de données. À noter qu'après la tempête Ciaran (2 novembre), les capteurs de Ouessant, Penfret et la digue de Tarnos (c.f. sonogrammes annexe 3) ont été endommagés et n'ont pas pu être remplacé.

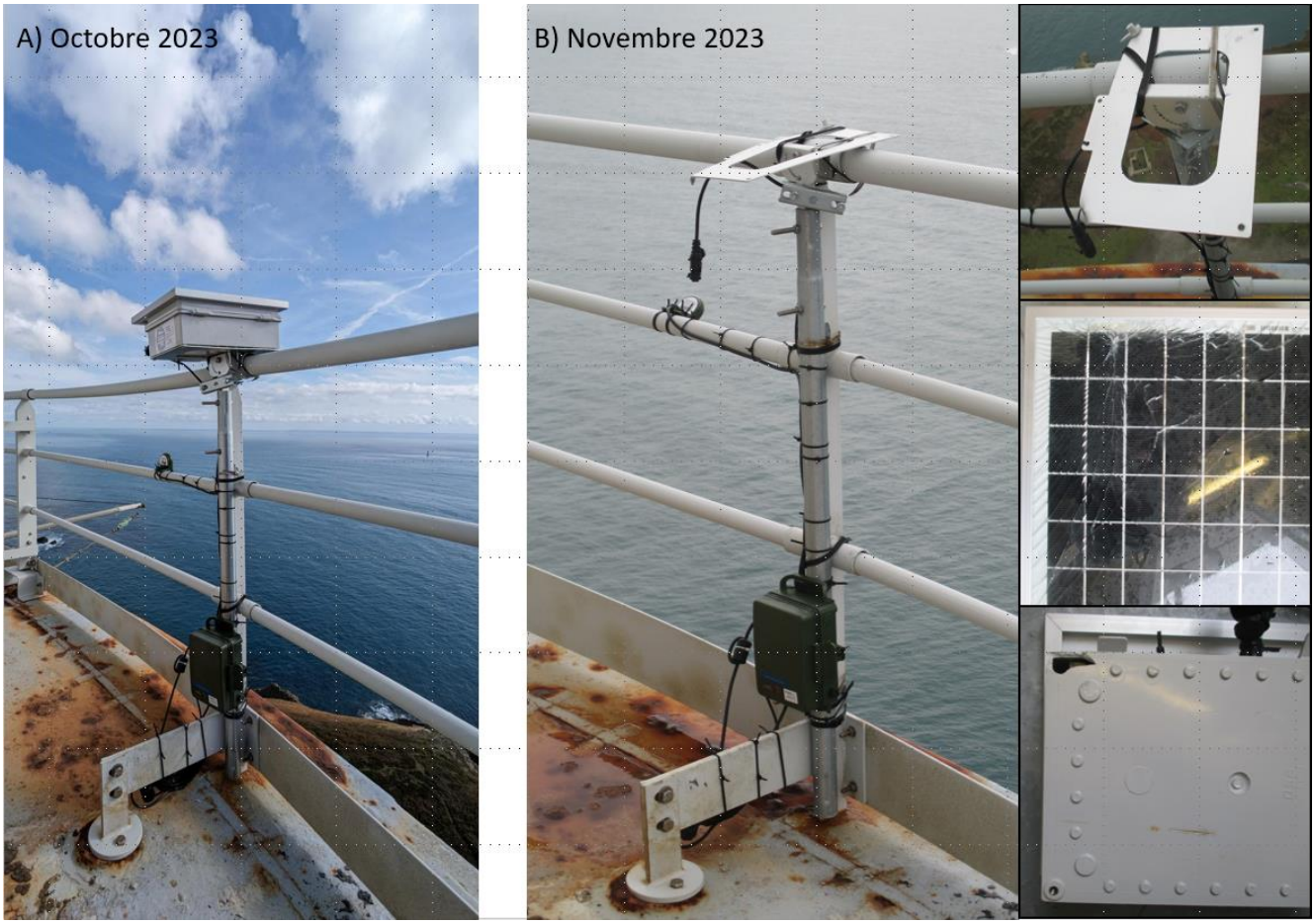


Figure 6 : Capteurs Solar BAR et SM4-BAT installés sur la tour du STIFF à Ouessant, A) avant et B) aprés la tempête Ciaran. Le SM4-BAT et le microphone sont restés accroché, cependant le boitier du capteur Solar BAR s'est désolidarisé de son

3.4.2.2 Suivi visuel

3.4.2.2.1 Observation à la côte

Toutes les données présentées dans la suite de ce document sur les suivis visuels, sont préliminaires et descriptives et n'ont pas fait l'objet d'analyses statistiques. Ils permettent d'apporter une première image du travail réalisé en 2023. La base de données est encore en construction et nécessite des vérifications supplémentaires avant de poursuivre les analyses.

Les observations en simultané sur les deux sites, se sont déroulées du 1er septembre au 29 novembre (période de la migration postnuptiale) à raison de trois journées par semaine, ce qui correspond à un total de 39 suivis réalisés essentiellement sur la matinée (08h00 et 12h00). La différence de durée des comptages s'explique par des dégradations importantes des conditions météorologiques ou une absence de flux migratoire pendant plusieurs heures. Il faut également tenir compte des horaires de lever du soleil qui varie. Sur le site de la Cotentin, il était convenu d'essayer de poursuivre les suivis durant l'après-midi sur quelques journées, ce qui n'a été possible que sur 4 jours (dont un suivi bénévole, figure 7). Pour le faire régulièrement, une rotation des équipes durant la journée serait nécessaire, ce qui est impossible avec le nombre de personnels actuels.

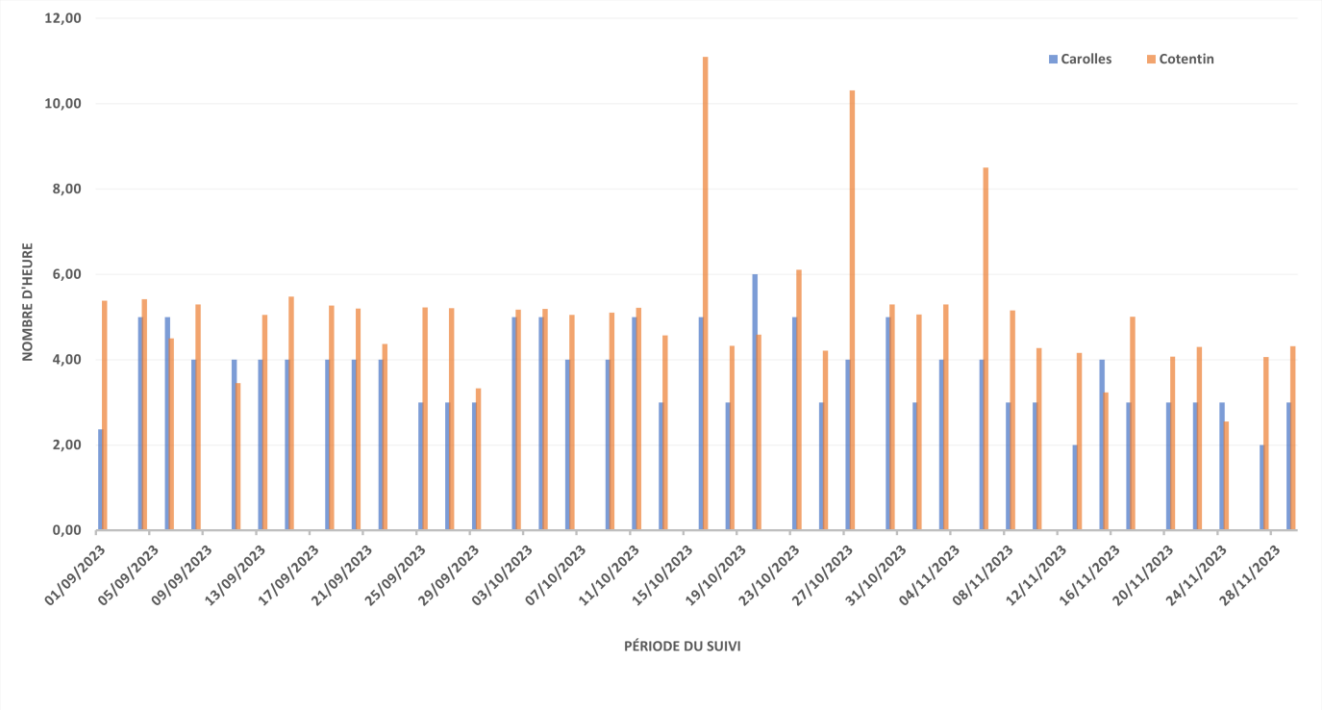


Figure 7 : Durée journalière des suivis de migration postnuptiale sur les deux sites de suivis entre le 1er septembre et le 29 novembre.

Le GEOCA réalise des journées de comptage supplémentaires (figure 8), correspondant à son propre suivi de migration et qui sont assurées par un salarié accompagné de bénévoles entre le 1er octobre et le 15 novembre et par des bénévoles sur des journées opportunistes en amont et en aval.

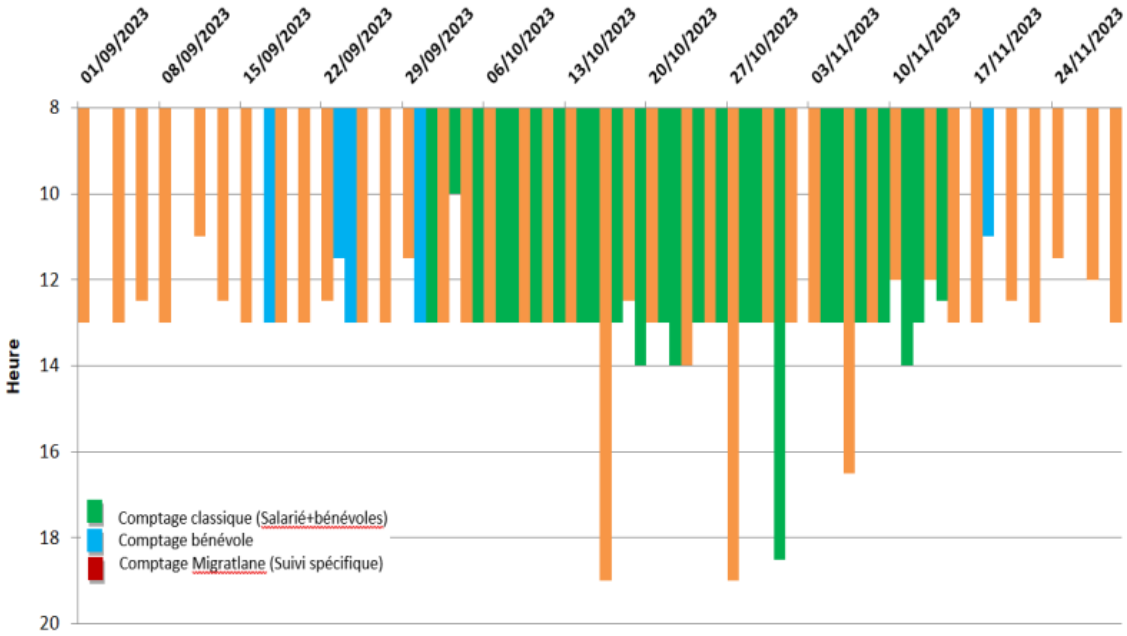


Figure 8 : Type de journée et durée du suivi de la migration postnuptiale pour l'année 2023 sur le site de la Cotentin. Graphique tiré du rapport technique de suivi de la migration postnuptiale 2023 rédigé par le GEOCA.

