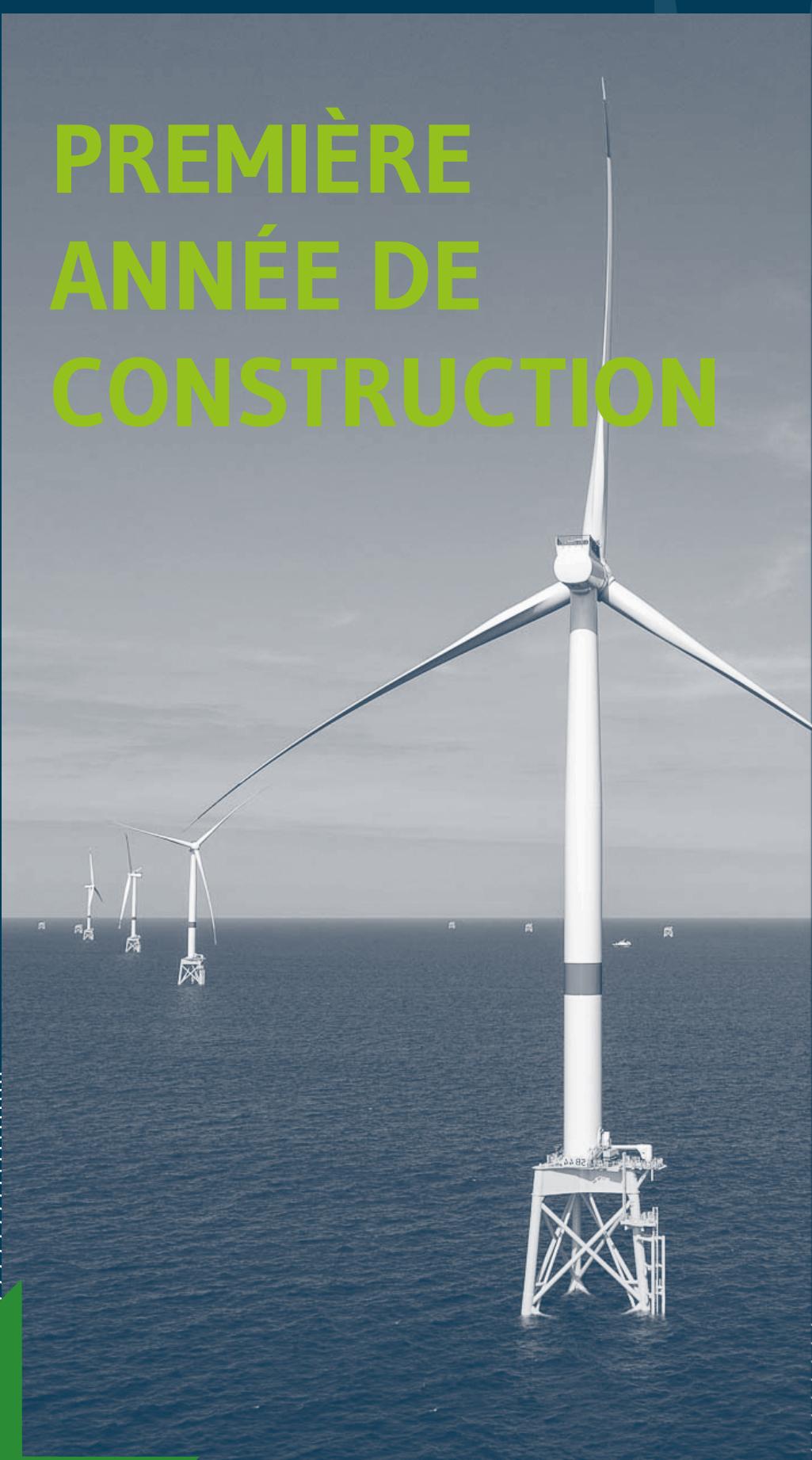


Bilan environnemental

# PREMIÈRE ANNÉE DE CONSTRUCTION



## **SOMMAIRE**

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>5</b>
1.1. Généralités .....	5
1.2. Les mesures ERCS dans l'AU-IOTA .....	5
<b>2. OBJET DU PRESENT DOCUMENT .....</b>	<b>8</b>
<b>3. ABBREVIATIONS .....</b>	<b>8</b>
<b>4. CONTEXTE .....</b>	<b>9</b>
<b>5. CONSEIL DE GESTION ET DE SUIVI .....</b>	<b>11</b>
<b>6. SUIVIS ENVIRONNEMENTAUX PENDANT LA PREMIERE ANNEE DE CONSTRUCTION .....</b>	<b>12</b>
6.1. Suivi visuel des mammifères marins et des oiseaux .....	12
6.1.1. Objectifs .....	12
6.1.2. Mise en œuvre et résultats disponibles .....	12
6.2. Suivi par acoustique passive des mammifères marins .....	15
6.2.1. Objectifs .....	15
6.2.2. Mise en œuvre et résultats disponibles .....	15
6.3. Suivi de l'avifaune par radar .....	16
6.3.1. Objectifs .....	16
6.3.2. Mise en œuvre et résultats disponibles .....	17
6.4. Suivi de la ressource halieutique .....	18
6.4.1. Objectifs .....	18
6.4.2. Mise en œuvre et résultats disponibles .....	18
6.5. Suivi du Benthos/Eau/Sédiment .....	22
6.5.1. Objectifs .....	22
6.5.2. Mise en œuvre et résultats disponibles .....	22
6.6. Suivi des chiroptères .....	23
6.6.1. Objectifs .....	23
6.6.2. Mise en œuvre et résultats disponibles .....	23
6.7. Suivi de la turbidité en phase construction .....	25
6.7.1. Objectifs .....	25
6.7.2. Mise en œuvre et résultats disponibles .....	25
6.8. Suivi du bruit sous-marin en construction .....	26
6.8.1. Objectifs .....	26
6.8.2. Mise en œuvre et résultats disponibles .....	26
6.9. Détection visuelle et acoustique des mammifères marins par les observateurs embarqués lors des opérations de battage .....	27
6.9.1. Objectifs .....	27
6.9.2. Mise en œuvre et résultats disponibles .....	27
6.10. Réduction de la photo-atraction .....	29
6.10.1. Objectifs .....	29

6.10.2.	Mise en oeuvre et résultats disponibles .....	29
6.11.	Mesure de réduction supplémentaire pour le Puffin des Baléares .....	29
6.11.1.	Objectifs .....	29
6.11.2.	Mise en œuvre et résultats disponibles.....	29
6.12.	Amélioration des conditions de quiétude de mammifères marins pour la durée du chantier .....	31
6.12.1.	Objectifs.....	31
6.12.2.	Mise en œuvre et résultats disponibles.....	31
6.13.	Participation aux actions de lutte contre la prédateur des oiseaux marins de la colonie du Cap Fréhel par la Corneille noire .....	32
6.13.1.	Objectifs .....	32
6.13.2.	Mise en œuvre et résultats disponibles.....	32
6.14.	Eradication du Vison d'Amérique sur les îles du Trégor .....	32
6.14.1.	Objectifs .....	32
6.14.2.	Mise en œuvre et résultats disponibles.....	33
6.15.	Etude d'impact du bruit sur la ressource halieutique .....	33
6.15.1.	Objectifs .....	33
6.15.2.	Mise en œuvre et résultats disponibles.....	33
<b>7.</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>34</b>

## List des figures

Figure 1 : Illustration réalisée par RTE sur le raccordement du parc à terre .....	5
Figure 2 : Site internet d'Ailes Marines.....	8
Figure 3 : Localisation des transects en 2013/2014 et en 2020/2022 (source: IGN, BIOTOPE) .....	12
Figure 4 : Répartition des effectifs par familles d'espèces : Expertises en avion digital 2020/2021 (Etat de référence) et 2021/2022 (première année de construction).....	13
Figure 5 : Phénologie et densité selon la méthode strip-transect (ensemble des espèces) : Transects avion digital 2020/2021 (Etat de référence) et 2021/2022 (première année de construction). La zone grisée correspond à la période de travaux en phase construction et son équivalent en année de référence (source : BIOTOPE). .....	14
Figure 6 : Phénologie et densité selon la méthode strip-transect – Marsouin commun – Transect avion digital 2020/2021 (Etat de référence) et 2021/2022 (première année de construction) (source: BIOTOPE).....	15
Figure 7 : Emplacement des 7 enregistreurs acoustiques dans la zone rapprochée et éloignée du parc éolien en baie de Saint-Brieuc (source: BIOTOPE).....	16
Figure 8: Localisation du point de suivi de l'avifaune par radar terrestre, Cap Fréhel.....	17
Figure 9 : Planning des campagnes par espèce (source : Setec in vivo).....	18
Figure 10: Plan d'échantillonnage du suivi de la ressource halieutique .....	19
Figure 11 : Carte des abondances d'œufs de seiches par station et indicateur des pontes par année (source : IDRA Bio & Littoral).....	21
Figure 12 : Localisation des stations d'étude (source : Setec in vivo) .....	22
Figure 13 ; Localisation du système d'enregistrement au Phare du Grand Léjon .....	24
Figure 14 : Localisation des 8 stations d'enregistrement installées sur les éoliennes .....	24
Figure 15 : Positions des 3 bouées fixes : Bouée#1, Bouée#2 proche du site Natura 2000, Bouée#3 dans la zone du gisement principal de coquilles Saint-Jacques.....	26
Figure 16 : La bouée acoustique RUBHY au moment de l'installation (source : SOMME).....	27
Figure 18 : Localisation des observations de mammifères marins par les Observateurs Mammifères Marins. .....	28

---

Figure 19: Photos des Dauphins de Risso en août 2021 par les Observateurs Mammifères Marins.....	29
Figure 20 : Couverture du livret de sensibilisation sur le Puffin des Baléares .....	30
Figure 21 : Distribution des données de Puffins des Baléares lors des comptages terrestres réalisés en baie de Saint-Brieuc en 2021 (en rouges les points de comptages systématiques et en jaune, le point de comptage optionnel de la pointe des Guettes ; source GEOCA) .....	31
Figure 22 : Couverture du livret de sensibilisation sur les mammifères marins .....	32
Figure 23 : Coquille Saint Jacques équipé d'un valvomètre (source : Retailleau et al., 2023) .....	33
Figure 24 : Publication scientifique dans le cadre du projet IMPAIC .....	34

## List des tableaux

Tableau 1 : Planning des mesures.....	9
Tableau 2 : Conseil de gestion et de suivi tenu pendant la première année de construction .....	11

## 1. INTRODUCTION

### 1.1. Généralités

D'une puissance installée de 496 MW, le projet de parc éolien au large de la baie de Saint-Brieuc se situe dans la zone définie par l'Etat français dans le cadre de l'appel d'offres portant sur des installations éoliennes de production d'électricité en mer en France, dans le département des Côtes-d'Armor (22), au large de la baie de Saint-Brieuc.

Avec une production annuelle de 1 820 GWhs, il fournira l'équivalent de la consommation de 835 000 habitants environ, soit plus de 9 % de la consommation électrique totale de la Bretagne.

Le projet éolien en mer de la baie de Saint-Brieuc est constitué de 62 éoliennes disposées en 7 lignes de 3 à 14 éoliennes, espacées de 1 300 mètres environ. A l'intérieur de chaque ligne, l'espacement inter-éoliennes est d'environ 1 000 mètres. Une sous-station électrique est implantée au centre du parc éolien, alignées avec les turbines au sein de la quatrième rangée.

L'ensemble des éléments du parc éolien (éoliennes et sous-station électrique) sont fixés sur des fondations de type jacket, composées d'un treillis métallique fixé sur le fond par trois pieux (quatre pour la sous-station électrique).

Le réseau de câbles inter-éoliennes permet d'acheminer l'électricité produite par les éoliennes jusqu'à la sous-station électrique en mer. Deux câbles d'exports sont également installés et exploités par RTE (depuis la sous-station électrique jusqu'à la plage de Caroual, sur la Commune d'Erquy).

Ce projet est développé par Ailes Marines, détenues à 100% par IBERDROLA.

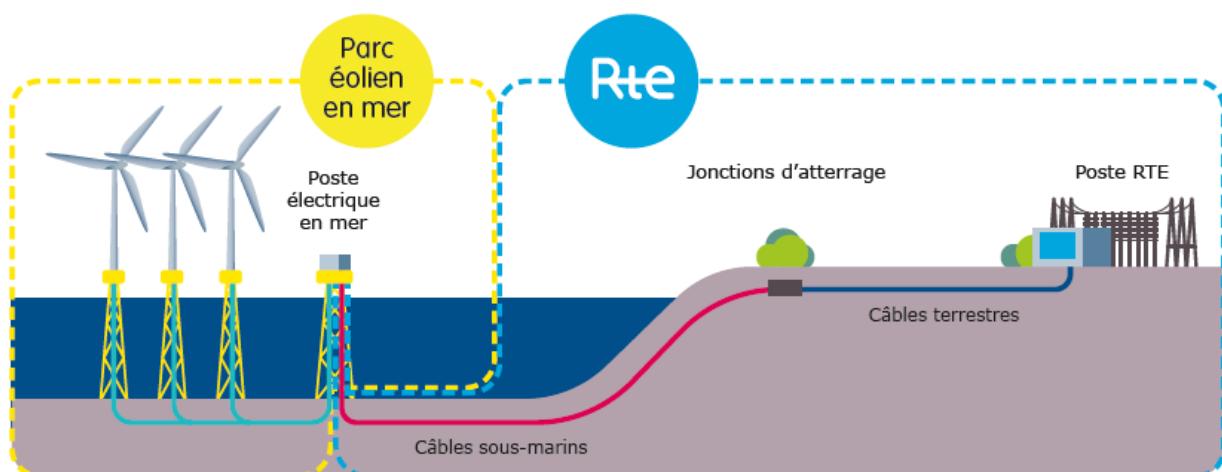


Figure 1 : Illustration réalisée par RTE sur le raccordement du parc à terre

La zone de concession, d'une superficie de 103 km<sup>2</sup> se situe sur des fonds marins compris entre 29 et 42 mètres par rapport aux Plus-Basses-Mers Astronomiques.

Cette zone fait 9 kilomètres de largeur environ dans le sens sud-ouest/nord-est et environ 15 kilomètres de longueur dans le sens nord-ouest/sud-est. Elle est située, par rapport à la côte, à une distance de :

- 16,3 km / 8,8 milles nautiques du Cap Fréhel ;
- 26,4 km / 14,2 milles nautiques de Saint-Quay-Portrieux ;
- 33 km / 17,8 milles nautiques de Saint-Brieuc.

### 1.2. Les mesures ERCS dans l'AU-IOTA

Le parc éolien au large de la baie de Saint-Brieuc, a obtenu le 18 avril 2017, de la Préfecture des Côtes-d'Armor, l'autorisation administrative dite « Autorisation Unique IOTA » au titre des dispositions des articles L.214-1 et suivants du Code de l'Environnement. Plusieurs mesures de suivi, de réduction, de compensation ou d'accompagnement sont prescrites dans cette autorisation et sont reprises dans ce rapport.

La construction et les mesures environnementales sont suivies par définition dans l'AU-IOTA, par plusieurs instances de gouvernance locale qui sont repris ci-dessous : (1) le comité de gestion et de suivi (CGS), (2) le conseil scientifique (CS) et (3) l'instance de concertation et de suivi (ICS) durant l'ensemble des phases du projet (pré-construction, construction et exploitation).

- **Comité de gestion (CGS)**, présidé par le préfet des Côtes d'Armor et se tient deux fois par an, ses objectifs sont les suivants :

- Suivre le déroulement du projet,
- Veille à la bonne mise en place et à l'application des mesures d'évitement, de réduction, de compensation, d'accompagnement et de suivi
- Validation des protocoles de suivi et mesures environnementales

**Il est composé :**

- **Au titre des services de l'Etat** : Le Préfet maritime, le directeur départemental des territoires et de la mer, le directeur régional de l'environnement, le directeur interrégional de la mer Nord Atlantique, le directeur de l'ARS Bretagne, le directeur interrégional Bretagne-Pays de la Loire OFB,
- **Au titre des collectivités** : les présidents de Dinan Agglomération, SBAA, Leff Armor Communauté, Guingamp Paimpol Agglomération de l'Armor à l'Argoat, LTC, Conseil régional de Bretagne, Conseil départemental des Côtes d'Armor
- **Au titre des sites Natura 2000** : Les présidents de comité de pilotage de sites Natura 2000, Côte de granit Rose – Archipel des 7 îles, Trégor-Goëlo, Baie de Saint Brieuc Est, Cap d'Erquy-Cap Fréhel, Estuaire de la Rance – îlots Notre Dame et Chevret
- **Au titre des représentants de la pêche maritime** : Président CDPMEM 22, Président CDPMEM 35, Président CRC Bretagne Nord
- Le conservateur de la réserve naturelle de la Baie de Saint-Brieuc et le conservateur de la réserve naturelle des Sept-Îles
- Le représentant du gouvernement de Jersey
- Un représentant de Ailes Marines et de RTE

- **Conseil scientifique (CS)**, présidé par un président élu et se tient en fonction des besoins

- Apporter une assistance-conseil au comité de gestion et de suivi
- Chargé d'émettre des avis et de formuler des recommandations concernant entre autres les protocoles de réalisation des suivis de l'environnement.

