



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

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

Protocole relatif au compartiment
« Chiroptères »



Juin 2023

REVISIONS

Version	Date	Description	Auteurs	Relecteurs
1.0	05/06/2023	Première édition	S. MARMIN	Y. PATRY
2.0	25/08/2023	Modification de la stratégie d'échantillonnage intégrant les commentaires formulés par le CS	Y. PATRY	P. BORNENS

COORDONNEES

Siège social	Directeur de projet	Responsable d'affaire
setec énergie environnement Immeuble Central Seine 42 - 52 quai de la Rapée - CS 71230 75583 Paris cedex 12 Tél +33 1 82 51 55 55 Fax +33 1 82 51 55 56 environnement@setec.fr www.setec.fr	Philippe BORNENS 358 ZA La Grande Halte 29940 La Forêt-Fouesnant Tél. +33 (0)2 98 51 44 79 Mob. +33 (0)6 07 97 09 14 philippe.bornens@setec.com	Stella MARMIN 358 ZA La Grande Halte 29940 La Forêt-Fouesnant Tél. +33 (0)2 98 51 47 73 Mob. +33 (0)7 89 82 83 25 stella.marmin@setec.com

Sauf mention contraire, la source des figures/photos/tableaux du rapport est setec énergie environnement.

1. Préambule et objectifs	4
1.1 Principe	4
1.2 Périodes et fréquences d'acquisition	5
1.3 Plans d'échantillonnage	6
2. Moyens nautiques	8
3. Moyens matériels	9
4. Analyse et Interprétation des données	11
5. Références.....	12

Liste des figures

Figure 1 : Localisation des points d'écoute fixe (1h30 minimum) et des transects réalisés en mer.	6
Figure 2 : Plan d'échantillonnage appliqué dans le cadre du suivi des habitats benthiques substrats meubles. Ce volume (111 stations) nécessitera l'intervention d'une équipe sur une durée de plusieurs jours (~ 6 jours). Les nuits permettront de déployer les systèmes d'écoute des chiroptères et compléteront ainsi l'effort de détection au printemps et en fin d'été.	7
Figure 3 : Exemple de graphique montrant l'activité horaire des espèces sur une période donnée (source : Echochiro).....	11
Figure 4 : Exemple de carte montrant l'évolution au cours de la nuit du nombre de contacts par espèce (source : Echochiro)...	12

Liste des tableaux

Tableau 1 : Paramétrage des SM4Bat (Echochiro, 2022)	9
--	---

1. PREAMBULE ET OBJECTIFS

Bien que les chauves-souris soient des espèces terrestres et ne peuvent pas être considérées comme strictement dépendantes du milieu marin, les études menées jusqu'alors sur ce compartiment montrent qu'elles peuvent fréquenter l'espace maritime. Les mentions de chiroptères en mer se font de plus en plus nombreuses à mesure que les observateurs s'intéressent à leur présence au large. Il ressort de la littérature que les migrations longues distances et dans une moindre mesure les déplacements saisonniers plus régionaux, voire de recherche alimentaire dans certaines configurations insulaires, peuvent conduire les chauves-souris à se déplacer en suivant les côtes ou à traverser de large espace marin.

Dans le cadre de ce projet, compte tenu de l'éloignement à la côte de la zone retenue pour la procédure de mise en concurrence du parc éolien (~ 40 km), l'enjeu principal identifié apparaît avant tout orienté vers les espèces migratrices et de haut vol. Plusieurs espèces de chauves-souris entreprennent des migrations saisonnières entre leurs gîtes d'été et leurs zones d'hivernage, comme la pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*), la noctule commune (*Nyctalus noctula*), la Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*), ou encore la Sérotine bicolore (*Vespertilio murinus*), lesquelles sont connues pour migrer sur de longues distances, jusqu'à 2000 km (Arthur & Lemaire 2015 ; Krapp & Niethammer 2011). L'objectif de ce protocole sera en ce sens de déployer des moyens adaptés au contexte marin pour vérifier l'utilisation de la zone d'étude par ces espèces (transit, migration, etc.).

La plupart des recherches sur les schémas spatio-temporels des chauves-souris en mer sont basées sur des détections acoustiques (enregistrant les appels d'écholocation des chauves-souris) réalisées à une faible altitude au-dessus du niveau de la mer, via par exemple l'équipement de bouées ou de navires d'opportunité. Or, il est vraisemblable que les espèces migratrices puissent être manquées par ces dispositifs parce qu'elles volent probablement à des altitudes largement supérieures, lesquelles sont envisagées à plus de 100m (Hüppop & Hill, 2016 ; Lagerveld et al. 2017 ; Brabant et al. 2018). L'activité des chauves-souris en mer à la hauteur du rotor des turbines reste donc inconnue et mal documentée.

