

# Projet de parc éolien en mer au large de Dunkerque et son raccordement électrique

Concertation post débat public

Atelier bruit et mammifères marins

Session « Impacts et mesures associées »

9 mars 2022 – 14h/18h

# Les modalités d'échanges et de contributions : mode d'emploi



Dialogue et  
écoute



Respect et  
équilibre des  
prises de parole

Cette réunion est enregistrée et fera l'objet d'un compte-rendu.

# Les intervenants aujourd'hui



**Xavier Arnould, directeur de projet**  
**Maxime Planque, chef de projet éolien en mer**  
**Caroline Piguet, cheffe de projet environnement**



**Joan Cauvet, directrice du projet raccordement**  
**Christine Lombard, responsable concertation et autorisations**  
**Pauline Brandt, chargée d'études concertation environnement**

# Les autres intervenants mobilisés aujourd'hui



**Pauline De Rock, cheffe de projet milieu marin**



**Dominique Clorennec, responsable scientifique**



**Sylvain Chauvaud, directeur**



**Delphine Mathias, Chargée d'études en acoustique sous-marine**



MA PAROLE A DU POUVOIR

**Claude BREVAN**

**Jacques ROUDIER**

**Garants désignés par la CNDP**

# La concertation

- **Le droit constitutionnel du public à être informé et à participer à la décision persiste après le débat public**
- **Cette nouvelle étape, jusqu'à l'enquête publique, est accompagnée par deux garants désignés par la CNDP, garants qui sont neutres et indépendants**

# Les missions des garants

## **Veiller à la mise en œuvre des valeurs et principes du débat public :**

- Transparence
- Argumentation
- Égalité de traitement
- Inclusion
- **Respect mutuel**

## **Rendre compte :**

- Dans un bilan versé au dossier d'enquête publique

# Et vous, participants...

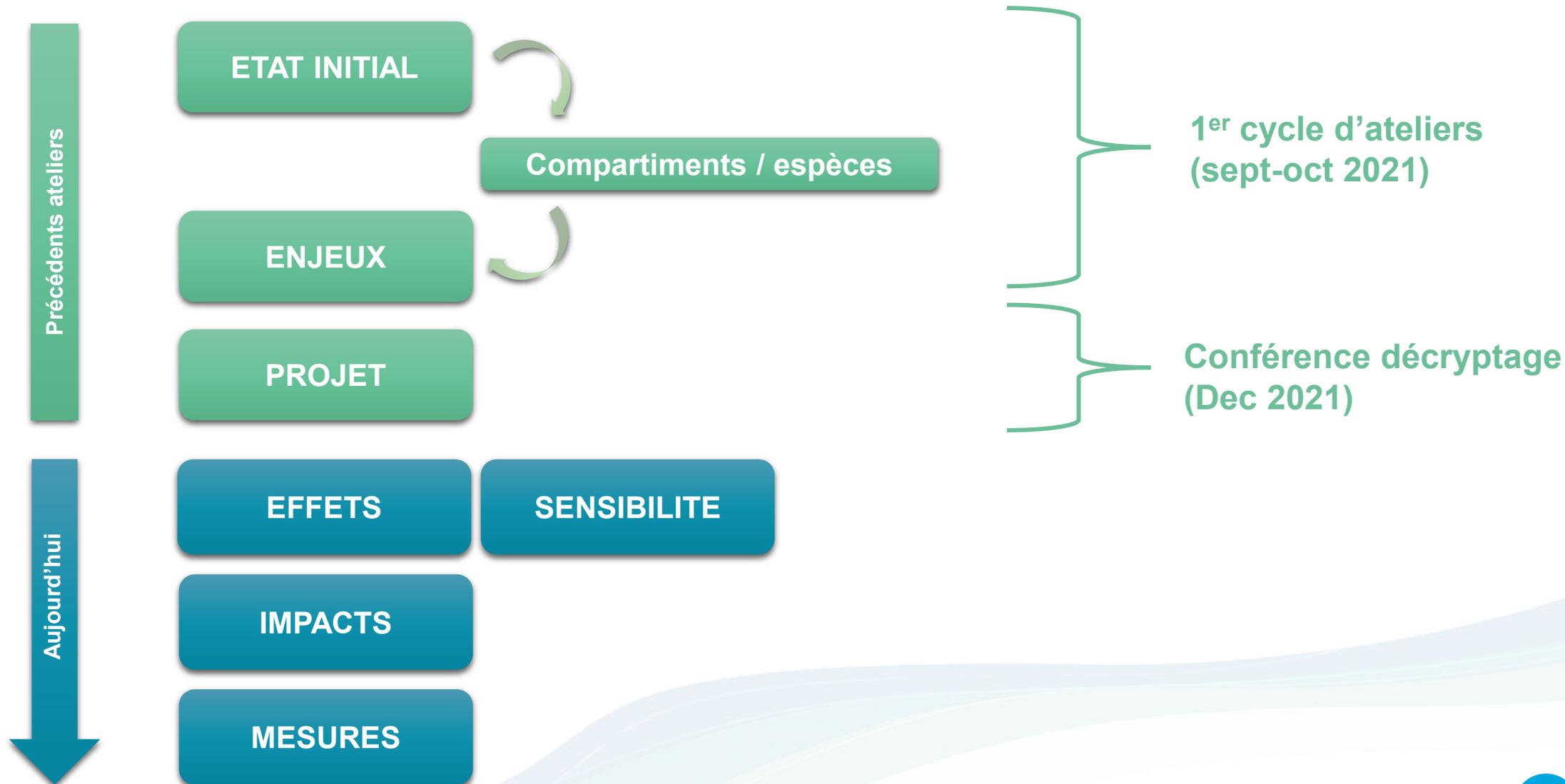


PARTIE

0

## Ce qui nous réunit aujourd'hui

# Rappel de la démarche engagée



# Déroulé de l'atelier

- I. Retour sur vos contributions lors de la session dédiée à l'état initial
- II. Comment les impacts sont-ils évalués ?
  - Réponse à vos questions
- III. Quels sont les principaux impacts identifiés ?
  - Temps de travail et d'échanges
- IV. Quelles mesures ERC et de suivi ?
  - Temps de travail et d'échanges



PARTIE



## Comment les impacts sont-ils évalués ?

# Quel cadre réglementaire ?

## Etude d'impact

Les effets d'un projet au regard de la sensibilité du site d'implantation

## Natura 2000

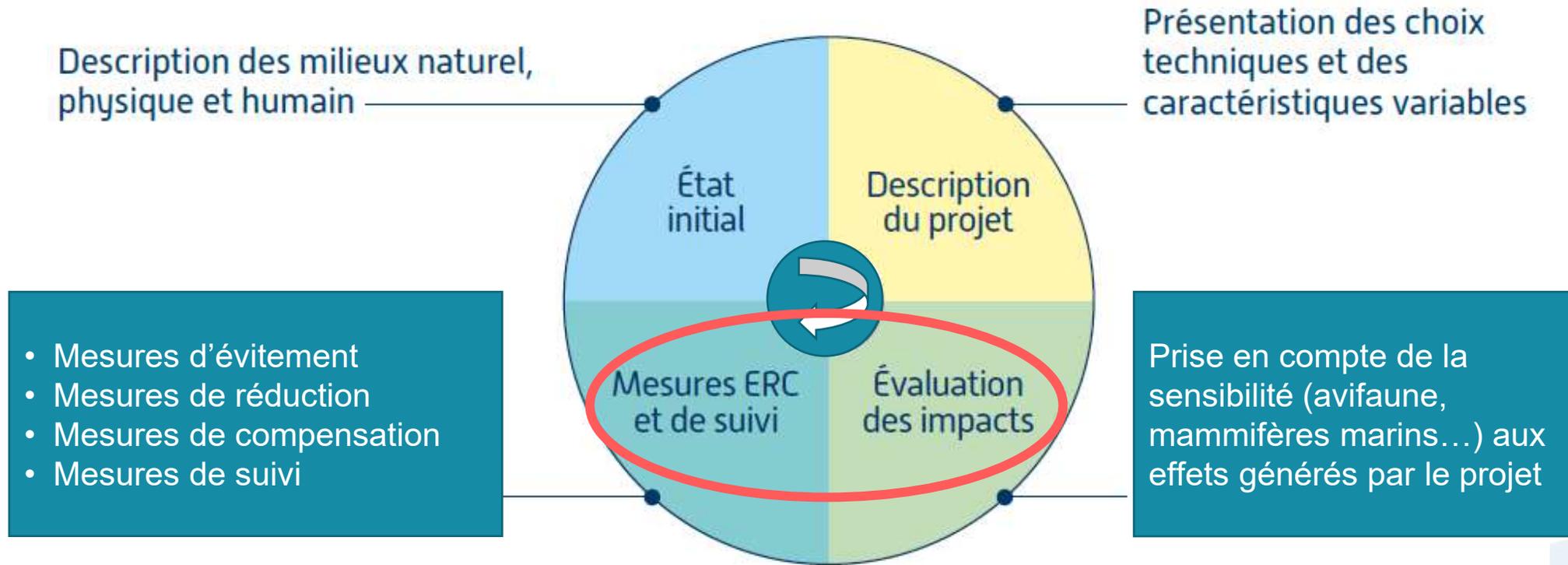
Des objectifs spécifiques de conservation des espèces et des habitats

## Espèces protégées

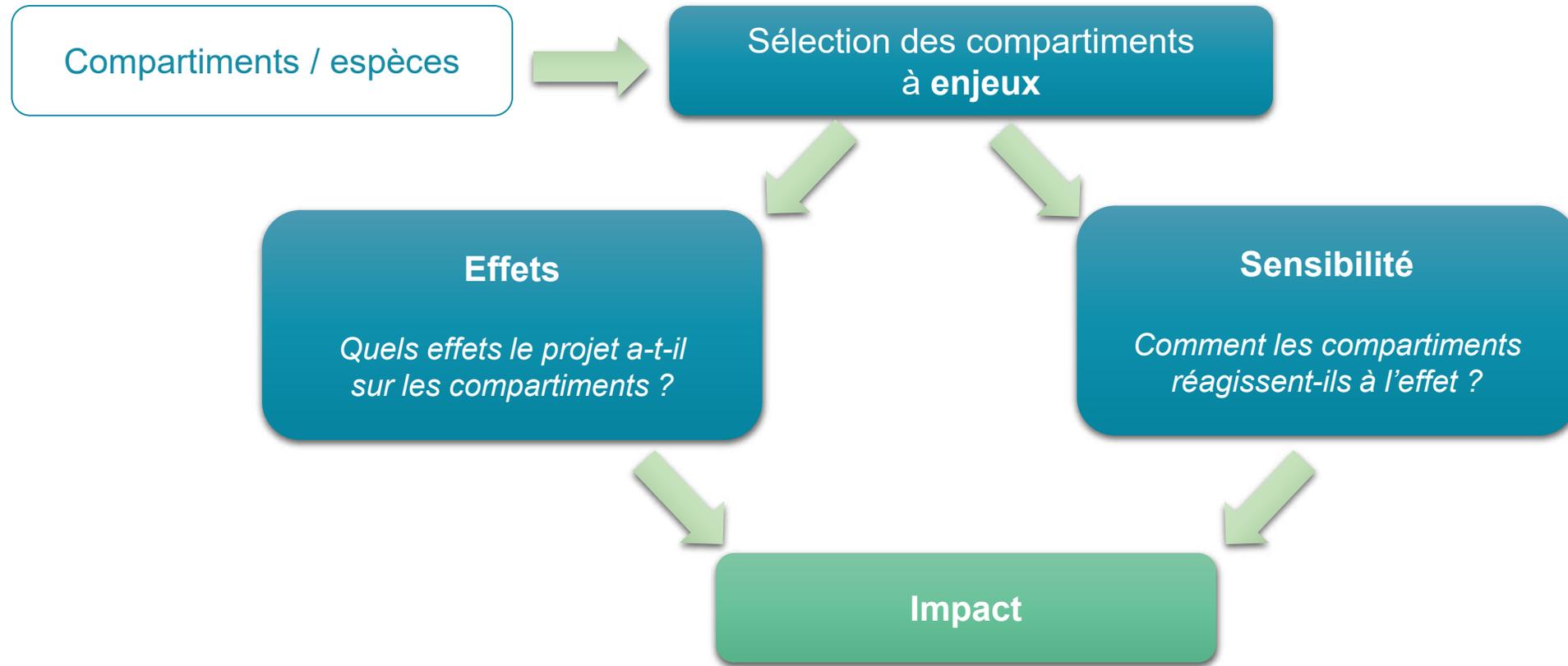
Espèces bénéficiant d'un statut de protection légale

**Code de l'environnement**  
**Guides méthodologiques et de préconisation émis par le ministère de l'environnement**

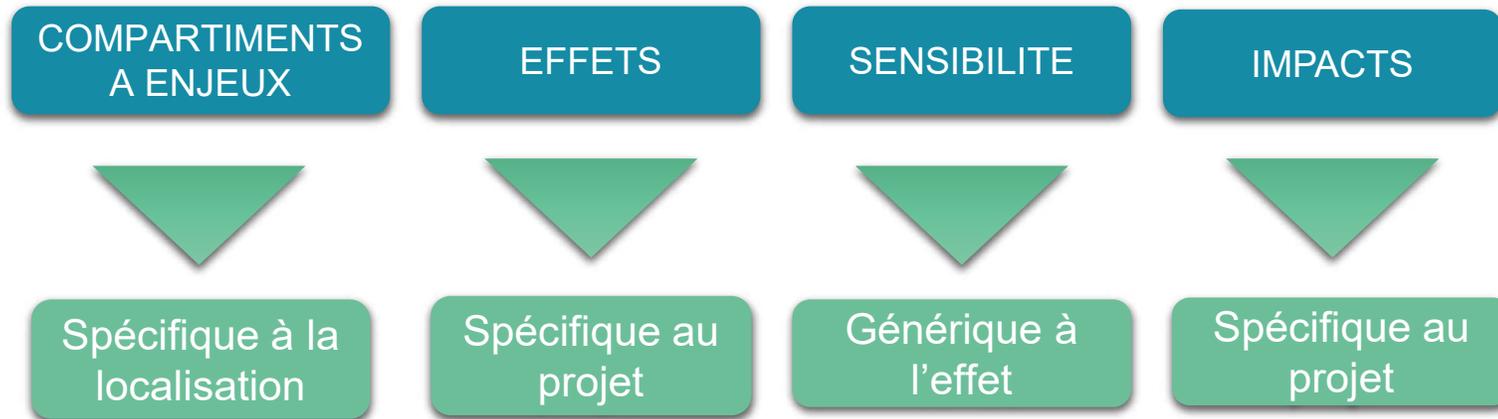
# Quel processus de réalisation d'une étude d'impact ?