**Il est composé** d'experts scientifiques reconnus et spécialistes relevant :

- MHN
- CEREMA
- IFREMER
- SHOM
- ONCFS
- Office français de la biodiversité
- Université de Rennes 1
- UBO
- Oceanopolis Brest
- LPO
- Vivarmor
- GMB
- GECC
- Bretagne Vivante
- GEOCA
- Réserve nationale des Sept-Îles
- Réserve nationale de la baie de Saint-Brieuc
- CDPMEM 22 et CDPMEM 35
- CRPMEM
- CRC Bretagne Nord
- Conseil scientifique régional du patrimoine naturel de Bretagne

- **L'instance de concertation et de suivi (ICS)** coprésidée par le Préfet des Côtes d'Armor et le Préfet maritime :
- Permet d'informer les différentes parties intéressées (élus, professionnels, associations représentant la société civile) de l'avancée et du suivi du parc

**Elle est composée :**

- M. le Préfet de la région Bretagne
- M. le Préfet maritime de l'Atlantique
- M. le Préfet des Côtes d'Armor

- M. le Président du Conseil régional de Bretagne
- M. le Président du Conseil départemental des Côtes d'Armor
- Madame et Messieurs les parlementaires de Côtes d'Armor
- M. le Premier ministre du Gouvernement de Jersey
- Madames et Messieurs les Conseillers départementaux des cantons de Pléneuf Val-André, Lamaballe, Trégueux, Saint-Brieuc Est, Plouha, Paimpol et Tréguier
- M. le Président de Saint-Brieuc Armor Agglomération, M. le Président de Leff Armor Communauté, M. le Président de Lamballe Terre et Mer, M. le Président de Dinan agglomération, M. le Président de Lannion Trégor Communauté, M. le Président de l'Association des maires des Côtes d'Armor
- Mesdames et Messieurs les Maires de Pleubian, Lanmodez, Ploubazlanec, l'île de Bréhat, Paimpol, Plouézec, Plouha, Tréveneuc, Saint-Quay-Portrieux, Binic-Etables-sur-Mer, Pordic, Plérin, Saint-Brieuc, Langueux, Hillion, Lamballe Armor, Pléneuf-Val-André, Erquy, Plurien, Fréhel, Plévenon, Pleboulle, Matignon, Saint-Cast-le-Guildo, Saint-Alban, Hénansal, Lézardrieux, Pleudaniel
- M. Le Président du Syndicat Mixte du Port d'Armor, M. Le Président de la CCI des Côtes d'Armor, M. le Président de la Chambre des métiers des Côtes d'Armor, Mme la Présidente de Côtes d'Armor Destination, M. le Président de l'Union des métiers de l'industrie et de l'hôtellerie des Côtes d'Armor
- M. le Président du CRPMEM de Bretagne, M. le Président du CDPMEM des Côtes d'Armor, d'Ille et Vilaine, M. le Président du CRC Bretagne Nord, M. le Président du CRPMEM Normandie, M. le Président de la station de pilotage des Côtes d'Armor et de Saint-Malo, M. le Délégué départemental de la Société nationale de sauvetage en mer des Côtes d'Armor
- M. le Directeur des Vedettes de Bréhat, M. le directeur des Vedettes de Perros-Guirec, M. le Directeur de la Compagnie Corsaire, M. le Directeur d'Armor Navigation, M. le Représentant régional de l'UNICEM
- M. le Président du Comité départemental de voile des Côtes d'Armor
- M. le Président du Comité départemental des associations de pêcheurs plaisanciers des Côtes d'Armor, M. le Président du Comité départemental d'études et sports sous-marins des Côtes d'Armor, M. le Président de la COBEN, Mme la Présidente de France Nature Environnement Bretagne, M. le Président de la LPO, M. le Président de l'association Gardez les Caps, M. le Président du GEOCA, M. le Président du GECC, M. le Président du GMB, M. le Président de Bretagne vivante – SEPNB, M. le Président de l'association VIVARMOR, M. le Président du collectif associations environnementales des Côtes de Penthievre et d'Emeraude, Mme la Présidente de la Fédération des associations de protections de l'environnement et du littoral des Côtes d'Amor
- M. le Président de Breizh Energie Marine renouvelable, M. le Président de l'Agence locale de l'énergie du Pays de Saint-Brieuc, M. le Président du Yacht Club de Saint-Brieuc, M. le Président Malicorne Surf association, M. le Président de Surfrider Foundation Europe, Mme la Présidente du Collectif de Caroual, M. le Président de l'association AL LARK
- M. le Directeur AMS SAS, M. le Directeur de RTE
- Mme la Directrice de l'énergie du Ministère de la transition écologique, M. le Directeur inter-régional de la mer Nord Atlantique Manche Ouest, M. le Directeur régional de l'environnement, de l'aménagement et du logement, M. le Directeur départemental de l'emploi, du travail et des solidarités, M. le Directeur départemental des territoires et de la mer des Côtes d'Armor, M. le Directeur départemental des finances publiques des Côtes d'Armor, M. le Chef de Service territorial de l'Architecture et du patrimoine des Côtes d'Armor de la Direction régionale des affaires culturelles de Bretagne, M. le Délégué régional de l'ADEME, M. le directeur de l'ARS
- M. le Président directeur régional de l'IFREMER, M. le Directeur général de l'OFB, M. le Directeur général du Cerema, M. le Directeur général du Shom
- M. le Président du comité de pilotage du site Natura 2000 « Trégor-Goëlo », « Baie de Saint-Brieuc Est », « Cap d'Erquy-Cap Fréhel », « Estuaire de la Rance-îlots Notre Dame et Chevret », M. le Conservateur de la réserve naturelle nationale des Sept-Îles, M. le Conservateur de la Réserve naturelle nationale de la baie de Saint-Brieuc, Mme la Présidente du Syndicat mixte « Grand site Cap d'Erquy-Cap Fréhel »
- Mesdames et Messieurs les Membres du Conseil scientifique du parc éolien en mer de Saint-Brieuc
- Des experts peuvent être invités à la demande des co-présidents.

## 2. OBJET DU PRESENT DOCUMENT

Le présent document constitue le bilan environnemental relatif au projet du parc éolien en mer de Saint-Brieuc pour la première année de construction, plus précisément du mois de mai 2021 au mois de décembre 2021. Il présente l'ensemble des mesures mises en œuvre en termes de suivi, compensation environnementale ainsi qu'en terme de réduction d'impact du projet et d'accompagnement environnemental.

L'ensemble des éléments relatifs aux suivis peuvent être retrouvés sur le site internet d'Ailes Marines : Les mesures mises en place - Ailes Marines ([ailes-marines.bzh](#) ; Figure 2).

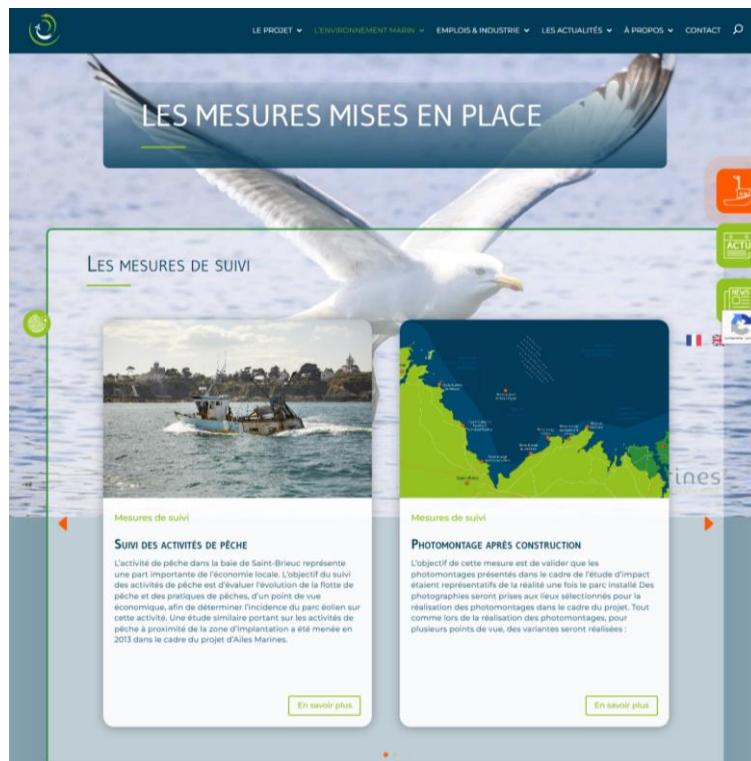


Figure 2 : Site internet d'Ailes Marines

## 3. ABBREVIATIONS

<b>AMS</b>	Ailes Marines
<b>AU-IOTA</b>	Autorisation unique - Installations, Ouvrages, Travaux et Activités
<b>CGS</b>	Conseil de gestion et de suivi
<b>CS</b>	Conseil scientifique
<b>ICS</b>	Instance de concertation et de suivi
<b>MC</b>	Mesure de compensation
<b>MR</b>	Mesure de réduction
<b>MS</b>	Mesure de suivi
<b>STB</b>	Saint Brieuc

## 4. CONTEXTE

L'installation du parc éolien en mer a officiellement démarré le 3 mai 2021.

Le présent rapport porte sur les mesures environnementales dont la mise en œuvre est prévue au stade de la construction. Il s'agit de mesures de suivi, de mesures de compensation, de mesures d'accompagnement et de mesures de réduction.

Les suivis réalisés depuis le début du chantier sont présentés au fur et à mesure du document, pour le compartiment de l'environnement concerné.

Tableau 1 : Planning des mesures

Catégorie	Description	Phase pré-construction	Phase construction			Phase O&M
			Année 2021	Année 2022	Année 2023	
<b>Mesures de suivis</b>	Suivi visuel des mammifères marins	✓	✓	✓	✓	✓
	Suivi des mammifères marins par acoustique passive	✓	✓	✓	✓	✓
	Suivi des colonies d'oiseaux nicheurs	✓		✓		✓
	Suivi de la dispersion des poussins d'Alcidés	✓		✓		✓
	Suivi visuel des oiseaux	✓	✓	✓	✓	✓
	Suivi des oiseaux par radar	✓	✓	✓	✓	✓
	Suivi télémétrique du Fou de Bassan			✓		✓
	Suivi télémétrique des Alcidés			✓		✓
	Suivi de la ressource halieutique	✓	✓	✓	✓	✓
	Suivi de la qualité de l'eau, des sédiments et des peuplements benthiques	✓	✓	✓	✓	✓
	Suivi des chiroptères		✓	✓	✓	✓
	Suivi des activités de pêche	✓				
	Suivi du bruit aérien		✓			
	Suivi de la turbidité		✓	✓	✓	
<b>Mesure de réduction</b>	Réalisation de photomontages après construction du parc					✓
	Suivi du bruit sous-marin		✓	✓	✓	
	Démarrage progressif des opérations de battage (soft-start) afin de permettre l'éloignement des mammifères marins		✓	✓	✓	
	Détection visuelle et acoustique des mammifères marins par les observateurs embarqués lors des opérations de battage		✓	✓	✓	
	Réduction de la photoattraction en phase de construction		✓	✓	✓	

	Mesure de réduction supplémentaire pour la réduction du dérangement du Puffin des Baléares		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Mesure de compensation	Amélioration des conditions de quiétude des mammifères marins		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Lutte contre la préation des oiseaux marins par la Corneille noire	<input checked="" type="checkbox"/>				
	Eradication du Vison d'Amérique sur les îles du Trégor	<input checked="" type="checkbox"/>				
Mesures d'accompagnement	Photo-identification des mammifères marins du golfe Normand Breton					<input checked="" type="checkbox"/>
	Etude d'impact du bruit sur la ressource halieutique	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
	Contribution à la gestion d'Aires Marines Protégées	<input checked="" type="checkbox"/>				
	Modélisation de la turbidité	<input checked="" type="checkbox"/>				
	Expérimentation d'un système d'évitement des collisions pour l'Avifaune					<input checked="" type="checkbox"/>

## 5. CONSEIL DE GESTION ET DE SUIVI

Depuis le 11 octobre 2017, date à laquelle le premier CGS s'est tenu, le comité s'est réuni deux fois par an.

Au cours de la première année de construction de mai à décembre 2021, un conseil de gestion et de suivi a été organisées pour le suivi du projet du parc éolien en mer de Saint-Brieuc.

*Tableau 2 : Conseil de gestion et de suivi tenu pendant la première année de construction*

Date du CGS	Mesures présentées
<b>27 septembre 2021</b>	Suivi visuel de l'avifaune et des mammifères marins Suivi acoustique des mammifères marins Suivi des colonies d'oiseaux nicheurs Suivi des oiseaux par radar Lutte contre la prédateur des oiseaux marins par la Corneille noire Eradication du Vison d'Amérique sur les îles du Trégor Mesure de réduction supplémentaire pour la réduction du dérangement du Puffin des Baléares Amélioration des conditions de quiétude des mammifères marins Détection visuelle et acoustique des mammifères marins par les observateurs embarqués lors des opérations de battage. Suivi des chiroptères Suivi de la ressource halieutique Suivi de la qualité de l'eau, des sédiments et des peuplements benthiques Suivi de la turbidité Suivi du bruit sous-marin Expérimentation d'un système d'évitement des collisions pour l'Avifaune Suivi télémétrique du Fou de Bassan Suivi télémétrique des Alcidés

## 6. SUIVIS ENVIRONNEMENTAUX PENDANT LA PREMIERE ANNEE DE CONSTRUCTION

### 6.1. Suivi visuel des mammifères marins et des oiseaux

#### 6.1.1. Objectifs

L'objectif de cette étude est de pouvoir comparer les données récoltées pendant les suivis aux résultats de l'état de référence et de mettre en évidence les évolutions de la fréquentation de la zone d'implantation du parc éolien et de sa zone d'influence, par les oiseaux et les mammifères marins en premier lieu, et de manière opportuniste, les autres grands pélagiques (tortues marines, requins).

Plus spécifiquement, l'étude porte sur la caractérisation de la diversité, de l'abondance et de la répartition (géographique et temporelle) des oiseaux et des mammifères marins.

#### 6.1.2. Mise en œuvre et résultats disponibles

Pendant la phase de construction, le suivi visuel des mammifères marins et oiseaux consiste en des campagnes aériennes réalisées par le bureau d'étude BIOTOPE et ses prestataires BioConsult SH et HiDef aerial surveying. Les campagnes se sont tenues une fois par mois de mars 2021 à fin février 2022 (incluant 6 mois de travaux de mai 2021 au novembre 2021).

Ailes Marines s'est engagée à utiliser la méthodologie haute définition depuis le début de l'état de référence, ce qui n'était initialement pas prévu et permet d'assurer une continuité avec les mesures en phase d'exploitation. Cette méthodologie largement déployée, et parfois obligatoire à l'étranger, permet d'obtenir des résultats robustes dans le temps et ainsi mieux évaluer l'incidence des phases travaux et fonctionnement. Un protocole de type transect est déployé pour le suivi aérien haute définition avec une couverture de 10% de l'aire d'étude (Figure 3). Les films réalisés lors de sorties sont analysés de retour à terre.