3.4.3 Résultats préliminaires

3.4.3.1 Acoustique

3.4.3.1.1 Oiseaux

Une pré-analyse a été effectuée sur des enregistrements audio récoltés sur 10 sites différents (transects bateaux et points fixes, tableau 4). Deux modèles d'enregistreurs acoustiques passifs ont été déployés : les SM4-BIRD (deux microphones, enregistreurs stéréos) et les Solar BAR (un microphone, enregistreurs monos). Les enregistrements pré-analysés ici ont été récoltés entre le 26/07/2023 et le 19/10/2023 en appliquant un protocole d'enregistrement continu (1 fichier de 60 minutes toutes les heures). La base de données considérées représente 4717 fichiers audio de 60 min (fichiers WAV), soit environ 1.7 To. L'objectif de cette analyse préliminaire est de détecter les fichiers corrompus ou bruités dans la base de données audio avant de détecter et catégoriser les différents cris d'oiseaux enregistrés. Cette pré-analyse se déroule en 3 phases : la détection des fichiers corrompus, l'évaluation de la saturation du signal et l'évaluation du taux de coupures dans le signal.

Une analyse rapide sur certains sites a été faite afin de i) vérifier la qualité d'enregistrement et d'ajuster, si nécessaires, les paramètres acoustiques, ii) contribuer au développement de l'outil automatique en annotant des fichiers (identifier manuellement des espèces) et de iii) réaliser des comparaisons avec d'autres méthodes de suivi effectué sur le même site (e.g. suivi visuel lors des campagnes bateaux du CMB ou suivi visuel depuis la côte aux falaises de Carolles).

3.4.3.1.1.1 Détection des fichiers corrompus

Cette étape consiste à dénombrer les fichiers corrompus, illisibles. Ces fichiers peuvent avoir été endommagés au moment de l'écriture du fichier, pour différentes raisons matérielles (batterie faible, défaut de la carte mémoire, ...). Sur l'ensemble de la base de données, seulement 20 fichiers sont corrompus (tableau 4).

Tableau 4 : Résultats de l'analyse préliminaire sur 10 sites.

Sites	Nombre de fichiers WAV	Fichiers corrompus	Fichiers corrumpus %	Segments saturés % (gauche)	Segments saturés % (droite)	Segments avec plus de 1000 coupures par minute (gauche) %	Segments avec plus de 1000 coupures par minute (droite) %	Canaux
Bateau CMB	25	1	4	0.08	0.23	0.53	0.76	stereo
CGFS (babord)	378	1	0.3	0.00	0.00	19.79	13.93	stereo
CGFS (tribord)	375	14	4	0.00	0.12	31.08	31.25	stereo
Eckmühl (bas)	840	0	0	0.00		0.00		mono
Eckmühl (haut)	985	0	0	10.19		0.00		mono
Parc du Marquenterre	477	0	0	0.00		0.00		mono
Ouessant	448	2	0.4	0.00	0.01	0.35	0.26	stereo
Phare de Penfret	436	1	0.2	0.00	1.12	22.06	33.05	stereo
Digue de Tarnos	280	1	0.4	0.00	0.01	4.60	2.87	stereo
Jardin de Vauville	473	0	0	0.00		0.00		mono
Total	4717	20	0.4					

3.4.3.1.1.2 Evaluation de la saturation du signal

La saturation d'un enregistrement est un phénomène qui se produit quand un signal est d'une intensité trop grande pour le conteneur (i.e. fichier wav) dans lequel il est enregistré (les fichiers wav étant généralement bornés entre -1 et 1). La saturation produit un écrêtage du signal qui distord et détériore de manière irréversible l'information sonore.

L'étape d'évaluation de la saturation consiste à évaluer la proportion de segments de 60 secondes saturés dans la base de données sonores. Un segment est considéré comme saturé si 1 % ou plus de ses échantillons sont saturés (valeur absolue > 1). On remarque que le site du phare d'Eckmühl haut montre une forte saturation avec un peu plus de 10 % des segments

analysés saturés (tableau 4). La position de l'enregistreur exposé au vent (haut d'un phare) pourrait expliquer ce résultat. Il serait intéressant de croiser ces variations temporelles (figure 9) avec des données météorologiques pour comprendre plus précisément la cause des saturations sur ce site. Après écoute préliminaire et analyse des spectrogrammes, on peut constater que les segments saturés ne sont pas exploitables pour l'analyse. En revanche, les segments non saturés peuvent potentiellement être utilisables. Il est donc essentiel d'essayer de minimiser le risque de saturation des fichiers (e.g. adaptation des stratégies de protection anti-vent / ajustement du gain,...). Les autres sites montrent des niveaux de saturation relativement faibles dont les causes peuvent être diverses (passage d'avion, évènement sonore proche du capteur, pluie).

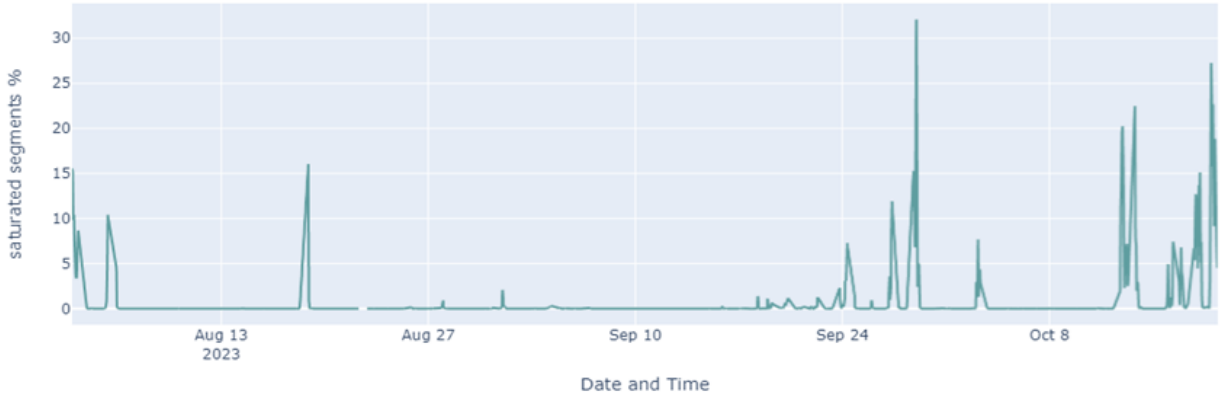


Figure 9 : Evolution temporelle de la saturation sur le phare d'Eckmühl (haut).

3.4.3.1.1.3 Evaluation du taux de coupures dans le signal

Lors d'écoutes, il a été diagnostiqué que certains enregistreurs étaient sujets à des courtes coupures ou « drops » de quelques millisecondes qui dégradent la qualité du signal. Afin de détecter les segments contenant des coupures, un algorithme de détection de coupures basé sur le calcul du niveau RMS (root-mean-square) calculé sur des trames de 5ms a été mis au point. Pour obtenir un indicateur pour chaque site, on calcule ensuite la proportion de segments de 60 s qui contiennent plus de 1000 coupures par minute (sur les canaux gauche et droite).

On observe des coupures uniquement pour les enregistreurs de type SM4, les enregistreurs de type Solar BAR ne présentent pas ce défaut (tableau 4). On constate que le grand nombre de coupures ou « drops » est obtenu sur les enregistrements de la campagne bateau CGFS et du phare de Penfret. Sur CGFS position tribord, on observe jusqu'à plus de 30 % des segments au-dessus du seuil de 1000 coupures par minute. Ces résultats révèlent que le problème des coupures est présent sur tous les SM4 mais le problème semble moins prononcé sur certains sites (e.g. Ouessant, campagne bateau CMB, tableau 4).

Les enregistreurs étant soumis à des conditions extrêmes, les causes potentielles des coupures peuvent être diverses (vent, intégration, interférence, saturation, batterie,…). Il est nécessaire d'investiguer pour en déterminer la cause et mener les actions correctives si possible. En ce sens, le fournisseur des enregistreurs SM4 Widlife Acoustics a été contacté afin de mieux comprendre et résoudre (ou diminuer) ces problèmes. De plus, le seuil de 1000 coupures par minute a été défini arbitrairement afin d'illustrer l'apparition de ce phénomène sur la base de données, il conviendra de définir un seuil dans le but de filtrer les fichiers et portions de fichiers inexploitables pour l'analyse. Ce seuil de coupure sera fixé sur un plus large jeu de données, d'un commun accord entre le MNHN et BioPhonia.

3.4.3.1.1.4 Conclusion

Lors de cette première préanalyse d'un sous-ensemble de la base de données, nous avons étudié l'exploitabilité de la base de données fournie par une analyse automatique. Il en ressort un faible nombre de fichiers corrompus : seulement 0.4% des enregistrements étudiés, ce qui est une conclusion positive. Nous avons aussi observé un nombre important de fichiers saturés pour le site d'enregistrement du phare d'Eckmühl (10%, tableau 4) au niveau de l'enregistreur positionné au

sommet du phare (probablement lié à la prise importante au vent). Ce problème sera potentiellement récurrent à tous les sites en hauteur. Enfin, nous avons mis en évidence un défaut provenant des enregistreurs SM4 pour lesquels on observe des coupures dans le signal. Le nombre de coupures n'est pas constant dans le temps et varie en fonction des sites d'enregistrement. De plus amples investigations sont nécessaires pour déterminer la cause des coupures, identifier les actions correctives (maintenance) et déterminer l'exploitabilité des fichiers en fonction du taux de coupures par minute. Cette pré-analyse sera de nouveau menée sur les données récoltées depuis octobre.

3.4.3.1.2 Chiroptères

L'analyse des enregistrements de Chiroptères a pu commencer dès réception des premières données grâce à l'utilisation de l'outil de détection et d'identification automatique Tadarida (Bas et al. 2017). Cependant, les analyses acoustiques sont toujours en cours car les identifications demandent des vérifications manuelles, en particulier en milieu bruité, tel que les bateaux et les structures en mer. Des résultats préliminaires (sans analyse statistique) pour trois sites (transect bateau et points fixes) sont présentés ci-dessous.

3.4.3.1.2.1 Campagne bateau CGFS en Manche

La campagne CGFS est une campagne MEGASCOPE (IFREMER, PELAGIS) qui se déroule entre septembre et octobre, chaque année depuis 2015 dans la Manche. En 2022, le navire a été équipé de trois capteurs SM4-BAT, positionnés sur le pont supérieur (position 1 et 2) et à l'arrière sur une grue (position 3, figure 4), qui ont enregistré du 15 septembre jusqu'au 28 septembre puis du 29 septembre au 7 octobre. En 2023, seuls deux capteurs SM4-BAT ont été installés (position 1 et 3) et ont enregistré du 15 septembre au 19 octobre.

