



# EOLIENNES OFFSHORE DU CALVADOS

**Bilan environnemental**  
**2023**

Août 2024



## TABLE DES MATIERES

<b>1</b>	<b>DEFINITIONS ET ABREVIATIONS .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>PREAMBULE.....</b>	<b>6</b>
2.1	SITUATION DU PROJET DU PARC EOLIEN EN MER DU CALVADOS.....	6
2.2	ACTIVITES DE CONSTRUCTION REALISEES EN 2023 .....	7
2.3	CONTACTS DE REFERENCE.....	7
<b>3</b>	<b>CONTEXTE .....</b>	<b>9</b>
3.1	COMITES .....	11
3.1.1	<i>Comité de suivi N°6</i> .....	12
3.1.2	<i>Comité de suivi N°7</i> .....	12
<b>4</b>	<b>MANAGEMENT ENVIRONNEMENTAL.....</b>	<b>13</b>
4.1	LE CHEF DE PROJET ENVIRONNEMENT .....	13
4.2	LE RESPONSABLE HSE .....	13
4.3	ENVIRONMENTAL MANAGEMENT PLAN (EMP).....	13
<b>5</b>	<b>SUIVI DES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT .....</b>	<b>14</b>
5.1	SUIVI INSTANTANE DE L'EFFICACITE DES MESURES DE REDUCTION DES IMPACTS DU BRUIT SUR LES MAMMIFERES MARINS (EFFAROUCHEMENT ET SOFT START)– MSU2A.....	21
5.1.1	<i>Objectif</i> .....	21
5.2	SUIVI DU BRUIT AMBIANT SOUS-MARIN ET ACOUSTIQUE PASSIF DES MAMMIFERES MARINS – MSU2B..	25
5.2.1	<i>Objectif</i> .....	25
5.2.2	<i>Observations et conclusion</i> .....	25
5.2.3	<i>Proposition d'évolution des mesures</i> .....	29
5.3	SUIVI AERIEN DE LA MEGAFaUNE MARINE – MSU9 .....	30
5.3.1	<i>Objectif</i> .....	30
5.3.2	<i>Echantillonnage</i> .....	30
5.3.3	<i>Observations et conclusion</i> .....	31

## TABLE DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1 – Localisation du parc éolien en mer du calvados et son raccordement électrique sous-marin .....	6
Figure 2 – Calendrier état de référence .....	18
Figure 3 – Calendrier des suivis phase construction .....	19
Figure 4 – Implantation des six bouées du système de surveillance acoustique MSu2a .....	22
Figure 5 – Matrice décisionnelle « go-no go » pour la surveillance et la réduction des impacts sur les mammifères marins lors du battage des pieux de la sous-station électrique .....	23
Tableau 1 – Fiche descriptive du PARC EOLIEN EN MER DU CALVADOS .....	6
Tableau 2 – Mesures de suivi du parc éolien en mer du calvados .....	9
Tableau 3 – Mesures d'évitement, de réduction et de compensation du parc éolien en mer du calvados.....	10
Tableau 4 – MESURES D'ACCOMPAGNEMENT DU PARC EOLIEN EN MER DU CALVADOS .....	11
Tableau 5 - Campagnes réalisées sur l'année 2023.....	14
Tableau 6 – Statut des suivis de l'état de référence .....	16
Tableau 7 – Statut des suivis de la phase construction .....	17
Tableau 8 : Seuils SEL pour les mammifères marins d'après la NAO.....	24
Tableau 9 : Campagnes MSu2b réalisées en 2022 .....	25
Tableau 10 : Fréquences basses et hautes des plages auditives espèces considérées dans la présente étude.....	28
Tableau 11 : Seuils utilisés pour identifier les risques d'impact des travaux produisant des sons continus tels que le forage (NOAA, 2018 ; Southall et al. 2019).....	29
Tableau 12 Seuils utilisés pour identifier les risques d'impact des travaux produisant des sons impulsionnels tels que le battage de pieux (NOAA, 2018; Southall et al., 2019).....	29

## 1 Définitions et abréviations

Abréviations	Définitions
BACI	Before After Control Impact
CSLN	Cellule de Suivi du Littoral Normand
CSPS	Coordinateur Sécurité Protection Santé
DPM	Domaine Public Maritime
EOC	Eoliennes Offshore du Calvados
EMP	Environmental Management Plan
ERC	Eviter, Réduire, Compenser
GONm	Groupe Ornithologique Normand
GT	Groupe de Travail
HSE	Hygiène Sécurité Environnement
LSE	Loi Sur l'Eau
MAc	Mesure d'accompagnement
MC	Mesure de compensation
MES	Matières En Suspension
MSu	Mesure de suivi environnemental
MR	Mesure de réduction d'impact
MPCP	Marine Pollution Contingency Plan
NTU	Nephelometric Turbidity Unit
PIM	Plan d'Intervention Maritime
PME	Plan de Maîtrise de l'Environnement
PEP	Project Execution Plan
ROV	Remote Operated Vehicle

## 2 Préambule

### 2.1 Situation du projet du parc éolien en mer du Calvados

L'appel d'offres n°2011/S126-208873 du 11 juillet 2011 a attribué à la société Eoliennes Offshore du Calvados (EOC) le site au large de Courseulles sur Mer pour le développement et l'exploitation d'un parc éolien en mer d'une puissance de 450 Mégawatts. EOC a été autorisé par arrêté du 8 juin 2016, délivré au titre de l'article L. 214-3 du code de l'environnement, à l'aménagement et l'exploitation d'un parc éolien en mer au large de Courseulles. Le raccordement électrique du parc à la terre est sous la maîtrise d'ouvrage de RTE (Réseau de Transport d'Electricité).

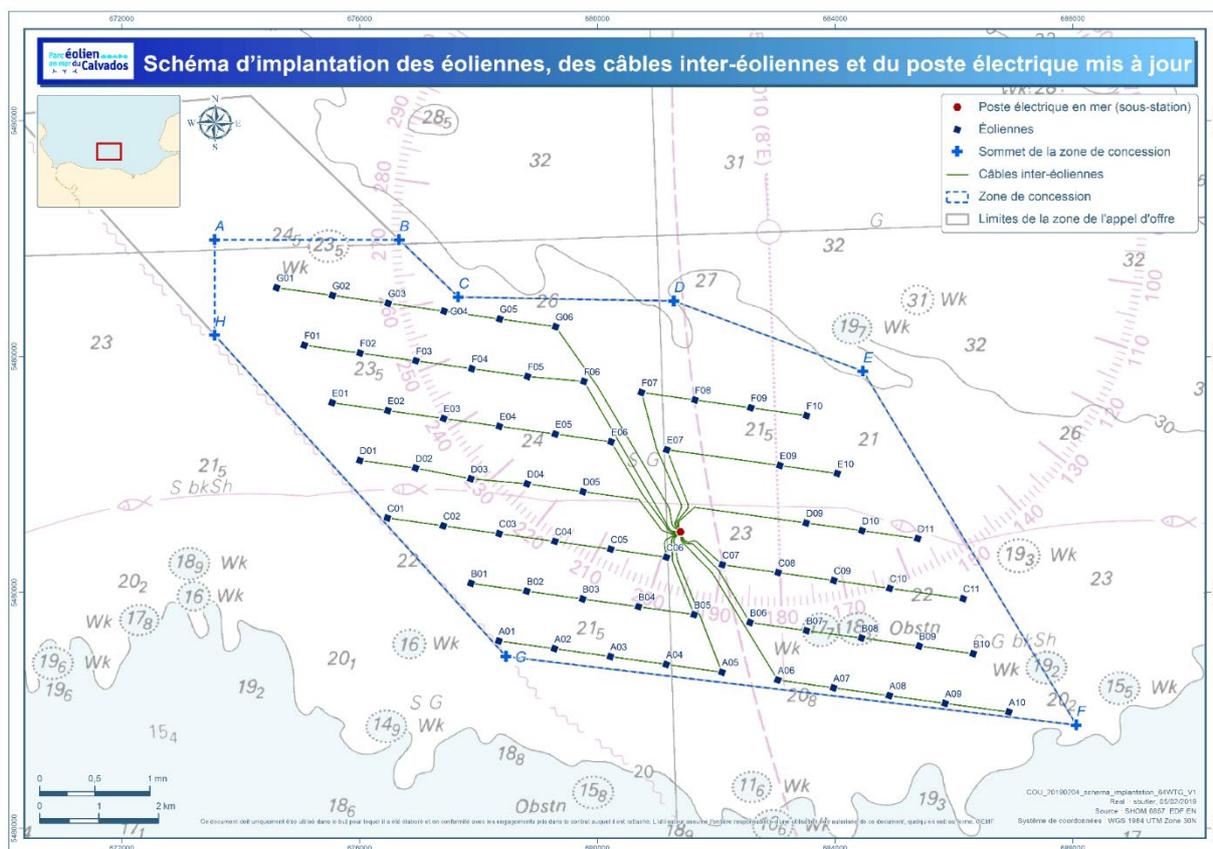


FIGURE 1 – LOCALISATION DU PARC EOLIEN EN MER DU CALVADOS ET SON RACCORDEMENT ELECTRIQUE SOUS-MARIN

TABLEAU 1 – FICHE DESCRIPTIVE DU PARC EOLIEN EN MER DU CALVADOS

Capacité	448 MW
Nombre et type d'éoliennes	64 éoliennes Siemens-Gamesa de 7 MW
Type de fondations	Monopieux
Distance à la côte	> 10 km de Courseulles-sur-Mer
Superficie	45.3 km <sup>2</sup>

EOC a déposé, en avril 2023, un dossier de demande de dérogation à la protection stricte des espèces (dérogation « espèces protégées ») sur le fondement de l'article L. 411-2 du code de l'environnement. Cette demande porte sur 28 espèces de mammifères marins, chauves-souris et oiseaux en phases chantier et exploitation.