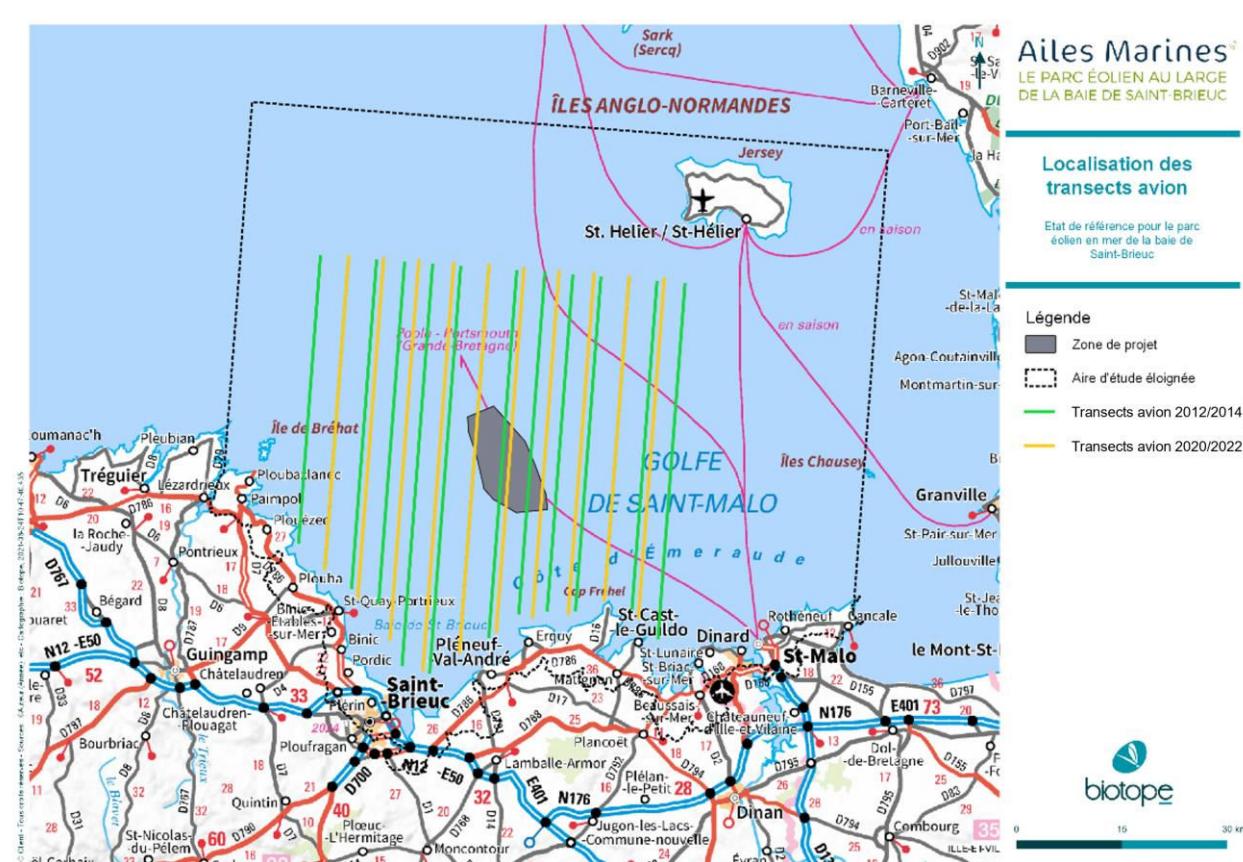


Figure 3 : Localisation des transects en 2013/2014 et en 2020/2022 (source: IGN, BIOTOPE)

Bilan global concernant les expertises **avifaune** par avion 2021/2022 :

- Au cours des 12 campagnes analysées entre mars 2021 et mars 2022 : 30481 oiseaux appartenant à 44 taxons (contre 12254 oiseaux en effectif cumulé appartenant à 42 taxons pendant l'état de référence) ont été notés, en effectif cumulé ;
- Par ailleurs, on peut noter que pour la période équivalente (mai à octobre), les effectifs observés ont pratiquement doublé entre l'année de référence (2020) et la phase de travaux (2021) (Figure 5).
- Les Alcidés rassemblent presque la moitié des effectifs, cependant leur répartition est sensiblement plus importante lors de la première année de construction (48% contre 45% lors de l'état de référence) ;
- Les Laridées représentent 29 % des espèces présentent (contre 26% pour l'état de référence) ;
- En ce qui concerne les Fous de Bassan, la valeur des effectifs est proche entre l'état de référence et la première année de construction mais proportionnellement à l'ensemble des familles les pourcentages sont en baisse (6% pour l'état de référence et 2% pour la première année de construction).

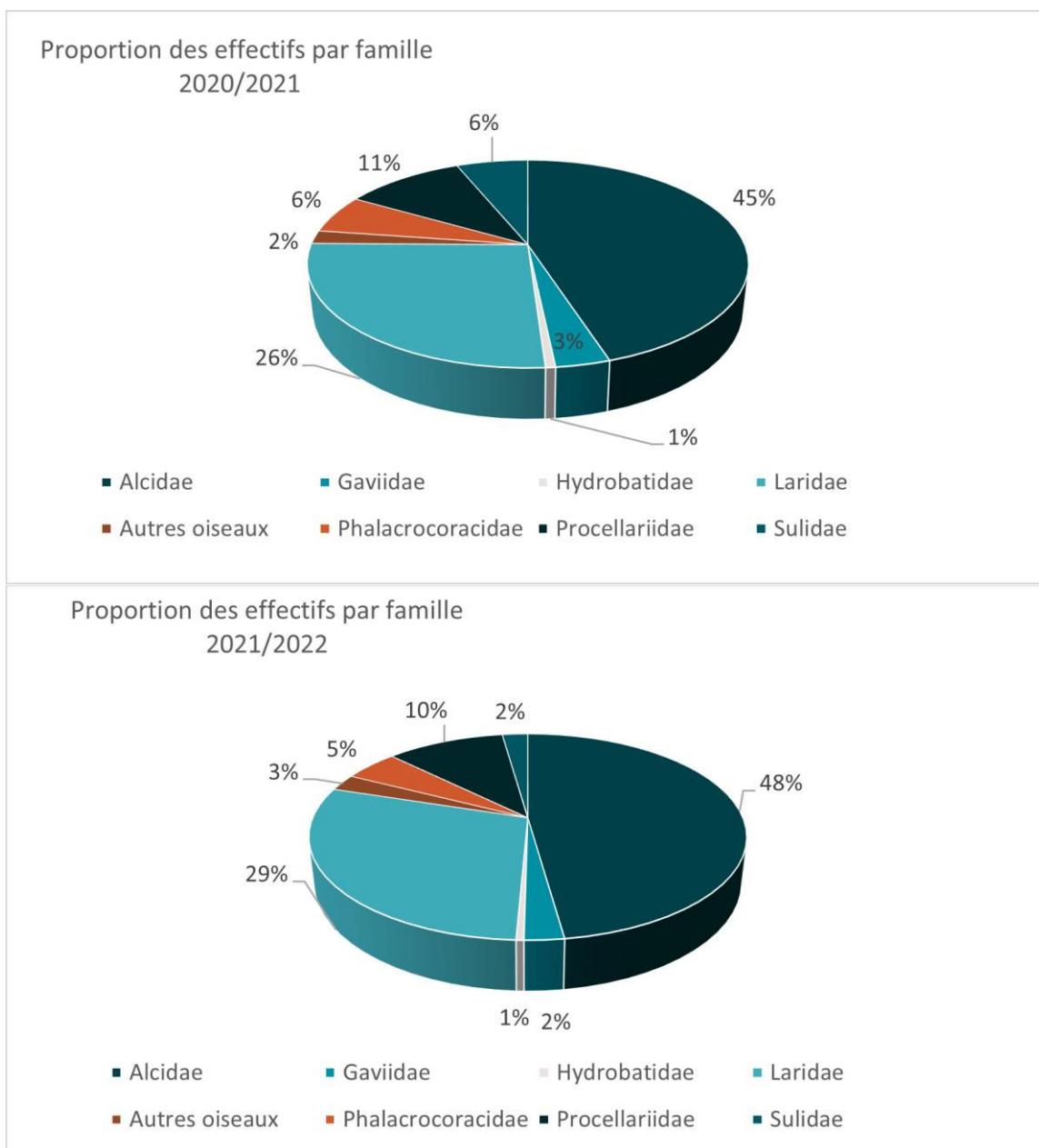


Figure 4 : Répartition des effectifs par familles d'espèces : Expertises en avion digital 2020/2021 (Etat de référence) et 2021/2022 (première année de construction).

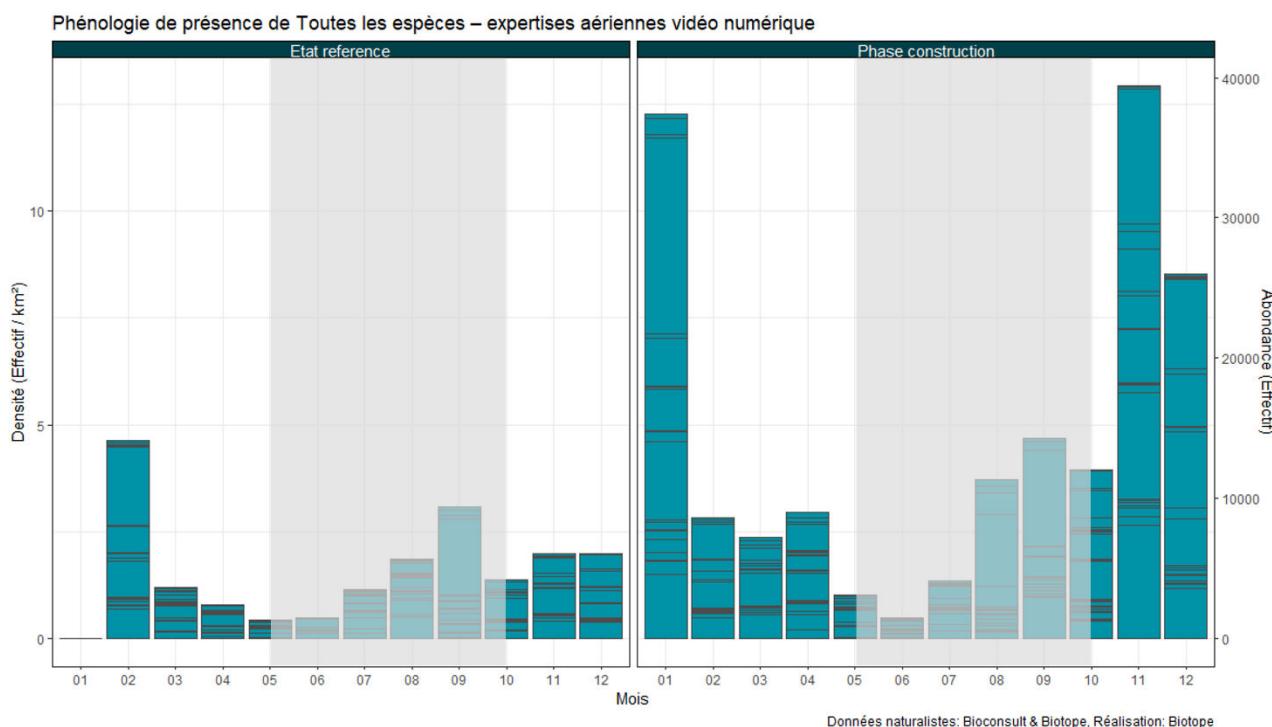


Figure 5 : Phénologie et densité selon la méthode strip-transect (ensemble des espèces) : Transects avion digital 2020/2021 (Etat de référence) et 2021/2022 (première année de construction). La zone grisée correspond à la période de travaux en phase construction et son équivalent en année de référence (source : BIOTOPÉ).

Bilan global concernant les expertises **mammifères marins** par avion 2021/2022 :

- Lors des 24 sessions aériennes réalisées entre mars 2020 et mars 2022, un total de 265 individus de mammifères marins ont été observés.
- Les observations de mammifères (nobs=90) et leurs effectifs (neff=155) ont été plus importants lors de la première année de construction que durant l'état de référence (nobs=58 ; neff=110).
- Cinq espèces ont été identifiées avec certitude : Marsouin commun, Grand dauphin, Dauphin à bec court, Phoque gris, Dauphin de Risso et quelques individus n'ont pas été identifiés à l'espèce (9 phoques et 9 mammifères marins indéterminés).
- Lors de la première année de construction, le Marsouin commun est l'espèce comptabilisant le plus d'individus (n=63) et la plus fréquemment rencontrée (n=44 ; Figure 6).

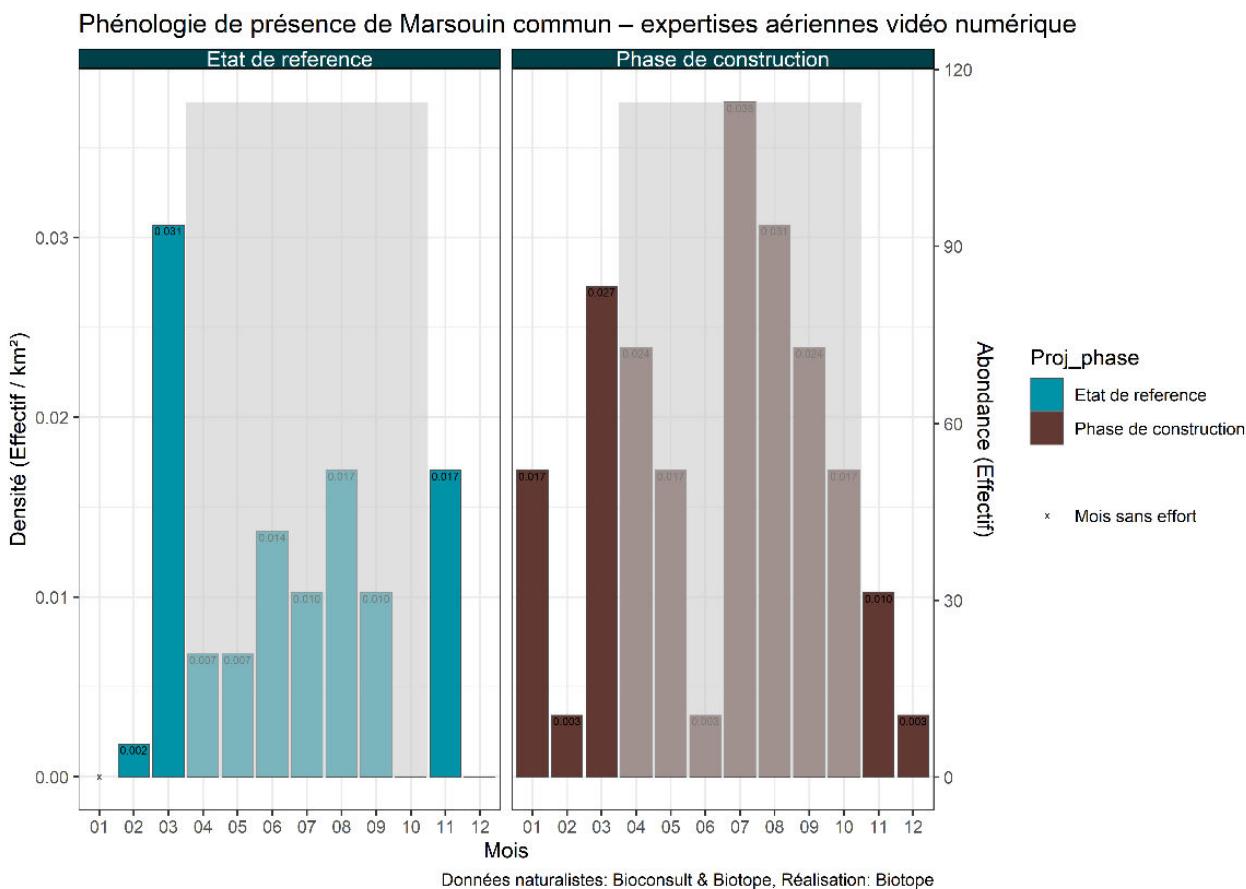


Figure 6 : Phénologie et densité selon la méthode strip-transect – Marsouin commun – Transect avion digital 2020/2021 (Etat de référence) et 2021/2022 (première année de construction) (source: BIOTOPE)

## 6.2. Suivi par acoustique passive des mammifères marins

### 6.2.1. Objectifs

L'objectif est de renseigner l'activité des cétacés dans la zone du parc éolien en mer avant travaux (état de référence), en phase de construction, d'exploitation et de démantèlement.

### 6.2.2. Mise en œuvre et résultats disponibles

La mise en place de cette étude a été confiée à BIOTOPE et son prestataire QUIET OCEANS.

Sept stations acoustiques ont été installées à différents endroits de la zone d'étude, chacune permettant d'enregistrer les hautes fréquences (marsouins, clics) et basses fréquences (cétacés basse et moyenne fréquences, bruit ambiant). Deux stations sont positionnées dans le parc, et les cinq autres disposées en étoiles autour du parc à 10 et 20 km de distance (Figure 7). Tous les 3 mois selon les possibilités météo-océanique du site, les hydrophones sont relevés pour récupérer les données.