La définition de ce protocole, spécifique au compartiment « Chiroptère en mer », a ainsi plusieurs objectifs. Les données collectées devront permettre tout d'abord de décrire la fréquentation du site d'étude (*i.e.* zone AO7) et son importance en tant que zone migratoire dans la région. Ces données devront ensuite permettre de préciser la composition des espèces présentes en mer ainsi que le schéma spatio-temporel d'occurrence de celles-ci. L'application de ce protocole visera également à intégrer la notion de hauteur de vol, en se donnant les moyens de détecter la présence d'espèces au niveau de la surface mais aussi en altitude, en déployant des systèmes de détection à une centaine de mètres au-dessus du niveau de la mer.

Les données biologiques qui seront collectées devront permettre de déterminer l'état initial de l'environnement et alimenteront l'étude d'impact qui sera produite par le futur lauréat de la procédure de mise en concurrence. Il s'agit également de permettre une valorisation de cet état initial dans l'état de référence. Ainsi la stratégie d'échantillonnage envisagée intègre dès à présent des stations témoins, positionnées à l'extérieur de la zone d'étude immédiate et en dehors de la zone d'influence présumée du projet. A noter que ce protocole se concentre exclusivement sur la partie marine, la présence et la fréquentation de la frange côtière étant parallèlement étudiée dans le cadre du programme de recherche appliquée MIGRATLANE, lancé fin d'année 2022.

1.1 PRINCIPE

Cette étude est réalisée sur le modèle de l'étude des cris nocturnes des oiseaux migrateurs et comprend l'enregistrement acoustique des cris d'écholocation produits par les chauves-souris. Sur la base des caractéristiques de ces cris, la plupart des espèces ou groupes d'espèces peuvent être identifiés. Ces séquences d'enregistrements peuvent également renseigner sur leur activité relative.

Les campagnes en mer envisagées pour cette étude seront toutes mutualisées avec d'autres campagnes d'échantillonnage (e.g. suivi des communautés planctoniques, des habitats rocheux et des habitats meubles) au cours desquels le navire suivra un parcours préétabli entre des stations d'écoute fixes.

Bien que les suivis proposés concernent toutes les espèces de chiroptères, ce protocole est construit pour renseigner tout particulièrement les espèces migratrices dites de haut vol, susceptibles de fréquenter les zones littorales et les eaux côtières (Arthur & Lemaire, 2020). Ces espèces passeront probablement à des altitudes hors de portée des détecteurs d'ultrasons qui seront positionnés sur le pont du navire. Ainsi, pour capter ces signaux en altitude, un ballon à hélium (type aerostat) avec dispositif d'enregistrement automatique des ultrasons (SM4BAT) sera déployé à une altitude comprise entre 100 et 120 m. L'effort de surveillance (*i.e.* la fréquence des enregistrements) sera intensifié sur les périodes les plus propices : le printemps (avril/mai) et la fin d'été (août/septembre). L'acquisition de données sera également recherchée entre ces périodes particulières, tout au long du cycle biologique des chiroptères (mars à novembre), de façon à documenter et renseigner leur présence potentielle à d'autres périodes de l'année.

En excluant les mois d'hiver (décembre, janvier et février) de notre protocole de suivi, nous cherchons avant tout à optimiser les coûts induits par ces campagnes en mer et permettre une collecte d'informations maximales aux périodes les plus propices. En effet, pendant les mois d'hiver, les tempêtes sont plus fréquentes et il est admis que les chiroptères sont sensibles aux conditions météorologiques, particulièrement aux vitesses de vent. De plus ces trois mois correspondent à une période d'hibernation, pendant laquelle l'activité de ces animaux sera nécessairement très limitée.

1.2 PERIODES ET FREQUENCES D'ACQUISITION

Le suivi sera opéré pendant 2 années, sur une période allant du mois de mars au mois de novembre, comprenant ainsi les grandes phases d'activité des espèces :

- les transits printaniers, migrations postnuptiales des espèces (avril, mai) ;
- la période de mise bas et d'élevage des jeunes en été (juin, juillet, août) ;
- les trajets retours des grandes migratrices (Noctules, Pipistrelle de Nathusius ; mi-août, mi-octobre) et des flux locaux pour rejoindre des gîtes de transition, d'accouplements et progressivement ceux d'hibernation.