Dans le cadre de l'instruction de cette demande, le préfet a saisi pour avis le Conseil national de protection de la nature (CNPN) qui a rendu un avis défavorable le 8 août 2023.

Le CNPN ayant rendu un avis défavorable, le préfet a ensuite saisi pour avis conforme le ministre chargé de la protection de la nature ainsi que le ministre chargé des pêches maritimes. Les ministres ont rendu un avis favorable avec réserves le 29 décembre 2023.

La DREAL Normandie a alors organisé une procédure de participation du public par voie électronique du 19 janvier au 2 février 2024, portant sur la demande de dérogation « espèces protégées » d'EOC.

A l'issue de cette instruction, le préfet du Calvados a accordé la dérogation à EOC par un arrêté en date du 28 février 2024, modifié par un arrêté du 3 avril 2024.

## 2.2 Activités de construction réalisées en 2023

Les opérations en mer réalisées en 2023 sont listées ci-dessous :

**18 mars 2023** : Installation de la fondation de la sous station électrique

**28 mars 2023** : Installation en mer de la sous-station électrique

**Avril 2023/Présent** : Mise en route du poste électrique et maintenance courante

**11 avril 2023** : Inauguration de la base de maintenance à Ouistreham

**Mai 2023** : Survey déminage

**Juin 2023** : Tirage des câbles d'export (par RTE) sur le poste électrique, connexion puis mise sous tension

**Octobre à novembre 2023** : 26 positions de préparation de sol réalisées pour l'installation du navire auto-élévateur de forage

**Novembre/décembre 2023** : Mises à disposition successives par RTE des deux liaisons du raccordement au réseau de transport

## 2.3 Contacts de référence

Entité	Contact	Fonction	Coordonnées
Parc éolien en mer de Calvados (EODC)	Bernard Guitton	Directeur de projet	<a href="mailto:bernard.guitton@edf-re.fr">bernard.guitton@edf-re.fr</a>
Parc éolien en mer de Calvados (EODC)	Hervé Monin	Chef de projet	<a href="mailto:herve.monin@edf-re.fr">herve.monin@edf-re.fr</a>

Parc éolien en mer de Calvados (EODC)	Mathilde David	Chargée de projet	<a href="mailto:mathilde.david@edf-re.fr">mathilde.david@edf-re.fr</a>
Parc éolien en mer de Calvados (EODC)	Manuel Ternon	Manager HSE	<a href="mailto:manuel.ternon@edf-re.fr">manuel.ternon@edf-re.fr</a>
Parc éolien en mer de Calvados (EODC)	Matthieu Gavalda	Chef de projet pêche et usages	<a href="mailto:matthieu.gavalda@edf-re.fr">matthieu.gavalda@edf-re.fr</a>
Parc éolien en mer de Calvados (EODC)	Charlotte Le Goff	Chargée de projet sécurité maritime	<a href="mailto:charlotte.le-goff@edf-re.fr">charlotte.le-goff@edf-re.fr</a>
Parc éolien en mer de Calvados (EODC)	Louis Lefort	Chef de projet Environnement	<a href="mailto:louis.lefort@edf-re.fr">louis.lefort@edf-re.fr</a>

### 3 Contexte

Le présent document constitue le bilan environnemental relatif au parc éolien en mer du Calvados pour l'année civile 2023. Il présente l'ensemble des mesures mises en œuvre en matière de suivi environnemental (MSu) ainsi que d'évitement, de réduction et de compensation d'impact du projet.

TABLEAU 2 – MESURES DE SUIVI DU PARC EOLIEN EN MER DU CALVADOS

Thématique	N°	Nature du suivi	Etat Référence			Construction	Exploitation
			2020	2021	2022	2022-2025	2025
Evolution géophysique des fonds	Su7	Suivi de l'évolution des fonds autour des éoliennes et des câbles	Etat de référence réalisé en octobre 2013				✓
Qualité de l'eau	Su1	Qualité de l'eau	✓			✓	
Suivi Bio-sédimentaire	Su3	Suivi bio-sédimentaire et de l'évolution des communautés benthiques suite à l'installation du parc	✓	✓			
Ressources halieutiques	Su6	Suivi de l'évolution de la ressource halieutique	✓	✓	✓	✓	✓
Mammifères marins et avifaune	Su9	Suivi aérien de la mégafaune marine		✓		✓	✓
	Su5	Suivi par bateau de la mégafaune marine		✓			✓
Mammifères marins et acoustique sous-marine	Su2a	Suivi instantané de l'efficacité des mesures de réduction lors du battage de pieux	En phase de travaux			✓	
	Su2b	Suivi par hydrophone du bruit sous-marin et des mammifères marins		✓		✓	✓
	Su11	Suivi télémétrique des jeunes phoques de la baie des Veys	✓	✓		✓	✓
	Su18	Mise en place d'un suivi acoustique lors des ateliers de forage	En phase de travaux			✓	
	Su21	Suivi acoustique des mammifères marins et du bruit sous-marin lors du vibrofonçage	En phase de travaux			✓	
Avifaune	Su4	Suivi de l'avifaune par radar automatique				✓	✓
	Su10	Campagne de balisage GPS et observation des zones d'alimentation des mouettes tridactyles	Etat de référence réalisé en 2014			Arrêt de la mesure, les conditions de sécurité ne sont plus réunies pour accéder au site de balisage des mouettes tridactyles	
	Su14	Programme R&D ORJIP pour le suivi des comportements d'évitement de l'avifaune	Programme réalisé de 2014 à 2018				

	<b>Su20</b>	Recensement annuel des couples nicheurs de goélands et des jeunes prêts à l'envol sur les milieux ouverts par pâturage à Chausey			
	<b>Su22</b>	Suivi télémétrique du Guillemot de Troil et du Pingouin Torda			
	<b>Su23</b>	Mise en place d'un programme de suivi des effets du parc sur le Guillemot de Troil et le Pingouin Torda			
<b>Chiroptères</b>	<b>Su8</b>	Suivi de l'activité des chiroptères en mer			
	<b>Su8bis</b>	Recherche acoustique des haltes migratoires de la Pipistrelle de Nathusius			
<b>Coquille Saint-Jacques*</b>	<b>SuCSJ</b>	Suivi des coquilles Saint-Jacques avant et pendant la construction du parc.			

TABLEAU 3 – MESURES D'EVITEMENT, DE REDUCTION ET DE COMPENSATION DU PARC EOLIEN EN MER DU CALVADOS

Mesure N°	Objet	Construction	Exploitation
<b>ME1</b>	Espacement des éoliennes, localisation du parc, orientation des lignes	(inclus dans la conception)	
<b>ME2</b>	Pas d'utilisation de peinture antifouling sur les fondations		L'efficacité de cette mesure est vérifiée par la mesure de suivi Su3 Suivi biosédimentaire
<b>ME3</b>	Utilisation de matériaux contenant moins de 10 % de fines	L'efficacité de cette mesure est vérifiée par la mesure de suivi Su1 Qualité de l'eau	
<b>MR1</b>	Réduction du nombre d'éoliennes (cette mesure a pour but de réduire les impacts sur les collisions d'oiseaux et sur le paysage.)		L'efficacité de cette mesure est vérifiée par les mesures de suivi Su4, Su8 et Su9
<b>MR2</b>	Réduction du balisage maritime et aérien		L'efficacité de cette mesure est vérifiée par les mesures de suivi Su4, Su8 et Su9
<b>MR3</b>	Réduction du bruit lié aux travaux suite à l'abandon du battage des monopieux au profit de la technique du forage-vibrofonçage. Étude prospective de mesure de réduction à la source sur le vibrofonçage par modélisation.	L'efficacité de cette mesure est vérifiée par les mesures de suivi Su18 et Su21	
<b>MR4</b>	Mise en place d'une surveillance visuelle et par surveillance acoustique passive et émission de sons répulsifs avant le début de l'installation des fondations des éoliennes par vibrofonçage	L'efficacité de cette mesure est vérifiée par la mesure de suivi Su21	

<b>MR5</b>	Optimisation des éclairages des navires	Il sera demandé aux navires travaillant sur site de limiter l'éclairage, dans la limite des conditions de sécurité du chantier	
<b>MR6</b>	Définir l'altitude de vol des hélicoptères	Il sera demandé une altitude minimale suffisante afin de limiter les perturbations sur les stationnements d'oiseaux	
<b>MR7</b>	Réduction de la vitesse des navires dans la zone du parc, lors des travaux	L'efficacité de cette mesure est vérifiée par la mesure de suivi Su2b	
<b>MC1</b>	Réouverture de milieu et pâturage de quelques îlots dans l'archipel de Chausey pour la nidification des goélands et autres espèces nicheuses au sol	L'efficacité de cette mesure est vérifiée par la mesure de suivi Su20	
<b>MC2</b>	Diminution des captures accidentelles dans les arts dormants	Les modalités précises du déploiement de cette mesure seront définies au regard des résultats des programmes LIFE et ARP espèces, pilotés par l'OFB. L'efficacité de cette mesure sera vérifiée par la mesure de suivi Su5 et Su9	
<b>MC3</b>	Protection des haltes de la Pipistrelle de Nathusius	Les zones à acquérir, sont localisées par la mesure de recherche acoustique Su8bis	

TABLEAU 4 – MESURES D'ACCOMPAGNEMENT DU PARC EOLIEN EN MER DU CALVADOS

Mesure N°	Objet	Composantes de l'environnement concernées
<b>MA1</b>	Thèse sur l'impact du bruit d'origine anthropique sur les déplacements et le comportement en mer des phoques veaux-marins	Mammifères marins et acoustique sous-marine
<b>MA2</b>	Amélioration de la connaissance sur les causes de mortalité des oiseaux pour un meilleur taux de survie des adultes et des jeunes	Avifaune
<b>MA3</b>	Mise en place de mesures d'amélioration d'une zone maritime d'habitat fonctionnel des alcidés	Avifaune

### 3.1 Comités

Conformément à l'arrêté préfectoral du 8 juin 2016 autorisant, au titre de l'article L214-3 du Code de l'environnement, l'aménagement et l'exploitation d'un parc éolien en mer au large de Courseulles, le comité de suivi veille à la bonne mise en place et à l'application des mesures de suivi relatives à l'environnement et à la biodiversité.