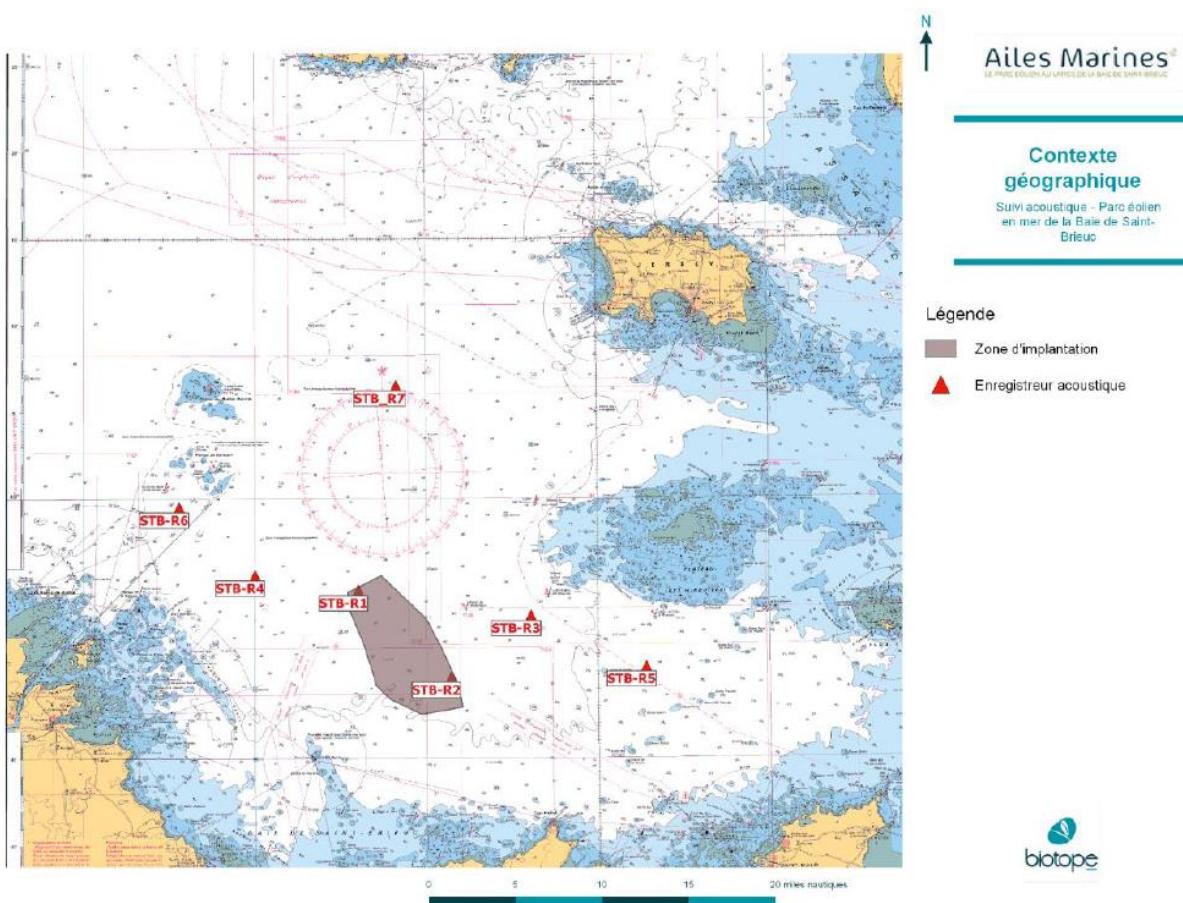


Figure 7 : Emplacement des 7 enregistreurs acoustiques dans la zone rapprochée et éloignée du parc éolien en baie de Saint-Brieuc (source: BIOTOPE)

En 2021/2022, 17082 heures d'enregistrement des bruits biologiques par 7 hydrophones ont été réalisées. Trois familles de mammifères marins ont été détectées parmi lesquelles quatre espèces ont pu être formellement identifiées par ordre d'importance en termes d'effectif d'observations : le Marsouin Commun, le Grand Dauphin, le Dauphin Commun, le Dauphin de Risso. Il existe cependant un nombre important de détection de delphinidés non identifiés, mais pouvant s'apparenter au Grand Dauphin ou au Dauphin commun. Pour les delphinidés, les taux journaliers sont plus faibles pour les stations les plus proche et augmentent pour les stations les plus éloignées dans les mois de travaux. Cette tendance est moins prononcée pour les Marsouins communs. Au niveau comportement, les delphinidés ont surtout eu des activités sociales plus que des activités de chasse.

### 6.3. Suivi de l'avifaune par radar

Ce suivi est constitué de 2 volets : un suivi par radar terrestre et un suivi par radar maritime. Le premier volet a démarré en 2020 pour établir un état de référence tandis que le deuxième volet sera mis en place pendant la phase opérationnelle du parc éolien (après mise en tension des éoliennes).

#### 6.3.1. Objectifs

Les objectifs principaux du suivi de l'avifaune par **radar terrestre** sont :

- Mesurer le flux migratoire passant au plus proche du site d'implantation, au Cap Fréhel, afin d'appréhender l'importance des passages en baie de Saint-Brieuc ;
- La phénologie de la migration et les trajectoires et altitude de vol des différentes espèces sur la côte proche du parc éolien ;
- En phase opérationnelle : Evaluer les modifications potentielles de comportement des oiseaux marins du fait de la présence du parc.

Les objectifs principaux du suivi de l'avifaune par **radar maritime** sont :

- Mesurer le flux migratoire passant par le site d'implantation afin de connaître davantage l'importance des passages en baie de Saint-Brieuc ;
- Evaluer les modifications potentielles de comportement des oiseaux marins du fait de la présence du parc (macro/ méso/ micro évitement, hauteur et direction de vol).

### 6.3.2. Mise en œuvre et résultats disponibles

La mise en œuvre du volet radar terrestre a été confiée au bureau d'étude Sens of Life.

En phase de construction, un système de radars est installé sur le site du Cap Fréhel (point de la côte le plus proche du parc ; Figure 8) pendant les deux principales périodes de migrations des oiseaux (avril et octobre). Pour chaque suivi, le système de radar (mode vertical et mode horizontale) mesure en continu sur une période d'une semaine les flux migratoires et hauteurs de vols. En même temps, les espèces sont identifiées par un ornithologue.

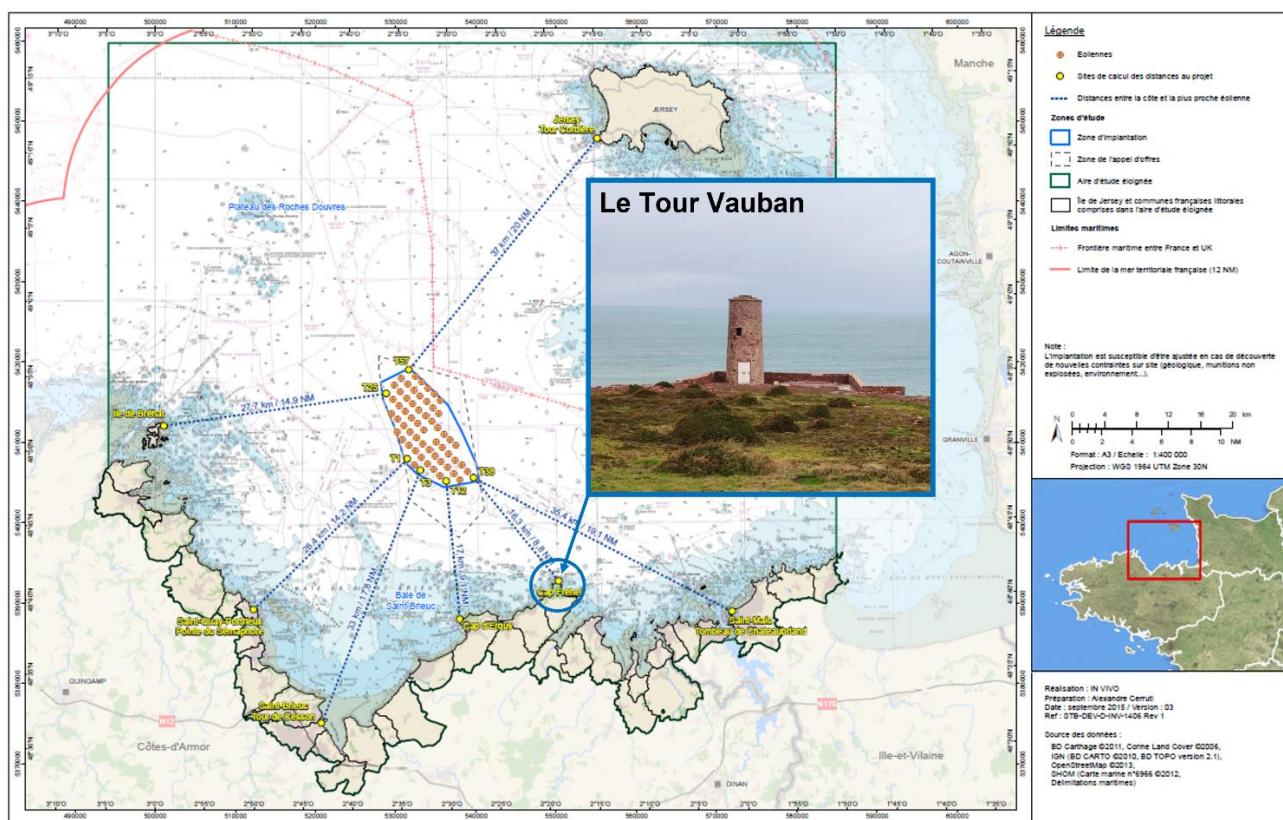


Figure 8: Localisation du point de suivi de l'avifaune par radar terrestre, Cap Fréhel.

Les résultats pour la première année de construction :

- Les inventaires menés au cours des migrations pré-nuptiale et post-nuptiale au Cap Fréhel dévoilent la présence de 55 espèces migratrices (51 en 2020), dont 35 observées en migration pré-nuptiale (41 en 2020) et 44 en migration post-nuptiale (28 en 2020). Parmi elles, 10 ont une forte valeur patrimoniale (d'après la liste rouge des oiseaux migrateurs et nicheurs de Bretagne).
- Les données radars récoltées en 2020 et en 2021 et les observations ornithologiques, suggèrent qu'une activité avifaunistique modérée peut être observée lors des migrations pré- et post-nuptiale sur site et aux alentours. Les oiseaux migrateurs sont principalement des passereaux, qui longent les falaises à l'Ouest et au Nord et qui s'arrêtent en halte sur le site. En migration pré-nuptiale, ils s'éloignent alors vers le large à partir de l'extrémité de la pointe dans une direction majoritairement nord/nord-est.
- En période de migration pré-nuptiale, en 2020 comme en 2021, le cap constitue un repère pour les animaux en migration qui longent la côte de part et d'autre avant de s'élancer en mer à partir de cette rupture du trait de côte. L'étude de 2021 confirme la tendance observée en 2020 sur la densité de trajectoires plus élevées sur la côte ouest que sur la côte est.
- En migration post-nuptiale, les passages sont assez diffus aux abords du site, avec une densité légèrement plus

élevée au niveau de la côte Nord-Ouest. La faible activité aux abords des côtes et au-dessus des terres s'explique en partie par des conditions défavorables à la détection (bruit de la végétation, reliefs).

- Comme en 2020, plus de 80% des effectifs de passereaux volent en dessous des pales, évitant ainsi le risque de collision, et cette proportion s'élève à plus de 90% en migration postnuptiale. Les Laridés, principalement des Goélands argentés, ainsi que les oiseaux d'eau à valeur patrimoniale (Guillemot de Troïl, Pingouin torda, Fou de Bassan) utilisent plutôt le site de manière diffuse d'Est en Ouest.

## 6.4. Suivi de la ressource halieutique

### 6.4.1. Objectifs

L'objectif de ce suivi est d'évaluer les incidences de la construction et du fonctionnement du parc éolien en mer et de son raccordement sur la ressource halieutique (suivis mutualisés avec RTE).

Plusieurs suivis sont mis en œuvre :

- Des pêches expérimentales,
- Des observations embarquées,
- L'analyse des données existantes,
- Un suivi spécifique des pontes de seiche.

### 6.4.2. Mise en œuvre et résultats disponibles

La mise en place de cette mesure a été confiée aux bureaux d'étude Setec in vivo et IDRA Bio & Littoral.

La liste des espèces suivies va au-delà des prescriptions réglementaires, elle a été validée avec le comité des pêches 22 et comprend les espèces suivantes :

- Les espèces benthico-démersales (poissons céphalopodes principalement) à l'aide d'un chalut franc (substrat meuble) et d'un chalut canadien (substrat dur) ;
- Les bivalves autres que la coquille Saint-Jacques à la benne Hamon ;
- La coquille Saint-Jacques à l'aide d'une drague franche (substrat meuble) et d'une drague à roulettes (substrat dur) ;
- Les bulots au casier ;
- Les crustacés au moyen de l'utilisation de filets (nappe simple à grande maille), en tout point identique au matériel utilisé par les professionnels pratiquant ce métier ;
- La seiche adulte au casier (observations embarquées), ainsi que le suivi des pontes (pose d'orins).

En plus des pêches expérimentales, des campagnes d'observations embarquées sont réalisées pour les métiers les plus pratiqués auprès de professionnels travaillant en baie de Saint-Brieuc, et plus spécifiquement sur des secteurs proches du site d'implantation du futur parc éolien et de son raccordement. Ces campagnes (environ 70 par an depuis fin 2019) ont pour objectif d'obtenir des indicateurs complémentaires. L'effort d'échantillonnage défini dans les protocoles est propre à chaque métier et peut représenter sur une année un effort d'acquisition d'une ou plusieurs campagnes suivant l'espèce ou le groupe d'espèces ciblées (Figure 9).



Figure 9 : Planning des campagnes par espèce (source : Setec in vivo).

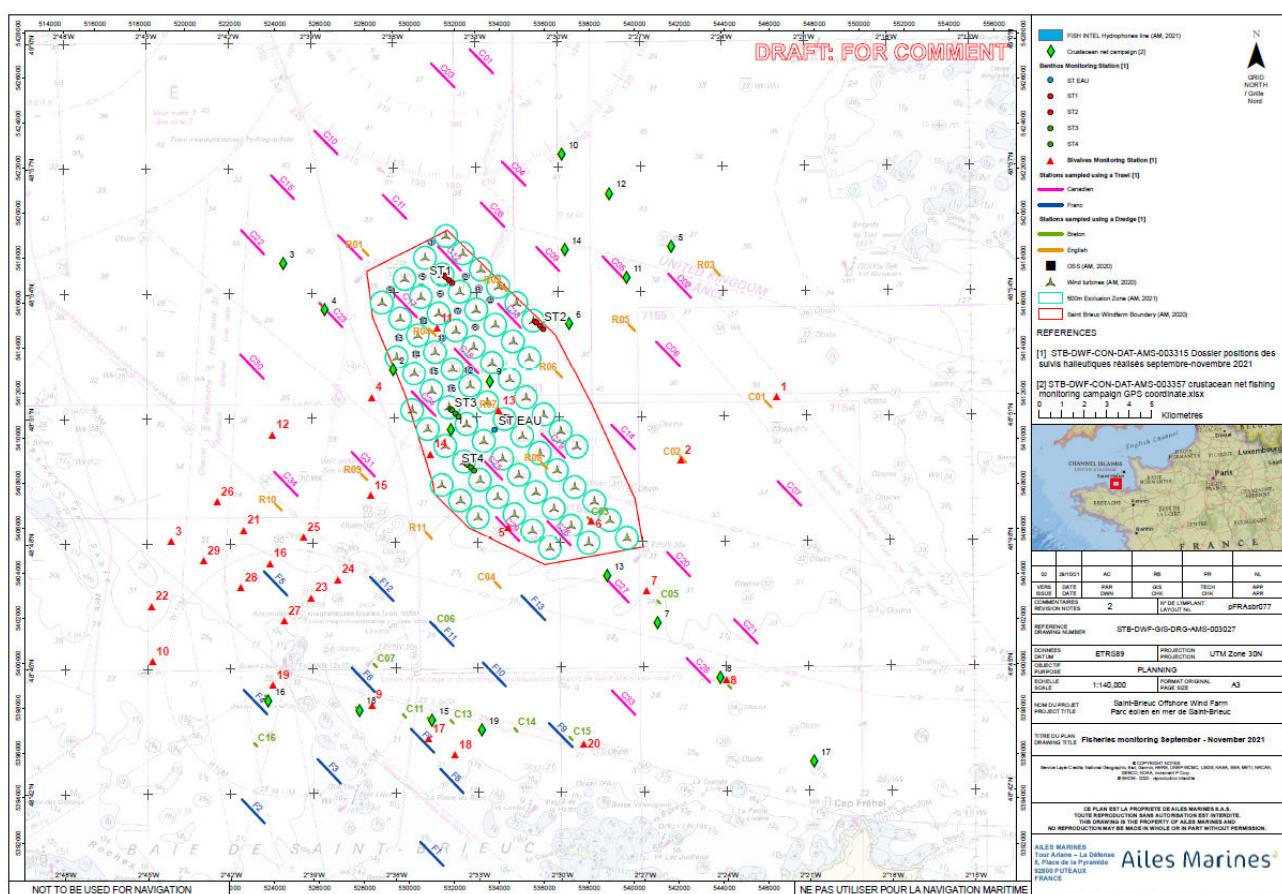


Figure 10: Plan d'échantillonnage du suivi de la ressource halieutique

Le suivi de la ressource halieutique s'est poursuivi au cours de la première année de construction du parc éolien. Neuf missions ont été programmées entre mai 2021 et avril 2022.

- 1 campagne coquille St-Jacques « drague bretonne »
- 1 campagne coquille St-Jacques « drague anglaise »
- 1 campagnes casier à bulots « hiver » et « été »
- 2 campagnes chalut Canadien « été » et « hiver »
- 2 campagnes chalut Franc « été » et « hiver »
- 1 campagnes filet à araignées « hiver » et « automne »
- 1 campagne « Bivalves autres que coquille St-Jacques »

Aucun des descripteurs étudiés ne laisse apparaître d'effets significatifs qui puissent être imputables à ces premiers mois de phase de construction. Les résultats obtenus au cours de cette année de suivi présentent une évolution synchrone et comparable avec ce qui avait été observé et décrit au cours de l'état de référence.

#### Coquilles Saint-Jacques (drague bretonne et anglais) :

- Drague bretonne
  - Forte hétérogénéité spatiale ;
  - Densité secteur est < secteur ouest ;
  - Les indices de captures sont en progression.
- Drague-anglaise
  - Forte hétérogénéité spatiale ;
  - Densité secteur nord < secteur sud-ouest ;
  - Les indices de captures sont comparables entre les années.