# Comment évaluer l'impact ? – Approche générale



# 4 grandes étapes



# 4 grandes étapes

COMPARTIMENTS  
A ENJEUX

EFFETS

SENSIBILITE

IMPACTS

Pour chaque compartiment  
ou espèce

## Critères d'évaluation :

- Statut de protection
- Importance sur la zone
  - Saisonnalité
  - ...

Enjeux

|             |
|-------------|
| Nul         |
| Négligeable |
| Faible      |
| Moyen       |
| Fort        |

Sélection des compartiments  
à enjeux

# 4 grandes étapes

COMPARTIMENTS  
A ENJEUX

EFFETS

SENSIBILITE

IMPACTS

Pour chaque compartiment  
ou espèce

## Critères d'évaluation :

- Statut de protection
- Importance sur la zone
  - Saisonnalité
  - ...

Enjeux

Espèces  
marines

|             |
|-------------|
| Nul         |
| Négligeable |
| Faible      |
| Moyen       |
| Fort        |

Sélection dans le cadre  
de l'étude d'impact

# 4 grandes étapes



**Compartiments à enjeux**

Identification des effets génériques d'un projet (parc et raccordement)



Sélection des caractéristiques maximisantes du projet de Dunkerque



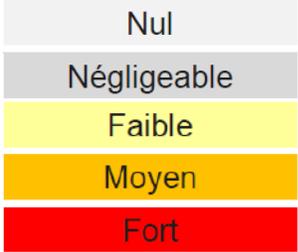
Identification des effets maximisants du projet de Dunkerque

Construction  
Exploitation  
Démantèlement

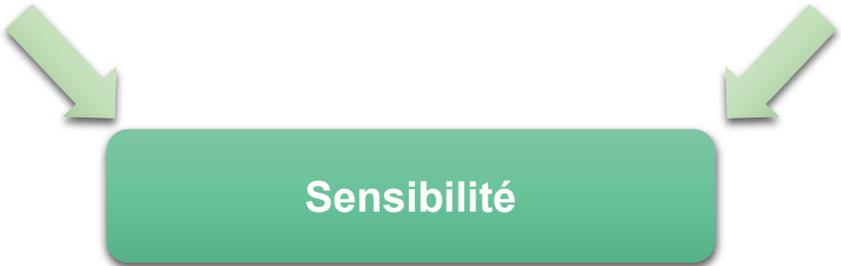
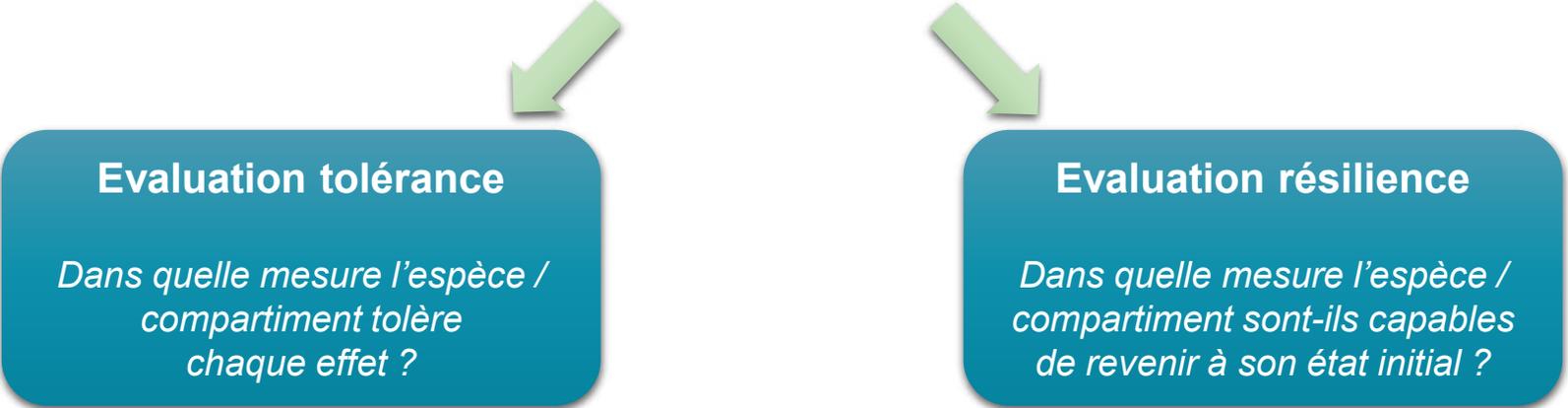
Positifs / négatifs

Directs / indirects

Temporaires / permanents



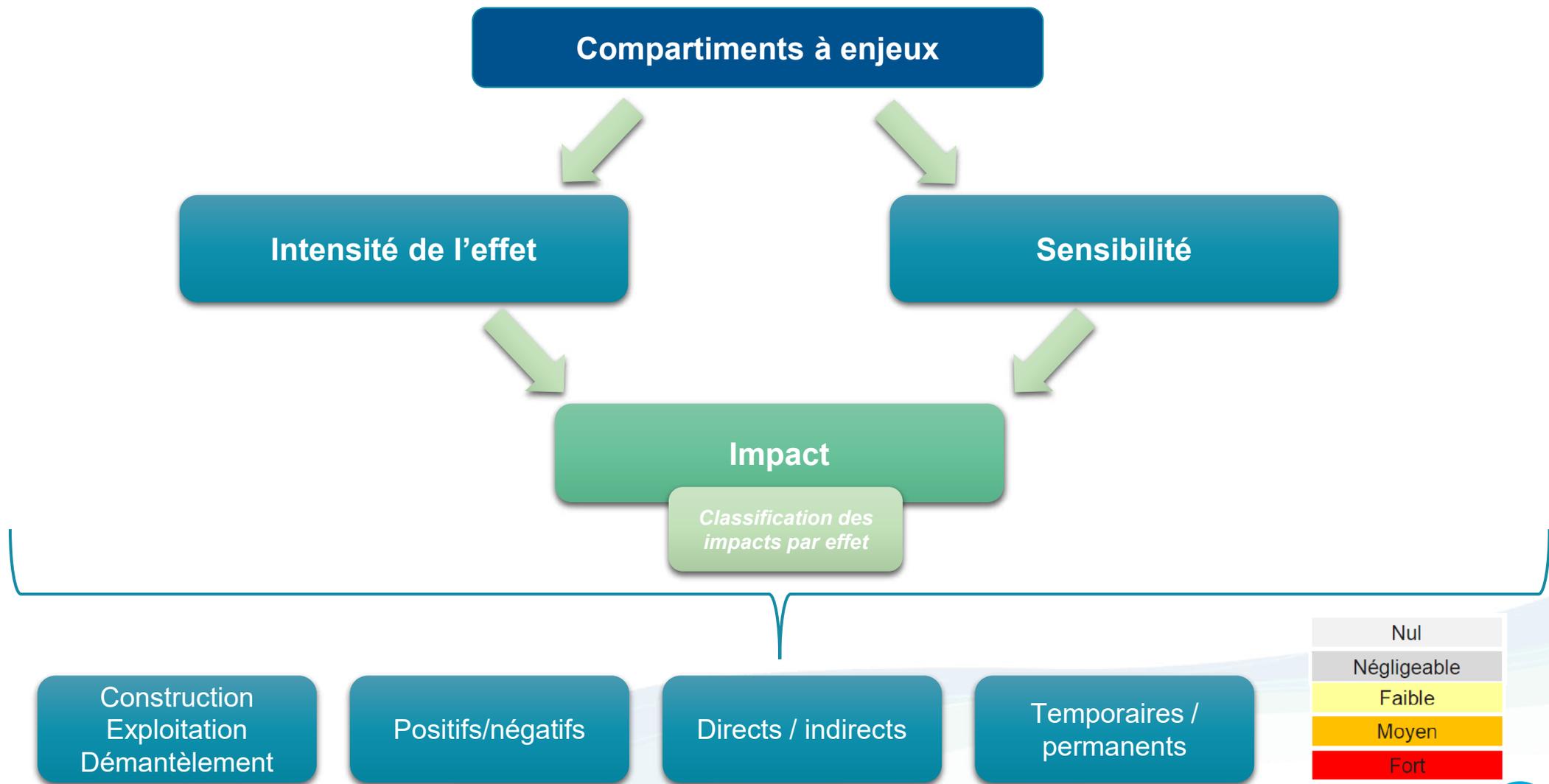
# 4 grandes étapes



|             |
|-------------|
| Nul         |
| Négligeable |
| Faible      |
| Moyen       |
| Fort        |

# 4 grandes étapes

- COMPARTIMENTS A ENJEUX
- EFFETS
- SENSIBILITE
- IMPACTS



# 4 grandes étapes

- COMPARTIMENTS A ENJEUX
- EFFETS
- SENSIBILITE
- IMPACTS**

Exemple n°1

Effet négatif / direct / temporaire / **faible**

Sensibilité **moyenne**

Impact

Classification des impacts par effet

Construction  
Exploitation  
Démantèlement

Positifs / **négatifs**

**Directs** / indirects

**Temporaires** / permanents

|               |
|---------------|
| Nul           |
| Négligeable   |
| <b>Faible</b> |
| Moyen         |
| Fort          |

# 4 grandes étapes

- COMPARTIMENTS A ENJEUX
- EFFETS
- SENSIBILITE
- IMPACTS**

Exemple n°2

Effets négatif / direct / permanent / **fort**

Sensibilité **faible**

Impact

Classification des impacts par effet

Construction  
**Exploitation**  
Démantelement

Positifs / **négatifs**

**Directs** / indirects

Temporaires / **permanents**

|              |
|--------------|
| Nul          |
| Négligeable  |
| Faible       |
| <b>Moyen</b> |
| Fort         |