Au cours de l'année 2023, 3 comités scientifiques ont été organisés pour le projet du parc éolien en mer du Calvados :

- Un comité technique et scientifique n°6 le 10 mars 2023 ainsi qu'un comité de suivi et scientifique le 13 avril 2023.
- Un comité de suivi et scientifique n°7 le 12 octobre 2023.

Le comité scientifique suivant a eu lieu en février 2024.

### 3.1.1 Comité de suivi N°6

Le comité de suivi technique et scientifique N°6 s'est déroulé le **10 mars 2023** en visioconférence. Il a été suivi par un comité de suivi scientifique le **13 avril 2023** qui s'est tenu en présentiel, à la Préfecture du Calvados. L'ordre du jour était le suivant :

- Actualités du parc éolien en mer du Calvados - EOC
- Etat d'avancement du raccordement du parc – RTE
- Présentation du suivi « OASICE » par TBM Environnement
- Mise à jour du Porter à connaissance d'après mesures in-situ du bruit du forage par Quiet Oceans
- Suivi du bruit des travaux de forage lors de l'installation des monopieux sur le parc éolien de Saint-Nazaire
- Présentation de la méthode de suivi acoustique envisagée lors de l'atelier de forage sur le parc éolien en mer du Calvados
- Projet de thèse CIFRE sur l'impact du bruit d'origine anthropique sur les déplacements et le comportement en mer des phoques SOMME et CEBC-CNRS/La Rochelle université)
- Suivi de l'ichtyofaune et des ressources halieutiques-CSLN
- Présentation du programme ECOCAP sur les suivis des anodes galvaniques et par courant imposé ICCP-EOC
- Programme prévisionnel des prochaines opérations en mer du parc éolien et calendrier des suivis

Des supports de présentation fournis par EOC, RTE, TBM, SOMME et CEBC-CNRS/La Rochelle université et CSLN ont permis d'échanger sur les points précités.

Le compte-rendu a été validé.

### 3.1.2 Comité de suivi N°7

Le comité de suivi scientifique s'est déroulé le **12 octobre 2023** en présentiel, en préfecture. L'ordre du jour était le suivant :

- Actualités des travaux (EOC)
- Protocole de suivi pour le vibrofonçage (EOC)
- Actualité des travaux (RTE)
- Protocole étude benthique après travaux (RTE)
- Protocole OASICE après travaux (RTE)

Le compte-rendu a été validé.

## 4 Management environnemental

### 4.1 le chef de projet environnement

Le Chef de projet Environnement fait partie de l'équipe de gestion de projet, gérant de manière proactive la sensibilisation du personnel et le suivi et contrôle de la bonne application des mesures prévues. Il / Elle veille à la mise en œuvre du programme de suivi et gère les études environnementales en collaboration avec les bureaux d'études. Il / Elle relit les rapports d'expertise et s'implique dans les programmes de recherches. Le Chef de projet Environnement travaille en étroite collaboration avec les ingénieur.es Hygiène Sécurité Environnement (HSE), notamment sur la gestion des déchets, des eaux, des pollutions et sur la mise en œuvre d'une prévention et lutte adéquates aux opérations. Le Chef de projet Environnement du projet éolien en mer du Calvados est Louis Lefort (louis.lefort@edf-re.fr). Il est rattaché au Chef de projet, Hervé Monin (herve.monin@edf-re.fr), lui-même rattaché au Directeur de projet, Bernard Guitton (bernard.guitton@edf-re.fr).

### 4.2 Le responsable HSE

Le responsable HSE fait partie de l'équipe de gestion de projet, gérant de manière proactive les sujets HSE pendant la préparation, l'exécution et les livrables du travail au sein du projet. Le responsable HSE est chargé de la mise en place du système HSE du projet en lien avec les requis de l'entreprise et de la réglementation. Il est aussi chargé de développer la culture HSE au sein du projet et de l'entreprise. Le responsable HSE conseille, motive, réfléchit et soutient la préparation et l'exécution des tâches. Il / Elle est responsable des conseils stratégiques HSE, actions préventives et correctives, basés sur les compétences, les connaissances et l'expérience. Il / Elle gère l'élaboration et la mise en œuvre des plans HSE spécifiques au projet, gère les suivis et les différents dossiers de documentation HSE. Il / Elle est un facilitateur axé sur les valeurs internes à long terme. Le responsable HSE est un messenger clé dans le partage des leçons apprises au sein de l'organisation et du partage de sensibilisation du personnel. Le responsable HSE effectue, le cas échéant, des audits HSE internes et externes.

Le responsable HSE du Parc éolien en mer du Calvados en phase construction est Manuel Ternon (manuel.ternon@edf-re.fr). Il est rattaché au Directeur de projet. Sur le projet du parc éolien en mer du Calvados, le HSE représente une équipe de 7 ingénieurs et superviseurs HSE au plus fort de l'activité de construction. En construction, l'équipe HSE compte également un Coordinateur Sécurité Protection Santé (CSPS).. Le CSPS intervient lors d'un chantier lorsque plusieurs entreprises de construction y prennent part sous le décret 94. Son rôle est d'éviter tout accident ou risque provenant de la coactivité des entreprises. Il / Elle veille à ce que tous les principes généraux de prévention soient bien respectés

### 4.3 Environmental management Plan (EMP)

Le système de management environnemental mis en place est présenté dans l'Environmental Management Plan (Ref D2 : EODC-0073768) (Annexes). Ce document s'assure que la construction et l'exploitation du parc éolien en mer du Calvados sont effectués conformément à la législation environnementale en vigueur, aux exigences des permis et aux procédures et politiques environnementales d'EOC. Il a été établi en conformité avec les principaux Permis, la « Loi sur l'Eau » - Code de l'Environnement - Articles L214-3 et suivants, et le « Bail Foncier » - Code Général de la Propriété des Personnes Publiques - Article L2124-3 et autres Permis y afférents répertoriés dans le plan de gestion des permis. Plus généralement, l'EMP vise également à adopter une approche écologique pour réduire le risque d'impacts écologiques négatifs. Il fournit des conseils pratiques aux personnes impliquées dans le

projet. Par conséquent, EOC et ses contractants doivent se conformer, au minimum, aux mesures et procédures d'atténuation et de gestion présentées dans l'EMP.

Chaque contractant a également son EMP, conforme aux exigences des documents du marché et aux normes environnementales du projet afin de faciliter leur intégration dans leurs plans de gestion environnementale. L'EMP contractant entre dans le cadre du plan d'exécution du projet et est donc rédigé en anglais

## 5 Suivi des effets du projet sur l'environnement

Les missions de terrain réalisées pour la phase construction sont menées de 2022 à 2025. Le tableau ci-dessous présente les campagnes mises en œuvre en 2023 pour l'acquisition de données (seconde année de construction).

TABLEAU 5 - CAMPAGNES REALISEES SUR L'ANNEE 2023

Mesure N°	Objet	Hiver	Printemps	Été	Automne
<b>MSu1</b>	Qualité de l'eau	-	-	-	6 octobre 2023 – prélèvements sur 4 stations
<b>MSu9</b>	Suivi par avion des mammifères marins et oiseaux	7 février 2023 – campagne de suivi par avion	26 avril 2023 – campagne de suivi par avion	-	-
<b>MSu6</b>	Suivi de la ressource halieutique	-	-	14 au 15 juin 2023 – campagne au chalut – 20 traits de chalut	7 au 8 septembre 2023 – campagne aux filets – 20 calées ; 11 au 12 septembre 2023 – campagne au chalut – 20 traits de chalut
<b>MSu11</b>	Suivi télémétrique des jeunes phoques de la baie des Veys	-	-	-	10 et 11 octobre 2023 – pose de 8 balises sur des veaux-marins

Au cours de l'année 2023, les bureaux d'études experts des compartiments suivis ont procédé aux missions de terrain.

Les suivis MSu12 « Evaluer la contamination éventuelle de l'eau liée aux anodes sacrificielles » et MSu13 « Evaluer la contamination éventuelle en aluminium des sédiments transférée par les anodes suite à la mise en place d'anodes sacrificielles » ont été réévalués suite à l'abandon des anodes sacrificielles au profit des protections cathodiques par courant imposé (ICCP). Le projet ECOCAP (analyse

écotoxicologique des protections cathodiques pour évaluer le risque chimique des éléments libérés par l'anode galvanique (GACP) et le courant imposé (ICCP) sur l'environnement marin et ses réseaux trophiques) de France Energies Marines a été proposé et validé au Comité scientifique du 13 avril 2023. La mesure de suivi MSu10 « Suivi télémétrique des mouettes tridactyles nicheuses » a été suspendue, les conditions de sécurité n'étant plus réunies pour accéder au site de balisage des mouettes tridactyles.