Les suivis seront effectués depuis un navire, à une fréquence d'une à deux nuits d'enregistrement par mois. Ces campagnes seront mutualisées avec le suivi des communautés planctoniques et/ou celui de la mégafaune marine. Lors des périodes propices à l'observation des migrants (avril/mai et août/septembre), une mutualisation avec d'autres campagnes en mer sera également recherchée (e.g. suivi des espèces et des habitats benthiques), lesquelles permettront d'augmenter l'effort d'acquisition de données sur la zone d'étude à ces périodes d'intérêt.

La tableau suivant synthétise l'effort et la fréquence des enregistrements envisagées au cours des deux années d'étude.

Tableau 1 : Calendrier des campagnes en mer envisagées au cours d'un cycle annuel. Les chiffres du tableau correspondent au nombre de campagnes avec entre parenthèse le nombre de nuits d'enregistrement induites par ces missions.

Campagnes en mer mutualisées avec le :	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Suivi des communautés planctoniques ou mégafaune			1 (2)	1 (2)	1 (2)	1 (2)	1 (2)	1 (2)	1 (2)	1 (2)	1 (2)	
Suivi des habitats benthiques - substrats meubles			1 (4)							1 (4)		
TOTAL			2 (6)	1 (2)	1 (2)	1 (2)	1 (2)	1 (2)	1 (2)	2 (6)	1 (2)	

$\Sigma = 11 (26)$

1.3 PLANS D'ÉCHANTILLONNAGE

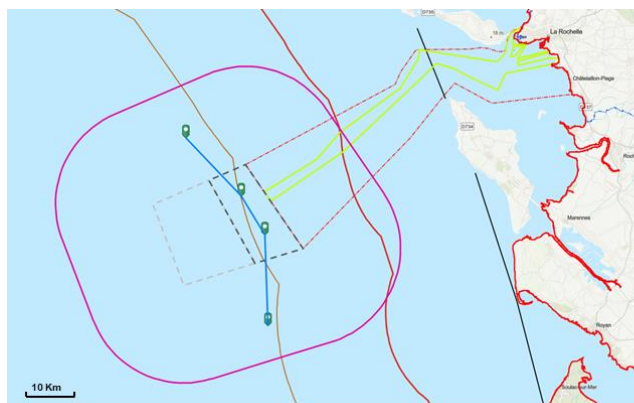
Deux cas de figures sont envisagés selon le type de campagne en mer avec laquelle le suivi chiroptère sera mutualisé :

- i) Dans le cas le plus fréquent (1 fois par mois), l'acquisition de données Chiroptères aura lieu simultanément aux campagnes dédiées au suivi des communautés planctoniques. Lors de cette campagne, l'échantillonnage en condition nocturne de 8 stations fixes est programmé. Sur chacun de ces points, le bateau devra s'immobiliser grâce au système de positionnement dynamique du navire et rester en position fixe pendant une durée d'environ une heure trente. Ce laps de temps sera alors mis à profit pour réaliser des enregistrements chiroptères en altitude (cible à 100m) grâce à l'utilisation d'un ballon-sonde permettant l'export du matériel d'enregistrement.

Les risques d'entremêlement du câble du ballon avec les parties aériennes du navire (antennes, radar, etc.) nécessiteront que celui-ci soit systématiquement ramené sur le pont du navire lors des transits entre deux points de mesure.

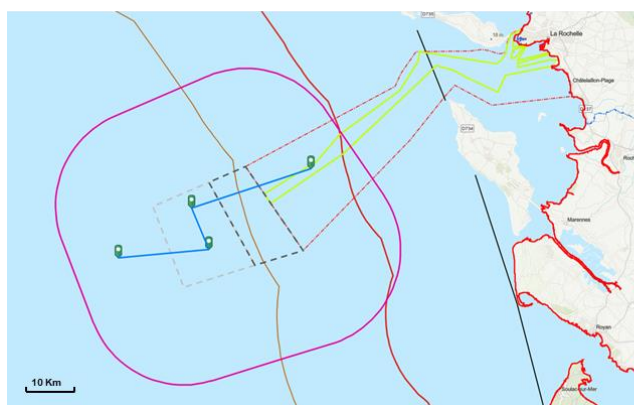
Parallèlement aux moyens d'enregistrement qui seront installés sur le ballon, un second système sera lui positionné sur le mât du navire (altitude cible à 7 m). Cet enregistreur sera programmé pour fonctionner en continu (enregistrement sur point fixe et transect).