# 4 grandes étapes

- COMPARTIMENTS A ENJEUX
- EFFETS
- SENSIBILITE
- IMPACTS**

Exemple n°3

Effet négatif / direct / temporaire / **moyen**

Sensibilité **forte**

Impact

Classification des impacts par effet

Construction  
Exploitation  
Démantèlement

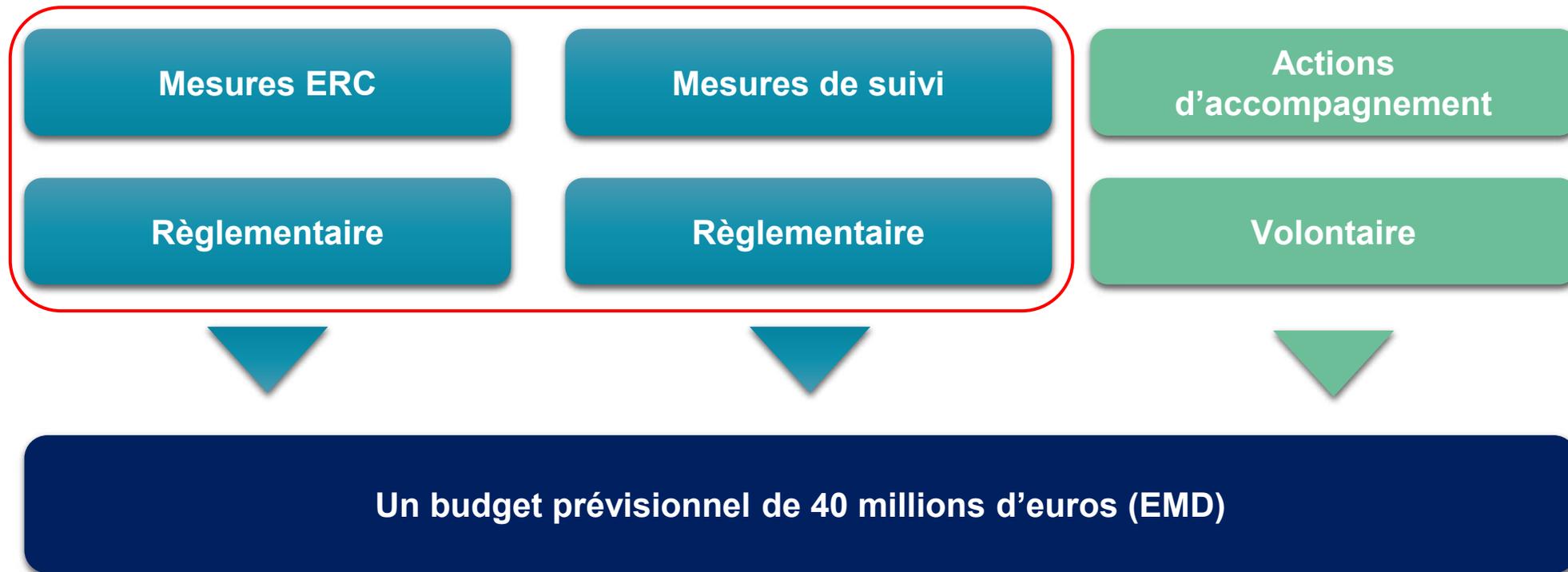
Positifs / **négatifs**

**Directs** / indirects

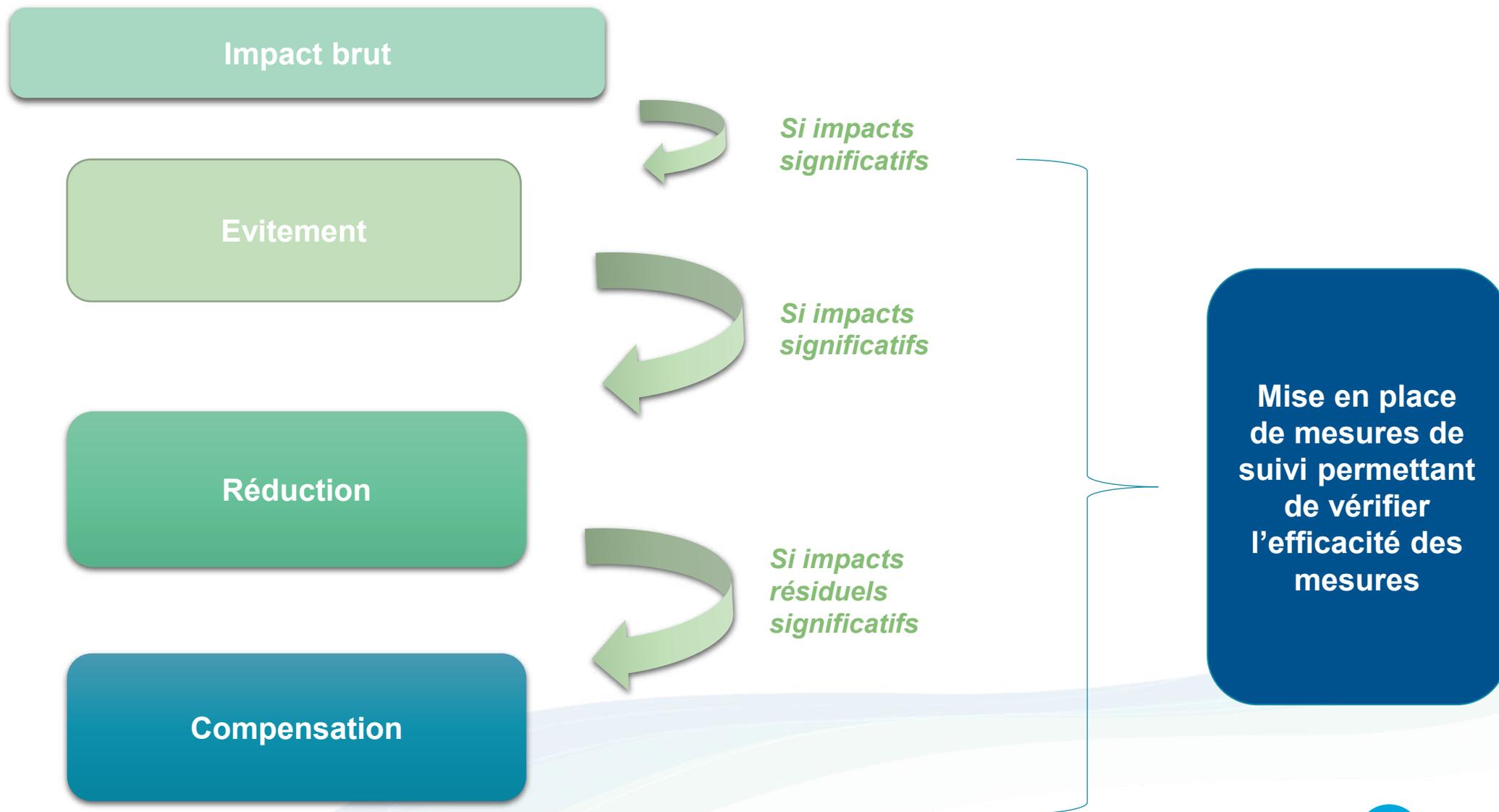
**Temporaires** / permanents

|             |
|-------------|
| Nul         |
| Négligeable |
| Faible      |
| Moyen       |
| <b>Fort</b> |

# Différentes typologies de mesures



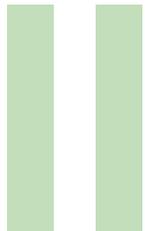
# Focus sur les mesures ERC



# Echanges



PARTIE



## Etat initial : quelle perception globale ?

# Quelques observations exprimées par les publics

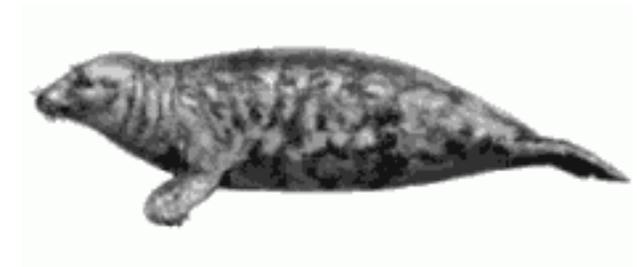
Un attachement des publics aux mammifères marins

Des lieux emblématiques connus à l'image du Phare de WALDE

Une présence locale mais moindre que celle observée en Baie de Somme

Une stabilité observée dans l'état initial conformément aux études dates mobilisées par les parties prenantes

Un effet récif pouvant présenter un intérêt pour les mammifères marins



# Questions posées lors de l'atelier du 1<sup>er</sup> octobre

## QUESTIONS POSEES

Comportement des mammifères marins lors des tempêtes et lien entre tempêtes et échouages



Prise en compte des données sur les échouages dans l'EIE pour définir l'état initial du site



Prise en compte des REX étrangers liés à l'effet récif et les autres impacts sur la chaîne trophique



Prise en compte des REX étrangers dans l'EIE pour analyser la partie effet/impact sur ce compartiment



Prise en compte de l'acceptation du bruit par les mammifères marins



Thématique expliquée au cours de ce nouvel atelier



# Propositions formulées lors de l'atelier du 1<sup>er</sup> octobre

## PROPOSITIONS

Prise en compte de l'étude éco-phoque et de la thèse de Yann Planque

Assurer un suivi des conséquences sur l'état de santé de la faune sur le site.

Prendre en compte les préconisations issues des études menées par l'Etat

## APPORTS / ENRICHISSEMENTS



Prise en compte de l'étude éco-phoque dans l'évaluation de l'état initial  
Intérêt de la thèse dans le cadre du projet à évaluer



Mise en place d'un programme de suivi présenté lors de cet atelier

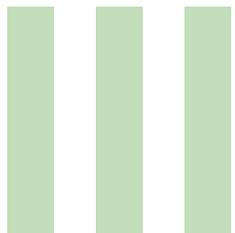


Mise en place d'un programme de suivi présenté lors de cet atelier

# Echanges



PARTIE



**Quels sont les principaux impacts identifiés ?**

# Effets présents pour les mammifères marins

## Quatre principaux effets :

- **Modification de l'ambiance sonore sous-marine** (phases construction, exploitation, démantèlement)
- **Perte, altération ou modification des habitats** (phases construction, exploitation, démantèlement)
- **Risque de collision avec des navires** (phases construction, exploitation, démantèlement)
- **Modification du champ magnétique** (phase d'exploitation)

## Modification de l'ambiance sonore sous-marine **en phase de construction**

Les principales sources d'émissions sonores potentielles du projet pendant la construction sont les opérations suivantes :

- Le **battage** ou le **vibrofonçage** des pieux des fondations ;
- Le **dragage** et **clapage** pour l'enrochement autour de la base des pieux ;
- La **pose** et l'**ensouillage** pour la pose des câbles ;
- Le **passage en sous-œuvre** ou le **battage de palplanches** pour la pose des câbles à l'atterrage ;
- Le **trafic induit** par l'ensemble des travaux dans ou à proximité du parc, notamment les navires de chantier.

## Modification de l'ambiance sonore sous-marine **en phase d'exploitation**

Les principales sources d'émissions sonores potentielles du projet pendant la construction sont les opérations suivantes :

- Le **trafic induit** par les opérations de maintenance
- Les **éoliennes en rotation** (deux scénarios illustratifs : 35 ou 46 éoliennes)

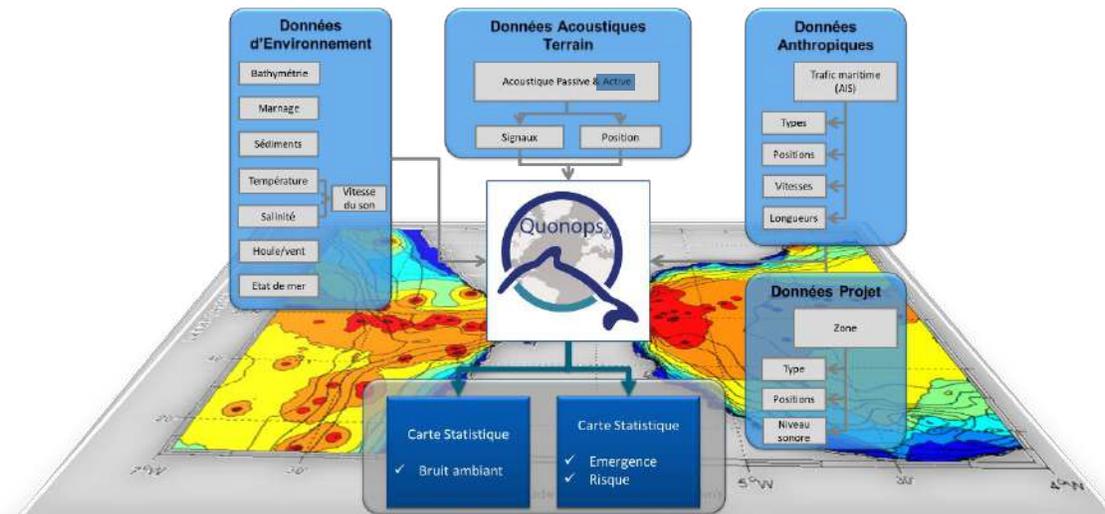


# EIA Parc Éolien Dunkerque

## Synthèse des résultats

# Objectifs de l'étude d'impact & Méthodologie

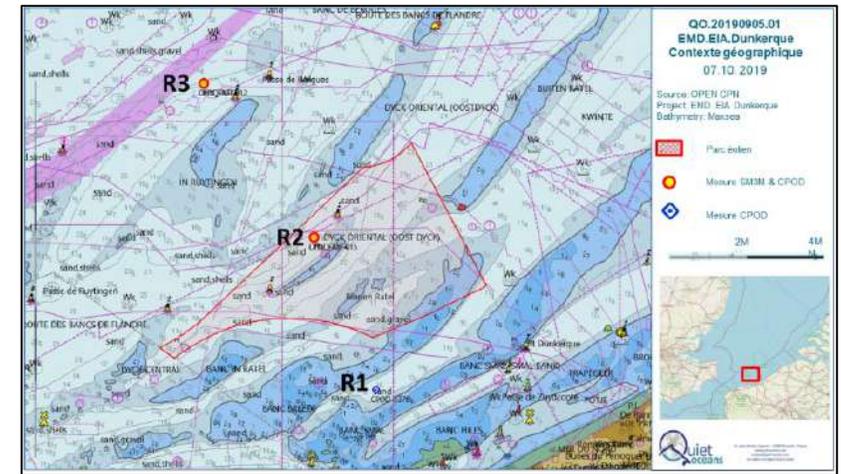
- Réaliser des campagnes de mesures in situ afin d'établir le bruit existant sur zone ainsi que la fréquentation des mammifères marins
- Établir la cartographie du bruit existant en incluant les mesures in situ, aux 2 saisons significatives (été et automne 2020)
- Modéliser les phases « construction » et « exploitation » du projet et établir la cartographie du bruit des ateliers :
  - Battage (avec & sans solution de réduction sonore de type « IHC NMS »)
  - Vibrofonçage
  - Dragage
  - Clapage
  - Ensouillage des câbles
  - Rotation des éoliennes
  - Trafic maritime induit (construction et exploitation)
- Utiliser les référentiels internationaux pour l'évaluation des risques : Popper 2014, McCauley 2000, NOAA 2018, Southall 2019
- Evaluer l'empreinte sonore et les risques vis-à-vis de la faune marine (espèces cibles : mammifères marins / poissons)
- Faire des recommandations pour limiter les impacts du projet



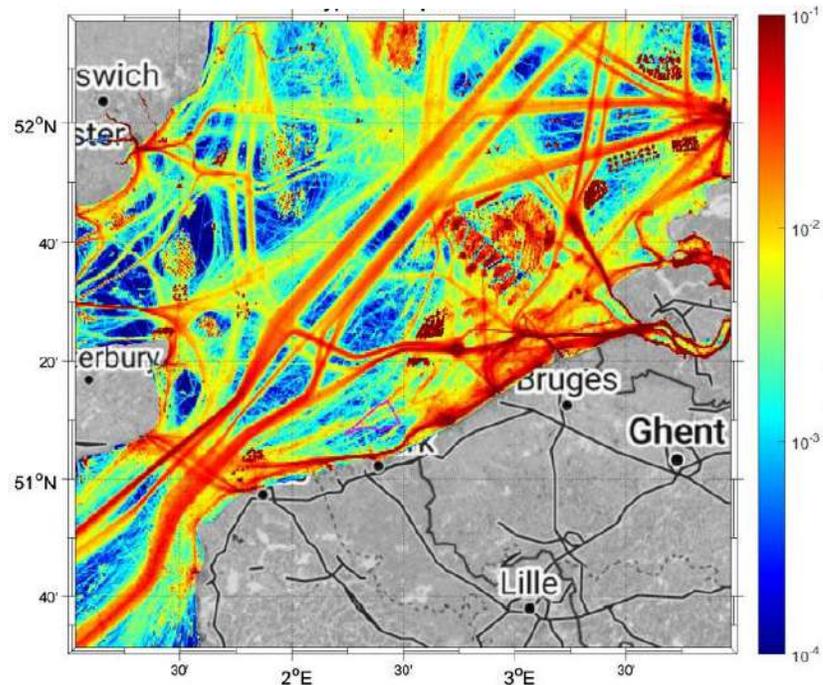
# Cartographie du bruit existant

Établies par modélisation du bruit d'origine environnementale (phénomènes météorologiques) et du bruit d'origine anthropique (trafic maritime), les cartographies sont ensuite calibrées par des mesures in situ effectuées en 2 points (R2 et R3) aux saisons été et automne 2020.