Concernant les études liées à l'état de référence, elles ont été présentées aux membres du comité de suivi et scientifique en 2022 et 2023. L'état de référence a ainsi été clos à l'issue de ces présentations. Les rapports concernant l'état de référence, pour les suivis Su1 (qualité de l'eau), Su3 (suivi bio-sédimentaire), Su2b (suivi acoustique passive des mammifères marins), Su6 (suivi des poissons), Su11 (Suivi télémétrique des phoques de la baie des Veys), Su5 et Su9 (suivi de la mégafaune) sont disponibles au lien suivant : [Études sur la zone | Eoliennes en mer](#)

Dans le cadre de la demande de dérogation « espèces protégées », de nouvelles mesures environnementales ont été ajoutées :

- 1 nouvelle mesure de réduction, la MR7, Réduction de la vitesse des navires dans la zone du parc, lors des travaux
- 3 nouvelles mesures compensatoires, la MC1 (Ouverture des milieux pour favoriser la nidification à Chausey), la MC2 (Diminution des captures accidentelles dans les arts dormants) et la MC3 (Protection des haltes de la Pipistrelle de Nathusius)
- 2 nouvelles mesures d'accompagnement, la MA2 (Amélioration de la connaissance sur les causes de mortalité des oiseaux pour un meilleur taux de survie des adultes et des jeunes) et la MA3 (Mise en place de mesures d'amélioration d'une zone maritime d'habitat fonctionnel des alcidés).
- 5 nouvelles mesures de suivi, la Su8bis (Recherche acoustique des haltes migratoires de la Pipistrelle de Nathusius), la Su18 (Suivi des mammifères marins lors des ateliers de forage), la Su20 (Recensement annuel des couples nicheurs de goélands et jeunes prêts à l'envol sur les milieux ouverts par pâturage à Chausey), la Su21 (Suivi acoustique en temps réel de la présence potentielle des mammifères marins pendant la phase de vibrofonçage des pieux), la Su22 (Suivi télémétrique du Guillemot de Troil et du Pingouin Torda) et la Su23 (Mise en place d'un programme de suivi des effets du parc sur le Guillemot de Troil et le Pingouin Torda).

TABLEAU 6 – STATUT DES SUIVIS DE L'ETAT DE REFERENCE

Mesure N°	Objet	Statut		Documents finaux .pdf	Date envoi final JJ/MM/AA
		En cours	Rapport finalisé et transmis		
<b>MSu1</b>	Qualité de l'eau		X	EODC-Rapport final état de référence_MSu1-MSu3_Bio-sédiments-Qualité eau_université de Caen	21/01/2022
<b>MSu2b</b>	Suivi acoustique du bruit ambiant et des mammifères marins par hydrophone et C-Pod		X	EODC MSU2b état de référence acoustique sous-marine	01/2022
<b>MSu3</b>	Suivi bio-sédimentaire et de l'évolution des communautés benthiques suite à l'installation du parc		X	EODC-Rapport final état de référence_MSu1-MSu3_Bio-sédiments-Qualité eau_université de Caen	21/01/2022
<b>MSu5</b>	Suivi par bateau de la mégafaune marine		X	EODC MSU9 Rapport final état de référence mégafaune EODC MSu9 comparaison entre état initial et état de référence de la mégafaune marine	2022
<b>MSu6</b>	Suivi de l'évolution de la ressource halieutique		X	202211_MSu6_COU_Rapport_Final_Halieutique_e_état de référence_Année2	2022
<b>MSu9</b>	Suivi aérien de la mégafaune marine		X	EODC MSU9 Rapport final état de référence mégafaune EODC MSu9 comparaison entre état initial et état de référence de la mégafaune marine	2022
<b>MSu11</b>	Suivi télémétrique des phoques de la baie des Veys		X	EODC MSu11 Etat de référence phoques GPS baie des Veys 2021	2022

TABLEAU 7 – STATUT DES SUIVIS DE LA PHASE CONSTRUCTION

Mesure N°	Objet	Statut		Rapport phase construction validé et transmis	Documents finaux .pdf	Date envoi final JJ/MM/AA
		En cours				
Mesures de suivi		2022	2023			
MSu1	Qualité de l'eau	X	X			
MSu2a	Suivi instantané de l'efficacité des mesures de réduction des impacts du bruit sur les mammifères marins (effarouchement et soft start)			X	EOC_Rapport MSu2a suivi acoustique battage sous-station électrique_SINAY	2022
MSu2b	Suivi par hydrophone du bruit sous-marin et des mammifères marins			X	EOC-COU-PAM-MSu2b-2022 rapport final somme	10/2022
MSu6	Suivi de l'évolution de la ressource halieutique		X			
MSu9	Suivi aérien de la mégafaune marine			X	EODC MSU9 Rapport_intermédiaire 2022 Megafaune marine	12/05/22
			X	X	COU_Rapport_intermédiaire_2023_V Finale	05/10/2023
MSu11	Suivi télémétrique des phoques de la baie des Veys		X			
MSuCSJ	Suivi des coquilles Saint-Jacques avant et pendant la construction du parc.	X				



Le calendrier de la phase construction et l'avancée des suivis associés sont présentés en Figure 4.

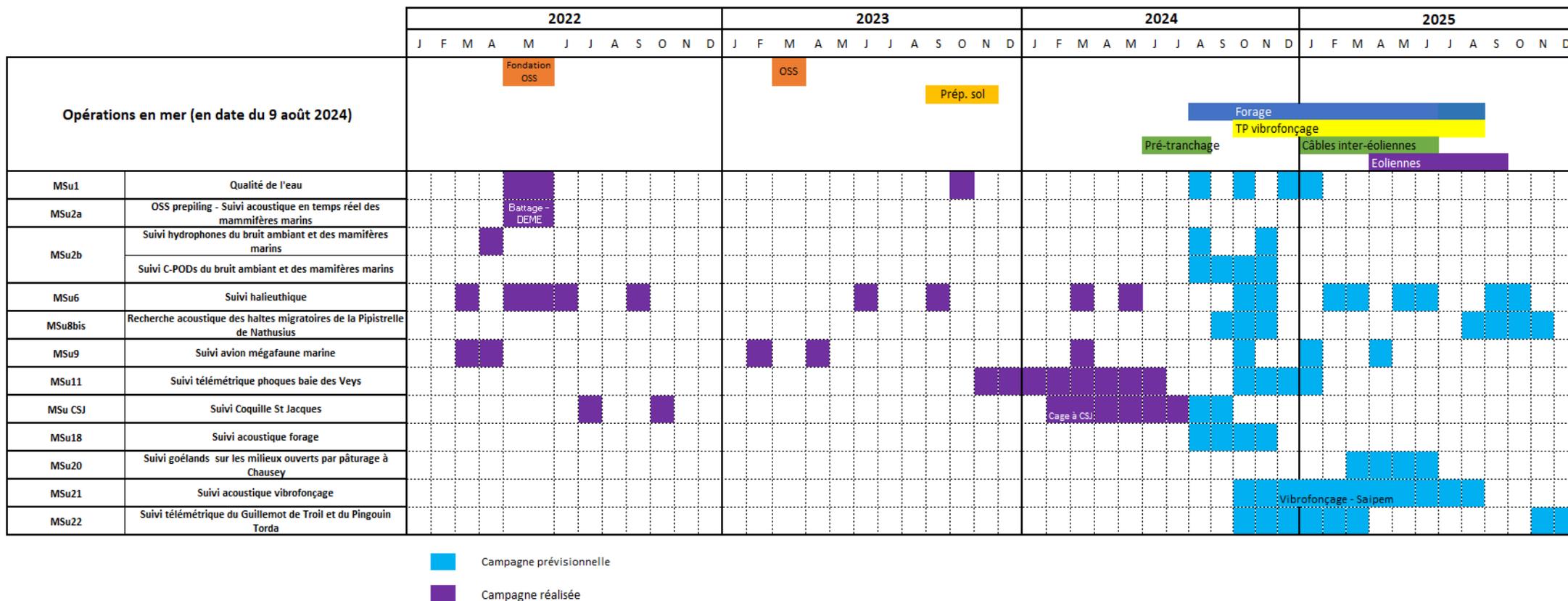


FIGURE 3 – CALENDRIER DES SUIVIS PHASE CONSTRUCTION

Les sections ci-dessous :

- rappellent les objectifs des différentes mesures ;

- font la synthèse des conclusions issues des études d'état de référence (voir bilan environnemental 2022) ;
- font la synthèse des conclusions issues des études des suivis de construction ;
- le cas échéant, feront état des propositions d'évolution des mesures d'évitement, de réduction et de compensation, des évolutions de protocole des mesures de suivi et des propositions de mesures correctives.

## 5.1 Suivi instantané de l'efficacité des mesures de réduction des impacts du bruit sur les mammifères marins (effarouchement et soft start)– MSu2a

### SUIVI EN PHASE CHANTIER 2022

#### 5.1.1 Objectif

Les suivis pendant les opérations de battage sont mis en œuvre directement par le constructeur en charge de l'installation des fondations : SDI-DEME. Pour ce faire, l'entreprise a pris l'appui d'un bureau d'étude expert : SINAY. La mise en œuvre de ces mesures est réalisée depuis les navires Sea Installer et TSM Penzer.

Un système de 6 bouées avec 8 hydrophones, positionnées en rosace, a permis un enregistrement en temps réel et continu des niveaux de bruit et une surveillance en temps réel des mammifères marins (Figure 4 – Implantation des six bouées du système de surveillance acoustique MSu2a). Les bouées ont été déployées à 850 m de la source des travaux durant toute la durée du battage des quatre pieux de la sous-station électrique. Les hydrophones calibrés pour enregistrer le bruit ambiant en temps réel étaient positionnés sur les bouées 1 et 4 de la rosace, soit diamétralement opposées pour couvrir la zone des travaux (Figure 4).