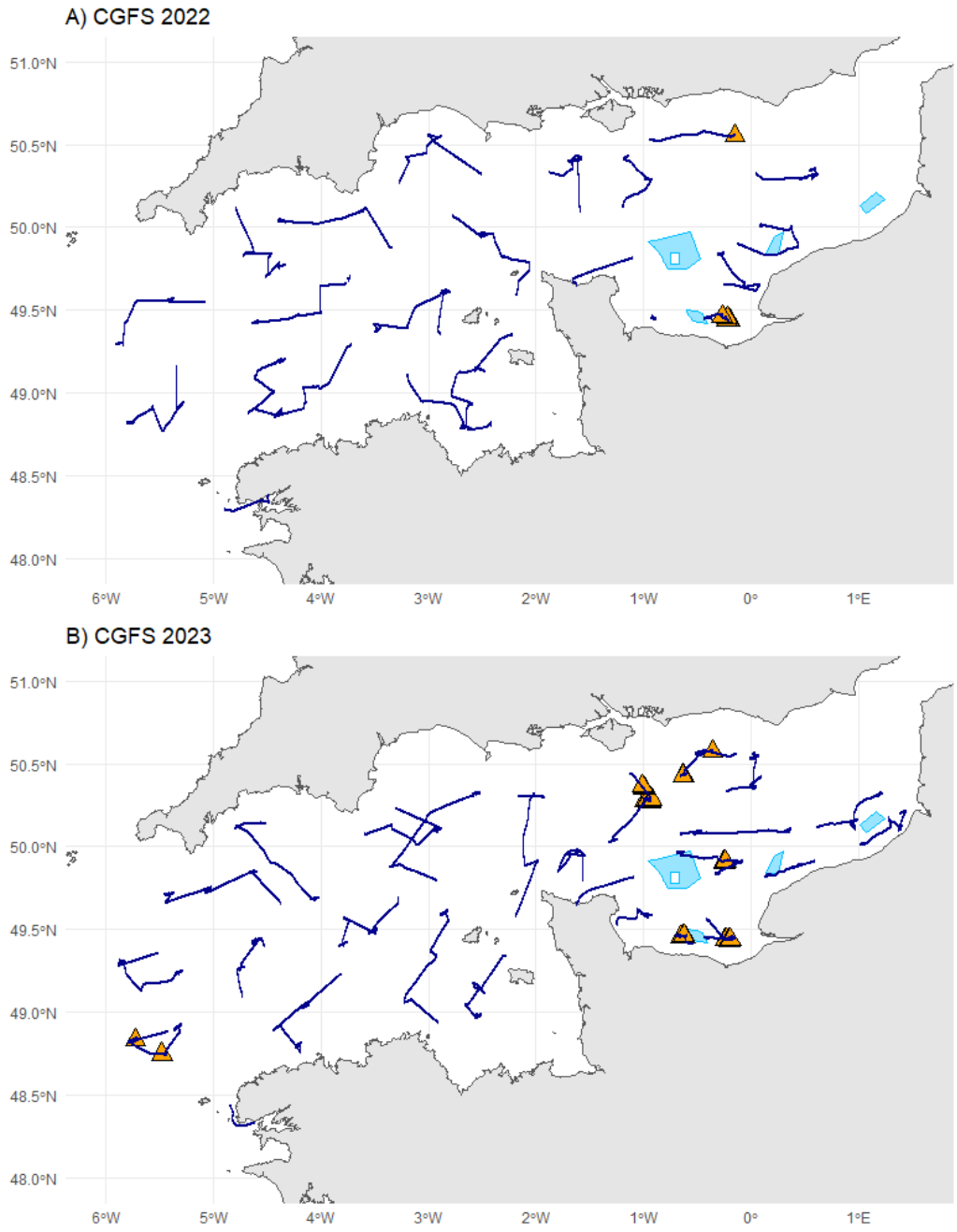


Figure 10 : Contacts de chiroptères (triangles jaunes) dans la Manche lors des campagnes CGFS (IFREMER, PELAGIAS) en A) 2022 et B) 2023*. Les lignes bleues correspondent aux transects échantillonnés entre 20h et 8h30. Les zones bleu claire correspondent aux parcs et projets éoliens de Centre Manche (1 et 2), Courseulles-sur-mer, Fecamp et Dieppe le Trepport (tous les parcs et projets en Manche n'ont pas pu être représentés en l'absence de fichier SIG téléchargeable sur le site https://www.eoliennesenmer.fr, visité le 04 janvier 2024). * Les données 2023 sont toujours en cours d'analyse, les résultats représentés ici ne correspondent qu'aux chiroptères détectés par le SM4-BAT installé en position 1 avec un score Tadarida ≥0.5 (enregistrements jusqu'au 12 octobre 2023).

En 2022, une seule espèce de chiroptère, la Pipistrelle de Nathusius, a été détectée en mer la nuit du 2 et du 6 octobre (10 contacts = présence de cris dans une séquence de 5 secondes, figure10). En ce qui concerne les données 2023, plus de 500 contacts de Chiroptères ont été enregistrés entre la nuit du 16 septembre, 1, 2, 5, 7 et 8 octobre (majorité des contacts le 2 octobre, figure 10) par le capteur installé en position 1 (enregistrements jusqu'au 12 octobre, figure 3 et 6). Ces contacts

incluent, entre autres, la pipistrelle de Nathusius, la Pipistrelle commune et le duo Sérotine commune/Noctule de Leisler (i.e. Sérotule). La validation manuelle de toutes les identifications et l'analyse des enregistrements du capteur installé en position 3 sont en cours. Cependant, à l'aide de ces résultats préliminaires de 2023, on peut voir que la Manche est largement utilisée par les Chiroptères.

De plus il est important de noter que lors de ces deux années de suivi, des chiroptères ont été détectés à proximité :

- Du parc écolien 'Rampion' (https://www.rampionoffshore.com/wind-farm/), sur les côtes anglaises (la nuit du 2 octobre 2022 et 2023, 50.5°N, figure 10),
- Du parc éolien de Fécamp (la nuit du 6 octobre 2022 et du 7 et 8 octobre 2023). Ces données sont en accord avec les résultats de l'état de référence, où 3 contacts de Pipistrelle de Nathusius ont été détectés autour du 7 octobre sur le mât de Fécamp en 2015 (Biotope 2018).

3.4.3.1.2.2 Point fixe : mât de Fecamp

Le mât de Fécamp, présente un intérêt particulier dû à sa position en mer (environ 14 km des côtes) mais aussi à sa taille (40 m). Sur ce mat, deux capteurs SM4-BAT ont été installés : un sur la plateforme et un autre en hauteur sur la tour (annexe 1).

Les enregistrements du 18 juillet au 3 octobre 2023 (77 nuits) ont été analysés via Vigie-Chiro. Les enregistrements depuis la plateforme contiennent 24 nuits comprenant des contacts de Chiroptères dont 88% durant le mois de septembre. La validation des identifications est en cours, mais des espèces tel que la pipistrelle de Nathusius ou sérotule sont présentes. Ces résultats ajoutent aux données déjà publiées lors de l'état de référencement en 2015 (Biotope 2018).

L'analyse des enregistrements en hauteur est en cours. Il sera intéressant de comparer ces résultats avec les détections sur la plateforme afin d'estimer la hauteur de vol des espèces mais aussi avec les données d'octobre recueillies lors de la campagne CGFS 2023 (partie 3.4.3.1.2.1).

3.4.3.1.2.3 Point fixe : digue de Tarnos

La digue de Tarnos est le point le plus au sud équipé en 2023 (Figure 3, sud du Golfe de Gascogne), le capteur est situé au bout d'une digue d'environ 800m (annexe 1).

Entre le 6 et le 16 septembre 2023, au moins 11 espèces différentes ont été détectées : le Grand Rhinolophe, un Murin, la Noctule de Leisler, la Noctule commune, la Pipistrelle de Nathusius, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle pygmée, le Minioptère, un Oreillard et la Barbastelle. Ces résultats sont très intéressants, notamment en ce qui concerne le Grand Rhinolophe, le Murin ou encore la Barbastelle qui sont des espèces sédentaires. De plus ces trois espèces ne sont détectables qu'à une très faible distance du capteur (de 5 à 15 m, Barataud 2012), ce qui confirme que les individus étaient éloignés des côtes de plusieurs centaines de mètres.

Le suivi 2023 sur ce site contient seulement une autre période d'enregistrement (figure 5) qui est en cours d'analyse. Puis le capteur a arrêté d'enregistrer à partir du 20 octobre, due à un dysfonctionnement des piles, puis il a été sévèrement endommagé par la tempête Ciaran en novembre. Le capteur sera remplacé en mars 2024 dès réception de nouveau matériel.

3.4.3.1.2.4 Autres sites

Les analyses des enregistrements des autres sites sont en cours ou débuteront dès réception des données. En effet, certains sites sont difficiles d'accès (e.g. îles, phares en mer) et la maintenance, qui permet de récupérer les cartes SD, n'a pas pu être faite depuis l'installation des capteurs (tableau 1).

3.4.3.2 Visuel

Le pic de passage des migrateurs se situe durant la fin octobre pour les deux sites d'après les effectifs observés, ce qui suit les tendances de suivis antérieurs (figure 11). La pression d'observation fluctue au cours de la saison sur le site de la Cotentin (GEOCA) et est plus forte durant les périodes propices aux forts passages (jusqu'à 12 observateurs à la fin octobre) tandis que sur le site de Carolles, la pression est relativement stable et il n'y a jamais eu plus de trois personnes durant la saison.