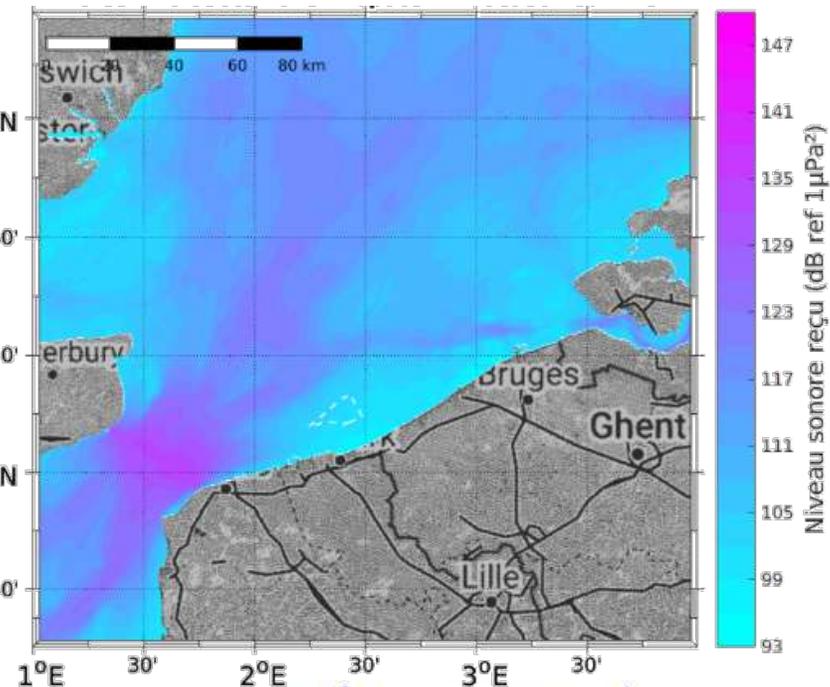
- Au centre du futur parc éolien, le bruit ambiant médian est de l'ordre de  $\sim 105$  dB ref  $1\mu\text{Pa}^2$  (au moins la moitié du temps)



### Densité de trafic maritime



### Bruit existant médian (P50%)



## • Synthèse des données d'entrée du modèle

### Niveaux sonores émis par type d'atelier

| Type de bruit | Atelier : | Niveau émis (SL à 1m) |
|---------------|-----------|-----------------------|
|---------------|-----------|-----------------------|

|                     |                        |                                       |
|---------------------|------------------------|---------------------------------------|
| <b>Impulsionnel</b> | Battage (diamètre 10m) | 226.1 dB 1 $\mu$ Pa <sup>2</sup> s@1m |
|                     | Clapage                | 180.0 dB 1 $\mu$ Pa <sup>2</sup> s@1m |

|                |   |                        |
|----------------|---|------------------------|
| <b>Continu</b> | Vibrofonçage WTG01 (diamètre 10m)       | 198.3 dB 1 $\mu$ Pa@1m |
|                | Dragage Câbles                          | 182.0dB 1 $\mu$ Pa@1m  |
|                | Dragage Fondations                      | 182.0 dB 1 $\mu$ Pa@1m |
|                | Tranchage                               | 178.8 dB 1 $\mu$ Pa@1m |
|                | Exploitation 46 éoliennes (vent 30 m/s) | 154.5 dB 1 $\mu$ Pa@1m |
|                | Exploitation 35 éoliennes (vent 30 m/s) | 154.5 dB 1 $\mu$ Pa@1m |

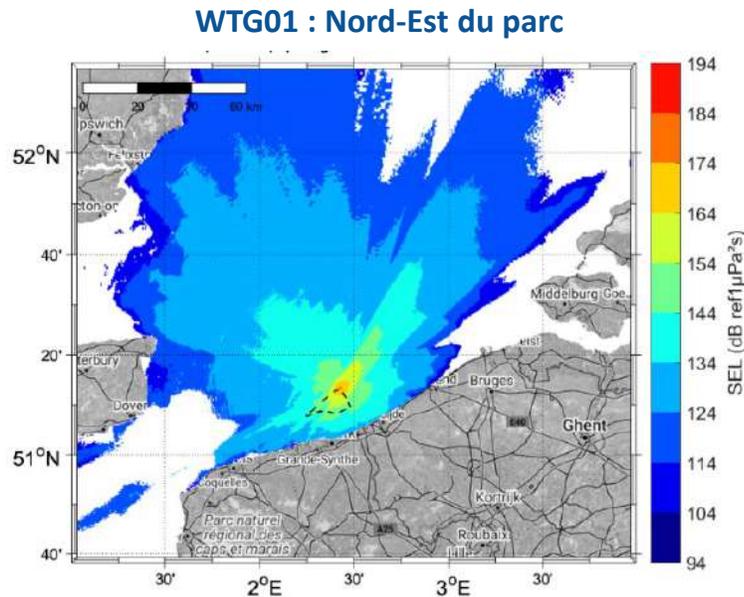
### Catégories acoustiques d'espèces animales prises en compte dans la modélisation

- Cétacés Hautes Fréquences (12 – 140 kHz)
- Cétacés Moyennes Fréquences (8.8 – 110 kHz)
- Cétacés Basses Fréquences (0.2 – 19 kHz)
- Pinnipèdes (1.9 – 30 kHz)
- Tortues Marines (< 0,9kHz)
- Poissons F, FB, FB-L (< 1 kHz & < 4 kHz)

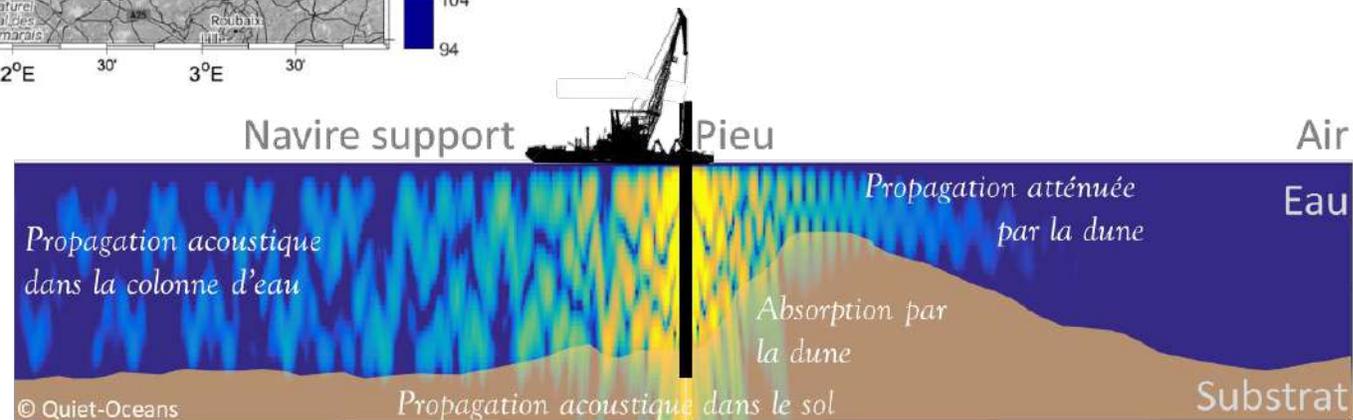


# Cartographie du bruit des ateliers du projet

- Exemple de cartographie d'émergence pour l'atelier de battage (niveaux instantanés)
- Saison été – Pondération selon la catégorie « cétacés basses fréquences »



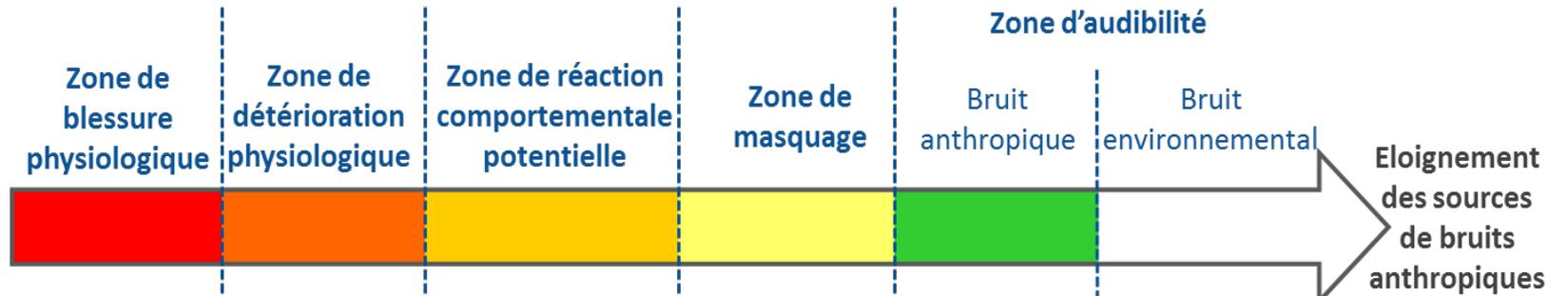
- Variabilité spatiale importante selon la position de la source, liée à l'impact des dunes sur la propagation acoustique. L'emplacement WTG01 est celui qui possède l'empreinte sonore la plus grande
- Évaluation réalisée pour tous les ateliers bruyants du projet aux deux saisons



# Graduation des risques

Les distances de risque sont établies en fonction des données du projet (types d'ateliers et leurs localisations, niveaux de source, et durée d'émission du bruit), de la saison, du bruit existant et des espèces animales cibles (sensibilité acoustique, seuils de tolérance au bruit et vitesse de fuite). (Southall 2019 ; NOAA 2018 ; Popper 2014 ; McCauley 2000)

Une zone de **blessure physiologique** qui correspond à une zone dans laquelle les niveaux de bruit dépassent les seuils de dommage physiologique permanent (PTS), provoquant des lésions irréversibles ;



Une zone de **détérioration physiologique** qui correspond à une zone dans laquelle les niveaux de bruit sont susceptibles de provoquer des dommages physiologiques temporaires (TTS) se traduisant en des lésions réversibles. Les cellules retrouvent leur état initial après un certain temps hors d'une exposition importante au bruit ;

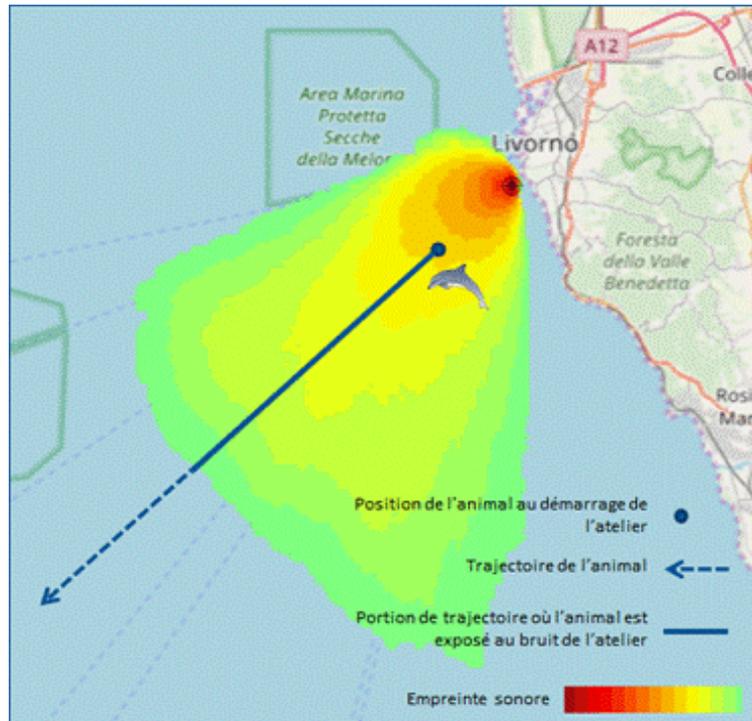
Une zone de **réaction comportementale** qui correspond à une zone dans laquelle les niveaux de bruit sont susceptibles de provoquer une gêne suffisante pour que les individus interrompent leur activité normale pour fuir la zone. Les conséquences ne sont pas directes, mais provoquent une augmentation de la consommation d'énergie individuelle d'autant plus critique que l'individu est jeune, une interruption dans leurs activités de chasse ou de socialisation, un changement forcé d'habitat. In-fine, les impacts peuvent se faire ressentir à l'échelle des individus et de la population: **réduction de l'habitat.**

Une zone de **masquage** qui intervient lorsque les sons émis et reçus par les spécimens, sont essentiels dans leurs activités de chasse, de socialisation, de reproduction, ou d'évitement des prédateurs, sont couverts par les bruits anthropiques. Ce type d'effet est pertinent pour les bruits continus ou les bruits impulsionnels ayant une forte cadence et se prolongeant dans le temps. Dans cette zone, le rayon d'interaction des spécimens est réduit, ayant des impacts potentiels à l'échelle des individus et de la population: **altération de l'habitat.**

Une zone **d'audibilité**, zone sans risque, qui correspond à une zone dans laquelle les bruits anthropiques, biologiques et naturels sont perçus par les individus, sans pour autant causer d'effet particulier connu.