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



NUIT 1 :

4 stations d'écoute : ~ 6h d'enregistrement à 100m
Enregistrement continu à basse altitude
45 km de transect parcourus



NUIT 2 :

4 stations d'écoute : ~ 6h d'enregistrement à 100m
Enregistrement continu à basse altitude
54 km de transect parcourus

Figure 1 : Localisation des points d'écoute fixe et des transects réalisés en mer.

- ii) Le second cas de figure concerne la possibilité qui est offerte d'augmenter l'effort d'échantillonnage sur la zone d'étude via la mutualisation possible avec les campagnes de suivi des habitats de substrats meubles. Ces campagnes sont programmées deux fois par an, aux périodes propices à la rencontre

des migrateurs : au mois d'avril et de septembre/octobre. Chaque station de prélèvement « benthos » nécessitera également l'immobilisation du navire en positionnement dynamique sur une durée d'environ 45 minutes à 1 heure. Ces campagnes se réaliseront sur une durée de quelques jours (5 à 10) pendant lesquels les opérations d'échantillonnage seront ininterrompues (24/24).

Chaque nuit, l'effort d'acquisition de données pourra ainsi être reproduit à l'image des séquences envisagées lors des campagnes des suivis des communautés planctoniques (ballon + mat du navire).

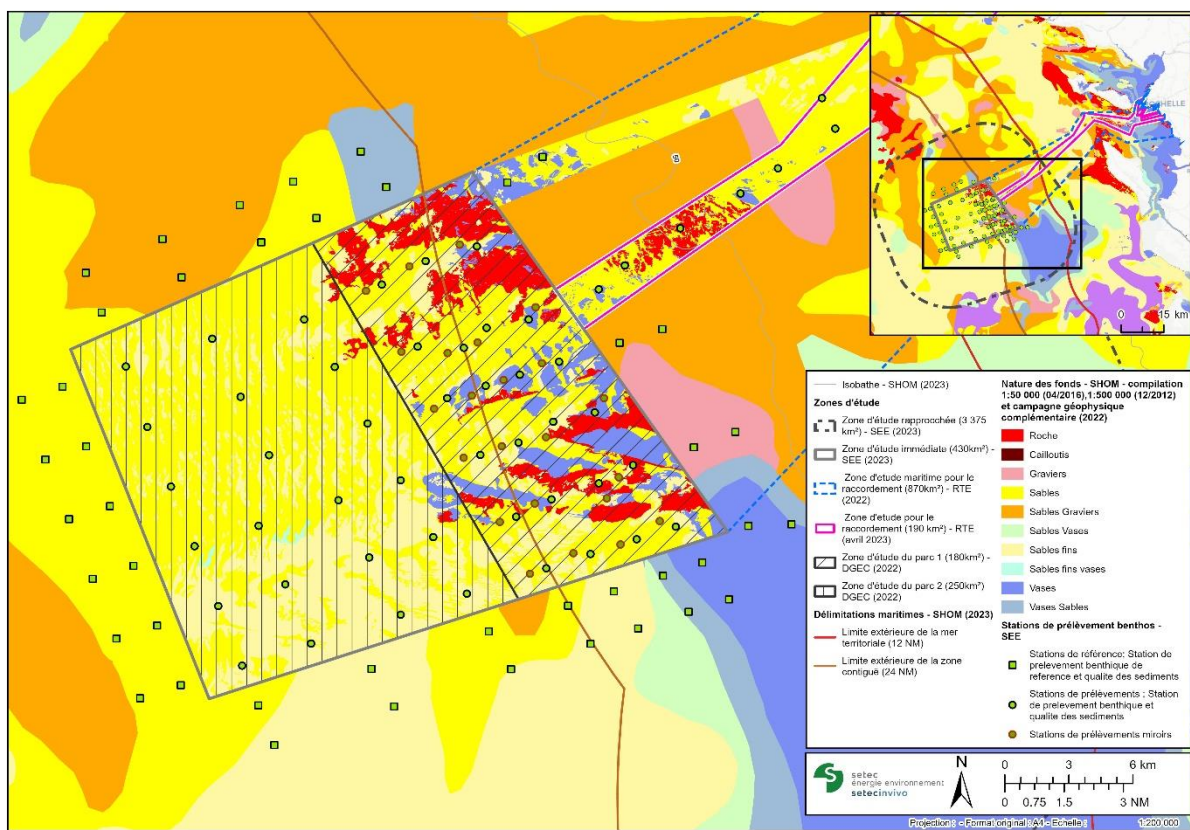


Figure 2 : Plan d'échantillonnage appliqué dans le cadre du suivi des habitats benthiques substrats meubles. Ce volume (111 stations) nécessitera l'intervention d'une équipe sur une durée de plusieurs jours (~ 6 jours). Les nuits permettront de déployer les systèmes d'écoute des chiroptères et compléteront ainsi l'effort de détection au printemps et en fin d'été.