#### Bulot (casiers) :

- Les captures observées restent comparables aux données collectées lors des campagnes précédentes bien qu'une baisse des indices puisse être notée. Ce dernier peut être expliqué au moins en partie par des durées

- d'immersion des engins plus variables et une modification de l'appât lors de la campagne en mars 2022 ;
- Aucune modification de structure spatiale par rapport aux campagnes précédentes a été observée (les stations situées dans la partie sud du plan d'échantillonnage présentent des indices supérieurs à celles situées dans la partie nord).

**Espèces benthô-démersales (chaluts canadien et franc) :**

Les résultats obtenus lors de cette quatrième année de suivi sont tout à fait similaires et comparables à celles des années précédentes :

- La biomasse et l'abondance restent portées par le même cortège d'espèces ;
- De fortes abondances de juvéniles de rougets, de dorades et de chinchards ont à nouveau été observés en septembre 2021 et des effectifs importants de merlan ont également été observés en février 2022 ;
- Pas d'effet « champ » détecté.

**Araignées (filets) :**

- La biomasse et l'abondance sont semblable à ceux observés lors des campagnes précédentes ;
- La structure de taille des captures est également semblable à celle observée lors des précédentes campagnes.

**Bivalves (Benne Hamon) :**

- Comme les années précédentes, les amandes de mer, les palourdes rose et les pétoncles blancs sont les trois espèces de bivalves qui dominent toutes les observations ;
- Les distributions spatiales des captures restent semblables à celles des années précédentes.

**Seiches :**

- Suivi des pontes de seiches (Figure 11) :
  - Des pontes ont été observées sur 4 stations dont 2 en fond de baie et 2 « témoins » à l'Est du secteur étudié ;
  - L'année 2021 est la seule pour laquelle des pontes de seiche ont été observées à la fois sur les stations témoins de l'Ouest et de l'Est ;
  - Le nombre total d'œufs diminue depuis 2020 mais le nombre de stations sur lesquelles des pontes de seiche sont observées en baie de Saint-Brieuc est constante entre 2019 et 2021.
- Observations à bord de 2 navires (pêche au casier à seiche) :
  - Les CPUE sont plus importants dans l'Ouest de la baie de Saint-Brieuc ;
  - Les mâles sont plus nombreux que les femelles dans les captures ;
  - Les biométries des seiches ne montrent pas d'évolution majeure des tailles ou des biomasses des individus.

Les résultats obtenus montrent une variabilité naturelle importante. Les tendances observées en 2021, ne révèlent pas de dysfonctionnement relativement à certaines années précédentes.

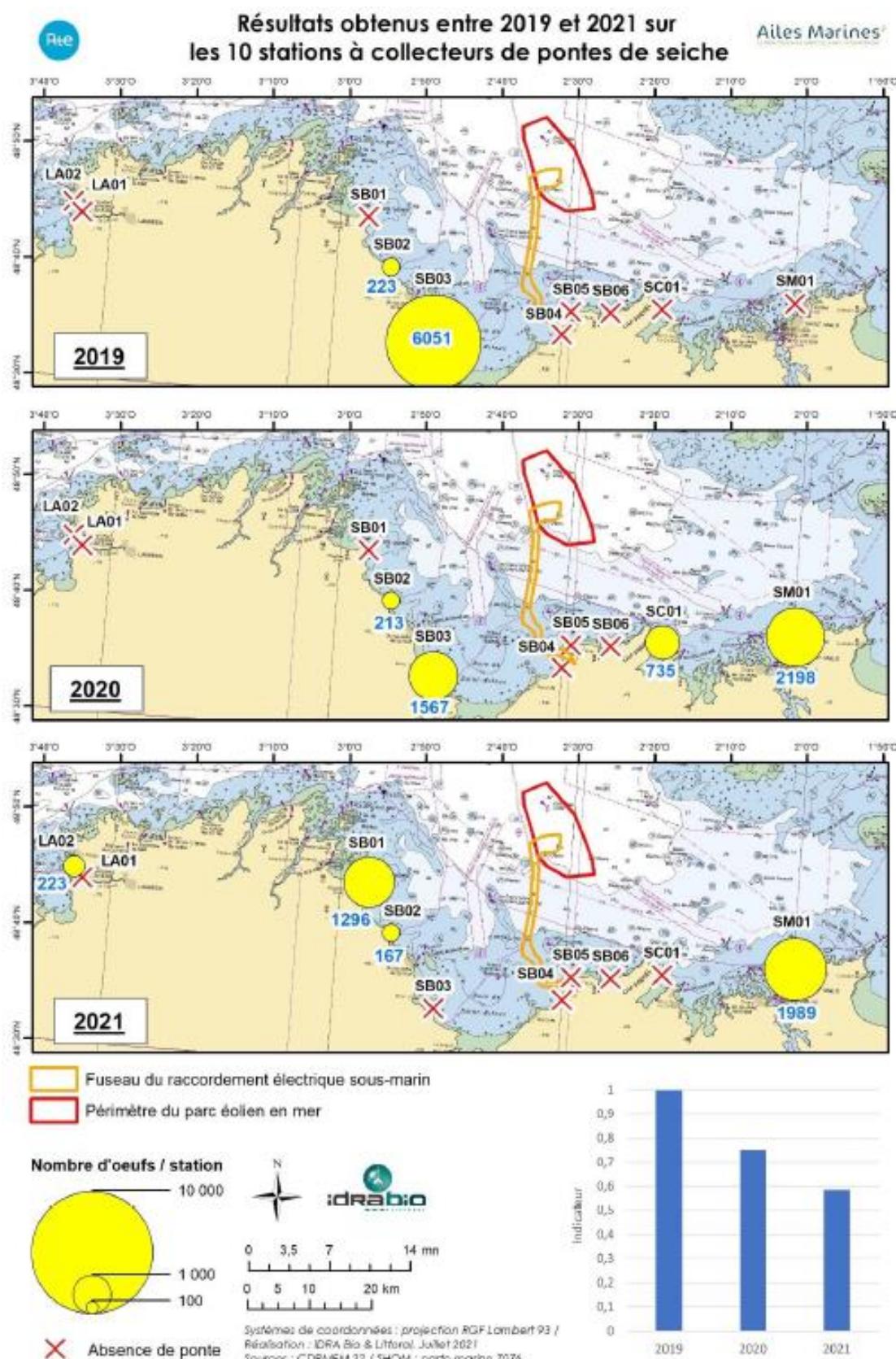


Figure 11 : Carte des abondances d'œufs de seiches par station et indicateur des pontes par année (source : IDRA Bio & Littoral).

## 6.5. Suivi du Benthos/Eau/Sédiment

### 6.5.1. Objectifs

- Caractériser la qualité physico-chimique des masses d'eau et des sédiments ;
- Déterminer l'état écologique des habitats benthiques (paramètres structurels, fonctionnels et de surface) ;
- Mise en relation des paramètres d'état constatés avec des paramètres de pressions – gradient d'incidence ;
- Evaluation de l'impact des anodes sacrificielles sur la qualité des eaux, sédiments et biotes.

### 6.5.2. Mise en œuvre et résultats disponibles

#### 6.5.2.1. Mise en œuvre

La mise en place de cette mesure a été confiée au bureau d'étude Setec in vivo.

Des échantillonnages et des observations in situ permettent de caractériser :

- La qualité de l'eau (prélèvements par bouteille Niskin) ;
- Des propriétés physiques, notamment la granulométrie du sédiment et la géochimie (prélèvements par Benne Day/ enregistrements de vidéos) ;
- Des peuplements benthiques (analyses faunistiques ; prélèvements par Benne Day/enregistrements de vidéos) ;
- Des dosages d'éléments chimiques dans l'eau, sédiments et biotes (pour le suivi des anodes sacrificielles).

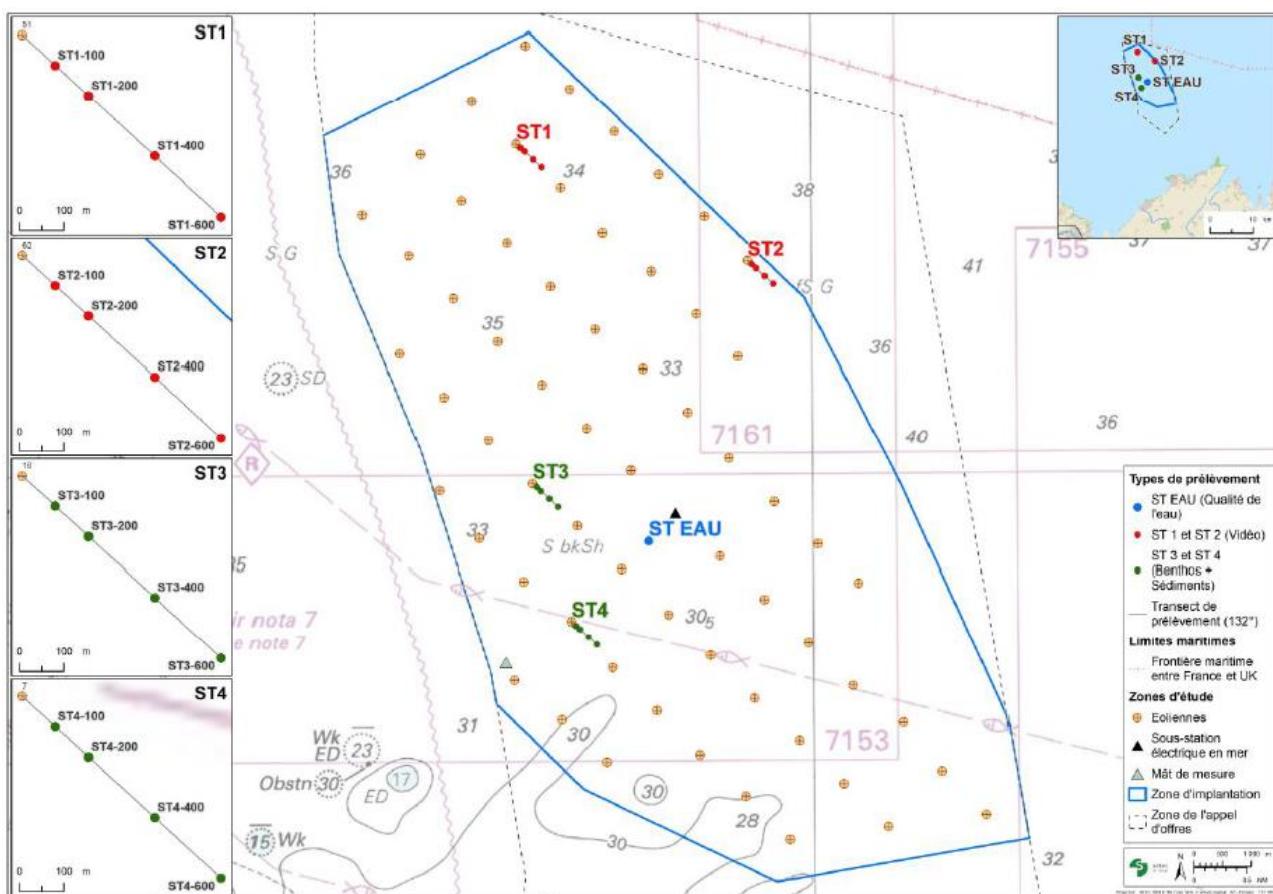


Figure 12 : Localisation des stations d'étude (source : Setec in vivo)

Résultats en phase travaux d'une étude menée à l'automne 2021 :

La comparaison entre l'état de référence fait à la même période en 2020 et avec les mêmes protocoles pour tous les compartiments étudiés, et ces suivis environnementaux du projet en phase de travaux, montre des résultats très comparables d'une année sur l'autre.

**Eau :**

- Les résultats obtenus présentent des valeurs correspondant au milieu étudié en cette saison ;
- Aucune pollution n'est détectée au regard des 41 substances de la DCE sur la station de prélèvement de l'eau.

**Sédiments :**

- Pour la totalité des substances des tests de la géochimie des sédiments, les résultats montrent une absence de contamination ;
- Les données en 2021 sont en adéquation avec l'état de référence.

**Faune benthique :**

- L'analyse des 40 échantillons biologiques a permis d'identifier 171 espèces appartenant à 5 groupes zoologiques et 3612 individus ;
- Les résultats correspondent aux valeurs généralement observées en zone ouverte et dans ces types de milieux ;
- La qualité écologique du site, au regard des peuplements benthiques est globalement bonne ou excellente ;
- La distribution spatiale montre que les peuplements présentent des richesses spécifiques et une répartition homogène des espèces sur l'ensemble des stations des suivis de 2020 et 2021 ;
- Les résultats concernant la diversité et l'équitabilité des stations des deux suivis sont du même ordre ;
- Les résultats des indices basés sur les groupes écologiques obtenus en 2021 sont similaires à l'état de référence ;
- Au regard de la diversité d'espèces dressées, sensibles aux perturbations physiques, le peuplement à épibiose sessile semble en bon état.

**Biotes pour le suivi de l'impact des anodes sacrificielles :**

- Pour les parties musculaires des trois espèces (les bulots, les coquilles Saint-Jacques et les tacauds) ainsi que les foies de tacauds, les valeurs des deux métaux (aluminium et zinc) sont très faibles, et ce, pour les deux suivis.
- Les concentrations de l'Indium sont également très faibles.

## 6.6. Suivi des chiroptères

### 6.6.1. Objectifs

- Evaluer et caractériser l'activité acoustique des chiroptères dans la zone du parc et aux abords pendant les périodes de migration ;
- Identifier si le chantier est une source d'attraction lumineuse pour les chiroptères et notamment la Pipistrelle de Nathusius.

### 6.6.2. Mise en œuvre et résultats disponibles

La mise en œuvre de cette mesure a été confiée au bureau d'étude Sens of Life et en partenariat avec les Phares et Balises qui se chargent de l'installation, désinstallation et maintenance du matériel sur le Grand Léon.

Cette mesure se constitue de 2 volets :

- En **phase de construction**, elle consiste en l'équipement d'un navire de garde ainsi que du phare du Grand Léon d'un système acoustique afin d'évaluer et de caractériser l'activité acoustique des chiroptères dans la zone du parc et aux abords, pendant les périodes de migration (Figure 13) ;
- En **phase d'exploitation**, 8 éoliennes seront équipées en stations d'enregistrements acoustiques de manière à évaluer et caractériser l'activité des chiroptères en migration dans la zone du parc. Ces stations sont réparties en périphérie du parc éolien (Figure 14).