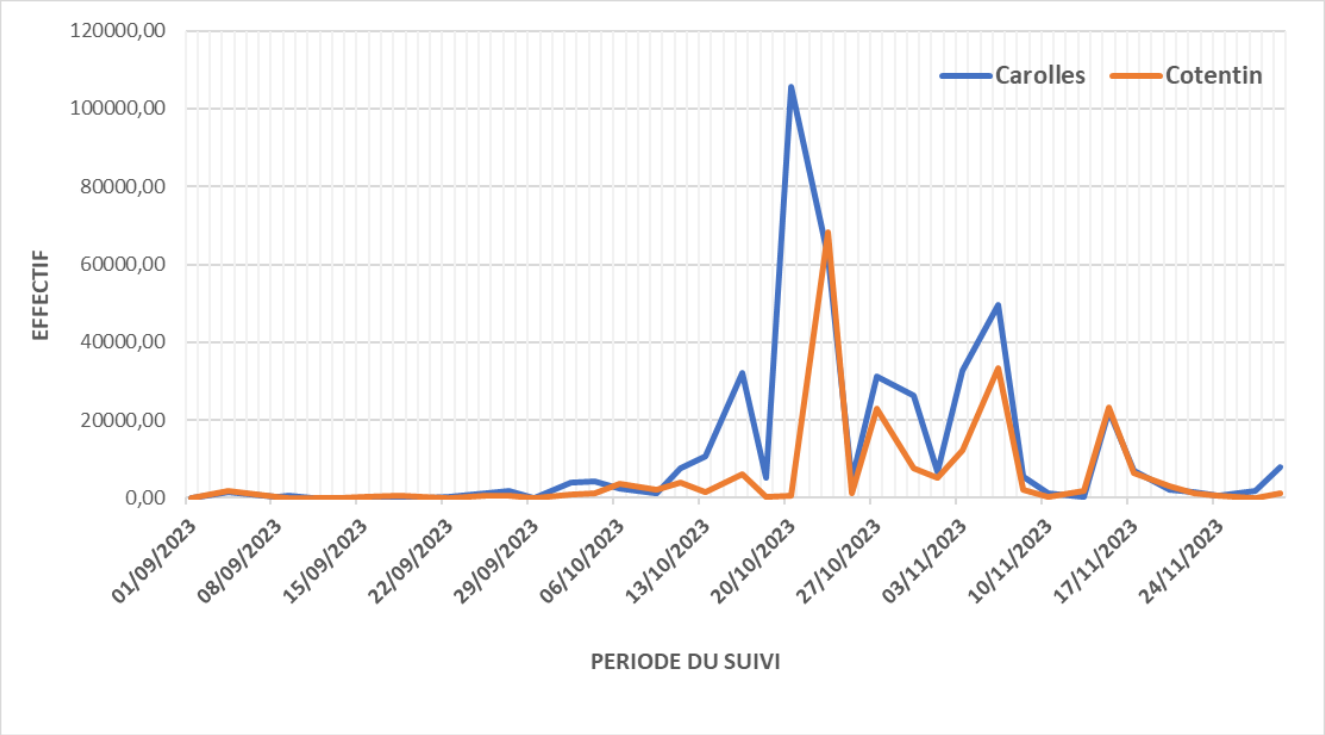


Figure 11 : Phénologie de passage des migrateurs durant l'automne 2023 sur le site de Carolles en bleu et de la Cotentin en orange.

Plusieurs centaines d'espèces différentes ont été observées durant le suivi de migration postnuptiale (tableau 5). Une quinzaine d'espèces seulement regroupent la majeure partie des individus identifiés sur chacun des sites, avec une large partie des observations qui concernent le pinson des arbres, le pigeon ramier ou encore l'étourneau sansonnet. Certaines espèces sont très anecdotiques avec moins d'une dizaine d'individus observés (tableau 5).

Tableau 5 : Récapitulatif par espèces des effectifs totaux et de la journée comptabilisant le pic d'observation de la saison pour chacun des sites. Pour le pic, il n'a été noté que pour les principales espèces (> 500 individus observés).

	Carolles		Cotentin	
Espèce (nom français)	**Effectif**	**Pic d'observation**	**Effectif**	**Pic d'observation**
Accenteur mouchet	24		3	
Aigrette garzette	103		11	
Alouette des champs	961	23/10/2023	1848	23/10/2023
Alouette lulu	908	20/10/2023	236	
Balbuzard pêcheur	2			
Barge à queue noire	235			
Barge rousse	2			
Bécasseau maubèche	70			
Bécasseau sanderling	3			
Bécasseau variable	22		1	
Bécassine des marais	37		6	
Bec-croisé des sapins	453		67	
Bergeronnette des ruisseaux	166		138	
Bergeronnette grise	176		160	
Bergeronnette grise/de Yarrell	198			
Bergeronnette printanière	282		12	
Bernache cravant	290		262	
Bondrée apivore	3		6	
Bouvreuil pivoine	33		2	
Bruant des neiges	1			
Bruant des roseaux	386		547	27/10/2023
Bruant jaune	7			
Bruant nain	1			
Bruant proyer	3			
Bruant zizi	12		8	
Busard des roseaux	11			
Busard pâle	1			
Busard saint-martin	1		1	
Buse variable	7			
Canard colvert			5	
Canard pilet	6			
Chardonneret élégant	829	27/09/2023	507	27/10/2023
Chevalier cul-blanc			1	
Cormoran huppé	1			
Courlis cendré	5			
Elanion blanc	1			
Epervier d'europe	44			
Etourneau sansonnet	76897	15/11/2023	69097	23/10/2023
Faucon émerillon	9		1	

Faucon hobereau	4			
Faucon pèlerin	1		1	
Fauvette babillarde	2			
Fauvette à tête noire	62			
Fou de Bassan	29			
Geai des chênes	20			
Goéland argenté			1	
Goéland brun	716	06/11/2023	601	03/11/2023
Grand cormoran	84		13	
Grand gravelot	4			
Grande aigrette	86		12	
Grive draine	85		50	
Grive litorne	92			
Grive mauvis	1410	15/11/2023	44	
Grive musicienne	552	16/10/2023	205	
Grosbec casse-noyaux	20		2	
Harle bièvre			1	
Héron cendré	13		33	
Héron garde-boeufs	14		127	
Héron pourpré	1			
Hibou des marais	2			
Hirondelle de fenêtre	149		1084	04/09/2023
Hirondelle de rivage	91		4	
Hirondelle rustique	2556	04/09/2023	2195	04/09/2023
Huîtrier-pie	85			
Labbe parasite	1			
Linotte mélodieuse	2252	04/10/2023	1525	25/09/2023
Martinet noir	5		8	
Martinet pâle	1			
Merle à plastron	5			
Merle noir	29			
Mésange à longue queue			42	
Mésange bleue	44		34	
Mésange charbonnière	2		1	
Mésange noire	2			
Moineau domestique	70		45	
Mouette mélanocéphale	13		37	
Mouette rieuse	101			
Pic épeiche	6		1	
Pic mar	1			
Pigeon colombin	144		75	
Pigeon ramier	34036	03/11/2023	26360	06/11/2023
Pingouin torda			88	
Guillemot de troïl / pingouin torda			30	

Pinson des arbres	295606	20/10/2023	99113	23/10/2023
Pinson du Nord	511	27/11/2023	54	
Pipit des arbres	39			
Pipit de richard	1		2	
Pipit farlouse	5257	04/10/2023	2519	04/10/2023
Pipit maritime	11			
Pipit rousseline	3			
Pipit spioncelle	268			
Pluvier argenté	17			
Pluvier doré	261		50	
Pouillot fitis	4			
Pouillot véloce	169		9	
Roitelet à triple bandeau	114		2	
Roitelet huppé	7			
Rougequeue noir	2			
Serin cini	134		244	
Sizerin cabaret	34			
Sizerin flammé	11		1	
Spatule blanche	26			
Tadorne de Belon	30			
Tarier des prés	1			
Tarin des aulnes	16243	20/10/2023	7286	20/11/2023
Tourterelle turque	19			
Traquet motteux	4			
Vanneau huppé	92		7	
Verdier d'europe	138		126	

3.5 Prochaines campagnes

3.5.1 Acoustique : points fixes

La recherche de sites réalisée en 2023 a permis d'identifier un certain nombre de sites intéressants pour la suite de l'échantillonnage. Plusieurs structures ayant entendu parler du projet (participation à des séminaires), nous ont contactées pour s'impliquer dans des suivis. En 2024, de nouveaux sites seront donc sélectionnés pour y installer des capteurs (figure 12), mais tous les sites potentiels ne pourront pas être équipés par manque de moyen humain.

Le plan d'échantillonnage prévu en 2024 permettra donc de compléter le plan mis en place en 2023 : l'échantillonnage sera par exemple renforcé en sud Atlantique et au nord de la Manche (figure 12). Les différents supports de pose du matériel et les différentes catégories de hauteurs seront répartis de manière aléatoire sur le territoire. Cette nouvelle année d'échantillonnage sera également orientée vers des points fixes d'échantillonnage en mer, avec l'objectif d'équiper des bouées en mer, notamment la bouée Gascogne (Station 62001 - Gascogne Buoy, https://www.ndbc.noaa.gov) située à plus de 300 km des côtes (c.f. partie 3.6.1.1). Ces équipements permettront de récolter des données plus éloignées en mer, en continu et dans des zones non échantillonnées par les différentes campagnes bateaux.

Enfin, pour les capteurs déjà en place, une vérification du bon fonctionnement des appareils et une nouvelle calibration des micros sera réalisée avant le printemps 2024 (période migratoire).

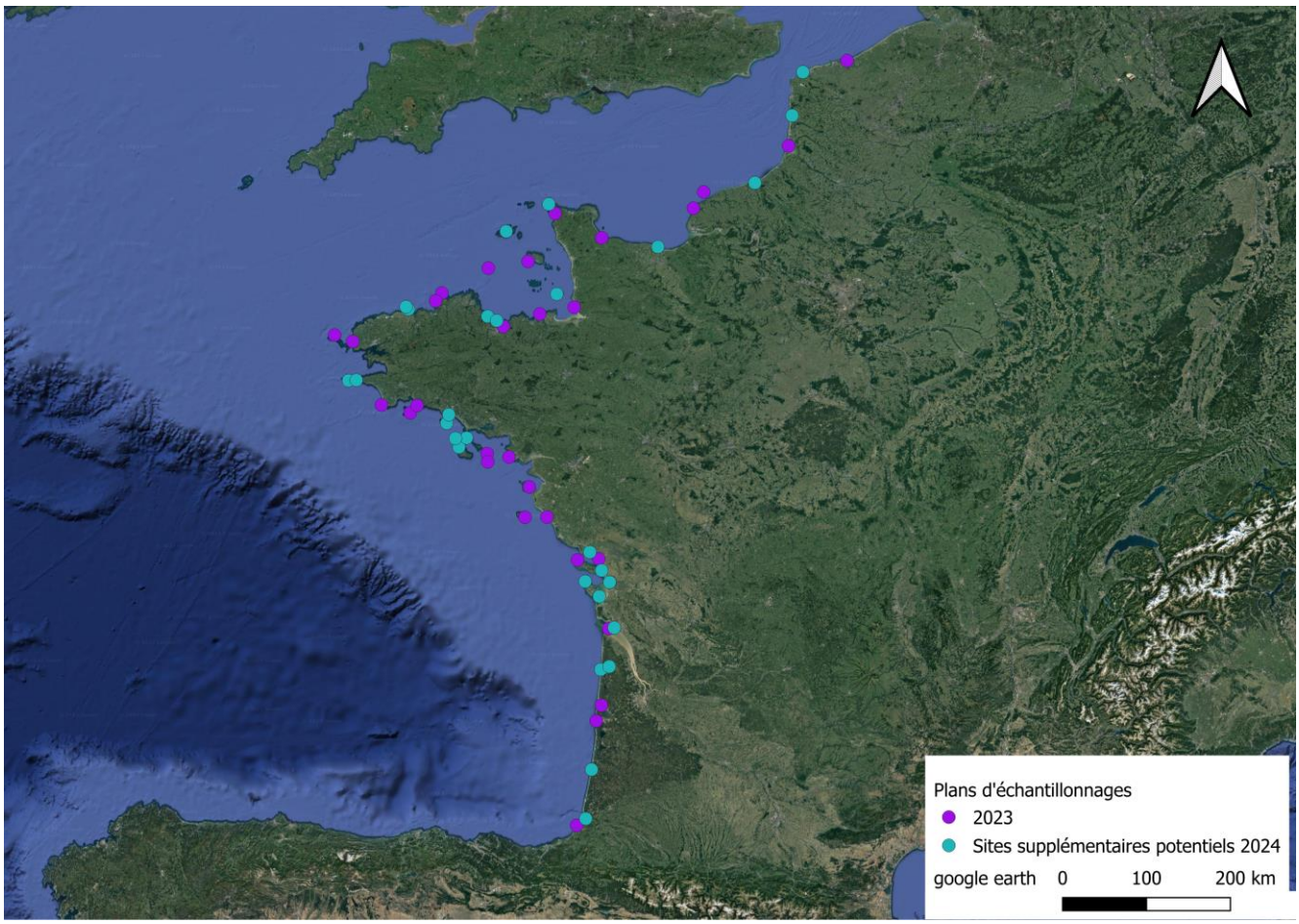


Figure 12 : Plan d'échantillonnage 2023 (bleu) et points supplémentaires potentiels pour 2024 (violet).