2. MOYENS NAUTIQUES

Pour les suivis effectués en mer depuis un navire, c'est le navire Minibex de la société SAAS (Ship As A Service) Offshore SAS qui sera utilisé. Ce navire hauturier armé en 1^{ère} catégorie présente l'équipement nécessaire en termes de navigation, de sécurité et d'équipements techniques pour la réalisation de la mission.



Photo 1 : Le « Minibex » de la société SAAS

Principales caractéristiques techniques :

Longueur : 30 mètres

Largeur : 7 mètres.

Construction : aluminium.

Poids 125 Tonnes.

Echouable sur trois quilles.

Faible tirant d'eau : 2,50 mètres.

Propulsion : deux moteurs diesels 400 CV.

Dispositif "PUMPJET" permettant une géolocalisation et le maintien d'une positionnement fixe

3. MOYENS MATERIELS

Deux enregistreurs automatiques SM4BAT seront utilisés dans le cadre de cette étude. Ils seront munis de microphones SMM-U2. Ce dernier permet des enregistrements plus propres grâce à une sensibilité accrue, et ceci même à de grandes distances. Leur conception se veut résistante aux intempéries, et le support de montage intégré permet une large gamme d'options de montage.

Ainsi, ces équipements répondent aux objectifs et garantit une collecte de données acoustiques d'excellente qualité.

L'alimentation des deux appareils sera interne (Pile Alcaline 1,5V LR20) et tout à fait adaptée à la durée des campagnes en mer.



SM4Bat muni d'un microphone SMM-U2

L'enregistrement des données se fera en format .WAV sur des cartes SD. Pour couvrir les besoins de mémoire, 1 carte SDXC de 512 Gb sera utilisée offrant ainsi un espace de stockage suffisant au regard de la durée de chaque campagne.

Les systèmes d'enregistrement autonome (SM4Bat) seront réglés dans l'objectif d'assurer une homogénéité avec les enregistrements parallèlement réalisés dans le cadre du programme Migratlane notamment. Ainsi, les paramétrages des appareils seront conformes aux préconisations formulées dans le manuel SM4, mais aussi et surtout au protocole Vigie Chiro (https://docs.google.com/presentation/d/1Wxk-XVmiGazUPIkSQtmqAKaU2hzlX-V3OhsJIHEORIM/edit#slide=id.g5679240728_0_41).

Tableau 2 : Paramétrage des SM4Bat (Echochiros, 2022)

Paramètres	Réglages
SM4BAT n°	1
Start	1h avant le coucher du soleil
Stop	1h après le lever du soleil
Gain	12
Filtre	Off
Sample rate	256 kHz
Min Duration	1 ms
Max Duration	Aucune
Min Trig Freq	5 kHz
Trig Level	12 dB
Trig Win	2 s
Max Length	30 s
Compression	Aucune

Le premier appareil sera installé en début de mission sur le pont supérieur du navire à une hauteur comprise entre 7 et 10m au-dessus du niveau de la mer. Il sera couplé à un enregistrement GPS permettant a posteriori de repositionner dans l'espace les détections qui seront faites.

Le second appareil sera lui installé sur une nacelle pour être déployée en altitude grâce à l'utilisation d'un ballon-sonde. Le micro sera lui déporté vers le sommet du ballon pour maximiser les taux de détection.