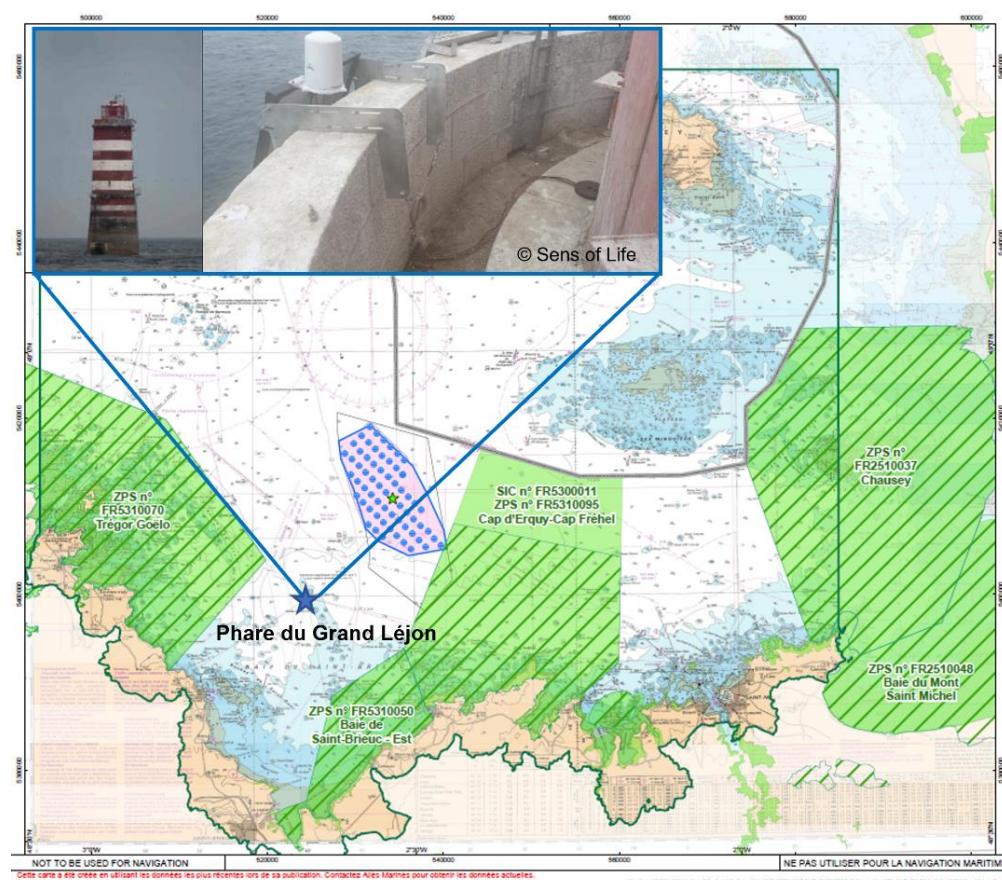


Figure 13 ; Localisation du système d'enregistrement au Phare du Grand Léjon

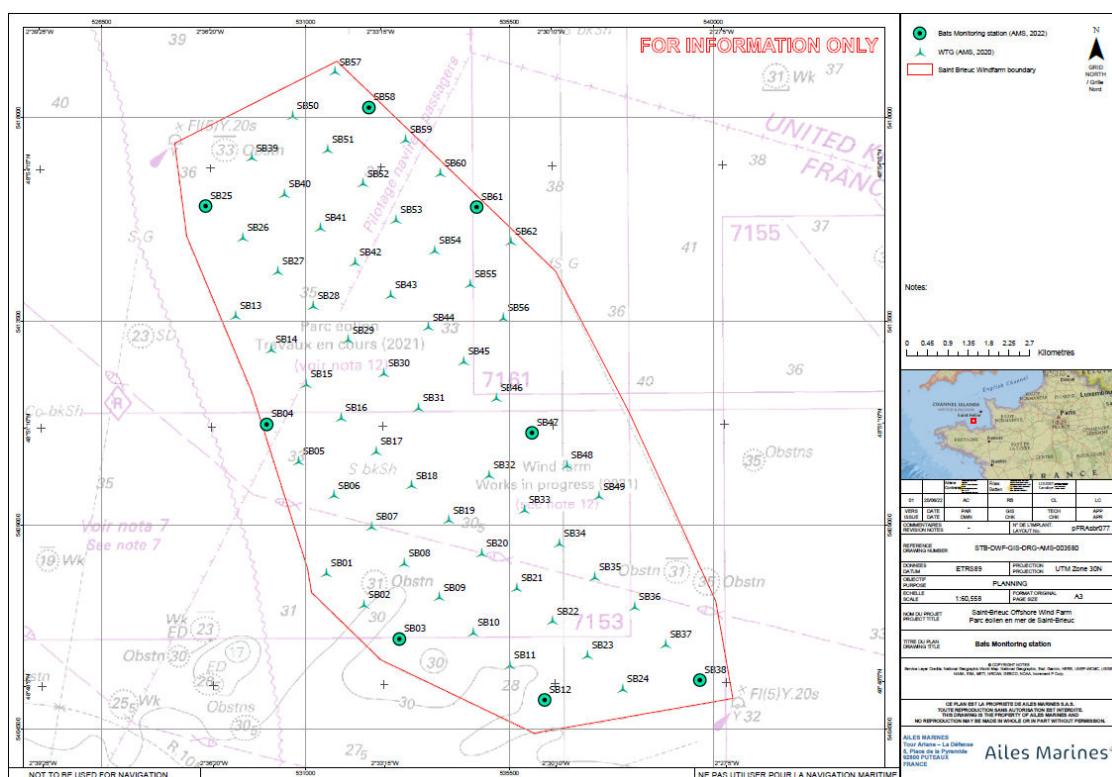


Figure 14 : Localisation des 8 stations d'enregistrement installées sur les éoliennes

#### Résultats en phase de construction :

- En 2021, l'activité des chiroptères a été enregistrée pendant 152 nuits par l'enregistreur ultrasonore sur le Phare du Grand Léjon et pendant 140 nuits par l'enregistreur sur le navire de garde couvrant les deux périodes de migration de mars-mai et d'août-octobre 2021 ;
- Avec un total de 55 contacts bruts sur le phare du Grand-Léjon et 16 sur le navire de garde, 4 espèces ont été identifiées en altitude en 2021 : la Pipistrelle de Natusius, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle commune, la Sérotine commune ;
- Sur les deux sites, les contacts sont très ponctuels et aucun contact n'est isolé dans la nuit ;
- L'activité est plus forte en période de migration automnale, avec 30% de contacts en plus sur le phare par rapport au printemps, et 3 fois plus de contacts sur le navire de garde par rapport au printemps ;
- A l'échelle de la nuit, l'ensemble des contacts sur les deux sites ont eu lieu de 21h à 4h ;
- Excepté pour la Pipistrelle de Kuhl sur le phare du Grand-Léjon, les nombres de contacts enregistrés sur les deux sites sont bien inférieurs à ceux enregistrés avec le même protocole sur des parcs éoliens proches dans les Pays de la Loire ou plus au nord sur la voie migratoire des chiroptères, en Normandie et en Belgique.

### 6.7. Suivi de la turbidité en phase construction

#### 6.7.1. Objectifs

- Evaluer le risque environnemental lié aux matières en suspension issues des travaux de forage et d'ensouillage des câbles ;
- Elaborer un suivi opérationnel qui permette pendant les travaux de déclencher des actions de protection de l'environnement et des usages.

#### 6.7.2. Mise en œuvre et résultats disponibles

La mise en œuvre de cette mesure a été confiée au bureau d'étude NKE Instrumentation et son prestataire ACTIMAR.

Le réseau de surveillance est composé de 5 stations de mesures ayant pour fonction de détecter les variations de turbidité à proximité des opérations de forage, dans la zone du gisement principal de coquilles Saint-Jacques et dans la zone proche du site Natura 2000 :

- 3 stations sont fixes et sont positionnées (1) au Nord, (2) au Sud-Est et (3) à l'Ouest du parc (Figure 15) ;
- Deux stations sont mobiles et sont positionnées à 400 m du point de forage dans l'axe du courant ;
- Pour tenir compte des différentes caractéristiques géologiques des fonds marins, la turbidité est suivie à 9 fondations en total : trois localisées au Nord du parc (roche affleurante et sub-affleurante), trois localisées au centre du parc (gravier et cailloutis avec débris coquilliers) et trois localisées au sud du parc (sable et gravier) ;
- Les mesures de turbidité s'effectuent en surface à 1.5 mètre en-dessous de la surface et au fond à 3 mètres au-dessus du fond.

En plus, un système d'alerte a également été mis en place qui déclenche des actions selon le niveau d'alerte.

Bilan des mesures réalisées pendant la première année de construction :

- La turbidité a été mesurée entre le 27 avril 2021 et le 1<sup>er</sup> novembre 2021 par les stations fixes. En plus un suivi a été effectué pour :
  - 2 demi-profils de tranchage ;
  - 1 fondation - roche affleurante et sub-affleurante ;
  - 4 fondations - gravier et cailloutis avec débris coquilliers ;
  - 1 fondation - sable et gravier.
- Les travaux produisent des variabilités des teneurs en matière en suspension équivalentes voire inférieures aux niveaux naturels.
- A ce jour, aucune alerte n'a été déclenchée pendant les opérations de forage.

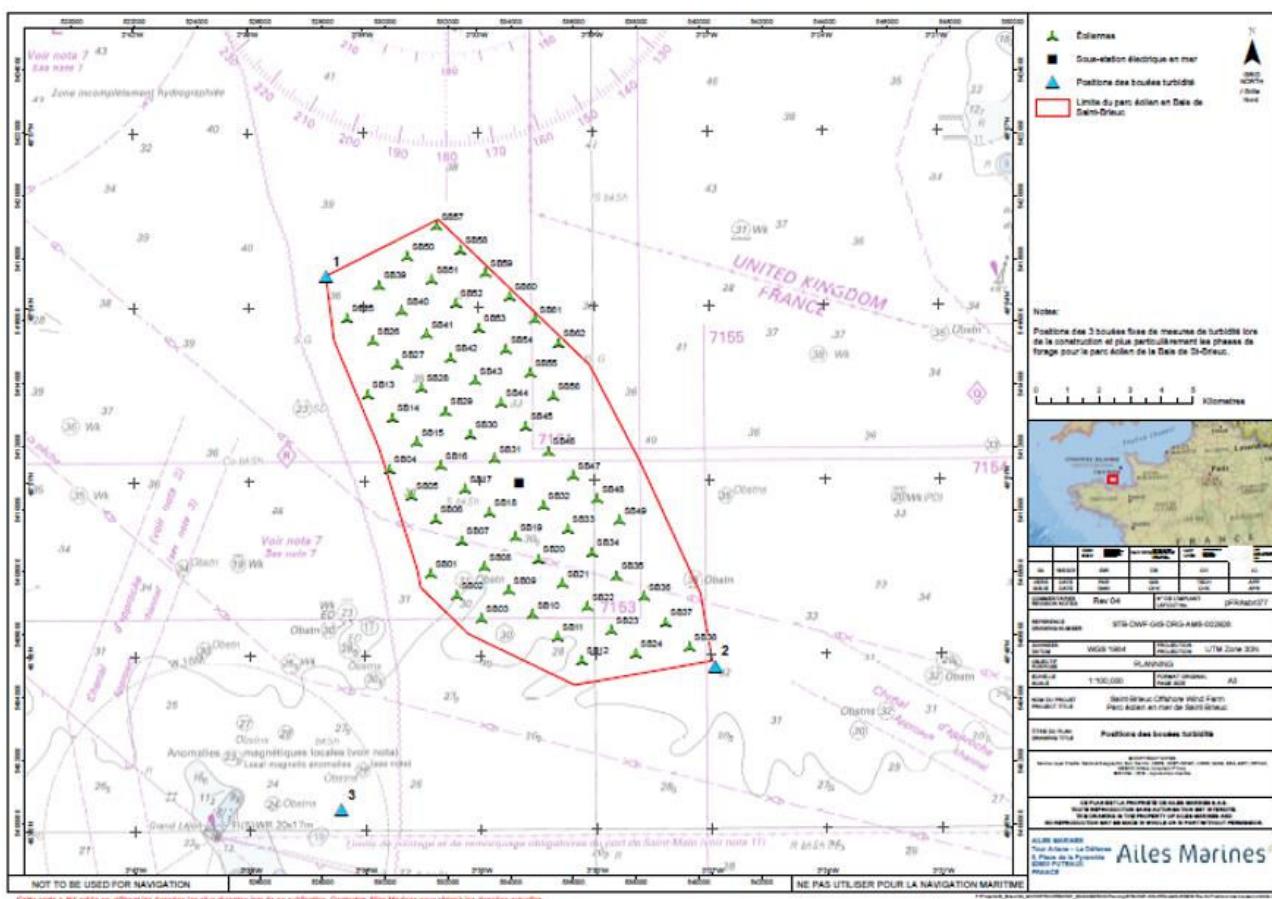


Figure 15 : Positions des 3 bouées fixes : Bouée#1, Bouée#2 proche du site Natura 2000, Bouée#3 dans la zone du gisement principal de coquilles Saint-Jacques.

## 6.8. Suivi du bruit sous-marin en construction

### 6.8.1. Objectifs

Caractériser et suivre en temps réel le bruit émis par les activités de forages et de tranchage.

### 6.8.2. Mise en œuvre et résultats disponibles

La mise en œuvre de cette mesure a été confiée au bureau d'étude SOMME.

Une bouée de mesure acoustique est déployée à chaque fondation qui est soumis au suivi du bruit sous-marin (Figure 16). Une fois déployées, cette bouée instrumentée enregistre en continu le paysage sonore environnant et les niveaux sonores sont suivis en temps-réel.

Pour tenir compte des différentes caractéristiques géologiques des fonds marins, le bruit sous-marin est suivi à 9 fondations en total : trois localisées au Nord du parc (roche affleurante et sub-affleurante), trois localisées au centre du parc (gravier et cailloutis avec débris coquilliers) et trois localisées au sud du parc (sable et gravier).



Figure 16 : La bouée acoustique RUBHY au moment de l'installation (source : SOMME).

Bilan des mesures réalisées pendant la première année de construction :

- En 2021, le bruit sous-marin a été mesuré sur :
  - 1 fondation sur le substrat dur au nord du parc ;
  - 4 fondations sur un substrat mixte au centre du parc ;
  - 1 fondation sur un substrat meuble au sud du parc ;
  - 1 transect de tranchage
- Les niveaux sonores ne sont pas corrélés au type de sol rencontré ;
- Les niveaux sonores ne sont pas corrélés au nombre de pieux utilisés et à la vitesse de rotation de la foreuse ;
- Le bruit généré par les activités de forage est principalement associé à l'installation du navire de forage aux signatures et à la mise en œuvre des systèmes hydrauliques du navire de forage.
- Les opérations de tranchage produisent un bruit continu similaire à celui émis par le navire de tranchage en positionnement dynamique.
- Les niveaux de bruit dans la colonne d'eau sont dans la gamme des niveaux émis par des porte-containers.

## 6.9. Détection visuelle et acoustique des mammifères marins par les observateurs embarqués lors des opérations de battage

Cette mesure était liée aux activités de battage plus bruyantes. Malgré l'abandon du battage cette mesure a été maintenue volontairement par Ailes Marines.

### 6.9.1. Objectifs

L'objectif principal est de prévenir les lésions auditives des mammifères marins à proximité des activités de forage.

### 6.9.2. Mise en œuvre et résultats disponibles

La mesure de réduction (abandon du battage) mise en œuvre par Ailes Marines permet de réduire drastiquement les incidences attendues en phase travaux. De fait, en poursuivant la détection visuelle et acoustique des mammifères marins par les observateurs embarqués lors des opérations de forage, Ailes Marines va au-delà des prescriptions initiales.

Le suivi est effectué pendant les opérations de forage, pendant toute la durée de la construction par Van Oord. et son prestataire Seiche Environmental.

Cette mesure inclut :

- La détection visuelle par des observateurs à l'aide de jumelles ;
- La détection acoustique par des opérateurs de surveillance acoustique passive.

Bilan de la surveillance effectuée de 12 mai 2021 au 4 novembre 2021 (Figure 17) :

- Au total, 79 mammifères marins (Delphinidés et Phoques) ont été observés dont 56 adultes, 3 juvéniles et 2 petits ;

- Deux espèces ont été identifiées : le Dauphin commun à bec court et le Dauphin de Risso (Figure 18) ;
- Au niveau comportemental : des activités de chasse et de transit ont été rapportées.

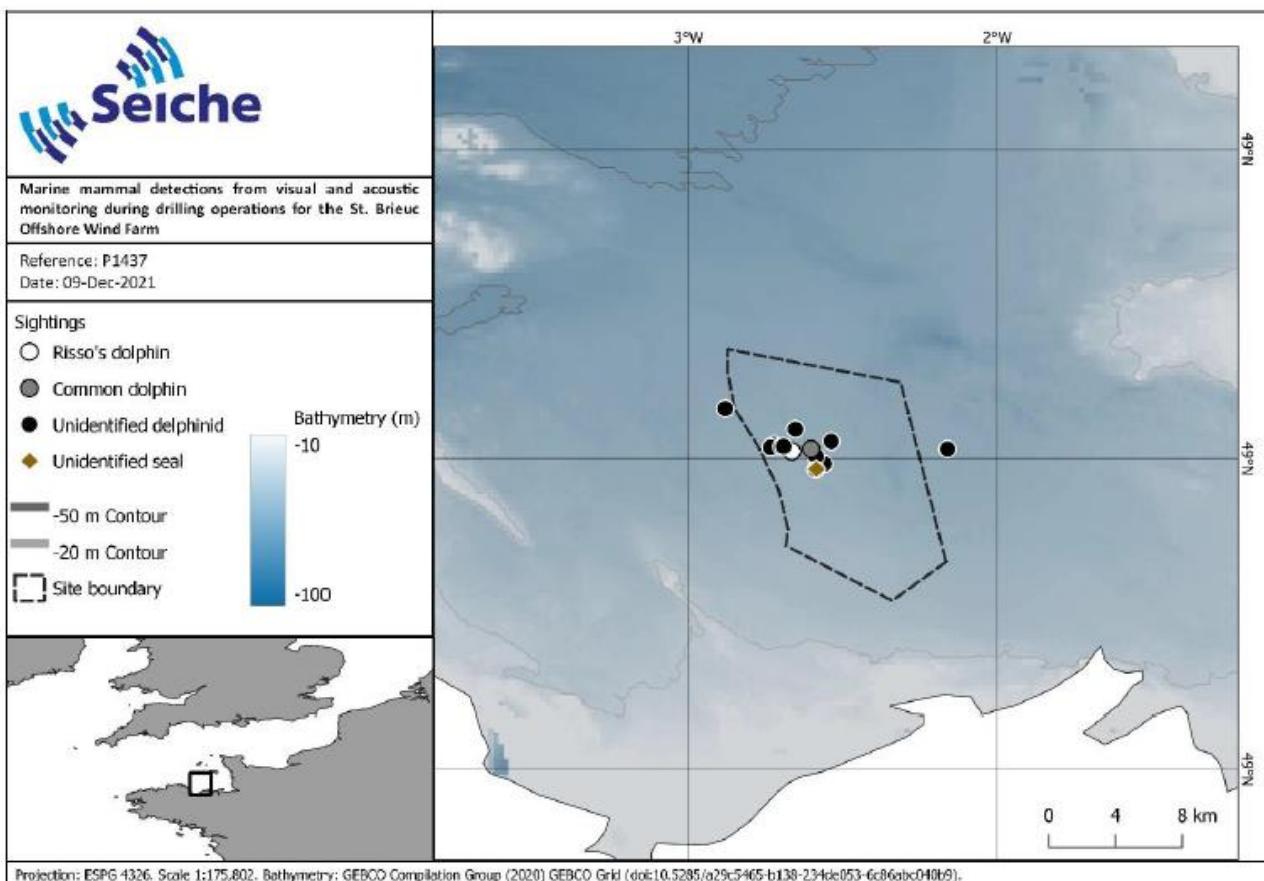


Figure 17 : Localisation des observations de mammifères marins par les Observateurs Mammifères Marins.