# Modèle de fuite

Afin de tenir compte du déplacement potentiel de l'animal pendant la durée de l'atelier et conformément au consensus NOAA 2018, l'énergie acoustique est intégrée sur la durée quotidienne des travaux (24h) en prenant en compte un modèle de fuite rectiligne de l'animal. Les niveaux sonores accumulés sont comparés aux seuils de sensibilité des espèces et permettent de déduire les distances minimales en dessous desquelles l'animal court un risque au démarrage de l'atelier.



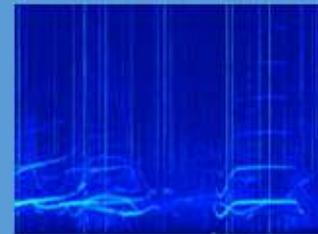
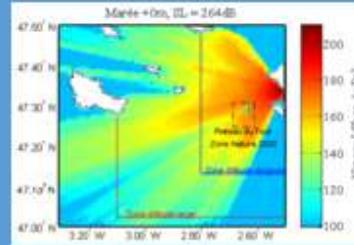
| Famille                     | Vitesse moyenne de fuite (m/s) |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Cétacés Hautes Fréquences   | 1.4                            |
| Cétacés Moyennes Fréquences | 1.5                            |
| Cétacés Basses Fréquences   | 2.1                            |
| Pinnipèdes dans l'eau       | 1.8                            |
| Tortues Marines             | 1.1                            |
| Poissons                    | 1.1                            |

*Vitesses de fuite des animaux en fonction de leur espèce (Bailey & Thompson, 2006 ; SNH, 2016)*

# Synthèse des distances de risques

| Synthèse des ateliers (distances moyennes)            | Empreinte sonore                   | Réaction comportementale intermédiaire | Domage physiologique temporaire (TTS)   | Domage physiologique permanent (PTS)  |
|---|------------------------------------|--|---|---|
| Saison été - Animal dynamique                         | (Niveau instantané et non pondéré) | (Niveau instantané et non pondéré)     | (Prolongation sur la durée quotidienne de l'atelier et modèle de fuite)   | (Prolongation sur la durée quotidienne de l'atelier et modèle de fuite)               |
| Battage sans solution de réduction et avec Soft-Start | 62 km                              | 16 km                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cétacés hautes fréquences : 7.21 km</li> <li>Cétacés basses fréquences : 28.42 km</li> <li>Pinnipèdes : 7.73 km</li> <li>Poissons : 5.31 km</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cétacés basses fréquences : 3.43 km</li> </ul> |
| Vibrofonçage  | 38 km                              | 3 km                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cétacés hautes fréquences : 0.64 km</li> <li>Cétacés basses fréquences : 0.28 km</li> </ul>  |   |
| Dragage, Clapage, Ensouillage                         | 12 km                              | 0.28 km                                |   |   |
| Éoliennes en rotation, trafic maritime induit         | De l'ordre de la surface du parc   | 0.03 km                                |   |   |

<sup>1</sup> Distance issue de l'analyse du niveau SPL<sub>peak</sub> réalisée par CHORUS



Projet de raccordement électrique du parc éolien  
en mer de Dunkerque

-

Etude d'impact acoustique-sous-marine

**9 Mars 2022**  
**Delphine Mathias,**  
**SOMME**

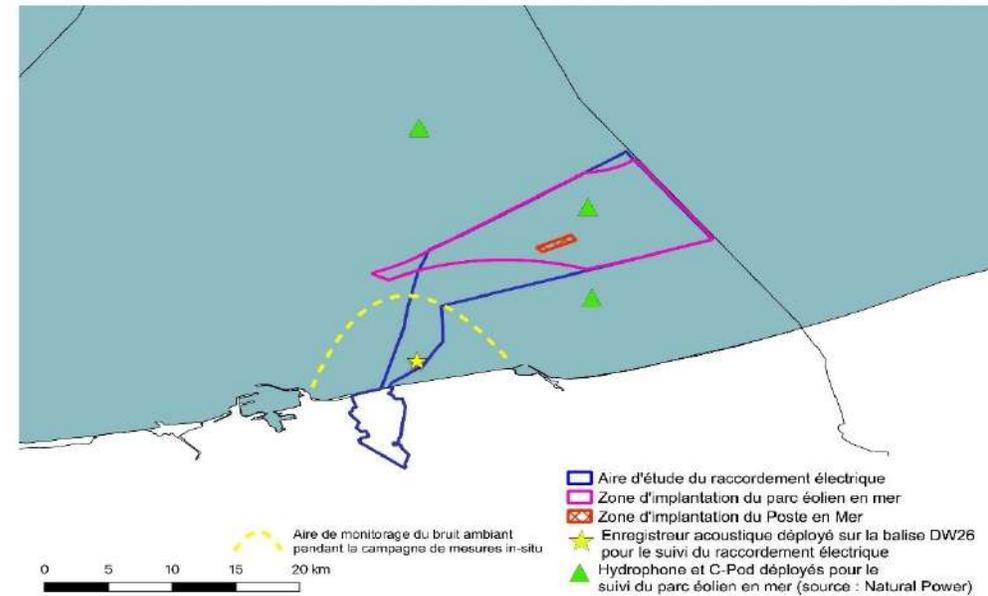
# Etat initial bruit ambiant du raccordement électrique

## ➤ Objectifs :

- Identifier les différentes composantes du paysage acoustique et estimer leur contribution au budget acoustique de la zone d'étude.
- Fournir la description statistique d'indicateurs sonores utiles pour l'étude d'impact
- Définir un gabarit de bruit ambiant qui sera utilisé pour les simulations d'impact acoustique du projet

## ➤ Campagne de mesures in-situ :

- Un enregistreur acoustique équipé d'un hydrophone omnidirectionnel
- Déployé sur la ligne de mouillage de la balise DW26 des Phares et Balises du 1er au 23 Juillet 2020 à 5m de profondeur.
- Déployé le long du fuseau de raccordement de la double liaison sous-marine de raccordement, à 2.5 km de la côte dans une zone de trafic maritime important.



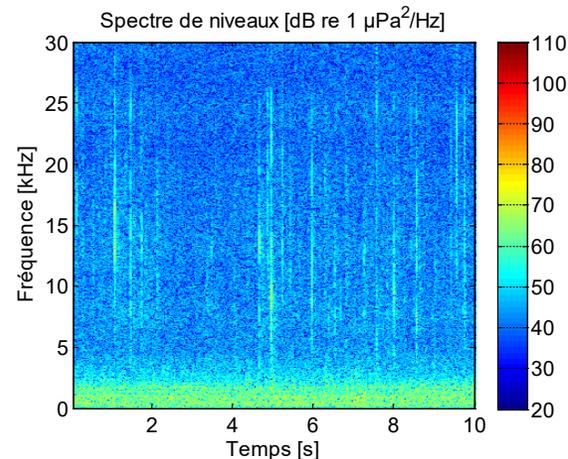
# Etat initial bruit ambiant du raccordement

## ➤ Résultats : 3 classes de signaux acoustiques

### Classe BIOPHONIE -

productions sonores des organismes benthiques : impulsions large bande

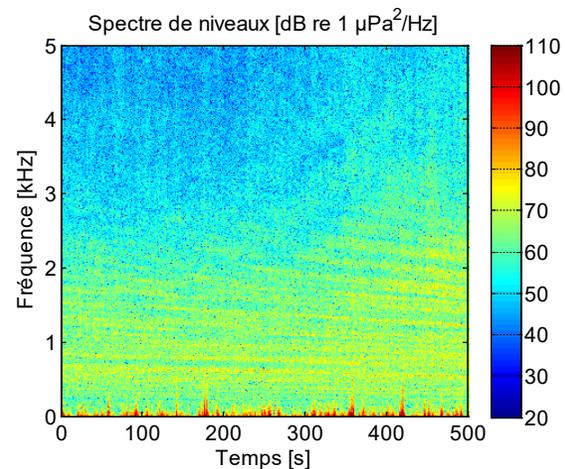
- 8% du temps
- pas de rythme journalier
- zone de faible production sonore benthique



### Classe ANTROPOPHONIE -

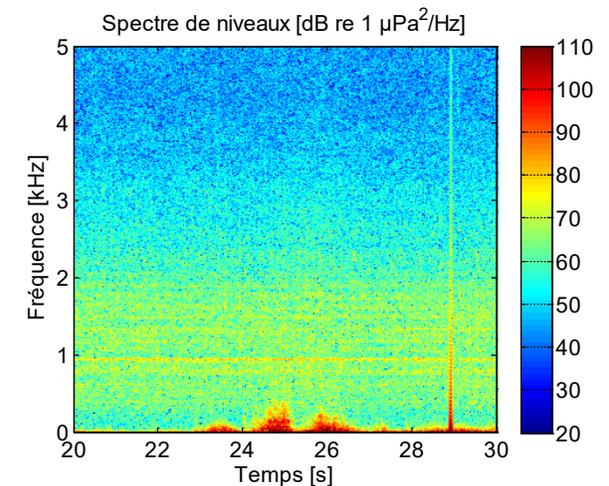
bruits de navire : signal continu large bande entre 50Hz et 5kHz et raies spectrales

- 85 % du temps
- zone de trafic maritime dense pendant la période suivie.



Classe BRUIT - bruit de mesure généré par le mouillage : forts courants qui produisent de fortes impulsions basses fréquences (0Hz – 1 kHz) et plus occasionnellement des impulsions sur toute la gamme de fréquences

- 91 % du temps
- recouvre rarement la gamme de fréquences des signaux d'intérêts



# Etat initial bruit ambiant du raccordement

## ➤ Résultats :

- **Aucun sifflement ou click de cétacés** n'a été détecté pendant la période de suivi acoustique.
- Le bruit généré par le trafic maritime important sur la zone d'étude peut masquer les signaux émis par les cétacés et les impulsions des organismes benthiques.
- Le niveau médian sur toute la bande de fréquence (B0 : [20 - 30000] Hz)) est de **111.2 dB re.1 $\mu$ Pa<sup>2</sup>**.
- **Trafic maritime lointain et proche responsable de près de 70 % du niveau sonore global mesuré sur toute la bande de fréquences B0.**
- Résultats cohérents avec ceux du Rapport scientifique pour l'évaluation 2018 au titre de la DCSMM (Le Courtois *et al.*, 2017).

**Le niveau médian sur toute la bande de fréquence de 111.2 dB re.1 $\mu$ Pa<sup>2</sup> sera utilisé pour définir l'empreinte acoustique du projet.**

# Simulations acoustiques sous marines

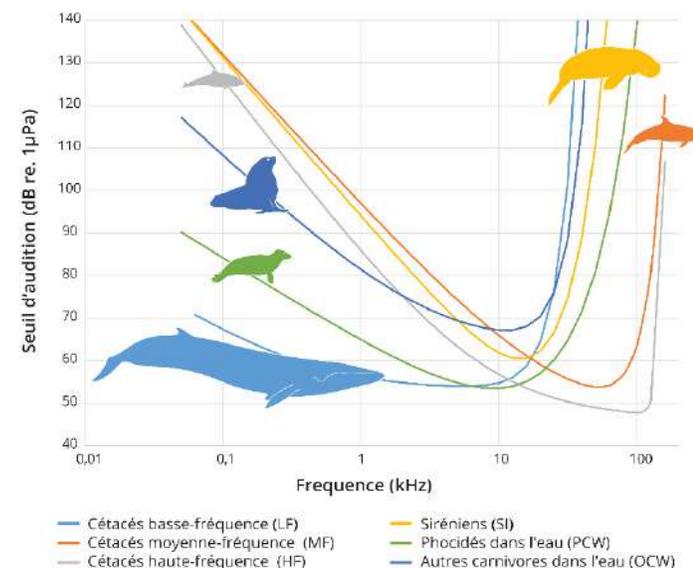
## ➤ Scénarios étudiés :

- **Sources de bruit de l'installation du poste en mer :** battage de pieu et solution mixte (vibrofonçage jusqu'au refus puis battage de pieu)
- **Sources de bruit de l'installation de la double liaison électrique sous-marine**
  - **le long du tracé général:** ensouillage (water jetting, charruage, vertical injector, trancheuse, dragage) et bruit de navire
  - **à la côte :** passage en sous-oeuvre et battage de palplanches

## ➤ Groupes d'espèces :

- **Cétacés basses-fréquences** (e.g. petit rorqual).
- **Cétacés moyennes-fréquences** (e.g. dauphin commun).
- **Cétacés hautes-fréquences** (e.g. marsouin commun).
- **Pinnipèdes** (phoque veau-marin et phoque gris).
- **Poissons : œufs, larves et adultes.**

Audiogrammes des mammifères marins



# Simulations acoustiques sous marines

## ➤ Niveaux d'enjeu pour les mammifères marins :

| Sous-groupe/thématique/ espèce                            | Caractérisation de l'enjeu | Groupe auditif             |
|---|----------------------------|----------------------------|
| Marsouin commun ( <i>Phocoena phocoena</i> )              | Fort                       | Cétacé Hautes Fréquences   |
| Phoque gris ( <i>Halichoerus grypus</i> )                 | Fort                       | Pinnipèdes                 |
| Phoque veau marin ( <i>Phoca vitulina</i> )               | Fort                       | Pinnipèdes                 |
| Grand dauphin ( <i>Tursiops truncatus</i> )               | Moyen                      | Cétacé Moyennes Fréquences |
| Dauphin à nez blanc ( <i>Lagenorhynchus albirostris</i> ) | Faible                     | Cétacé Moyennes Fréquences |
| Dauphin commun ( <i>Delphinus delphis</i> )               | Faible                     | Cétacé Moyennes Fréquences |
| Petit rorqual ( <i>Balaenoptera acutorostrata</i> )       | Faible                     | Cétacé Basses Fréquences   |
| Rorqual commun ( <i>Balaenoptera acutorostrata</i> )      | Faible                     | Cétacé Basses Fréquences   |
| Dauphin bleu et blanc ( <i>Stenella coeruleoalba</i> )    | Faible                     | Cétacé Moyennes Fréquences |
| Globicéphale noir ( <i>Globicephala melas</i> )           | Faible                     | Cétacé Moyennes Fréquences |

## ➤ Méthodologie : en accord avec celle présentée par Biotope et Quiet Oceans

## ➤ Résultats :

- **Empreintes acoustiques** : zones pour lesquelles les niveaux sonores générés par le projet sont supérieurs au niveau de bruit ambiant.
- **Cartes de zones d'impacts potentiels** : zones pour lesquelles les niveaux perçus sont supérieurs aux seuils d'impacts (masquage, dérangement comportemental, lésions physiologiques, lésions létales ).