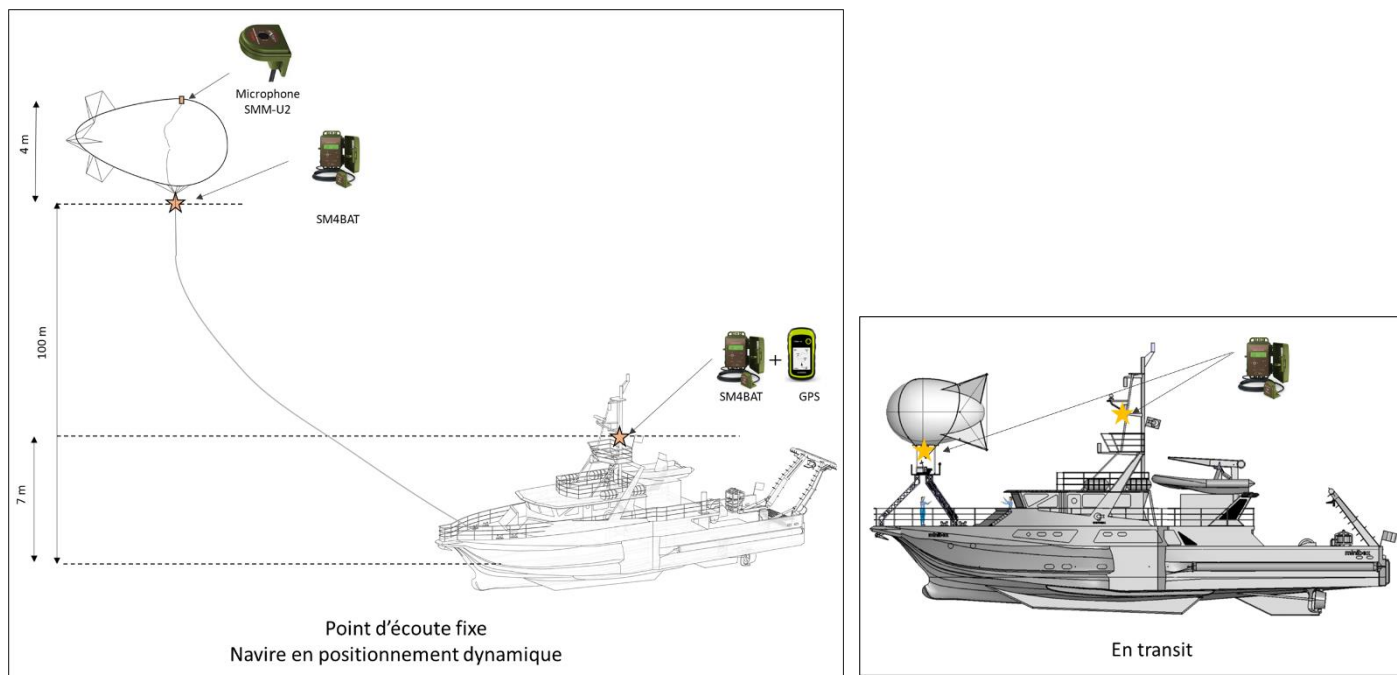


Figure 3 : Schéma présentant le positionnement des deux enregistreurs SM4BAT sur le MINIBEX suivant que le navire sera en transit (à gauche) ou en positionnement dynamique (à droite).

Le ballon-sonde sera déployé depuis le deck avant du navire. De type zeppelin, il disposera d'une membrane couplée à des empennages pour assurer sa stabilisation en vol. Le ballon offrira ainsi une bonne stabilité au vent jusqu'à 50 km/h. D'une contenance de 30 mètres cubes, ce matériel permettra d'embarquer jusqu'à 2 kg de charge utile. Il sera rattaché au navire par un câble de 150 mètres et un treuil électrique facilitera toutes les opérations.

4. ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES DONNÉES

Les fichiers sont stockés dans les cartes mémoires disposées dans les détecteurs jusqu'à leur déchargement et leur dépouillement de retour au bureau. Les enregistrements seront ensuite analysés pour déterminer chaque espèce à l'aide d'un logiciel d'analyses ultrasonores (Kaleidoscope Pro, SonoChiro et/ou Batsound). Tous les enregistrements identifiés par le logiciel (y compris ceux identifiés comme du bruit de fond et d'autres espèces volantes) seront vérifiés systématiquement avec un contrôle manuel.

Ensuite, les enregistrements au format WAV seront décomposés en tronçons de 5 secondes grâce au logiciel Kaleidoscope® (Wildlife Acoustics). Ils seront ensuite analysés par ordinateur grâce au logiciel Kaleidoscope Pro® qui utilise un algorithme permettant de trier et d'identifier automatiquement les contacts enregistrés. Il se base sur le principe qu'un contact équivaut à 5 secondes de séquence d'une espèce. Une fois triés dans une base de données, les contacts seront vérifiés manuellement grâce au logiciel Batsound® (Pettersson Elektronik). Cette vérification se fait de manière systématique sur tous les contacts enregistrés, y compris ceux identifiés comme du bruit de fond ou d'autres espèces volantes.

Pour reconnaître les différents taxons, on utilisera la méthode d'identification acoustique de Michel Barataud (1996, 2014, 2020) et celle du Muséum d'Histoire Naturelle dans le cadre du Suivi temporel des chauves-souris communes (Vigie Chiro).