3.5.2 Acoustique : campagnes bateaux

Contrairement à 2022 et 2023, où seuls les deux bateaux reliant Ouistreham à Portsmouth étaient équipés d'un enregistreur chiroptère (uniquement), la possibilité d'équiper d'autres lignes de la Brittany Ferries (figure 13) est en discussion par Biotope. Idéalement, les 5 lignes seraient équipées du 1er avril au 15 novembre. De plus, le dispositif chiroptère devrait être complété par un dispositif oiseaux en cours de conception (Biotope).

De plus, d'autres lignes de ferry seront potentiellement équipées, en particulier dans le nord de la Manche, comme les lignes DFDS qui relient la France à l'Angleterre (traversées Dunkerque-Douvres, Calais-Douvres et Dieppe-Newhaven) mais aussi l'Irlande (Dunkerque-Rosslare, figure 14). Ces lignes effectuent plusieurs traversées durant la journée mais aussi la nuit (e.g. en juillet départ de Calais vers Douvres à 00h05, 03h05, 06h05, 19h35 et 22h35) et sont, par conséquent, très intéressantes pour compléter les zones échantillonnées par la Brittany Ferries et les campagnes MEGASCOPE.

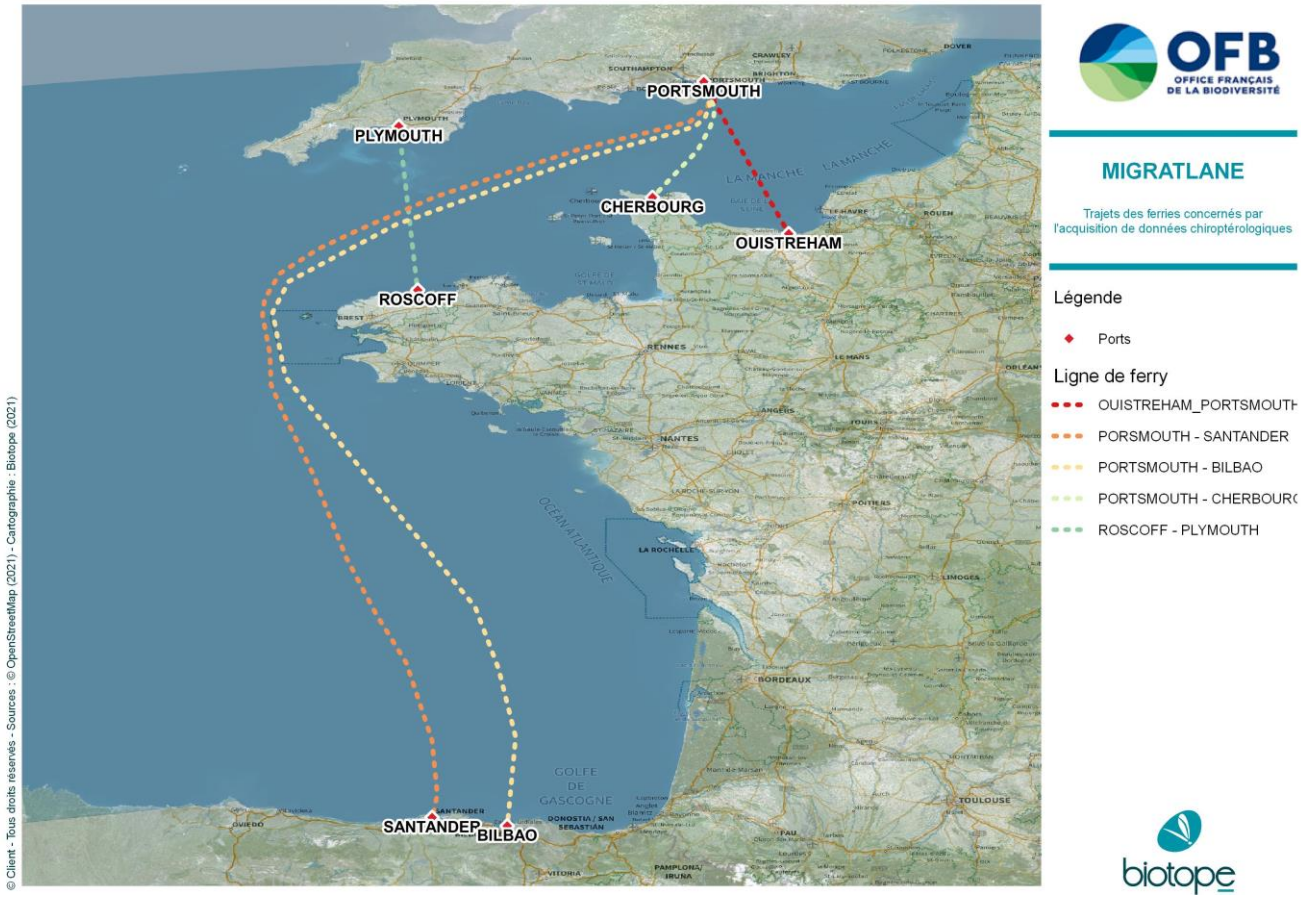


Figure 13 : Potentielles lignes de la Brittany Ferries équipées en 2024. En 2023, seule la ligne reliant Ouistreham à Portsmouth a été équipée.

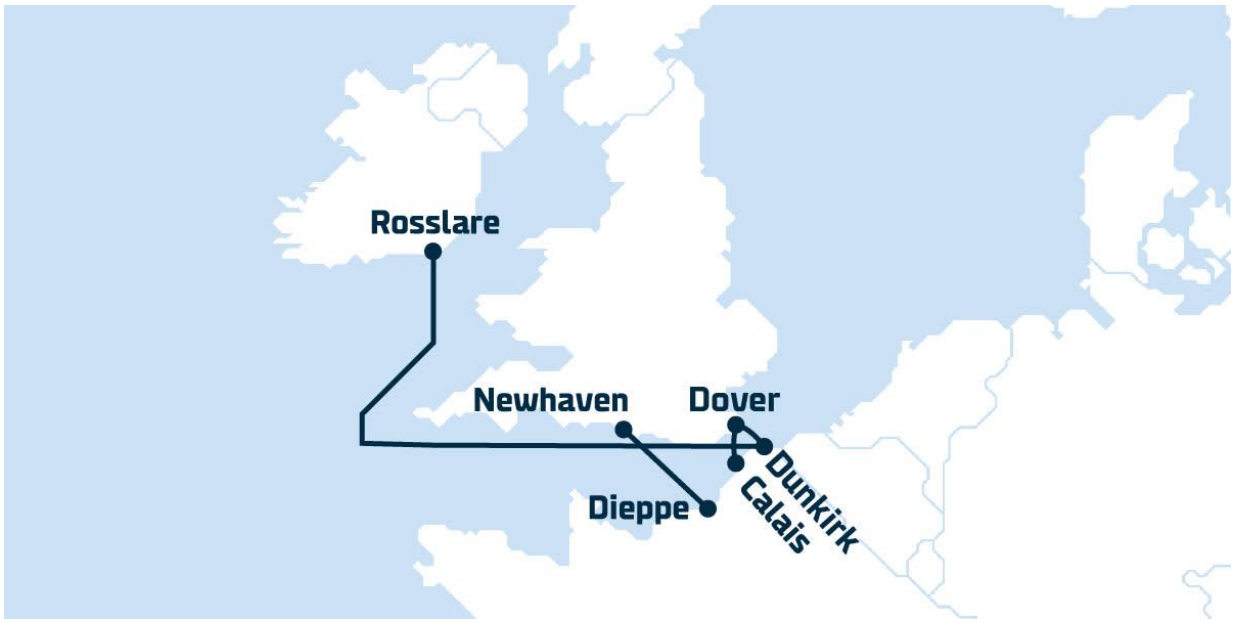


Figure 14 : Potentielles lignes DFDS à équiper en 2024 (carte provenant de : https://www.dfds.com/nb-no/ferge/tilbud/ferge-fankrike)

3.5.3 Visuel

A l'issue des échanges avec les partenaires, plusieurs pistes d'améliorations du protocole et d'outils collaboratifs ont émergé, comme par exemple sur la hauteur de vol qui n'est pas simple à estimer sur des sites en falaise et qui n'a pas été considérée de la même manière par les deux structures ou encore sur la saisie des données. En 2024, l'ensemble de ces échanges consolidera notre effort de standardisation, nous avons au moins 5 sites supplémentaires qui ont répondu à notre appel d'offres pour se joindre à notre projet sur ce volet et nous allons débuter les suivis ciblés sur les oiseaux marins. Nous allons également poursuivre un important travail de centralisation et d'analyse des données historiques.

3.6 Développement d'outils

3.6.1 Matériels

3.6.1.1 Installation sur des bouées

La perspective d'équiper des bouées en 2024 apporte la problématique de l'adaptation du matériel au milieu marin. Les capteurs utilisés actuellement sont waterproof (IP66 ou IP67), mais ils ne sont pas faits pour résister à des submersions consécutives. Il est donc nécessaire d'étanchéifier les appareils, et en particulier les microphones. Les microphones SMM-U2 des SM4-BAT sont IP68 et donc résistants aux submersions, cependant les microphones des capteurs audibles sont bien plus sensibles. Nous avons donc contacté plusieurs experts et constructeurs de micros afin d'étudier la méthode la plus efficace. Deux possibilités ont été identifiées :

- L'utilisation des passives recorders conçu par Monsieur Vrignault (PiBatRecorderProjects) : des capteurs low-cost avec des microphones protégés par une capsule et une membrane de protection (e.g. Gore-Tex).
- L'utilisation des SM4-BIRD en étanchéifiant de manière plus importante le micro à l'aide de Gore-Tex.

En partenariat avec météo France, il a aussi été décidé de placer les capteurs dans un caisson étanche positionné sur l'armature de la bouée ou dans le coffre de la bouée. Des tests pour optimiser l'étanchéité des capteurs sans trop impacter la qualité des enregistrements seront effectués avec l'expertise de BioPhonia en 2024.