# Empreintes acoustiques

| Niveau source<br>(SL dB re.1μPa @1m) | Point de référence                            | Distances maximum<br>de l’empreinte<br>acoustique | Type d’activité représentée                                    |
|--------------------------------------|---|---|--|
| 170 – bruit continu                  | Position sortie mer du sous-œuvre             | 1.9 km  | Passage en sous-œuvre à la côte                                |
| 200 – bruit impulsif                 | Position sortie mer de la pose de palplanches | 9.6 km  | Battage de palplanches à la côte                               |
| 163 – bruit continu                  | Le linéaire de la double liaison sous-marine  | 1.2 km  | Chien de garde   |
| 170 – bruit continu                  | Le linéaire de la double liaison sous-marine  | 3.8 km  | Trancheuse, niveau bas   |
| 183 – bruit continu                  | Le linéaire de la double liaison sous-marine  | 10.2 km   | Trancheuse, niveau haut  |
| 170 – bruit continu                  | Le linéaire de la double liaison sous-marine  | 4.5 km  | Water-jetting/Vertical Injector/Charruage/Dragage, niveau bas  |
| 183 – bruit continu                  | Le linéaire de la double liaison sous-marine  | 15.7 km   | Water-jetting/Vertical Injector/Charruage/Dragage, niveau haut |
| 186 – bruit continu                  | Le linéaire de la double liaison sous-marine  | 14.7 km   | Positionnement dynamique                                       |
| 187 – bruit continu                  | Le linéaire de la double liaison sous-marine  | 8.8 km  | Transit de navire support                                      |
| 196 – bruit continu                  | Poste électrique en mer                       | 48.3 km   | Vibrofonçage   |
| 220 – bruit impulsif                 | Poste électrique en mer                       | >70 km  | Battage de pieux (60 coups / min)                              |

# Identification des impacts

**Objectif :** recueil des questions et observations sur les matrices d'évaluation des impacts, puis partage et réponses en plénière

A votre disposition :

- Les matrices d'évaluation des impacts

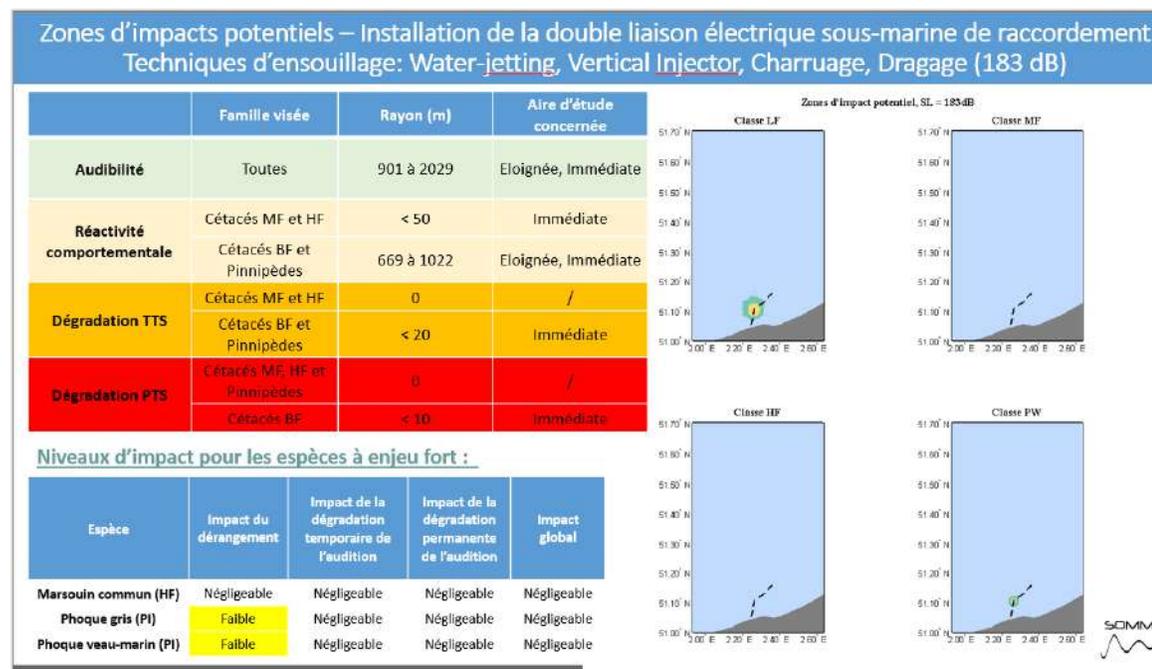
| Espèce          | Atelier         | Effet   |   |               | Sensibilité   |  |                          | Niveau d'impact brut     |
|-----------------|-----------------|---|---|---------------|---|--|--------------------------|--------------------------|
|                 |                 | Enjeu   | Description   | Final         | Tolérance   | Résilience   | Finale                   |                          |
| Marsouin commun | Dragage         | <b>Fort</b><br>Présence régulière dans les aires d'études éloignée et immédiate en très forts effectifs – Pic de présence en mai IKA maximal 0,37 ind/km – Présence quotidienne à l'immérieur et à proximité de la zone de projet en été et en automne d'après le suivi acoustique. Comportements de chasse constatés | Direct<br>Bruit continu<br>Durée quotidienne ininterrompue de 20h<br>Niveau de bruit large bande prédit à 750 m 128 dB re 1µPa²s  | <b>Moyen</b>  | <b>Faible</b><br>Pas de retours d'expériences sur l'effet de cet atelier. Par principe de précaution, nous évaluons la tolérance à faible.  | <b>Moyenne</b><br>Nous assumons que la capacité de l'espèce à retrouver le même état pré-construction est moyenne. | <b>Faible</b>            | <b>Faible</b>            |
|                 | Clapage         |   | Direct<br>Bruit impulsif<br>Durée quotidienne ininterrompue de 10s<br>Niveau de bruit large bande prédit à 750 m 131 dB re 1µPa²s | <b>Faible</b> | <b>Faible</b><br>Pas de retours d'expériences sur l'effet de cet atelier. Par principe de précaution, nous évaluons la tolérance à faible.  | <b>Moyenne</b><br>Nous assumons que la capacité de l'espèce à retrouver le même état pré-construction est moyenne. | <b>Faible</b>            | <b>Faible</b>            |
|                 | Ensouillage     |   | Direct<br>Bruit continu<br>Durée quotidienne ininterrompue de 20h<br>Niveau de bruit large bande prédit à 750 m 129 dB re 1µPa²s  | <b>Faible</b> | <b>Faible</b><br>Pas de retours d'expériences sur l'effet de cet atelier. Par principe de précaution, nous évaluons la tolérance à faible.  | <b>Moyenne</b><br>Nous assumons que la capacité de l'espèce à retrouver le même état pré-construction est moyenne. | <b>Faible</b>            | <b>Faible</b>            |
|                 | Trafic maritime |   | Direct<br>Bruit continu<br>Durée quotidienne ininterrompue de 24h<br>10 navires/jour  | <b>Faible</b> | <b>Moyenne</b><br>Brandt et al. (2018) montrent que la détection de marsouins diminue plusieurs heures avant le commencement du battage et Rose et al. (2019) montrent une réduction jusqu'à 28 heures avant les travaux. Plusieurs causes possibles sont attribuées à ces diminutions, dont le bruit des autres travaux ou navires. L'espèce pourrait être affectée par l'effet dans une moindre mesure. | <b>Forte</b><br>La capacité de l'espèce à retrouver le même état avant effet est fort.                             | <b>Nul à négligeable</b> | <b>Nul à négligeable</b> |

# Identification des impacts

**Objectif :** recueil des questions et observations sur les matrices d'évaluation des impacts, puis partage et réponses en plénière

A votre disposition :

- Les matrices d'évaluation des impacts



# Présentation des impacts

Mammifères marins



# MÉTHODOLOGIE d'évaluation des impacts

## Définition des effets

Définition d'après le guide MEEDM, 2017 : « *L'effet décrit la conséquence objective des interactions du projet sur l'environnement* ».

Voici une liste non exhaustive de critères à analyser pour caractériser un effet sur un récepteur ou un groupe de récepteurs : **Durée et réversibilité** ; **Ampleur** ; **Probabilité d'occurrence** ; **Nombre d'individus touchés** ; **Taille de la zone affectée**.

Les effets sont traités selon les trois phases du projet :

- Phase de travaux ;
- Phase d'exploitation ;
- Phase de fin d'exploitation.

Les effets sont hiérarchisés de la manière suivante :

- Positifs ou négatifs
- Directs ou indirects
- Temporaires ou permanents

| Niveaux     |
|-------------|
| Nul         |
| Négligeable |
| Faible      |
| Moyen       |
| Fort        |

## Définition des sensibilités

Précision d'après le guide MEEDM, 2017 : « *L'analyse prévisionnelle des impacts nécessite également de prendre en compte la sensibilité des composantes de l'environnement atteintes par ces effets, positifs ou négatifs. Qu'il s'agisse d'une composante environnementale, de patrimoine ou d'un usage, cette notion de sensibilité est un élément central de l'évaluation d'un impact. De manière générale, elle peut être définie à partir de la tolérance, et de la résilience à l'effet considéré. Ces deux qualificatifs intègrent les questions clés à se poser pour la hiérarchisation des impacts potentiels* ».

Pour chaque effet listé, la sensibilité du récepteur fait l'objet d'une analyse à partir de 2 paramètres indépendants du projet (MEEDM, 2017) :

- **La tolérance** à l'effet = susceptibilité d'être affectée par un effet.
- **La résilience** à l'effet = capacité à maintenir ou recouvrer naturellement un état proche à celui prévalant avant la perturbation.

| Niveaux     |
|-------------|
| Nul         |
| Négligeable |
| Faible      |
| Moyen       |
| Fort        |

## Matrice pour la définition du niveau de sensibilité par effet

| NIVEAU DE SENSIBILITÉ |                     | Résilience          |                   |                   |                   |
|-----------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                       |                     | Nulle à négligeable | Faible            | Moyenne           | Forte             |
| Tolérance             | Nulle à Négligeable | Fort                | Fort              | Moyen             | Nul à négligeable |
|                       | Faible              | Fort                | Moyen             | Faible            | Nul à négligeable |
|                       | Moyenne             | Moyen               | Faible            | Faible            | Nul à négligeable |
|                       | Forte               | Nul à négligeable   | Nul à négligeable | Nul à négligeable | Nul à négligeable |

## Définition des impacts

Précision du guide MEEDM 2017 : « *L'effet décrit la conséquence objective de cette interaction sur l'environnement. L'impact est la transposition de cette conséquence sur les différents compartiments de l'environnement (écosystème, paysage et patrimoine, usages) selon une échelle de sensibilité. L'analyse de l'impact découle du croisement entre la sensibilité et l'intensité de l'effet considéré* ».

Les impacts du projet sont traités selon les trois phases du projet :

- Phase de travaux ;
- Phase d'exploitation ;
- Phase de fin d'exploitation.