Figure 18: Photos des Dauphins de Risso en août 2021 par les Observateurs Mammifères Marins.

## 6.10. Réduction de la photo-atraction

### 6.10.1. Objectifs

Diminuer le risque d'attractivité et de désorientation de l'avifaune et des chiroptères, notamment pour les migrateurs vis-à-vis de la puissance des éclairages du chantier.

### 6.10.2. Mise en œuvre et résultats disponibles

Les éclairages de nuit sur les navires de travaux ont été diminués au minimum dans le respect des conditions de sécurité, et orienté vers la zone de travaux uniquement :

- Eteindre toutes les sources lumineuses non nécessaires ;
- Réduire au minimum l'intensité lumineuse ;
- Orienter les sources lumineuses vers le bas.

## 6.11. Mesure de réduction supplémentaire pour le Puffin des Baléares

### 6.11.1. Objectifs

- Améliorer la connaissance ; adossé au Plan National d'Actions Puffin ;
- La détection des Puffins des Baléares en phase de chantier afin de permettre un évitement des "radeaux" lors des transferts du port de construction (le port de Lézardieux) vers le parc éolien en mer ;
- La sensibilisation du public et des personnels navigants.

### 6.11.2. Mise en œuvre et résultats disponibles

La mesure a une double portée :

- **L'information au public**

A la suite d'un travail collaboratif préalable entre Ailes Marines et les associations ornithologiques locales, un livret d'information et de sensibilisation est distribué au public et aux acteurs de l'activité de plaisance (Figure 19). Ces

documents sont relayés par les bureaux des ports, les écoles de voiles ou bien encore certains opérateurs maritimes. Des opérations de sensibilisation annuelle sont également mises en œuvre pendant la phase de construction.



Figure 19 : Couverture du livret de sensibilisation sur le Puffin des Baléares

- **La sensibilisation des opérateurs des CTV (navires de transfert du personnel d'Ailes Marines)**

D'autres actions ciblent particulièrement le personnel des navires liés au chantier du parc éolien. A ce titre, le personnel des CTV est sensibilisé avant le démarrage du chantier. Les capitaines et membres du personnel naviguant sont formés à la reconnaissance de l'espèce. En cas de détection d'un radeau, le capitaine du navire a l'obligation de transmettre la position des Puffins des Baléares rencontrés (afin que l'information circule auprès de tout le personnel navigant d'Ailes Marines), et d'éviter ledit radeau afin de limiter leur dérangement.

En complément, Ailes Marines s'est associée au Plan National d'Action (PNA) pour le Puffin des Baléares pour réaliser un suivi des stationnements de Puffins des Baléares dans la Baie de Saint-Brieuc durant les 3 années de construction (Partenariat OFB – GEOCA). Dans ce cadre, le GEOCA a coordonné et réalisé deux types de mission en 2021, avec objectifs principaux :

- Un suivi spatiotemporel des stationnements de Puffin des Baléares en fond de la baie de juin à octobre (comptage terrestre et nautique) ;
- Des suivis et tests d'approche des radeaux par voie maritime en fond de baie.

Bilan de l'année 2021 :

**Volet sensibilisation :**

- Création d'un livret dont le contenu a été discuté avec les services de l'Etat et les spécialistes du domaine ;
- Plus de 5500 livrets en circulation dans les Côtes d'Armor ;
- Distribué à plus de 150 classes de primaire à travers le territoire ;
- Sensibilisation de plus de 500 élèves le temps d'une journée au travers d'une conférence de sensibilisation en octobre 2021 ;
- La sensibilisation des capitaines de navires ainsi que du public permet d'une part de faire découvrir, de sensibiliser sur ces espèces qui ne sont pas connues de tous, et d'inciter à des comportements respectueux à l'égard de ces oiseaux pour favoriser leur conservation.

**Volet GEOCA (Figure 20) :**

- Effectifs plus faibles que par le passé (quelques dizaines à quelques centaines) ;
- Apparition tardive et brève : 3 premières semaines d'octobre ;
- Effectifs très disséminés sur le pourtour de la baie de Saint-Brieuc avec des observations depuis Plouézec jusqu'au cap Fréhel ;
- Absence de gros radeaux ;
- Les observations semblent montrer un lien très fort à la disponibilité alimentaire et la présence des puffins a été corrélée à la présence et l'activité de nombreux prédateurs piscivores qui étaient très peu nombreux durant la période estivale et sont apparus également en nombre fin septembre et en octobre.

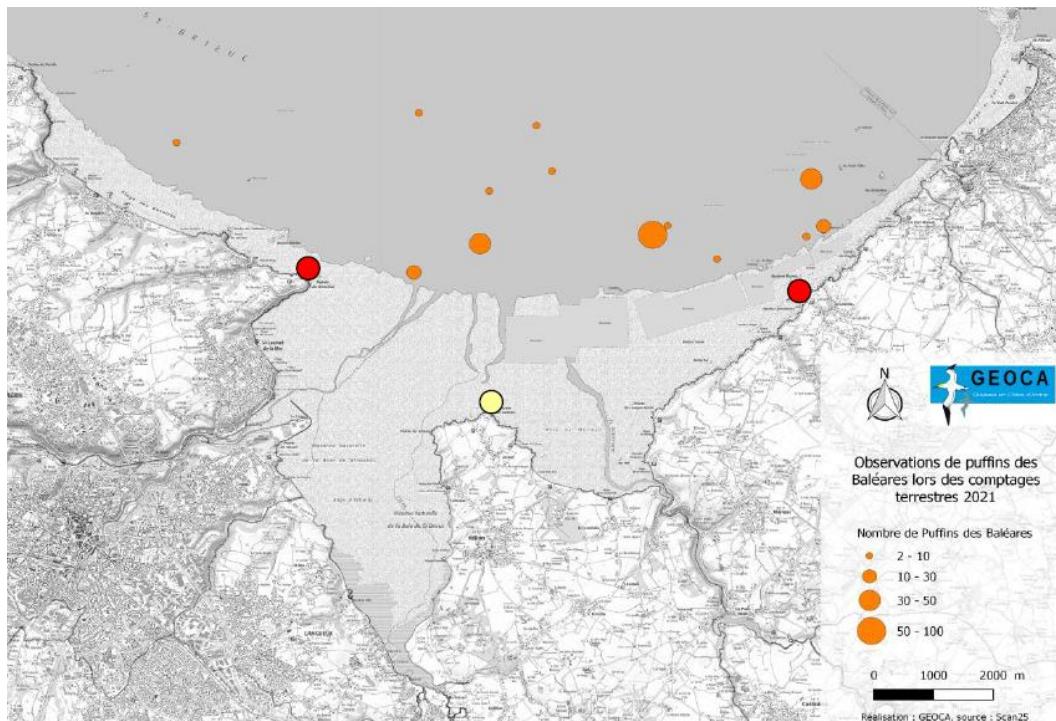


Figure 20 : Distribution des données de Puffins des Baléares lors des comptages terrestres réalisés en baie de Saint-Brieuc en 2021 (en rouges les points de comptages systématiques et en jaune, le point de comptage optionnel de la pointe des Guettes ; source GEOCA).

## 6.12. Amélioration des conditions de quiétude de mammifères marins pour la durée du chantier

### 6.12.1. Objectifs

- Renforcer la quiétude des mammifères marins dans le golfe Normand Breton en phase construction du parc éolien ;
- Améliorer l'image et la connaissance du comportement et mode de vie des mammifères marins pour mieux les protéger ;
- Sensibiliser les usagers de la mer à l'approche respectueuse des mammifères marins en cas de rencontre fortuite.

### 6.12.2. Mise en œuvre et résultats disponibles

Les espèces visées par ce programme de sensibilisation sont les principales espèces de cétacés et de pinnipèdes fréquentant le golfe Normand Breton, à savoir, le grand dauphin, le dauphin commun, le dauphin de Risso, le marsouin, le phoque veau-marin, et le phoque gris.

A l'issue de la concertation locale, la mesure est axée sur la sensibilisation des usagers de la mer au sein d'une large zone englobant tout le littoral costarmoricain. Il s'agit de la distribution d'un livret de sensibilisation dans les écoles, dans les bureaux de ports, dans les offices de tourisme, et autres centres ciblés. Cette distribution de livrets est complétée par l'organisation d'opérations de sensibilisation à destination d'un public large.

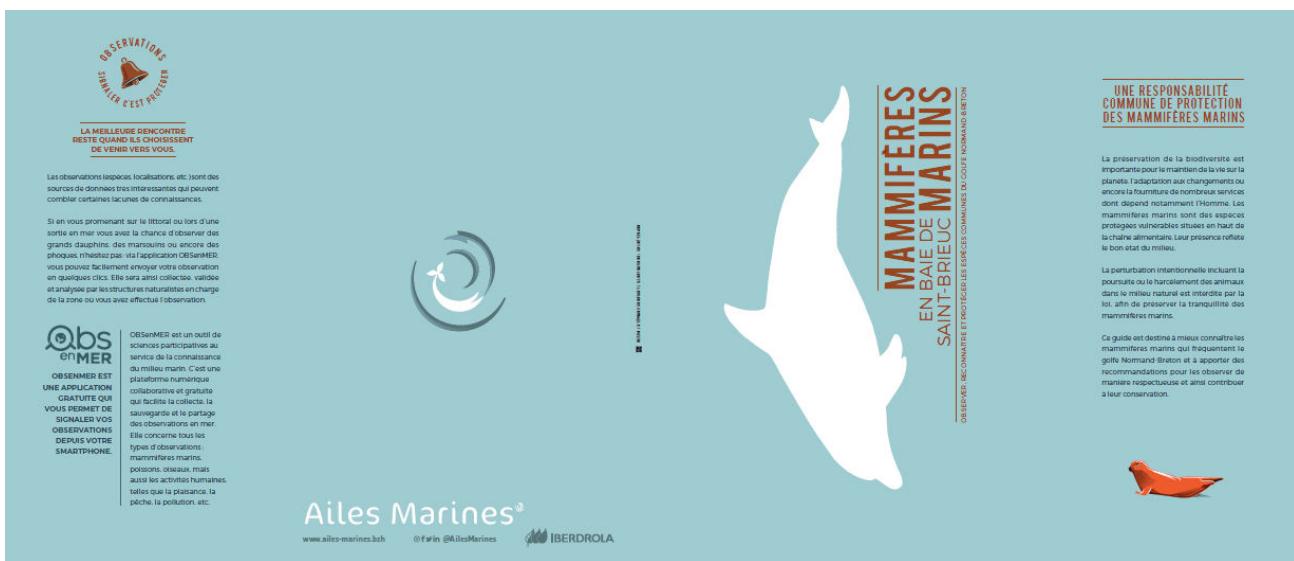


Figure 21 : Couverture du livret de sensibilisation sur les mammifères marins

## Bilan de l'année 2021 :

- Création d'un livret dont le contenu a été discuté avec les services de l'Etat et les spécialistes du domaine (Figure 21) ;
- Plus de 5500 livrets en circulation dans les Côtes d'Armor ;
- Distribués à plus de 150 classes de primaire à travers le territoire ;
- Sensibilisation de plus de 500 élèves le temps d'une journée au travers d'une conférence de sensibilisation en octobre 2021.

## 6.13. Participation aux actions de lutte contre la prédateur des oiseaux marins de la colonie du Cap Fréhel par la Corneille noire

### 6.13.1. Objectifs

Améliorer l'état de conservation de l'avifaune marine nicheuse du Cap Fréhel utilisant la baie de Saint-Brieuc en phase d'alimentation, parmi lesquelles le Guillemot de Troïl, le Pingouin torda, la Mouette tridactyle, le Fulmar boréal et trois espèces de Goélands, en tentant de mettre un terme à la forte prédateur exercée par les Corneilles noires par des opérations de limitation.

### 6.13.2. Mise en œuvre et résultats disponibles

Différentes opérations de régulation des corneilles ont été portées sur le Cap Fréhel par le Syndicat Mixte Grand Site Cap d'Erquy Cap Fréhel. Ces opérations visent à limiter la prédateur exercée sur les pontes d'oiseaux marins par des corneilles tendant à se spécialiser sur le Guillemot de Troïl et la Mouette tridactyle.

En 2021, l'opération de régulation et de suivis a pu être menée à bien. L'opération a pu être menée en 10 jours et a permis la capture de 9 corneilles sur le Cap Fréhel. Le nombre de corneille capturée a permis, comme auguré dans le cadre de la mesure compensatoire, de maintenir un taux de production en jeune, au regard des indicateurs que nous disposons, qui peut être qualifié de bon pour les alcédés. La mesure compensatoire porte donc effet, en l'état, sur deux (les Alcidés et les Goélands) des quatre espèces sensibles à la prédateur.

## 6.14. Eradication du Vison d'Amérique sur les îles du Trégor

### 6.14.1. Objectifs

- Améliorer les conditions de reproduction sur l'île Tomé ;
- Améliorer l'état de connaissance de conservation de l'avifaune marine nicheuse et plus spécifiquement des populations de Goéland marin, Goéland argenté, Goéland brun, Guillemot de Troïl et de Pingouin torda par éradication du Vison d'Amérique ;
- Améliorer la veille de la présence du rat surmulot sur les îles du Trégor.

#### 6.14.2. Mise en œuvre et résultats disponibles

Cette mesure de compensation s'inscrit dans le cadre du programme multi-partenarial, mis en place sous l'appellation « Trégor-Gestion-Vison », porté par la Fédération départementale des chasseurs des Côtes d'Armor, le Conservatoire du Littoral, la LPO, la commune de Perros-Guirec, Lannion Trégor Communauté et Ailes Marines. Les opérations s'inscrivent dans un projet global de restauration écologique de l'île au profit des colonies d'oiseaux marins nicheurs.

Au cours de l'année 2021, 12 sorties ont été effectuées entre le 16 mars et le 7 octobre 2021 pour un total de 3 mâles capturés.

#### 6.15. Etude d'impact du bruit sur la ressource halieutique

##### 6.15.1. Objectifs

- Evaluer l'impact du bruit sur diverses espèces emblématiques de la ressource halieutique ;
- Mieux appréhender les effets du bruit sur ces organismes et soumettre à certaines espèces des sons de battage et de forage.

##### 6.15.2. Mise en œuvre et résultats disponibles

Cette étude tout à fait pionnière réunit un collège de scientifiques internationaux à la pointe de la recherche en bioacoustique sous-marine (CNRS, LEMAR, MNHN, BeBEST et Université Polytechnique de Catalogne) ainsi que la contribution du CDPMEM 22. Les travaux ont été présentés au cours d'une soutenance de thèse en 2022. Le résumé est présenté à la suite de ce bilan, en Annexe 1.

Cette étude est divisée en deux sous-parties, l'une traitant de la seiche, le projet SONSETC piloté par Michel André et qui s'est achevée en février 2020. La seconde sous-partie traite la Coquille Saint-Jacques et la Praire dans le projet IMPAIC piloté par Laurent Chauvaud.

Dans la continuité du projet IMPAIC un suivi comportemental in situ de la coquille Saint Jacques par valvométrie a été mis en place en 2021. L'objectif est de déceler d'éventuels impacts dus au bruit sous-marin en conditions réelles lors des activités de forage chez des individus adultes. Ce suivi a été piloté par SOMME.



Figure 22 : Coquille Saint Jacques équipé d'un valvomètre (source : Retailleau et al., 2023)

30 coquilles Saint Jacques ont été équipées d'un valvomètre (Figure 22) avec deux bouées de mesure acoustique enregistrant le bruit reçu en continu dans le même secteur géographique que les coquilles Saint Jacques à 400 et 3000 m du navire de forage. L'étude a levé les principaux doutes quant aux impacts du forage sur le comportement des coquilles Saint-Jacques adultes : pas de mortalité, pas d'observation de modification du comportement révélant un impact réel.