3.6.1.2 Fixation Solar BAR

Une réunion a eu lieu le 4 janvier avec les développeurs des Solar BAR (Frontier Labs), afin de leur exposer notre retour sur l'utilisation en 2023 de leur matériel et les potentielles modifications pour améliorer le système. Une réflexion est donc en cours en ce qui concerne la modification des moyens de fixations sur le boîtier Solar BAR afin de faciliter l'installation sur des sites équipés de rambardes et pour éviter la désolidarisation du boîtier avec la base en métal (figure 6).

Outil acoustique pour la détection et l'identification automatique des oiseaux (Biophonia)

A ce jour, les outils existants de détection et d'identification automatique des oiseaux (e.g. Birdnet, NBM, Tadarideep…) ont été entraînés sur des jeux de données recueillies en milieu terrestre. Il n'existe donc aucun outil dédié à la détection et l'identification d'oiseaux en milieu marin, un milieu particulièrement bruité (vent, vague...). Une des tâches du lot 3 est donc de développer cet outil en étudiant des modèles de deep-learning. La figure 15 décrit l'agencement des tâches prévues pour l'élaboration de la première version de cet outil d'analyse. Ces étapes sont :

- La pré-analyse: les pré-analyses présentées dans ce document (partie 3.4.3.1.1) correspondent à la première étape du développement. Elle sera étendue aux nouvelles données fournies.

- Création de base de données d'entraînement et d'évaluation : dans un second temps, plusieurs bases de données annotées seront créées avec des données d'entraînement /d'évaluation provenant de la campagne 2023 et sera complétée de données acoustiques externes (e.g. xeno-canto).

- Développement, évaluation et amélioration des classifieurs : cette base de données permettra de comparer plusieurs classifieurs existants (e.g. Nighthawk, NBM, Birdnet) et de les modifier si besoin afin d'avoir les meilleures performances sur nos enregistrements effectués en milieu marin.

- Analyse année 1: cet outil sera évalué puis utilisé pour l'analyse des enregistrements oiseaux. Plusieurs versions de cet outil sont à prévoir au cours du projet.

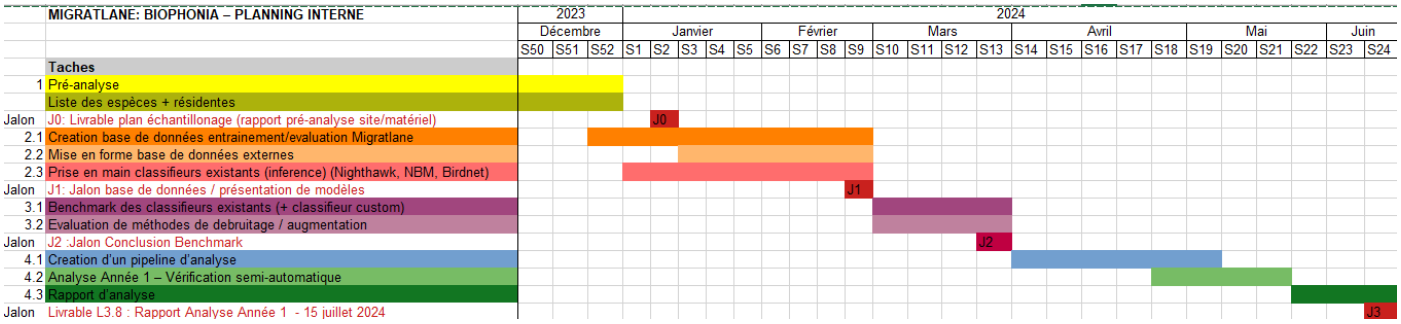


Figure 15 : Planning prévisionnel 2024 pour le développement et l'évaluation d'un premier outil d'identification automatique (oiseaux).

Références bibliographiques

Barataud, M. (2012). Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe. Identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse. Biotope éditions, Publications scientifiques du Muséum. 344 p

Bas, Y., Bas, D., & Julien, J. F. (2017). Tadarida: A toolbox for animal detection on acoustic recordings. *Journal of open research software*, *5*(1), 6.

Biotope (2018). Mat de mesure offshore de Fécamp, suivi chiroptères, analyse des données 2015. EDF-EN

Biotope (2022). Expertises acoustiques des chiroptères en mer. DREAL Normandie. 23 p.

GEOCA (2023).Suivi de migration postnuptiale, La Cotentin-Planguenoual (22). Rapport technique.35p.+ Annexes

Annexes

Annexe 1 : Exemples d'installation sur des sites (phare d'Antifer, Mât de Fécamp, Jardin de Vauville, falaises de Carolles, RNN des sept îles, tour du STIFF, phare d'Eckmühl, Feu Grosse Terre, Ile de Ré et digue de Tarnos).

Phare d'Antifer

Date de pose : 12/10/23

Type d'appareil :

SM4 bat

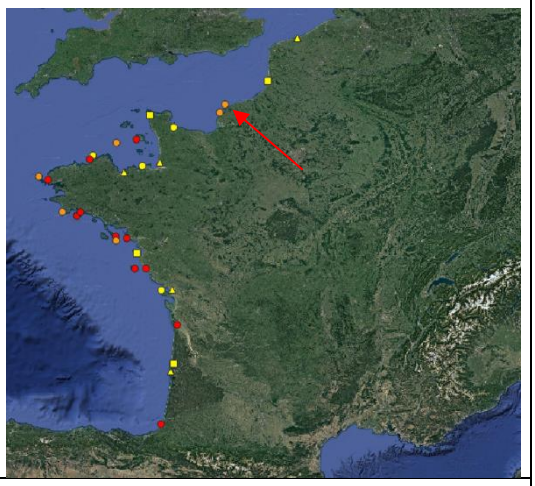
Solar BAR

Hauteur :
Haut : 30 m
Bas : 2 m

Orientation des micros :
Haut : SM4 = 30° Solar Bar = 40 °
Bas : SM4 = 100°

Partenaire : Phares et Balises, DIRM MEMN

Localisation :



Haut :

Bas :

Mât de Fécamp

Date de pose : 08/08/23

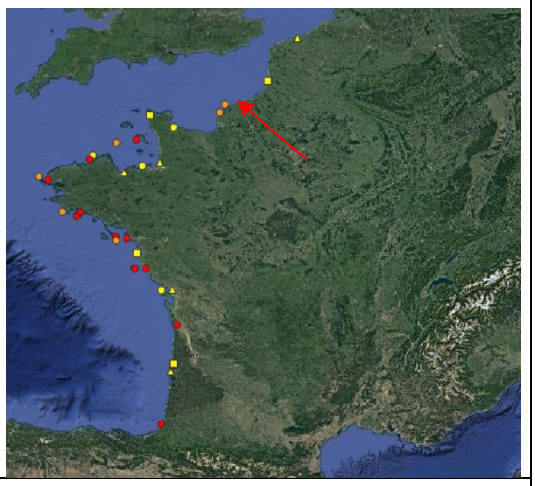
Type d'appareil :

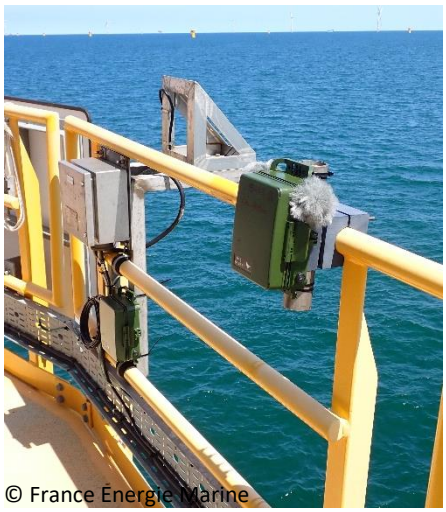
SM4 bird et SM4 bat

Hauteur :
Haut : 55,5 m
Bas : 19,5 m

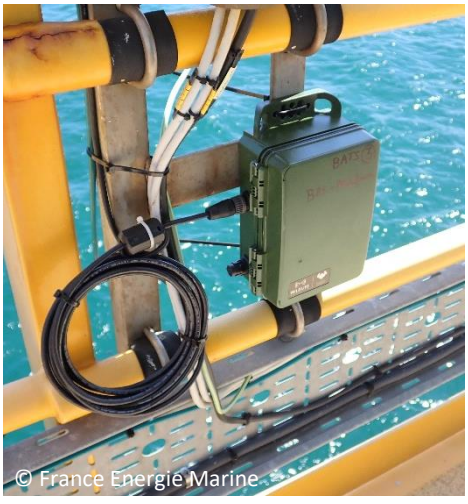
Partenaire : France Energies Marines

Localisation :





© France Energie Marine



© France Energie Marine

© France Energie Marine

Jardin de Vauville - Radar

Date de pose : 24/08/23

Type d'appareil :

SM4 bat

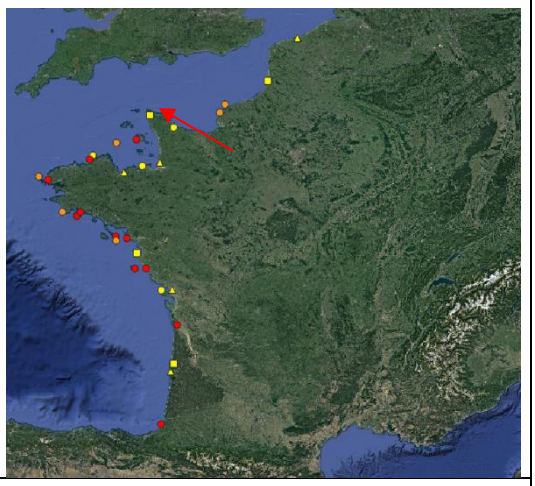
Solar BAR

Hauteur : 1,50 m

Partenaire : Jardin de Vauville

Particularité : couplage avec un radar ornithologique

Localisation :



Falaises de Carolles

Date de pose : 09/08/23

Type d'appareil :

SM4 bat

Solar BAR

Hauteur : SM4 **:** 0,8 et Solar BAR : 1,50 m

Orientation des micros :

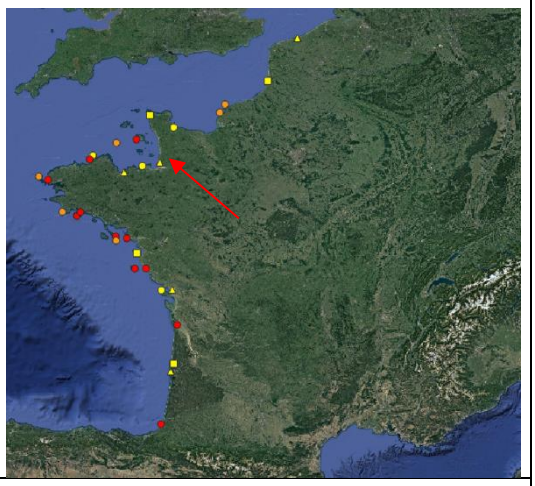
SM4 = 208°

Solar BAR = 10°

Partenaire : Birding Mont Saint Michel

Particularité : couplage suivi visuel oiseaux terrestres

Localisation :