Les impacts sont hiérarchisés de la manière suivante :

- Positifs ou négatifs
- Temporaires ou permanents

| Niveaux     |
|-------------|
| Nul         |
| Négligeable |
| Faible      |
| Moyen       |
| Fort        |

## Matrice pour la définition du niveau d'impact

| NIVEAU D'IMPACT    |                   | Niveau de sensibilité |                   |                   |                   |
|--------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                    |                   | Fort                  | Moyen             | Faible            | Nul à négligeable |
| Niveau de l' effet | Fort              | Fort                  | Fort              | Moyen             | Nul à négligeable |
|                    | Moyen             | Fort                  | Moyen             | Faible            | Nul à négligeable |
|                    | Faible            | Moyen                 | Faible            | Faible            | Nul à négligeable |
|                    | Nul à négligeable | Nul à négligeable     | Nul à négligeable | Nul à négligeable | Nul à négligeable |

# RÉSULTATS

**Pour le Marsouin commun, le Phoque gris et  
le Phoque veau-marin**

## Modification de l'ambiance sonore sous-marine **en phase de construction**

| Espèce          | Atelier                     | Effet   |   |              | Sensibilité  |  |                | Niveau d'impact brut    |
|-----------------|-----------------------------|---|---|--------------|--|--|----------------|-------------------------|
|                 |                             | Enjeu   | Description   | Final        | Tolérance  | Résilience   | Finale         |                         |
| Marsouin commun | Installation des fondations | <b>Fort</b><br><br>Présence régulière dans les aires d'études éloignée et immédiate en très forts effectifs – Pic de présence en mai IKA maximal 0,37 ind/km - Présence quotidienne à l'intérieur et à proximité de la zone de projet en été et en automne d'après le suivi acoustique. Comportements de chasse constatés | <b>Option 1 : Battage</b><br>Effet direct<br>Bruit impulsif<br>Cadence 50 coups/min<br>Durée quotidienne ininterrompue de 6h<br>Niveau de bruit large bande prédit à 750 m 179 dB re 1µPa²s<br><br>Zones d'impact larges<br>Zone d'audibilité 23,6 km (moyenne) à 39,7 km (maximum), aire 1701,1 km²<br>Risques d'atteinte des dommages physiologiques permanents 1,2 km (moyenne) à 1,5 km (maximum), aire 4,97 km². et temporaires 9,28 km (moyenne) à 17,91 km (maximum), aire 278,09 km². | <b>Fort</b>  | <b>Nulle à négligeable</b><br><br>L'espèce fuit la zone à plus de 20 km (Brandt et al., 2011; Graham et al., 2019; Haelters et al., 2012; Tougaard et al., 2006) | <b>Moyenne</b><br><br>L'espèce revient après plusieurs heures ou jours sur la zone (Brandt et al., 2018, 2011; ICF, 2020). Tougaard et al. (2006) considèrent la construction d'un parc sur plusieurs mois comme un évènement de perturbation important. | <b>Moyenne</b> | <b>Option 1 : Fort</b>  |
|                 |                             |   | <b>Option 2 : Vibrofonçage</b><br>Effet direct<br>Bruit continu<br>Durée quotidienne ininterrompue de 6h<br>Niveau de bruit large bande prédit à 750 m 150 dB re 1µPa²s<br><br>Zones d'impact limitées<br>Zone d'audibilité : 11,8 km (moyenne) à 17 km (maximum), aire 425,2 km².<br>Risques d'atteinte des dommages physiologiques temporaires : 0,64 km (moyenne) à 0,81 km (maximum), aire 1,54 km².<br>Pas de risques de dommages permanents.  | <b>Moyen</b> | <b>Nulle à négligeable</b><br>L'espèce quitte la zone pendant les activités de battage et vibrofonçage (Carstensen et al., 2006).                                | <b>Moyenne</b><br><br>Le temps moyen entre deux activités bioacoustiques passe de 6 h avant construction à 3 jours pendant la construction (Carstensen et al., 2006).  | <b>Moyenne</b> | <b>Option 2 : Moyen</b> |

| Espèce          | Atelier         | Effet   |   |               | Sensibilité   |  |                          | Niveau d'impact brut     |
|-----------------|-----------------|---|---|---------------|---|--|--------------------------|--------------------------|
|                 |                 | Enjeu   | Description   | Final         | Tolérance   | Résilience   | Finale                   |                          |
| Marsouin commun | Dragage         | <b>Fort</b><br>Présence régulière dans les aires d'études éloignée et immédiate en très forts effectifs – Pic de présence en mai IKA maximal 0,37 ind/km - Présence quotidienne à l'intérieur et à proximité de la zone de projet en été et en automne d'après le suivi acoustique. Comportements de chasse constatés | Direct<br>Bruit continu<br>Durée quotidienne ininterrompue de 20h<br>Niveau de bruit large bande prédit à 750 m 128 dB re 1µPa²s<br><br>Zones d'impact très limitées<br>Zone d'audibilité : 8,2 km (moyenne) à 11,4 km (maximum), aire 199,1 km².<br>Risques d'atteinte des dommages physiologiques temporaires : 0,06 km (moyenne) à 0,16 km (maximum), aire 0.05 km².<br>Pas de risques de dommages permanents. | <b>Moyen</b>  | <b>Faible</b><br>Pas de retours d'expériences sur l'effet de cet atelier. Par principe de précaution, nous évaluons la tolérance à faible.  | <b>Moyenne</b><br>Nous assumons que la capacité de l'espèce à retrouver le même état pré-construction est moyenne. | <b>Faible</b>            | <b>Faible</b>            |
|                 | Clapage         |   | Direct<br>Bruit impulsif<br>Durée quotidienne ininterrompue de 10s<br>Niveau de bruit large bande prédit à 750 m 131 dB re 1µPa²s<br><br>Zones d'impact très limitées<br>Zone d'audibilité : 3,7 km (moyenne) à 5,1 km (maximum), aire 41,9 km².<br>Risques d'atteinte des dommages physiologiques temporaires : aire 0,02 km².<br>Pas de risques de dommages permanents.   | <b>Faible</b> | <b>Faible</b><br>Pas de retours d'expériences sur l'effet de cet atelier. Par principe de précaution, nous évaluons la tolérance à faible.  | <b>Moyenne</b><br>Nous assumons que la capacité de l'espèce à retrouver le même état pré-construction est moyenne. | <b>Faible</b>            | <b>Faible</b>            |
|                 | Ensouillage     |   | Direct<br>Bruit continu<br>Durée quotidienne ininterrompue de 20h<br>Niveau de bruit large bande prédit à 750 m 129 dB re 1µPa²s<br><br>Zone d'audibilité : 2,1 km (moyenne) à 3,1 km (maximum), aire 18,1 km².<br>Pas d'atteinte de seuils de dommage  | <b>Faible</b> | <b>Faible</b><br>Pas de retours d'expériences sur l'effet de cet atelier. Par principe de précaution, nous évaluons la tolérance à faible.  | <b>Moyenne</b><br>Nous assumons que la capacité de l'espèce à retrouver le même état pré-construction est moyenne. | <b>Faible</b>            | <b>Faible</b>            |
|                 | Trafic maritime |   | Direct<br>Bruit continu<br>Durée quotidienne ininterrompue de 24h<br>10 navires/jour<br><br>Pas d'atteinte de seuils de dommage<br><br>Empreinte sonore nulle au percentile 50% indiquant que le trafic maritime induit par le projet n'émerge pas du bruit existant au moins la moitié du temps  | <b>Faible</b> | <b>Moyenne</b><br>Brandt et al. (2018) montrent que la détection de marsouins diminue plusieurs heures avant le commencement du battage et Rose et al. (2019) montrent une réduction jusqu'à 28 heures avant les travaux. Plusieurs causes possibles sont attribuées à ces diminutions, dont le bruit des autres travaux ou navires. L'espèce pourrait être affectée par l'effet dans une moindre mesure. | <b>Forte</b><br>La capacité de l'espèce à retrouver le même état avant effet est fort.                             | <b>Nul à négligeable</b> | <b>Nul à négligeable</b> |

| Espèce      | Atelier                     | Effet   |  |              | Sensibilité   |  |               | Niveau d'impact brut     |
|-------------|-----------------------------|---|--|--------------|---|--|---------------|--------------------------|
|             |                             | Enjeu   | Description  | Final        | Tolérance   | Résilience   | Finale        |                          |
| Phoque gris | Installation des fondations | <b>Fort</b><br>Présence régulière dans les aires d'études éloignée et immédiate toute l'année – IKA maximal 0,06 ind/km – Sites de repos proches avec des effectifs plus élevés l'été | <b>Option 1 : Battage</b><br>Effet direct<br>Bruit impulsif<br>Cadence 50 coups/min<br>Durée quotidienne ininterrompue de 6h<br>Niveau de bruit large bande prédit à 750 m 179 dB re 1µPa²s<br><br>Zones d'impacts larges<br>Zone d'audibilité : 62,3 km (moyenne) à 127,7 km (maximum), aire 16 154 km².<br>Risques d'atteinte des dommages physiologiques permanents : 1 km (moyenne) à 1,81 km (maximum), aire 3,72 km².<br>Risques d'atteinte des dommages physiologiques temporaires : 10,27 km (moyenne) à 26,74 km (maximum), aire 362 km². | <b>Fort</b>  | <b>Faible</b><br>Une diminution significative (20-60%) à court terme a été observée dans le nombre de phoques présents sur terre pendant le battage dans ou près du parc éolien (Edrén et al., 2009)  | <b>Moyenne</b><br>Les phoques reviennent sur la zone après les travaux.  | <b>Faible</b> | <b>Option 1 : Moyen</b>  |
|             |                             |   | <b>Option 2 : Vibrofonçage</b><br>Effet direct<br>Bruit continu<br>Durée quotidienne ininterrompue de 6h<br>Niveau de bruit large bande prédit à 750 m 150 dB re 1µPa²s<br><br>Zones d'impacts larges<br>Zone d'audibilité : 29,8 km (moyenne) à 59,6 km (maximum), aire 2 915 km².<br>Risques d'atteinte des dommages physiologiques temporaires : aire 0,02 km².<br>Pas de risques de dommages physiologiques permanents.  | <b>Moyen</b> | <b>Faible</b><br>Un déclin de la densité jusqu'à 25 km du site de construction est significatif à 145 dB re 1 µPa²s pour du battage (Whyte et al, 2020). Nous pouvons assumer que l'effet engendra le même type de réaction pour le vibrofonçage (bruit > à 145 dB re 1 µPa²s). | <b>Moyenne</b><br>Nous assumons que la capacité de l'espèce à retrouver le même état pré-construction est moyenne. | <b>Faible</b> | <b>Option 2 : Faible</b> |

| Espèce      | Atelier         | Effet   |  |               | Sensibilité  |  |                          | Niveau d'impact brut     |
|-------------|-----------------|---|--|---------------|--|--|--------------------------|--------------------------|
|             |                 | Enjeu   | Description  | Final         | Tolérance  | Résilience   | Finale                   |                          |
| Phoque gris | Dragage         | <b>Fort</b><br>Présence régulière dans les aires d'études éloignée et immédiate toute l'année – IKA maximal 0,06 ind/km – Sites de repos proches avec des effectifs plus élevés l'été | Direct<br>Bruit continu<br>Durée quotidienne ininterrompue de 20h<br>Niveau de bruit large bande prédit à 750 m 128 dB re 1µPa²s<br><br>Zones d'impacts limitées<br>Zone d'audibilité : 12,1 km (moyenne) à 18 km (maximum), aire 422 km².<br>Pas de risques de dommages physiologiques temporaires ou permanents.       | <b>Faible</b> | <b>Faible</b><br>Pas de retours d'expériences sur l'effet de cet atelier. Par principe de précaution, nous évaluons la tolérance à faible.   | <b>Moyenne</b><br>Nous assumons que la capacité de l'espèce à retrouver le même état pré-construction est moyenne. | <b>Faible</b>            | <b>Faible</b>            |
|             | Clapage         |   | Direct<br>Bruit impulsif<br>Durée quotidienne ininterrompue de 10s<br>Niveau de bruit large bande prédit à 750 m 131 dB re 1µPa²s<br><br>Zones d'impacts limitées<br>Zone d'audibilité : 9 km (moyenne) à 14,8 km (maximum), aire 241 km².<br>Pas de risques de dommages physiologiques temporaires ou permanents.       | <b>Faible</b> | <b>Faible</b><br>Pas de retours d'expériences sur l'effet de cet atelier. Par principe de précaution, nous évaluons la tolérance à faible.   | <b>Moyenne</b><br>Nous assumons que la capacité de l'espèce à retrouver le même état pré-construction est moyenne. | <b>Faible</b>            | <b>Faible</b>            |
|             | Ensouillage     |   | Direct<br>Bruit continu<br>Durée quotidienne ininterrompue de 20h<br>Niveau de bruit large bande prédit à 750 m 129 dB re 1µPa²s<br><br>Zones d'impacts très limitées<br>Zone d'audibilité : 5,3 km (moyenne) à 7,3 km (maximum), aire 90,9 km².<br>Pas de risques de dommages physiologiques temporaires ou permanents. | <b>Faible</b> | <b>Faible</b><br>Pas de retours d'expériences sur l'effet de cet atelier. Par principe de précaution, nous évaluons la tolérance à faible.   | <b>Moyenne</b><br>Nous assumons que la capacité de l'espèce à retrouver le même état pré-construction est moyenne. | <b>Faible</b>            | <b>Faible</b>            |
|             | Trafic maritime |   | Direct<br>Bruit continu<br>Durée quotidienne ininterrompue de 24h<br>10 navires/jour<br><br>Pas de risques de dommages physiologiques temporaires ou permanents.   | <b>Faible</b> | Les phoques se jettent à l'eau à partir de leurs échoueries à l'approche des navires. La perturbation visuelle peut dominer la perturbation acoustique dans certains cas (English et al., 2017). | <b>Forte</b><br>Les phoques reviennent sur leurs reposoirs après interruption des travaux.                         | <b>Nul à négligeable</b> | <b>Nul à négligeable</b> |