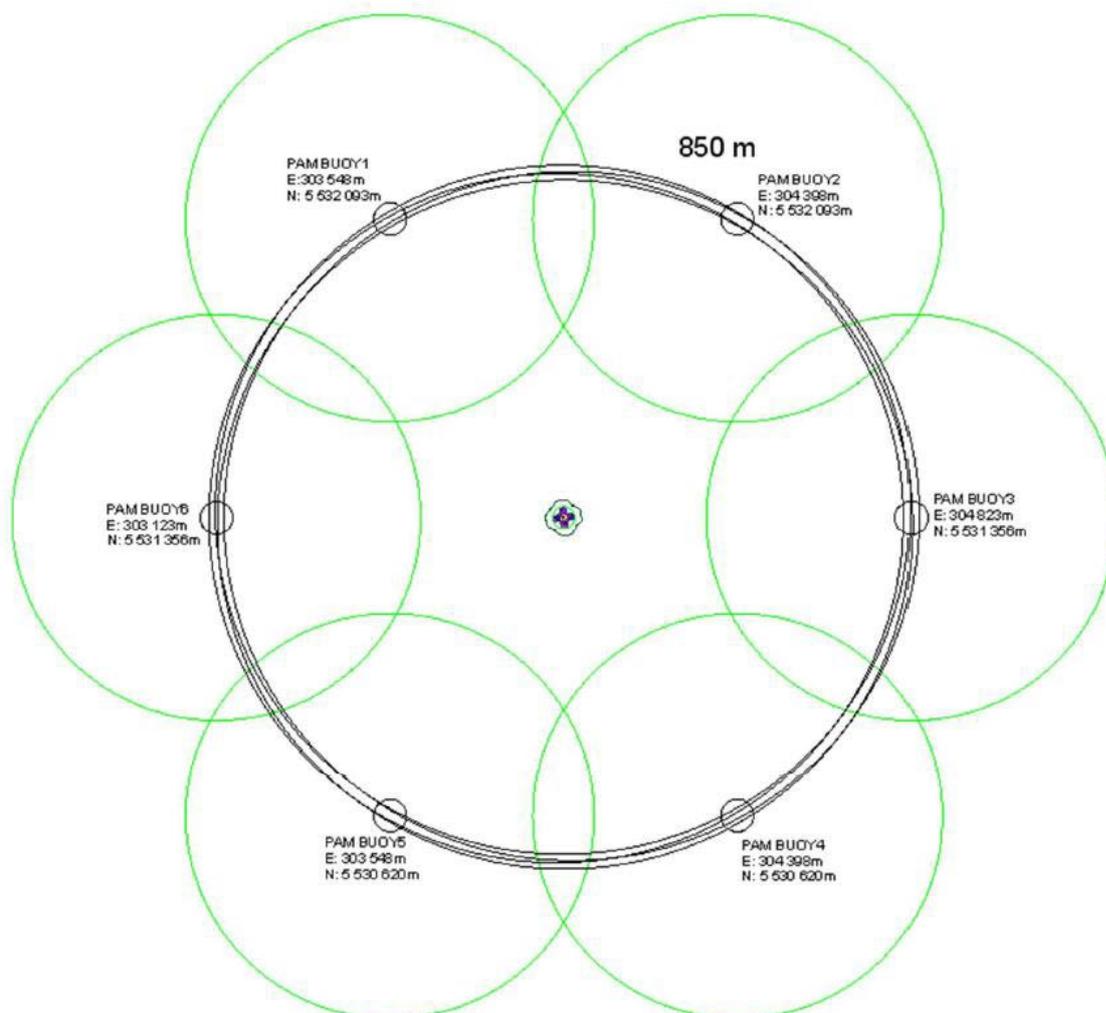


FIGURE 4 – IMPLANTATION DES SIX BOUEES DU SYSTEME DE SURVEILLANCE ACOUSTIQUE MSU2A

Les objectifs de ce suivi sont :

- ✓ Détecter la présence de mammifères marins sur site durant le battage des pieux de la sous-station électrique ;
- ✓ Assurer une exposition au bruit la moins impactante possible pour les mammifères marins ;
- ✓ Caractériser les niveaux sonores sous-marins du battage.

### Observations et conclusion

Le système acoustique a été opérationnel dès le début des opérations, après calibration. 5 sessions de battage de pieux se sont déroulées. Chaque session a été conduite en respectant les procédures d'effarouchement, de veille, de soft start et de validation de chaque phase opérationnelle entre les équipes SDI-DEME et SINAY. Aucune perte de donnée ou incident n'a été observé dans les moyens d'application de la MSU2a.

Le système acoustique a été opérationnel le 14 avril 2022 après calibration. Le battage des pieux de la sous-station électrique a démarré le jeudi 18 avril 2022. Les pieux ont d'abord été battus à une profondeur intermédiaire (environ 10 m), afin de stabiliser l'ensemble, avant d'être pleinement enfoncés à leur profondeur finale. **En raison des propriétés du sol, le battage de chaque pieu a été réalisé sans dépasser 1938kJ d'énergie, induisant un bruit de battage moindre (max. 166.04 dB à 850 m).** Le temps de préparation entre chaque nouveau pieu à battre a également été condensé (< 30 minutes), conduisant à une continuité des opérations et à un temps de battage idéal. Aucune difficulté majeure n'a donc été rencontrée.

Le déploiement du système acoustique a commencé le 14 avril 2022 et s'est finalisé le 10 mai 2022. Le matériel a été démobilisé le 10 mai 2022. Le battage des pieux aura duré 6 heures en cumulé. **Aucune détection de mammifères marins n'a été constatée lors du battage des pieux de la sous-station électrique du parc éolien en mer du Calvados. Le niveau sonore à 850 m de l'atelier de battage n'a pas dépassé 166.04 dB réf. 1µPa²s.**

**L'ensemble des résultats détaillés sont présentés dans le rapport réalisé par SINAY, prestataire de l'entreprise SDI-DEME en charge des travaux. Une présentation traduite et synthétisée a été partagé aux comités en décembre 2022.**

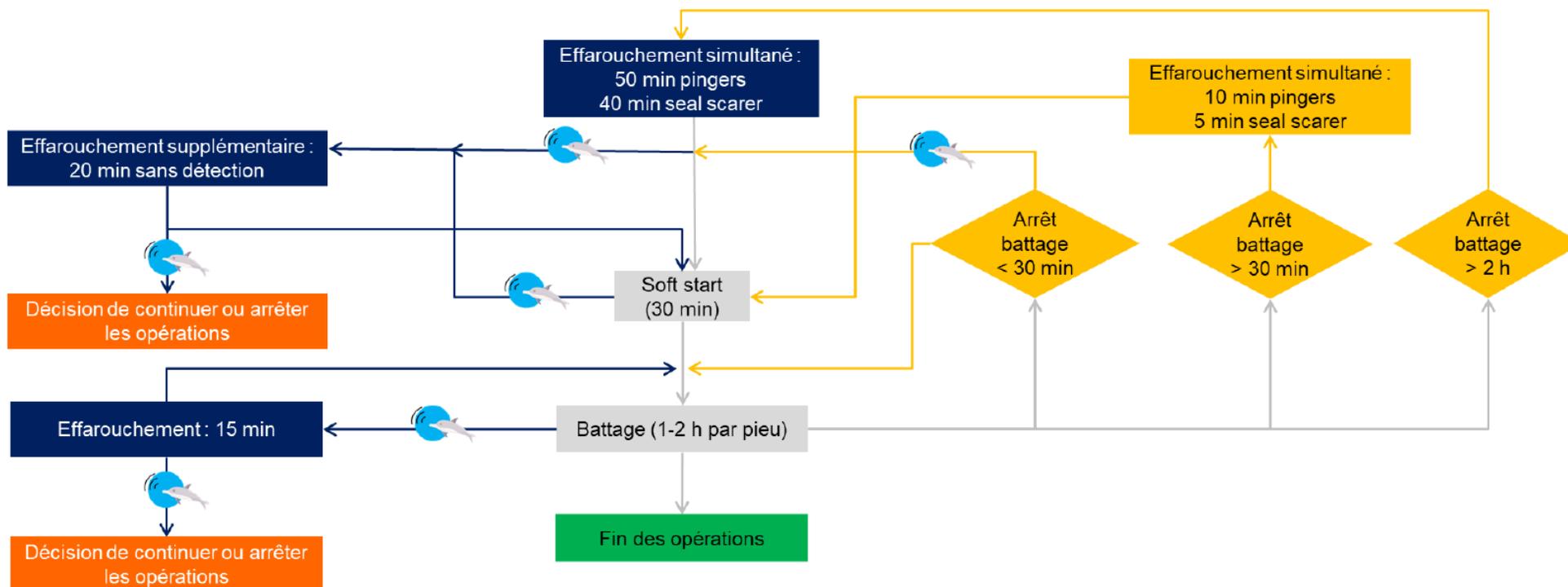


FIGURE 5 – MATRICE DECISIONNELLE « GO-NO GO » POUR LA SURVEILLANCE ET LA REDUCTION DES IMPACTS SUR LES MAMMIFERES MARINS LORS DU BATTAGE DES PIEUX DE LA SOUS-STATION ELECTRIQUE

➤ **Effarouchement des mammifères marins**

**Les effaroucheurs ont été déployés une unique fois une heure avant le début des opérations**, soit 50 minutes pour les pingers et 40 minutes pour les seal scarers, avec une surveillance visuelle d'un observateur mammifères marins (Marine Mammals Observer).