Réserve naturelle nationale des 7 îles

Date de pose : 08/08/23

Type d'appareil :

SM4 bat

Solar BAR

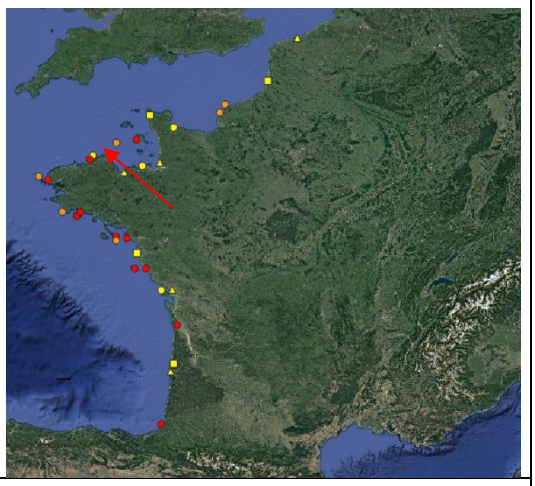
Hauteur : 1,30 m

Orientation des micros :

SM4 et Solar BAR = 155°

Partenaire : Ligue pour la Protection des Oiseaux

Localisation :



Tour du Stiff (Ouessant)

Date de pose : 05/10/23

Type d'appareil :

SM4 bat

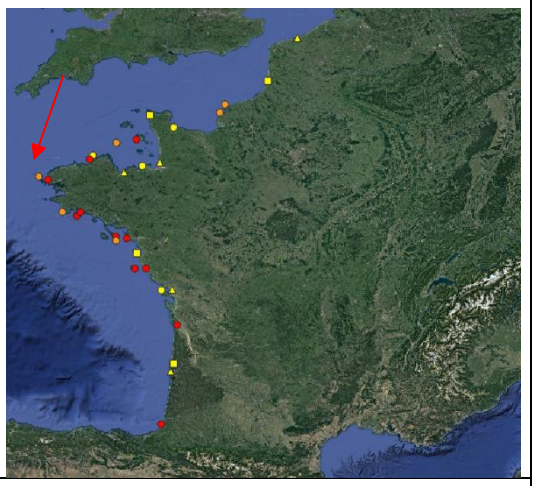
Solar BAR

Hauteur :
Haut : 60 m
Bas : 3 m

Orientation des micros :
Haut : SM4 = 240°, Solar BAR = 100°
Bas : SM4 = 360°

Partenaire : DIRM NAMO

Localisation :



Phare d'Eckmühl

Date de pose : 02/08/23

Type d'appareil :

SM4 bat

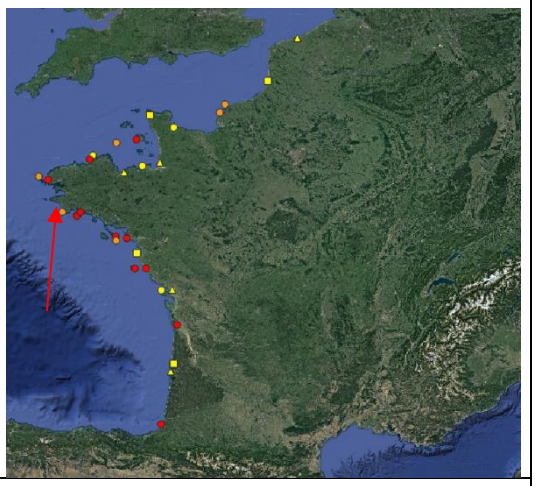
Solar BAR

Hauteur :
Haut : 64 m
Bas : 2 m

Orientation des micros :
Bas : SM4 = 160°, Solar BAR = 160°

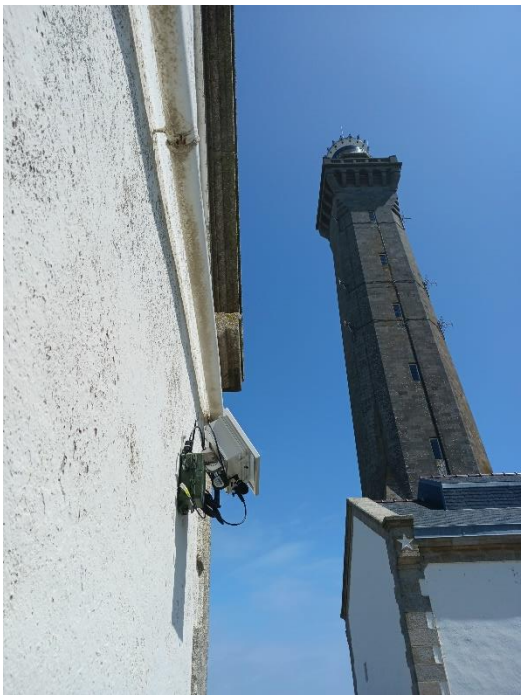
Partenaire : Phares et Balises, DIRM NAMO

Localisation :



Haut:

Bas :



Feu Grosse Terre

Date de pose : 24/08/23

Type d'appareil :

SM4 bat

Solar BAR

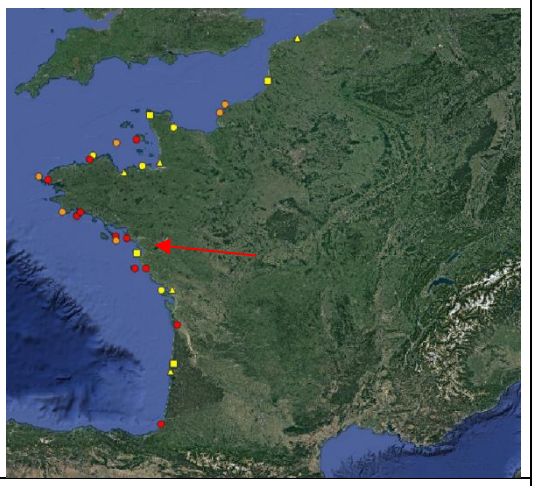
Hauteur : 14 m

Orientation des micros :

SM4 et Solar BAR = 110°

Partenaire : Phares et Balises, DIRM NAMO

Localisation :



Ile de Ré

Date de pose : 22/08/23

Type d'appareil :

SM4 bat

Solar BAR

Hauteur : SM4 : 0,5 et Solar BAR : 1,50 m

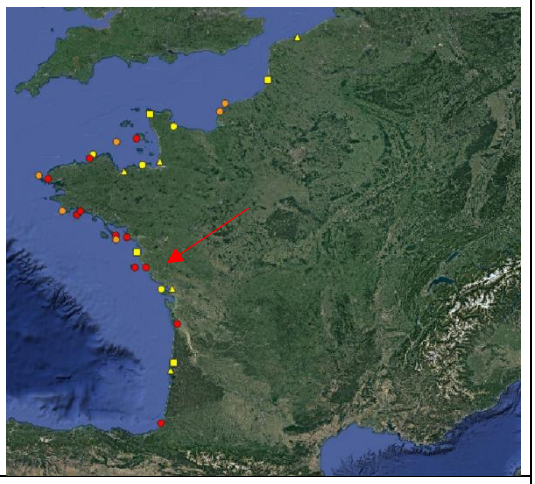
Orientation des micros :

SM4 = 30°

Solar BAR = 60°

Partenaire : Office national des forêts

Localisation :



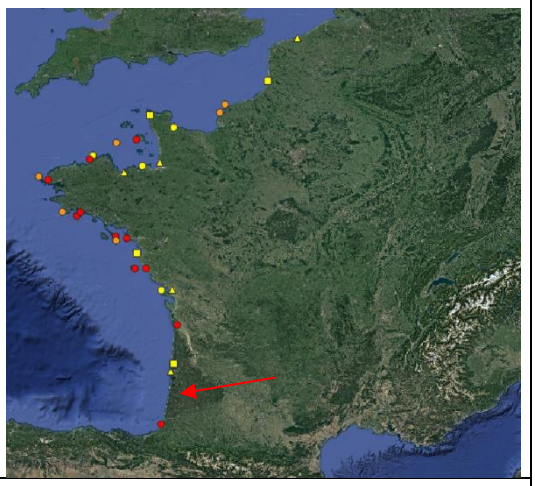
Digue de Tarnos

Date de pose : 06/09/23
Type d'appareil :

SM4 bird et SM4 bat

Hauteur : 3,5 m
Orientation des micros :
SM4 bird = 90-270°
SM4 bat = 180°
Partenaire : Centre de la Mer de Biarritz

Localisation :



Annexe 2 : Extrait de la proposition technique pour le suivi visuel sur des spots de migration.

Échantillonnage

Le suivi posnuptial s'étend du 1er septembre au 30 novembre à raison de 3 jours de suivi par semaine correspondant à des matinées d'observation (lever du soleil jusqu'en début d'après midi en fonction du flux). Selon les moyens disponibles, les structures qui le peuvent compléteront ces suivis par des observations durant l'après-midi jusqu'au coucher du soleil (exemple : le GEOCA totalisant 9 journées complètes sur la période concernée). Un calendrier partagé sera mis en place pour permettre aux partenaires de réaliser dans la mesure du possible des suivis en simultané sur les différents sites. Il se basera sur la proposition initiale du GEOCA.

Protocole dédié : (complémentaire)

Dans le cas des suivis de la migration des oiseaux terrestres, le projet MIGRATLANE vient ajouter de l'acquisition complémentaire de données essentiellement sur les 15 premières minutes de chaque heure de comptage. Il s'agit d'un dénombrement spécifique comprenant une notation de l'heure précise (à la minute), de la hauteur de vol estimé et d'une description de la taille du groupe (ou individu isolé).

Protocole standard : (classique)

Pour le reste de la durée du comptage, la méthode de suivi « classiquement » réalisée par les structures partenaires est appliquée et correspond souvent à un cumul des effectifs des espèces observées par heure d'observation.

Collecte des données

Cette partie vise à détailler le fichier excel « bordereau_visuel_migratlane » à compléter ci-dessous.

	A	B	C	D	E	F
1	MIGRATLANE LOT 3 - PROTOCOLE DE SUIVIS VISUELS DES OISEAUX					
2	**Générale**					
3	Nom du site :		coordonnées GPS : (degrés décimaux)	Lat :	Long :	
4	Date : (JJ/MM/AAAA)		Plage horaire de début : (XX:XX)		Plage horaire de fin : (XX:XX)	
5	Observateur principal :		Autres observateurs :		Matériel optique :	
7	**Conditions météorologiques** (entourez les mentions correspondantes)					
8	Visibilité générale :	Bonne / Moyenne / Mauvaise	Pluie :	Nul / / Faible / Moyen / Fort	Nébulosité (%) :	0 - 0/25 - 25/50 – 50/75 – 75/100 - 100
9	Vent : force (km/h)	Nul / Faible (<20) / Moyen (20 à 50) / Fort (5 à 80) / Très fort (>80)		Vent : direction	Nord / Nord-Est / Est / Sud-Est / Sud / Sud-Ouest / Ouest / Nord-Ouest	
10	État de la mer :	Plate / Peu agitée / Agitée / Très agitée				
12	Remarques :					
14	**Protocole complémentaire (Toutes les 15 premières minutes de chaque heure)**					
15	Espèce	Effectif	Axe vol	Hauteur vol	Commentaires	Heure précise
16–26						
27	**Protocole classique**					
28	Espèce	Effectif (unitaire ou cumul)	Axe de vol	Commentaires		Heure précise ou plage horaire
29–35						

Les encarts « Générale » et « Conditions météorologiques » sont à compléter (ou la proposition correcte à entourer), et ceux toutes les heures, sauf si aucun changement n'est opéré. Si les observations sont le fruit du travail de plusieurs observateurs, il faut préciser le statut (e.g. salarié ou bénévole) et le matériel optique utilisé. La section « Remarques » permet de consigner des informations diverses notamment en cas de perturbations durant le protocole ou pour y consigner des observations d'espèces résidentes.