L'analyse des ultrasons permettra non seulement d'identifier les espèces mais également le comportement des individus. Ainsi, l'utilisation du site par les chiroptères pourra être renseignée selon les sons émis, permettant de différencier les cris de chasse, les cris sociaux et les cris de transit. Ces résultats seront ensuite analysés en prenant en compte la biologie de chaque espèce selon la bibliographie, afin d'obtenir l'expertise la plus fine possible. Les données acoustiques seront également couplées avec les données météorologiques sur place afin de déterminer à quelle heure, quelle vitesse de vent, quelle température et quel niveau de précipitations les chauves-souris sont actives.

Les résultats bruts de l'activité des chauves-souris par cumul des cris (triés et vérifiés) seront ensuite pondérés selon les coefficients multiplicateurs référencés dans « le Guide de l'écologie acoustique des chiroptères d'Europe » de Michel Barataud (édition Parthénope, 2020, 4ème édition) et ce, dans un environnement de vol ouvert.

Les données produites dans le cadre de ces écoutes acoustiques seront synthétisées et présentées de manière visuelle (tableaux, graphiques, cartographies, etc.).

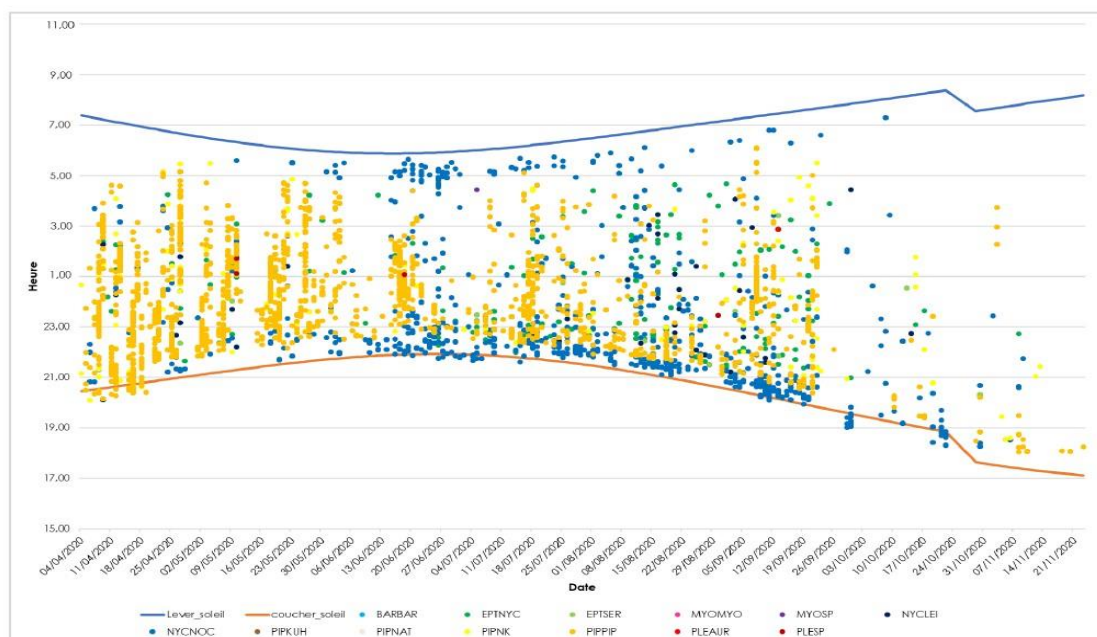


Figure 4 : Exemple de graphique montrant l'activité horaire des espèces sur une période donnée (source : Echochiro)