PLOS ONE

Published: January 11, 2023

RESEARCH ARTICLE

## The nocturnal life of the great scallops (*Pecten maximus*, L.): First description of their natural daily valve opening cycle

Elie Retailleau<sup>1\*</sup>, Arthur Chauvaud<sup>1</sup>, Gaetan Richard<sup>1</sup>, Delphine Mathias<sup>1</sup>, Laurent Chauvaud<sup>2</sup>, Sarah Reynaud<sup>3</sup>, Jerome Mars<sup>4</sup>, Sylvain Chauvaud<sup>1</sup>

**1** Société d'Observation Multi-Modale de l'Environnement, Brest, France, **2** Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin (LEMAR), UMR 6539 CNRS, UBO, IRD, Ifremer, LIA BeBEST, Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM), Plouzané, France, **3** IMT Atlantique, Plouzané, France, **4** Université Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble-INP, GIPSA-lab, Grenoble, France

Figure 23 : Publication scientifique dans le cadre du projet IMPAIC

## 7. CONCLUSION

Les suivis réalisés lors de la première année de construction sont une première étape dans l'évaluation les effets du parc sur l'environnement. Les premières observations sont tout à fait rassurantes et devront être confirmées lors des prochains suivis afin d'identifier une incidence potentielle de cette phase de construction.

## Annexe 1: Résumé de Laurend Chauvaud

Dr. Laurent Chauvaud ; Directeur de Recherche CNRS  
Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin  
Rue Dumont d'Urville - 29280 Plouzané

A Plouzané, Le 20/10/2022

**Objet : Résumé de nos travaux récents sur l'impact des bruits associés à la phase de construction d'éolienne offshore chez la Coquille Saint-Jacques et la Praire (Projet IMPAIC – Ailes Marines pour les expérimentations et CNRS/Région Bretagne et Pays de la Loire pour la bourse de thèse)**

Nous distinguerons ici les travaux effectués chez l'adulte de ceux réalisés sur les larves.

---

***Comportement des adultes de coquille Saint-Jacques :***

**Il convient de noter avant toute chose que nous n'avons jamais révélé d'effet létal des bruits de battage de pieux ou de forage chez les adultes de coquille Saint-Jacques même si les expérimentations ont duré jusqu'à deux mois d'exposition aux bruits anthropiques (> 180 dB).**

Le bureau d'étude SOMME a coordonné des recherches dans le cadre d'une collaboration nouvelle entre organismes (MHNN, CNRS, INP Grenoble, WHOI, Ecloserie du Tinduff) sur le développement d'une méthode impliquant des capteurs de position et de mouvements que l'animal embarque sur ses valves. Ces capteurs permettent de décrire par traitement du signal (mathématiques appliquées):

- l'audiogramme d'une coquille Saint-Jacques (*In vitro*, Tinduff et Océnopolis). **Elle réagit à des sons dont la fréquence est comprise entre 1 et 800 Hz max.** La coquille Saint-Jacques entend par une structure qui est assimilable à une oreille ;
- le comportement de cet animal lorsque l'on parle de mouvements valvaires, sauts, nages, et rotations. La coquille Saint-Jacques est un animal nocturne (*In situ*), **l'ouverture des valves des CSJ est maximale la nuit (*In Vitro* et *In situ*).** Les mouvements sont très fréquents en fin de nuit.

En baie de Saint-Brieuc, une étude pionnière sur le comportement des coquilles Saint Jacques réalisée en 2021 durant des travaux de forage (positionnement de bateau, forage proprement dit) a ainsi permis de (i) valider une méthode de suivi innovante ; (ii) d'acquérir de nouvelles connaissances sur la biologie de cette espèce (comportement) ; (iii) de lever les principaux doutes quant aux impacts du forage sur le comportement des coquilles Saint Jacques (pas de mortalité, pas d'observation de modification du comportement révélant un impact réel). Les résultats montrent une légère modification de comportement à l'arrivée du bateau de forage (installation, Jack-up). Cette

modification comportementale n'est plus notée en phase de forage. Il serait utile de poursuivre ces études pour consolider ces premières informations.

Aujourd'hui, reste à démontrer que vibrations du sédiment et mouvements particulaires liés aux sons des bateaux (long terme), ou aux battages et forages (plus transitoire) n'ont pas d'impact sur le comportement des coquilles Saint-Jacques.

---

#### *Création d'un dispositif expérimental original, le Larvosonic. Ecologie larvaire*

Les bivalves marins étudiés ici naissent en pleine eau. Ils ont d'abord une vie larvaire pélagique puis se métamorphosent pour retrouver le fond et ne plus le quitter.

Afin d'estimer les impacts de bruits de battage et de forage associés à la phase d'installation des parcs éoliens en mer sur la biologie et l'écologie **des larves** de deux espèces de bivalves (la coquille Saint Jacques et la praire) il nous fallait d'abord imaginer puis construire un système expérimental adéquat. Ce travail a été fait. Nous avons mené ensuite dans ce système pionnier des expériences bioacoustiques dans 8 bassins autorisant un contrôle fin des paramètres physiques (température, salinité, bruit ambiant, turbidité) et biologiques (préddation, compétition) du milieu. L'utilisation de bassins permet donc des observations impossibles dans le milieu naturel mais cela représente aussi un défi technique en raison des problèmes de réverbération des sons et de résonnance des cuves. Nous avons donc développé et testé au Tinduff (Ecloserie de CSJ) une cuve permettant à la fois l'élevage larvaire et la diffusion de sons connus non déformés par le bassin lui-même. Le système a été baptisé le *Larvosonic* (en publication).

##### Remarque 1 :

Il convient de noter ici que la métamorphose est vraiment un moment charnière du développement d'un mollusque puisqu'il qui marque le début de la vie benthique. La science démontre que le bon déroulement de cette phase détermine la suite du cycle de vie. Le processus de fixation qui suit la métamorphose englobe des comportements de prospection influencés par de nombreux facteurs environnementaux qui interviennent in fine dans la sélection de l'habitat benthique. Si elle ne rencontre pas les conditions optimales, qui sont hautement variables selon l'espèce, une larve est capable de prolonger la durée de sa phase larvaire. Ce retard de métamorphose est un pari risqué (préddation accrue, dispersion sur des fonds impro priques et arrêt de l'alimentation). Réduire ce délai c'est aussi réduire la dispersion larvaire.

##### Remarque 2 :

Les résultats présentés ici concernent les réponses de larves et post-larves à des bruits imposés en enceintes de plexiglass. Au cours de ces expérimentations tout se passe comme si les larves de coquilles ou de praires restaient à une distance fixe de la source sonore (battage ou forage). Evidemment, dans la nature et notamment en baie de Saint-Brieuc, les courants de marées forts déplacent continuellement des larves pélagiques qui ne peuvent rester à une distance constante d'une source sonore lors de travaux en points fixes. Le « scénario » imaginé ici n'est donc pas réaliste et **maximisent les impacts potentiels des bruits de construction des parc éoliens sur les plus jeunes stades de CSJ et de praire.**

##### Remarque 3 :

Les résultats présentés ici concernent les réponses de larves et post-larves à des bruits anthropiques **en excluant les bruits des bateaux** (pêche ou travaux en mer) reconnus par ailleurs comme impactant les invertébrés.

---

**Résultats principaux concernant les larves/post-larves Coquille St Jacques (CSJ) :**

**Point 1 : Impacts sur les larves et post-larves.**

La réponse des jeunes stades de CSJ aux bruits anthropiques dépend à la fois du stade de développement et du type de son émis, les plus jeunes larves étant globalement plus résistantes et les larves pédivéligères (aptes à se métamorphoser) sont les plus sensibles.

**Il convient de noter une nouvelle fois que les surmortalités détectées (cf ci-dessous) sont très faibles (1,5 – 4 %) puisque les taux de survie sont toujours supérieurs à 96 % quelle que soit l'expérimentation considérée pour une exposition de quatre jours.**

- a. Au stade pédivéligère, **nous montrons que les bruits de forage augmentent la mortalité (qui reste inférieure à 4 %), retardent la métamorphose et diminuent leurs capacités d'alimentation** (taux de filtration). A l'inverse, ceux de battage de pieu n'ont aucun effet détectable sur la mortalité ni sur l'alimentation mais accélèrent la métamorphose. Nous suggérons ainsi que les bruits de forage, dans nos conditions d'expérimentation, ont un effet négatif à court-terme sur ces stades larvaires.
- b. **Au stade post-larve** (très jeune coquille posée sur le fond), **aucune surmortalité** n'est détectée selon la nature et le niveau des sons (comme chez les adultes !), et nous montrons que les sons de **forage augmentent le taux de croissance** et réduisent la concentration en contenus lipidiques (énergie) alors que ceux de battage de pieux sont sans effets observables.

En outre, **l'inhibition de la métamorphose par le forage va de pair avec une diminution des réserves énergétiques, dans le sens d'un prolongement de la phase pélagique.**

A l'inverse, **le battage accélère la métamorphose** de sorte que les larves de coquilles Saint-Jacques se fixent avec des réserves énergétiques qui n'ont pas encore diminué.

**Les bruits anthropiques imposés durant plusieurs jours modulent donc la dynamique de métamorphose et ces effets sont contrastés selon la nature des sons** ce qui traduirait que les larves réagissent différemment, selon leur développement, aux sons continus et impulsifs ou aux différences dans la composition fréquentielle des sons émis. Ce travail de recherche serait à poursuivre.

**Remarque 4 :**

Des études suggèrent que le paysage acoustique marin pourrait apporter des informations sur l'environnement qu'une larve doit choisir ou fuir avant métamorphose. Nous souhaitons ici souligner que la stimulation de la métamorphose par un son de battage pourrait ne pas être positive au stade pédivéligère (sens écologique) si le son est émis dans un habitat défavorable aux jeunes bivalves. A l'inverse, si un son est interprété par une larve comme l'indice d'un environnement mal adapté, alors la larve pourrait repousser sa métamorphose, la conduisant dans un état 'désespéré' à se fixer au hasard plus tard plus loin.

**Point 2 : Effets Maternels.** Nous démontrons pour la première fois qu'en phase de reproduction, l'exposition d'adultes à des bruits de battage de pieu (pendant toute la période de la gamétogénèse) induit des effets maternels complexes sur la progéniture des CSJ. Bien que leur exposition à des bruits de battage de pieux n'indue pas de mortalité aux niveaux sonores testés, ni de modification du contenu lipidique du muscle de la coquille Saint-Jacques adulte, ni celle de sa croissance, nous avons observé beaucoup plus subtilement une réduction de la taille de la gonade avec le niveau sonore croissant et en parallèle moins d'œufs atrésiques (processus normal de « digestion » des œufs pour utilisation des réserves) et un meilleur taux d'éclosion. De façon très intéressante, les larves résultantes possèdent de meilleures performances (croissance, métamorphose) aux stades pré-métamorphiques. Au stade post-larve toutefois, ces performances sont identiques entre les différents lots.

**L'exposition des parents au son de battage de pieux modifie ainsi la sensibilité de la descendance à ce même son, sans clairement contribuer à une réponse plus ou moins bien adaptée.**  
**A suivre...**

---

#### Résultats principaux concernant les larves/post-larves de *Venus verrucosa* (Paire) :

Remarque 5

L'état physiologique des larves d'invertébrés marins repose largement sur leur contenu lipidique (réserve d'énergie). Ainsi le métabolisme énergétique module de nombreux paramètres de la vie d'une larve, que ce soit sa survie, son comportement ou sa réponse à des facteurs de stress. L'état physiologique, décrit par le contenu lipidique, fluctue principalement en réponse aux deux facteurs que sont l'alimentation et la température.

En utilisant deux températures d'élevage distinctes (15 et 20°C) qui traduisent des périodes printanières (15°C) ou max. estivales (20°C) en Manche, des lots de larves physiologiquement différentes (contenus en lipides contrastés) ont été produits.

• Au stade véligère (à ce stade une large peut manger), **seul le bruit de battage de pieux augmente la rétention des acides gras essentiels** dans les membranes lipidiques (dans les cellules !) sans interaction avec la température alors que le **forage n'a aucun impact**.

• Au stade pédivéligère (juste avant métamorphose, alimentation sur le déclin), **les bruits de battage de pieux et de forage réduisent tous deux la mortalité** et la fixation larvaire sans modifier la dynamique de métamorphose. De plus, ils **diminuent** la rétention des acides gras essentiels quand le métabolisme est élevé (20°C). Il semble alors que **l'augmentation de la température amplifie l'effet du son**, qui ne s'exprime pas à 15°C. Les différences avec les résultats obtenus sur la CSJ traduisent bien que les réponses aux bruits anthropiques soient différentes d'une espèce à l'autre. Cette variation entre les espèces dans la façon de répondre aux variations de leur environnement est une quasi-constance en écologie marine.

Il semble alors que l'augmentation de la température amplifie l'effet du son. Cet effet de l'impact du bruit ne peut s'exprimer à 15°C. Il en est probablement de même sous cette température (la saison semble donc importante). Les réserves énergétiques, saisons dépendantes, sont un élément d'explication bien évidemment en jeu. On remarquera également que la température, contrairement au son, module tous les critères de performance d'une larve de prie, soulignant une fois encore l'importance du facteur thermique dans le développement des larves de bivalves.

Nous démontrons ici que les effets conjoints de la température et des sons anthropiques dépendent du stade de développement et modulent les performances des larves au stade pédivéligère, agissant sur la dynamique de la métamorphose. A ce stade, nos résultats démontrent des interactions entre température et sons et cela indiquent que la réponse au bruit est liée à l'état physiologique des larves et n'a donc pas de lien exclusif avec le bruit seul.

Remarque 6 :

Nous souhaitons aussi souligner que la stimulation de la métamorphose par un son de battage peut ne pas être positive au stade pédivéligère. En effet si le son est émis dans un habitat défavorable des erreurs dans le choix du lieu de fixation auront des conséquences graves sur son avenir. Mais à l'inverse, si un son est interprété comme l'indice d'un environnement mal adapté, alors la larve pourrait repousser sa métamorphose, la conduisant dans un état « désespéré ».

Mais paradoxalement nos résultats montrent que chez la coquille comme chez la moule (autre étude) un bruit anthropique peu stimuler la métamorphose à l'endroit où la pollution sonore est émise et donc potentiellement stimuler le pré-recrutement à la source de la pollution (plus de bivalve à la source du bruit !).

Vous en souhaitant bonne lecture,

Laurent Chauvaud, CNRS

Frédéric Olivier, MNHN

Production scientifique découlant de ces travaux (Sept 2018-oct. 2022) :

Thèse : Mathilde GIGOT L'UNIVERSITE DE BRETAGNE OCCIDENTALE - ECOLE DOCTORALE N° 598 Sciences de la Mer et du littoral Spécialité : « Ecologie marine »  
« Caractérisation de l'impact acoustique des travaux de battage de pieu et de forage associés à la construction d'éoliennes offshore sur les stades larvaires des bivalves marins *Pecten maximus* et *Venus verrucosa* »

[IF=5.247] Ledoux T., Clements J. C., Comeau L. A., Cervello G., Tremblay R., Olivier F., Chauvaud L., Bernier R. Y., Lamarre S. G., en préparation – “Effects of anthropogenic sounds on the behaviour and physiology of the Eastern oyster (*Crassostrea virginica*)”. – “Marine Invertebrates and Noise”. *Frontiers in Marine Science*

[IF=5.247] Aspirault A., Winkler G., Jolivet A., Audet C., Chauvaud L., Olivier F. et Tremblay R., en préparation – “Impact of vessel noise on feeding behaviour and growth of zooplanktonic species”. – “Marine Invertebrates and Noise”. *Frontiers in Marine Science*

[IF=5.247] Cervello G., Olivier F., Chauvaud L., Winkler G., Mathias D., Juanes F. et Tremblay R., en préparation. – “Impact of human made-noise (pile driving, drilling and vessels sounds) on model species involved in the development of marine biofilms”. – “Marine Invertebrates and Noise”. *Frontiers in Marine Science*

[IF=5.247] Solé M., de Soto N. A., Akamatsu T., Buscaino G., Chauvaud L., Day R. D., Fitzgibbon Q., Kaifu K., McCauley R. D., Mooney T. A., Nedelec S. L., Olivier F., Radford A. N., Semmens J. M., Simpson S. D., Vazzana M., Wale M. A., André M. – “Marine Invertebrates and Noise”. *Frontiers in Marine Science*

[IF=5.247] Gigot M., Olivier F., Bonnel J., Meziane T., Mathias D. et Chauvaud L., in prep. – “Physiological state of *Venus verrucosa* (L., 1758) larvae modulate the response to pile driving and drilling sounds”. – “Marine Invertebrates and Noise”. *Frontiers in Marine Science*

[IF=10.753] Gigot M., Olivier F., Bonnel J., Meziane T., Mathias D. et Chauvaud L., en preparation. – “Maternal effects of pile driving sound on *Pecten maximus* (L., 1758) first stages development”. *Science of the Total Environment*

[IF=7.001] Gigot M., Olivier F., Bonnel J., Meziane T., Mathias D. et Chauvaud L., soumis 20 juillet 2022. – “Pile driving and drilling underwater sounds impact the metamorphosis dynamics of *Pecten maximus* (L., 1758) larvae”. *Marine Pollution Bulletin*

[IF=3.162] Olivier F., Gigot M., Mathias D., Bonnel J., Jezequel Y., Meziane T et Chauvaud L., révision mineure. – “Assessing the impacts of anthropogenic sounds on early stages of benthic invertebrates: the Larvosonic system”. *Limnology & Oceanography Methods*

#### Pour en savoir plus :

Un livre de synthèse (DOI 10.35690/978-2-7592-3545-2)