Les effaroucheurs (pinger et seal scarer) étaient localisés et utilisés à partir du navire d'installation Sea Installer. Le positionnement des effaroucheurs a été choisi pour être le plus proche possible des ateliers de travaux, tout en atténuant le risque d'enchevêtrement des câbles. Ils ont été immergés environ 10 m sous la surface et retirés 5 min après le début du battage, conformément à la procédure.

Le niveau de bruit des travaux était sous les seuils de PTS et TTS sur 24H, exception faite des cétacés « hautes fréquences », mais comme il s'agit d'une bruit impulsif et non présent sur 24 h, il n'y a pas d'impact.

TABLEAU 8 : SEUILS SEL POUR LES MAMMIFERES MARINS D'APRES LA NAO

Seuils SEL sur une exposition de 24h						
NOAA 2016	Type d'impact acoustique	type de son	cétacés sensibilité basses fréquences	cétacés sensibilité moyennes fréquences	cétacés sensibilité hautes fréquences	Pinnipède Phocidés
	PTS	Impulsif	183dB re.1μpa <sup>2</sup> s	185dB re.1μpa <sup>2</sup> s	155dB re.1μpa <sup>2</sup> s	185dB re.1μpa <sup>2</sup> s
	TTS	Impulsif	168dB re.1μpa <sup>2</sup> s	170dB re.1μpa <sup>2</sup> s	140dB re.1μpa <sup>2</sup> s	170dB re.1μpa <sup>2</sup> s

Le personnel SDI-DEME était responsable du déploiement des effaroucheurs ainsi que de leur maintenance. Une notice d'utilisation opérationnelle et une formation appropriée ont été fournies par SINAY avant la mobilisation du navire d'installation.

**Aucun mammifère marin n'a été détecté pendant la phase de battage. Les seules détections ont eu lieu après la phase travaux.**

## 5.2 Suivi du bruit ambiant sous-marin et acoustique passif des mammifères marins – MSu2b

### SUIVI EN PHASE CHANTIER 2022

#### 5.2.1 Objectif

L'objectif général du suivi du bruit ambiant sous-marin (MSu2a) et des mammifères marins par acoustique passive (MSu2b) est d'évaluer le bruit ambiant sous-marin et suivre l'occupation de la zone par les mammifères marins sur le site du parc éolien en mer du Calvados, avant, pendant et après sa construction.

Pour rappel, d'après l'étude d'impact environnementale de 2015, les impacts sont considérés comme nuls en phase de construction et faibles en phase d'exploitation pour le bruit ambiant et faibles en phase construction à inconnus en exploitation pour les mammifères marins.

#### 5.2.2 Observations et conclusion

### PHASE CONSTRUCTION

Ce suivi est prévu d'être réalisé au cours des deux années de la phase de construction. En 2022, les opérations suivantes ont été réalisées :

- 1 mois d'écoute passive pré et post chantier du battage des pieux de la sous-station électrique

TABLEAU 9 : CAMPAGNES MSU2B REALISEES EN 2022

ID du suivi	Travaux réalisés	Position suivie	Instrumentation	Période de déploiement	Périodes analysées
#1	Mise en place des fondations B04 et F04 de l'OSS : forage et battage de pieux (Annexe 1)	ZP	Système d'acquisition acoustique large bande	02/04/2022-04/05/2022	<u>Avant travaux et arrivé du Sea Installer:</u> 08/04/2022 - 16/04/2022 <u>Pendant travaux :</u> 18/04/2022 - 26/04/2022

#### Sur le bruit ambiant :

Les niveaux de bruit ambiant mesurés lors de suivi semblent cohérents avec ceux relevés lors de l'étude d'impact du projet. Les sources sonores prédominantes sont les conditions météorologiques (agitation de surface, vent, pluie) et les bruits de navires.

#### Bruits générés par les opérations de construction

##### *Battage de pieux*

Dans le cas du battage de pieux, une onde acoustique dans l'eau est générée à partir de la déformation mécanique du pieu qui se propage du marteau vers le bas du pieu, dans le sol avant de se réfléchir vers le haut (Erbe & McPherson, 2017).

Le bruit généré par le battage de pieux est, par nature, impulsif, de durée significative bien inférieure à la seconde. Le maximum d'énergie se situe en basse fréquence (10 – 1000 Hz). La bibliographie montre une grande diversité des niveaux sonores, avec des niveaux d'exposition sonore large bande compris entre 206 et 257 re 1µPa<sup>2</sup>s @ 1 m (Bellmann, M. A., May, A., Wendt, T., Gerlach, S., Remmers, P., & Brinkmann, J., 2020; Betke, K., 2008). Cette variabilité est liée aux caractéristiques des travaux (ex. : diamètre des pieux mis en oeuvre) et aux conditions environnementales (ex. : type de fond).

Les caractéristiques spectrales du bruit généré par les opérations de battage de pieux enregistré lors de ce suivi sont cohérentes avec celles rapportées dans la littérature actuelle (Bellmann, M. A., May, A., Wendt, T., Gerlach, S., Remmers, P., & Brinkmann, J., 2020; Betke, K., 2008).

La procédure de « soft start » mise en place, (augmentation progressive de la fréquence de battage ; i.e. nombre de « coups » par unité de temps) engendre une augmentation du niveau d'exposition sonore (SEL) calculé sur 1 minute. L'intensité instantanée maximale reçue (SPLp-p) est la même lors du « soft start » et lors du battage en condition normale.

### *Forage*

Dans le cas des plates-formes surélevés, telles que les « jack-up », le moteur principal, les générateurs et les machines de la plate-forme (ex : pompes) génèrent du bruit qui se propage dans l'eau et sur le fond marin à travers les jambes (Erbe & McPherson, 2017). Le bruit provient également de l'outil de forage (tête de forage) et de son guide (casing) qui vibre dans l'eau (Erbe & McPherson, 2017). Cependant, le bruit provenant de ces dernières sources sonores peut être plus faible que celui des machines et des opérations connexes, entraînant ainsi une faible augmentation du bruit lorsque la plate-forme est réellement en train de forer (Erbe & McPherson, 2017).

Ce phénomène a été observé par le bureau d'études SOMME lors du suivi acoustique de la construction du parc de Saint Brieuc (réalisé depuis 2020). Le bruit généré par le navire « jack-up Aeolus » était alors principalement émis par les machines de la plateforme (systèmes hydrauliques) et démarrait bien avant les opérations de forage. Ceci est également visible sur les enregistrements de cette étude, on observe notamment l'émission de bruits caractéristiques de la mise en route des machines précédant les opérations de forage. Le spectre des bruits de forage enregistrés dans cette étude sont semblables à ceux générés par les opérations forage en Baie de Saint Brieuc, présentant un bruit continu avec un maximum d'intensité dans la bande de fréquence [0,1- 20] kHz. Les niveaux de bruit émis à la source (SL[0,1-20] kHz ) en baie de Saint Brieuc étaient estimés à 179,2 (± 2,45) dB re. 1  $\mu\text{Pa}^2$ @ 1m en moyenne. À titre de comparaison ces niveaux sources engendrent des niveaux reçus (SPL[0,1-20] kHz ) de 100,3 dB re. 1  $\mu\text{Pa}^2$  à 8,8 km du navire de forage (en considérant le modèle de propagation simplifié  $RL = SL - 20\log(r)$ ). Ces niveaux reçus estimés sont inférieurs à ceux enregistrés dans cette étude (110,1 dB re. 1  $\mu\text{Pa}^2$ ). Cet écart peut provenir de différences dans la propagation du son sur la zone ou dans les niveaux de bruit généré à la source (navire et opérations différentes). Le bruit reçu lors des opérations de forage de l'étude est proche du bruit ambiant, ce qui est cohérent avec les conclusions de l'étude réalisée en Baie de Saint Brieuc, indiquant que le son émis par les activités de forage pouvait être détecté jusqu'à 15 km lorsque le bruit ambiant était faible, contre 3 km pendant la phase de construction avec la présence de nombreux navires sur zone (bruit ambiant élevé).

Bien que générés dans des conditions bien différentes de celles associées à ce suivi (petit fond : 16-17m, petites unités de forage : 83 mm de diamètre, fond sableux), les bruits de forage géotechniques étudiés par Erbe & McPherson, (2017), montrent également des similitudes avec nos enregistrements. Les spectres de bruit de forage géotechnique enregistrés en champ proche (10 à 50m) présentaient un maximum entre 40 et 400 Hz et le bruit généré dépassait le bruit ambiant sur la bande de fréquence [20Hz–20] kHz sur certains sites. Le niveau source de ces opérations (SPL[30 Hz–2 ] kHz ) étaient alors estimé à 142dB re 1 $\mu\text{Pa}$  @ 1m.

Ainsi, les caractéristiques spectrales du bruit généré par les opérations de forage enregistré lors de ce suivi sont cohérentes avec celles rapporté dans la littérature actuelle et avec les mesures réalisées par SOMME sur d'autres sites d'étude avec des stations d'acquisition acoustique similaires (mouillages et instruments). Les niveaux de bruits reçus diffèrent de ceux estimés pour d'autres études à des distances similaires. Ces niveaux reçus sont influencés par la propagation sonore spécifique au site et probablement par des niveaux sources différents.