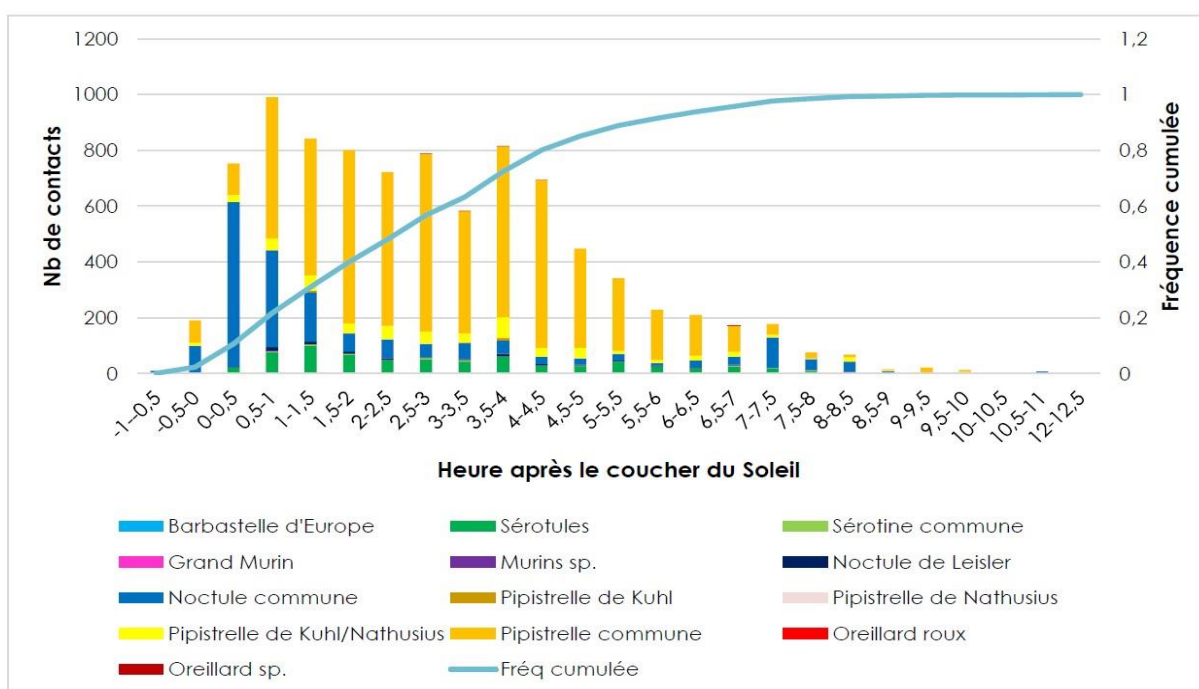


Figure 5 : Exemple de carte montrant l'évolution au cours de la nuit du nombre de contacts par espèce (source : *Echochiros*)

5. REFERENCES

- AHLEN I., BACH L., BAAGØE H. J., PETTERSSON J. (2007). Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia. Swedish Environmental Protection Agency, 2007. 36 p.
- AILES MARINES SAS (2015). Etudes menées sur les chauves-souris dans le cadre du projet éolien en mer de la baie de Saint Brieuc. 162p.
- ARTHUR L. & LEMAIRE M. (2021). Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse – 3^e édition. Biotope Editions. 592 p.
- BARATAUD M. (2020). Écologie acoustique des Chiroptères d'Europe. Identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse. Quatrième édition. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris ; Biotope, Mèze, 360 p. (Inventaires & biodiversité ; 17).
- RODRIGUES, L., L. BACH, M.-J. DUBOURG-SAVAGE, B. KARAPANDZA, D. KOVAC̃, T. KERVYN, J. DEKKER, A. KEPEL, P. BACH, J. COLLINS, C. HARBUSCH, K. PARK, B. MICEVSKI, J. MINDERMAN (2015). Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2014. EUROBATS Publication Series N° 6 (version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133 p.
- GAULTIER S.P., MARX G., & ROUX D. (2019). Éoliennes et biodiversité : synthèse des connaissances sur les impacts et les moyens de les atténuer. Office national de la chasse et de la faune sauvage/LPO. 120 p.
- GROUPE MAMMALOGIQUE BRETON (2016) Note du Groupe Mammalogique Breton quant à l'incompatibilité du projet de parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc avec la préservation des chiroptères. 6p. www.gmb.bzh

- HÜPPOP, O., HILL, R. (2016). Migration Phenology and Behaviour of Bats at a Research Platform in the South-Eastern North Sea. *Lutra*, 59(1-2), 5-22.
- LAGERVELD S., NOORT C. A., MEESTERS L., BACH L., BACH P., & GEELHOED S. (2020). Assessing fatality risk of bats at offshore wind turbines. (Wageningen Marine Research rapport; No. C025/20). Wageningen Marine Research.
- LAURENT Y., JONGE POERINK B., GOVAERE A., BRABANT R. (2016). Première recherche de chauves-souris par enregistrement d'ultrasons en Mer du Nord. Présentation PP, 4p.
- OUVRARD E. & FORTIN M. (2014) Diagnostic chauves-souris. Projet de parc éolien de Saint Nazaire. Bretagne Vivante, SEPNEB, LPO Loire-Atlantique, LPO Vendée. 113 pages.
- WILDLIFE ACOUSTICS (2019) Song Meter SM4BAT FS User Guide. 67p.