Plus largement, l'observateur peut y noter les informations qu'il considère d'intérêt autant sur le point des observations que des conditions du suivi.

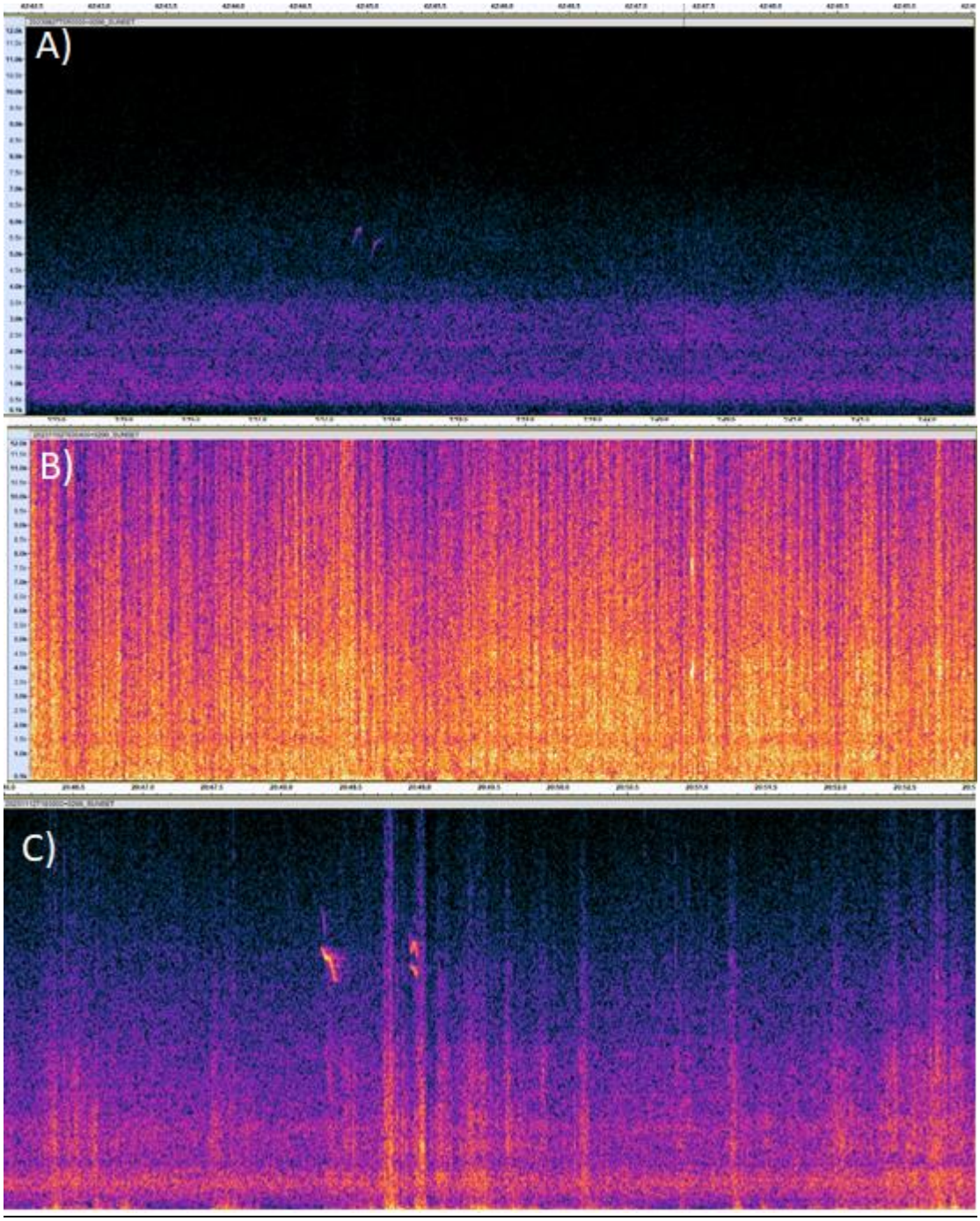
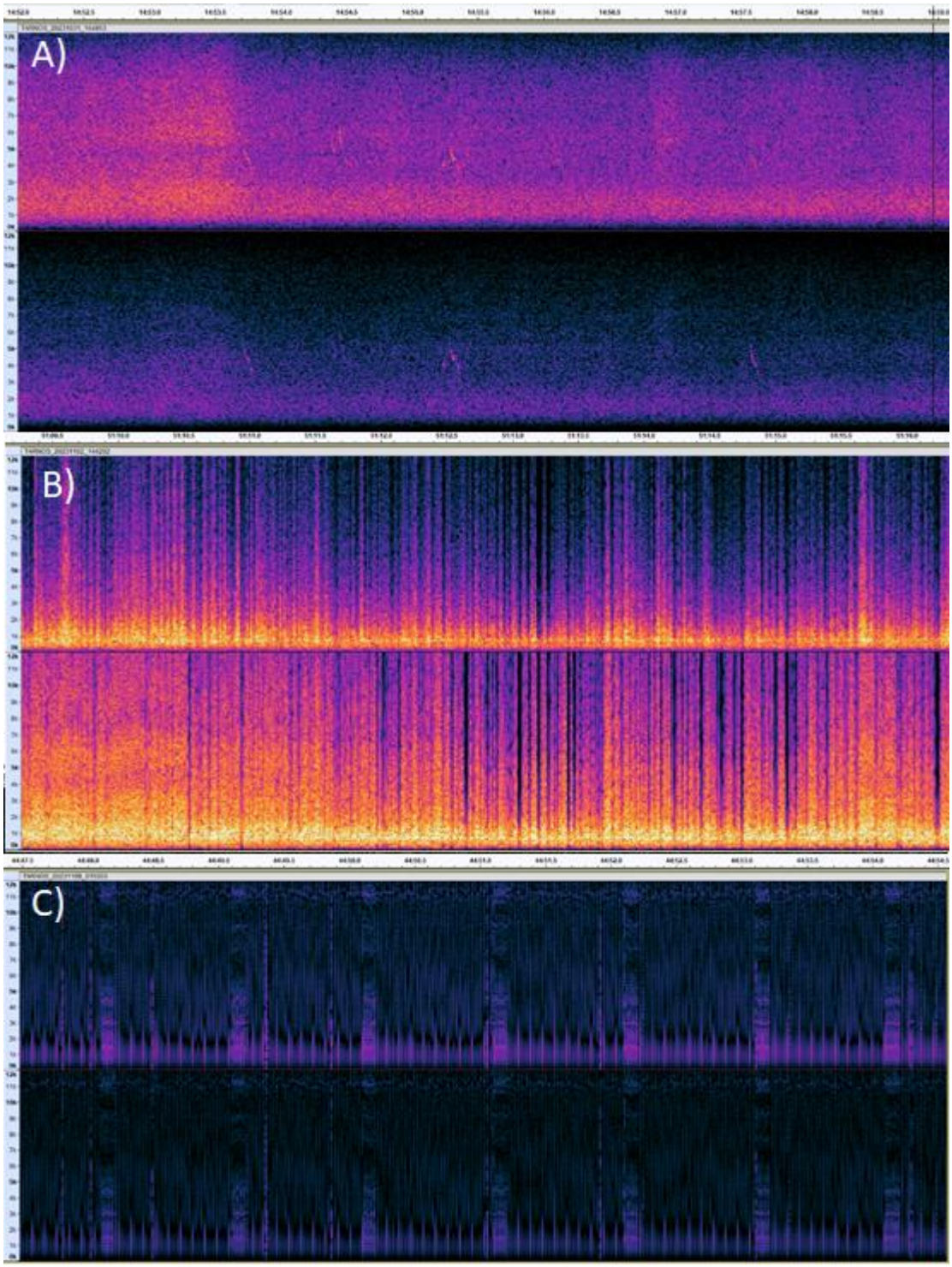
Pour l'encart « Protocole complémentaire » une ligne correspond à une observation. Pour l'encart « Protocole classique », une ligne correspond à une observation OU au cumul des effectifs sur la plage horaire précisée. Il n'y a pas de liste d'espèce circonscrite, mais il est préconisé d'être les plus exhaustif possible. Dans le cas d'observations dites non complètes, merci d'apporter ces éléments dans la partie « remarques générales ». Si une méthode de comptage spécifique (non-exhaustive) est employée, il faut le préciser dans la section remarque ou la colonne commentaire. Si besoin, la colonne « axe de vol » ne peut être complétée que si la direction de vol n'est pas celle attendue (e.g. rétromigration). L'estimation de la hauteur de vol reste très subjective. Dans une première approche, il est recommandé d'estimer cette valeur le plus précisément possible à partir du point au sol (ou en mer) à la verticale de l'oiseau. Cette évaluation pourra évoluer en classe si besoin en fonction des retours d'expérience des observateurs. La colonne « commentaires » permet de rajouter en options des informations comme le sexe ou l'âge des individus.

La saisie des informations

Les données peuvent être saisies sur des bordereaux papiers de terrain ou directement sur des applications type Trektellen ou Migraction, en fonction des habitudes des partenaires. Dans le cas d'une utilisation de ces plateformes, il faut que les responsables de site s'assurent de pouvoir consigner correctement les variables incluses dans le fichier « bordereau_visuel_migratlane » et de pouvoir extraire les données brutes qui seront ensuite retranscrites dans des fichiers pour la phase d'analyse. Il sera important de préciser si les observations sont notées sur ces applications en temps réel ou à postériori du suivi. Pour la transmission des données, des informations seront données ultérieurement.

Annexe 3 : Sonogrammes (représentation graphique du son en fonction du temps et de la fréquence) enregistrés par les capteurs oiseaux A) avant, B) pendant et C) après la tempête Ciaran sur deux sites : 1) l'île d'Yeu et 2) la digue de Tarnos. Des oiseaux sont détectables avant et après la tempête sur les enregistrements de l'île d'Yeu. Cependant, sur la digue de Tarnos, les enregistrements après la tempête sont complètement détériorés et dénotent l'altération des micros.

1) Ile D'Yeu, Solar BAR (mono)



2) Digue de Tarnos, SM4-BIRD (stéréo)