### *Estimation des niveaux émis à la source du battage de pieux*

Les niveaux d'exposition sonore des battages de pieux, extraits du rapport de Sinay (mesures de pre-piling à 750m, 2022), varient entre 162.7 et 165.7 dB re.1 $\mu$ Pa<sup>2</sup>s. Ces niveaux ramenés à la source d'émission seraient alors de 218,7 dB re.1 $\mu$ Pa<sup>2</sup>s @1m, en suivant la perte de transmission estimée sur 750 m par Quiet Oceans (Porter à connaissance relatif aux impacts sonores sous-marins, 2022). Ce niveau d'exposition source estimé serait alors d'environ 10 dB re.1 $\mu$ Pa<sup>2</sup>s inférieur au niveau utilisé par Quiet Oceans dans leur modèle de propagation des sons de battage de pieux. Par conséquent l'analyse de Quiet Oceans semble conservative en terme de modélisation des risques d'impacts sur les mammifères marins.

Cependant, il est difficile de pouvoir comparer avec certitude les niveaux des différents rapports puisque les informations sur les temps d'intégration des niveaux d'exposition ainsi que les bandes de fréquences considérées ne sont pas indiquées.

Dans notre étude, la signature acoustique des battages de pieux reçue à 8,8km de la source, présente une composante fréquentielle différente des signatures à la source, puisque seules les fréquences inférieures à 15kHz sont perçues sur nos enregistrements. En effet, les sons basses fréquences s'atténuent moins rapidement que les sons hautes fréquences, dû à l'absorption du milieu. Les sons hautes fréquences se propageant donc moins loin. Ainsi, nous sous-estimerions le niveau d'exposition à la source d'un battage à partir de nos mesures de par l'absence d'énergie obtenue dans les hautes fréquences à 8,8 km. Toutefois, l'observation sur nos enregistrements des signatures acoustiques à 8,8km des différents travaux du parc éolien du Calvados (e.g. battages de pieux et forage) semblent cohérent avec les estimations d'empreintes sonores réalisées par Quiet Oceans.

## **Fréquentation de la zone par les cétacés**

### *Les delphinidés*

Cinq périodes contenant des vocalises de delphinidés (grands dauphins ou dauphins communs) ont été détectées sur les 15 jours de suivi. Ces événements acoustiques ont été observés uniquement de nuit, sur des durées variant de 1 à 3 h. Chacun de ces événements comportait de nombreux clics et sifflements.

Les clics sont utilisés par les delphinidés et autres odontocètes pour sonder leur environnement et localiser les proies par écholocalisation (Henderson et al., 2012; Wiggins et al., 2013). Les sifflements sont classiquement qualifiés de "signaux de communication" permettant aux dauphins de se coordonner lors d'actions coopératives tels que des chasses (ex : pour signaler le début et la fin des épisodes de chasse ; Henderson et al., 2012), ou des déplacements en groupe (maintien de la cohésion du groupe ainsi que d'une direction commune ; Henderson et al., 2012; Wiggins et al., 2013).

Goold et al., (2000) ont observés en mer Celtique, une augmentation significative du nombre de sifflements émis par des dauphins communs lors d'épisodes nocturnes de recherche de nourriture. Des observations similaires ont été réalisées en Nouvelle-Zélande, où la densité de sifflements était 13 fois plus élevée pendant les phases de recherche de nourriture diurnes, comparée aux phases de déplacements (Petrella et al., 2012). Des études menées en Californie du sud montre une tendance différente avec une proportion de sifflements plus élevée lors des déplacements réalisés de jour comparé aux épisodes de chasse nocturne associés à une grande production de clics (Henderson et al., 2012; Kim et al., 2006; Wiggins et al., 2013). Les vocalises émises lors de comportements spécifiques ainsi que les cycles d'activités (ex : chasse nocturne / chasse diurne) semblent ainsi varier selon les populations de dauphins communs. La quantité et le type de sons émis par les dauphins sont également variables selon la taille du groupe (grand

dauphin ; La Manna et al., 2019; Nicola J. Quick and Vincent M. Janik, 2008), et l'environnement dans lesquels ils se trouvent (grand dauphin et dauphin commun ; La Manna et al., 2019; Papale et al., 2015).

De par les limitations des méthodes d'observations classiquement utilisées (photos ou relevés aériens), l'activité nocturne des dauphins est peu étudiée et à notre connaissance, non documentée dans la littérature actuelle pour la zone d'étude. Sans confirmation visuelle ou par télémétrie (biologging), il est ainsi impossible de conclure sur l'activité précise des delphinidés enregistrés au cours de ce suivi. En se basant sur les observations réalisées en mer Celtique ainsi que la durée et l'heure des événements acoustiques détectés, nous pouvons cependant émettre l'hypothèse que les dauphins étaient en phase de recherche de nourriture (Goold, J. C., 2000).

#### Les marsouins

Aucun clic de marsouin n'a été détecté lors de ce suivi acoustique. Cette observation signifie qu'aucun marsouin n'a émis de son dans le rayon de détection de la station d'acquisition acoustique, estimé à une centaine de mètre. Le faible rayon de détection des clics de marsouins s'explique par leurs caractéristiques acoustiques. En effet les clics émis à de hautes fréquences (100-150 kHz) sont associés à une forte directivité et sont rapidement atténués dans le milieu (perte de propagation par absorption). Ainsi il ne peut pas être exclu que des individus soient passés dans la zone, en dehors de ce rayon de détection ou dans le rayon d'action mais sans émettre de clic.

#### Sensibilité des espèces de mammifères marins aux effets acoustiques du projet et caractérisation des impacts potentiels

Dans cette partie nous mettons en perspective les niveaux des bruits de forage et battage de pieux reçus à 8,8 km avec les seuils de risques d'impacts comportementaux et physiologiques pour les espèces de mammifères marins à enjeux de l'aire d'étude :

- Les grands dauphins et dauphins commun ;
- Les marsouins communs ;
- Les phoques gris et veaux-marins (non détectables par acoustique passive mais qui fréquentent la zone d'étude).

Le tableau suivant consigne les bornes supérieures et inférieures des fréquences audibles pour les différents groupes d'espèces considérées.

TABLEAU 10 : FREQUENCES BASSES ET HAUTES DES PLAGES AUDITIVES ESPECES CONSIDEREES DANS LA PRESENTE ETUDE

GROUPES D'ESPECES DE MAMMIFERES MARINS	FREQUENCE BASSE DE L'AUDITION (HZ)	FREQUENCE HAUTE DE L'AUDITION (HZ)	ESPECES EN PRESENCE
Cétacés Moyennes Fréquences (MF)	150	180 000	Grand dauphin Dauphin commun
Cétacés Hautes Fréquences (HF)	275	180 000	Marsouin commun
Pinnipèdes (PI)	200	75 000	Phoque gris Phoque veau-marin

Le tableau suivant consigne les seuils de risque de dérangement comportemental et physiologique (TTS : lésion temporaire du système auditif ; PTS : lésion permanente du système auditif) pour les sons continus tels que les bruits générés par le forage.

TABLEAU 11 : SEUILS UTILISES POUR IDENTIFIER LES RISQUES D'IMPACT DES TRAVAUX PRODUISANT DES SONS CONTINUS TELS QUE LE FORAGE (NOAA, 2018 ; SOUTHALL ET AL. 2019)

GROUPES FONCTIONNELS	SEUIL PTS (SEL dB re.1μPa <sup>2</sup> s)	SEUIL TTS (SEL dB re.1μPa <sup>2</sup> s)	SEUIL POUR UN CHANGEMENT COMPORTEMENTAL (SPL dB re.1μPa)
Cétacés MF	198	178	120
Cétacés HF	173	153	120
Pinnipèdes	201	181	120

Le tableau suivant consigne les seuils de risque de dérangement comportemental et physiologique pour les sons impulsifs tels que les bruits générés par le battage de pieux.

TABLEAU 12 SEUILS UTILISES POUR IDENTIFIER LES RISQUES D'IMPACT DES TRAVAUX PRODUISANT DES SONS IMPULSIONNELS TELS QUE LE BATTAGE DE PIEUX (NOAA, 2018; SOUTHALL ET AL., 2019).

GROUPES FONCTIONNELS	SEUIL PTS		SEUIL TTS (SPL dB re.1μPa)		SEUIL POUR UN CHANGEMENT COMPORTEMENTAL (1) (SPL dB re.1μPa)
	SPL dB re.1μPa	SEL dB re.1μPa <sup>2</sup> s	SPL dB re.1μPa	SEL dB re.1μPa <sup>2</sup> s	
Cétacés MF	230	185	224	170	120
Cétacés HF	202	155	196	140	120
Pinnipèdes PI	218	185	212	170	120

Les niveaux reçus à 8.8 km lors du battage de pieux et du forage sont en dessous des seuils d'impact acoustique pour les trois groupes fonctionnels à enjeux de l'aire d'étude.

### 5.2.3 Proposition d'évolution des mesures

Aucune.

## 5.3 Suivi aérien de la mégafaune marine – MSu9

### SUIVI EN PHASE CHANTIER 2022/2023

#### 5.3.1 Objectif

L'objectif de tout suivi environnemental est la détection de changements par rapport à l'état initial et / ou à l'état de référence des paramètres observés ou mesurés et plus particulièrement pendant la phase de travaux et pendant la phase d'exploitation.

Dans le cas des Oiseaux marins et Mammifères marins, l'objectif général d'un programme de suivi est d'évaluer l'évolution de la fréquentation et du comportement des espèces dans la zone d'implantation du parc éolien et sa zone d'influence. La comparaison des paramètres étudiés aux différents stades du projet (avant/pendant construction, exploitation, démantèlement) permet d'évaluer les modifications éventuelles induites par le projet. Il s'agit en effet de la mise en oeuvre de l'approche BACI, pour Before After Control Impact (Green, 1979).

Le présent rapport concerne les suivis réalisés pendant la phase de construction selon la méthode BACI. L'objectif spécifique de cette phase est donc de décrire l'état des populations de Mammifères marins et Oiseaux marins à l'aide des indicateurs et paramètres écologiques suivants :

- La diversité (nombre d'espèces détectées) ;
- L'abondance (effectifs des populations) ;
- La répartition spatiale des populations dans la zone d'implantation du parc et dans sa zone d'influence (mesurable par différents indicateurs : le taux de rencontre par kilomètre et l'effectif par heure d'observation).

#### 5.3.2 Echantillonnage

L'aire d'étude pour le suivi avion se déroule à une échelle élargie et l'aire d'étude « baie de Seine » est privilégiée. La Figure 9 ci-dessous représente la localisation des transects avion, suivis dans le cadre de la phase de chantier.

L'Entrepreneur est néanmoins libre de proposer une adaptation des aires d'étude et des transects à condition d'en justifier la pertinence.

Le suivi aérien est réalisé en début et fin d'hiver, soit deux campagnes annuelles de suivi aérien pendant la phase de construction du parc éolien. L'objectif est de recenser les espèces présentes en périodes hivernale et migratoire.

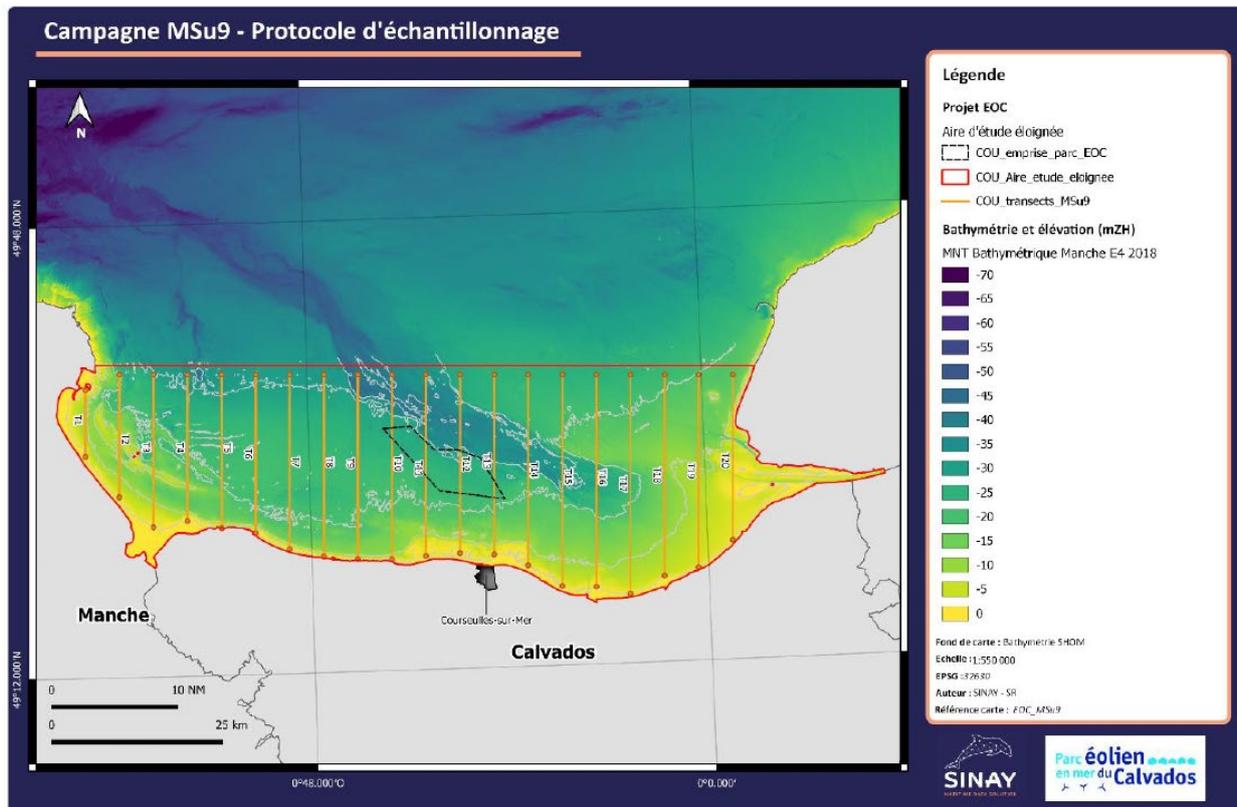


FIGURE 6 : PROTOCOLE DE SUIVI DE LA MEGAFaUNE MARINE PAR AVION (MSU9).

### 5.3.3 Observations et conclusion

Les inventaires et suivis de la Mégafaune marine constituent aujourd'hui une obligation pour la totalité des projets de parcs éoliens en mer, ces données étant indispensables pour dresser un état de référence de qualité et obtenir un suivi pendant toute la durée de vie d'un projet. Ces suivis réalisés en période de travaux permettent de suivre l'évolution de l'abondance et de la répartition spatiale des espèces dans l'aire d'étude et les impacts potentiels des travaux sur ces dernières.

De nombreuses espèces de Mammifères et d'Oiseaux marins ont été observées lors des 4 missions aériennes réalisées pendant les 2 premières années de travaux. Au total, 117 observations de Mammifères marins (266 individus), 2 688 observations d'oiseaux (pour 7 877 individus) et 7 observations d'autres espèces de la mégafaune marine ont été recensées dans l'aire d'étude éloignée (AEE). Une double observation d'un même individu de Baleine à bosse est à noter lors du premier survol de mars 2022. De plus, 561 observations d'activités humaines (concernant 995 éléments) ont été réalisées, regroupant les déchets, les bateaux et les bouées. Au sein de la zone du futur parc éolien en mer de Courseulles, 11 Mammifères marins (1 Grand Dauphin et 10 Marsouins communs en 8 observations), ont été recensés ainsi que 148 oiseaux (92 Alcides, 49 Fous de Bassan, 4 Goélands gris, 2 Goélands noirs et 1 petit Laridé indéterminé) en 56 observations.

Le suivi pendant la phase de travaux est basé sur 3 années d'observation, à raison de 2 campagnes aériennes par an en début et fin d'hiver. Cette stratégie ne permet pas d'appréhender les variations saisonnières de chaque espèce observée par rapport à une fréquence d'échantillonnage trimestrielle ou mensuelle. Les campagnes aériennes de 2022 et de 2023 ont permis de dénombrer 5 161 individus (Oiseaux marins et Mammifères marins) en hiver contre 2 982 individus au printemps sur les 2 années de suivi de la période de travaux sur le parc éolien de Courseulles.

Le trait de côte joue un rôle majeur dans la biologie des populations locales, notamment au niveau des réserves (Beauguillot, Gros Banc, Estuaire de la Seine, Saint-Marcouf). Ce dernier peut être influencé par des activités d'origine anthropique, dont l'éolien fait partie, ou des événements naturels. Par exemple, en mai 2022, une partie de la pointe du Hoc s'est effondrée. Cette zone sert notamment de lieu de nidification pour certaines espèces telles que la Mouette tridactyle. Cet événement naturel contribue à modifier la dynamique des populations nicheuses concernées.

Le nouvel atlas des oiseaux de Normandie (2016-2019) publié par le GONm présente quant à lui l'évolution des effectifs et la répartition des populations nicheuses, hivernantes et migratrices en Normandie. Il constitue la principale source de données de comparaison. Néanmoins, l'approche adoptée pour sa réalisation n'est pas particulièrement adaptée au milieu marin.

L'évolution des effectifs d'une population influence directement le nombre d'observations possibles de l'espèce lors des suivis. Afin de prendre en compte ces variations, il est important de prendre du recul sur les données issues du suivi MSu9 sur Courseulles, et de les croiser avec des données de suivis de populations, dont certains documents font office de référence à ce sujet. Le récent rapport collectif (2022) du Réseau National Phoques sur le recensement des colonies et reposoirs de Phoques en France en 2020 et 2021 utilise des modèles linéaires généralisés (GLM – régression de Poisson) pour modéliser les données issues des suivis par comptage, et montre par exemple une dynamique positive pour le Phoque veau-marin en Baie de Veys.

Les derniers recensements des réserves normandes permettent aussi de compléter les données collectées par les sorties aériennes. En septembre 2021, l'effectif maximum de Phoques veaux-marins dénombré fut de 254 individus dont 76 couples « mère-petit » enregistrés en août 2021 dans la réserve de Beauguillot. Lors de la campagne aérienne de 2022, seuls 11 Phoques étaient dénombrés. Les observations dans cette même réserve font également état de plusieurs espèces d'Anatidés et de Limicoles au cours d'une année de suivi, espèces faiblement observées en 2022 (une centaine d'individus). Il serait intéressant d'inclure ces réserves côtières dans le plan d'échantillonnage afin d'approcher l'exhaustivité et compléter le jeu de données collecté ou à défaut d'intégrer leurs données d'observation dans les analyses proposées ici.

Les dernières données relatives aux suivis en cours des Phoques gris en Manche, notamment dans le cadre de suivis en lien avec le développement des parcs éoliens en mer, montrent une dynamique actuelle positive avec des effectifs croissants du Phoque gris en baie de Seine (estuaire de la Seine, baie des Veys et îles Saint-Marcouf). Or le nombre d'observations effectuées dans le cadre de nos suivis ne détectent que très peu cette espèce. Les résultats de suivi au moyen de la télémétrie de la colonie de phoques veaux marins en baie des Veys devront donc compléter les présentes conclusions relatives aux Phoques et à leur utilisation du secteur étudié.

**L'ensemble des résultats sont détaillés dans le rapport N°A10200296 EDF Renouvelables Suivi de la mégafaune marine pendant la phase de travaux du parc éolien en mer au large de Courseulles sur Mer.**