| Espèce            | Atelier                     | Effet  |  |               | Sensibilité  |   |               | Niveau d'impact brut     |
|-------------------|-----------------------------|--|--|---------------|--|---|---------------|--------------------------|
|                   |                             | Enjeu  | Description  | Final         | Tolérance  | Résilience  | Finale        |                          |
| Phoque veau-marin | Installation des fondations | <b>Moyen</b><br><br>Présence régulière dans les aires d'études éloignée et immédiate toute l'année en plus faibles effectifs – IKA maximal 0,04 ind/km - Sites de repos proches avec des effectifs plus élevés l'été | <b>Option 1 : Battage</b><br>Effet direct<br>Bruit impulsif<br>Cadence 50 coups/min<br>Durée quotidienne ininterrompue de 6h<br>Niveau de bruit large bande prédit à 750 m 179 dB re 1µPa²s<br><br>Zones d'impacts larges<br>Zone d'audibilité : 62,3 km (moyenne) à 127,7 km (maximum), aire 16 154 km².<br>Risques d'atteinte des dommages physiologiques permanents : 1 km (moyenne) à 1,81 km (maximum), aire 3,72 km².<br>Risques d'atteinte des dommages physiologiques temporaires : 10,27 km (moyenne) à 26,74 km (maximum), aire 362 km². | <b>Moyen</b>  | <b>Faible</b><br><br>Diminution significative de l'abondance jusqu'à 25 km dans deux parcs (Russell et al., 2016; Whyte et al., 2020).   | <b>Moyenne</b><br><br>Retour rapide de l'espèce après 2h de l'arrêt du battage (Russell et al., 2016). Brasseur et al. (2012) confirment que l'espèce revient dans la zone du parc quand les activités de construction cessent. | <b>Faible</b> | <b>Option 1 : Faible</b> |
|                   |                             |  | <b>Option 2 : Vibrofonçage</b><br>Effet direct<br>Bruit continu<br>Durée quotidienne ininterrompue de 6h<br>Niveau de bruit large bande prédit à 750 m 150 dB re 1µPa²s<br><br>Zones d'impacts larges<br>Zone d'audibilité : 29,8 km (moyenne) à 59,6 km (maximum), aire 2 915 km².<br>Risques d'atteinte des dommages physiologiques temporaires : aire 0,02 km².<br>Pas de risques de dommages physiologiques permanents.  | <b>Faible</b> | <b>Faible</b><br><br>Un déclin de la densité jusqu'à 25 km du site de construction est significatif à 145 dB re 1 µPa²s pour du battage (Whyte et al., 2020). Nous pouvons assumer que l'effet engendra le même type de réaction pour le vibrofonçage (bruit > à 145 dB re 1 µPa²s). | <b>Moyenne</b><br><br>Nous assumons que la capacité de l'espèce à retrouver le même état pré-construction est moyenne.  | <b>Faible</b> | <b>Option 2 : Faible</b> |

| Espèce            | Atelier         | Effet  |  |               | Sensibilité   |  |                          | Niveau d'impact brut     |
|-------------------|-----------------|--|--|---------------|---|--|--------------------------|--------------------------|
|                   |                 | Enjeu  | Description  | Final         | Tolérance   | Résilience   | Finale                   |                          |
| Phoque veau-marin | Dragage         | <b>Moyen</b><br>Présence régulière dans les aires d'études éloignée et immédiate toute l'année en plus faibles effectifs – IKA maximal 0,04 ind/km - Sites de repos proches avec des effectifs plus élevés l'été | Direct<br>Bruit continu<br>Durée quotidienne ininterrompue de 20h<br>Niveau de bruit large bande prédit à 750 m 128 dB re 1µPa²s<br><br>Zones d'impacts limitées<br>Zone d'audibilité : 12,1 km (moyenne) à 18 km (maximum), aire 422 km².<br>Pas de risques de dommages physiologiques temporaires ou permanents.       | <b>Faible</b> | <b>Faible</b><br>Pas de retours d'expériences sur l'effet de cet atelier. Par principe de précaution, nous évaluons la tolérance à faible.  | <b>Moyenne</b><br>Nous assumons que la capacité de l'espèce à retrouver le même état pré-construction est moyenne.                     | <b>Faible</b>            | <b>Faible</b>            |
|                   | Clapage         |  | Direct<br>Bruit impulsif<br>Durée quotidienne ininterrompue de 10s<br>Niveau de bruit large bande prédit à 750 m 131 dB re 1µPa²s<br><br>Zones d'impacts limitées<br>Zone d'audibilité : 9 km (moyenne) à 14,8 km (maximum), aire 241 km².<br>Pas de risques de dommages physiologiques temporaires ou permanents.       | <b>Faible</b> | <b>Faible</b><br>Pas de retours d'expériences sur l'effet de cet atelier. Par principe de précaution, nous évaluons la tolérance à faible.  | <b>Moyenne</b><br>Nous assumons que la capacité de l'espèce à retrouver le même état pré-construction est moyenne.                     | <b>Faible</b>            | <b>Faible</b>            |
|                   | Ensouillage     |  | Direct<br>Bruit continu<br>Durée quotidienne ininterrompue de 20h<br>Niveau de bruit large bande prédit à 750 m 129 dB re 1µPa²s<br><br>Zones d'impacts très limitées<br>Zone d'audibilité : 5,3 km (moyenne) à 7,3 km (maximum), aire 90,9 km².<br>Pas de risques de dommages physiologiques temporaires ou permanents. | <b>Faible</b> | <b>Faible</b><br>Pas de retours d'expériences sur l'effet de cet atelier. Par principe de précaution, nous évaluons la tolérance à faible.  | <b>Moyenne</b><br>Nous assumons que la capacité de l'espèce à retrouver le même état pré-construction est moyenne.                     | <b>Faible</b>            | <b>Faible</b>            |
|                   | Trafic maritime |  | Direct<br>Bruit continu<br>Durée quotidienne ininterrompue de 24h<br>10 navires/jour<br><br>Empreinte sonore nulle au percentile 50% indiquant que le trafic maritime induit par le projet n'émerge pas du bruit existant au moins la moitié du temps  | <b>Faible</b> | <b>Faible</b><br>Les phoques se jettent à l'eau à partir de leurs échoueries à l'approche des navires. La perturbation visuelle peut dominer la perturbation acoustique dans certains cas (English et al., 2017). Les | <b>Forte</b><br>Les phoques reviennent sur leurs reposoirs après interruption des travaux, et sont observés dans la zone du parc quand | <b>Nul à négligeable</b> | <b>Nul à négligeable</b> |

# Modification de l'ambiance sonore sous-marine en phase d'exploitation

| Espèce            | Atelier               | Effet  |  |               | Sensibilité  |  |                            | Niveau d'impact brut     |
|-------------------|-----------------------|--|--|---------------|--|--|----------------------------|--------------------------|
|                   |                       | Enjeu  | Description  | Final         | Tolérance  | Résilience   | Finale                     |                          |
| Marsouin commun   | Eoliennes en rotation | <b>Fort</b><br>Présence régulière dans les aires d'études éloignée et immédiate en très forts effectifs – IKA maximal 0,37 ind/km - Présence quotidienne à l'intérieur et à proximité de la zone de projet en été et en automne d'après le suivi acoustique. | Direct<br>Bruit continu<br>Durée quotidienne ininterrompue de 24h<br>Nombre d'éoliennes : 46 maximum<br><br>Zone de modification comportementale légère à 300 m et intermédiaire à 30 m<br><br>Zone d'audibilité : 2 km (moyenne) à 4/5 km (maximum), aire 120.7 km². Les bruits sont davantage perceptibles au Sud du parc, car le niveau de bruit ambiant y est moins élevé qu'au Nord.<br>Pas d'atteinte de seuils de dommage | <b>Faible</b> | <b>Forte</b><br>Faibles capacités auditives à basse fréquence donc très peu susceptible d'être affecté par cet effet.  | <b>Forte</b><br>Cette espèce est observée à l'intérieur de parcs éoliens régulièrement. Pas de changement significatif de l'abondance entre la préconstruction et l'exploitation (Vallejo et al., 2017). | <b>Nulle à négligeable</b> | <b>Nul à négligeable</b> |
| Phoque gris       |                       | <b>Fort</b><br>Présence régulière dans l'aire d'étude rapprochée toute l'année en effectifs importants – IKA maximal 0,06 ind/km – Sites de repos proches avec des effectifs plus élevés l'été.  | Direct<br>Bruit continu<br>Durée quotidienne ininterrompue de 24h<br>Nombre d'éoliennes : 46 maximum<br><br>Zone de modification comportementale légère à 300 m et intermédiaire à 30 m<br><br>Zone d'audibilité : 2 km (moyenne) à 4/5 km (maximum), aire 107.3 km². Les bruits sont davantage perceptibles au Sud du parc, car le niveau de bruit ambiant y est moins élevé qu'au Nord.<br>Pas d'atteinte de seuils de dommage | <b>Faible</b> | <b>Moyenne</b><br>Les phoques sont les plus susceptibles d'être affectés par cet effet d'après leur gamme de fréquences auditive.  | <b>Forte</b><br>Pas de risque de déplacement (Marmo et al., 2013). L'espèce a été observée à l'intérieur de parcs en exploitation (Lindeboom et al., 2011).  | <b>Nulle à négligeable</b> | <b>Nul à négligeable</b> |
| Phoque veau-marin |                       | <b>Moyen</b><br>Présence régulière dans l'aire d'étude rapprochée en faibles effectifs – IKA maximal 0,04 ind/km - Sites de repos proches avec des effectifs plus élevés l'été.  | Direct<br>Bruit continu<br>Durée quotidienne ininterrompue de 24h<br>Nombre d'éoliennes : 46 maximum<br><br>Zone de modification comportementale légère à 300 m et intermédiaire à 30 m<br><br>Zone d'audibilité : 2 km (moyenne) à 4/5 km (maximum), aire 107.3 km². Les bruits sont davantage perceptibles au Sud du parc, car le niveau de bruit ambiant y est moins élevé qu'au Nord.<br>Pas d'atteinte de seuils de dommage | <b>Faible</b> | <b>Moyenne</b><br>Les phoques sont les plus susceptibles d'être affectés par cet effet d'après leur gamme de fréquences auditive. Pas de risque de déplacement (Marmo et al., 2013). | <b>Forte</b><br>L'espèce a été observée à l'intérieur de plusieurs parcs éoliens (McConnell et al., 2012; Russell et al., 2014).   | <b>Nulle à négligeable</b> | <b>Nul à négligeable</b> |

| Espèce            | Atelier         | Effet  |   |               | Sensibilité   |  |                            | Niveau d'impact brut     |
|-------------------|-----------------|--|---|---------------|---|--|----------------------------|--------------------------|
|                   |                 | Enjeu  | Description   | Final         | Tolérance   | Résilience   | Finale                     |                          |
| Marsouin commun   | Trafic maritime | <b>Fort</b><br>Présence régulière dans les aires d'études éloignée et immédiate en très forts effectifs – IKA maximal 0,37 ind/km - Présence quotidienne à l'intérieur et à proximité de la zone de projet en été et en automne d'après le suivi acoustique. | <p>Direct</p> <p>Bruit continu</p> <p>Durée quotidienne ininterrompue de 24h modélisée 2 navires/jour</p> <p>Interventions de maintenance ponctuelles</p> <p>Empreinte sonore nulle au percentile 50% indiquant que le trafic maritime induit par le projet n'émerge pas du bruit existant au moins la moitié du temps</p> <p>Pas d'atteinte de seuils de dommage</p> | <b>Faible</b> | <b>Moyenne</b><br>Pendant l'exploitation, très peu d'impacts du trafic maritime sur l'abondance et l'activité du marsouin ont été observés (Tougaard et al., 2004).   | <b>Forte</b><br>Effet ponctuel. La capacité de l'espèce à recouvrir un état proche avant effet est évaluée comme forte.  | <b>Nulle à négligeable</b> | <b>Nul à négligeable</b> |
| Phoque gris       |                 | <b>Fort</b><br>Présence régulière dans l'aire d'étude rapprochée toute l'année en effectifs importants – IKA maximal 0,06 ind/km – Sites de repos proches avec des effectifs plus élevés l'été.  |   | <b>Faible</b> | <b>Faible</b><br>Les phoques se jettent à l'eau à partir de leurs échoueries à l'approche des navires. La perturbation visuelle peut dominer la perturbation acoustique dans certains cas (English et al., 2017). | <b>Forte</b><br>Les phoques reviennent sur leurs reposoirs après perturbation. Effet ponctuel. La capacité de l'espèce à recouvrir un état proche avant effet est évaluée comme forte. | <b>Nulle à négligeable</b> | <b>Nul à négligeable</b> |
| Phoque veau-marin |                 | <b>Moyen</b><br>Présence régulière dans l'aire d'étude rapprochée en faibles effectifs – IKA maximal 0,04 ind/km - Sites de repos proches avec des effectifs plus élevés l'été.  |   | <b>Faible</b> | <b>Faible</b><br>Les phoques se jettent à l'eau à partir de leurs échoueries à l'approche des navires. La perturbation visuelle peut dominer la perturbation acoustique dans certains cas (English et al., 2017). | <b>Forte</b><br>Les phoques reviennent sur leurs reposoirs après perturbation. Effet ponctuel. La capacité de l'espèce à recouvrir un état proche avant effet est évaluée comme forte. | <b>Nulle à négligeable</b> | <b>Nul à négligeable</b> |

## Risque de collision avec des navires en phase de construction

| Espèce            | Atelier   | Effet  |   |       | Sensibilité                          |  |                            | Niveau d'impact brut     |
|-------------------|-----------|--|---|-------|--------------------------------------|--|----------------------------|--------------------------|
|                   |           | Enjeu  | Description   | Final | Tolérance                            | Résilience   | Finale                     |                          |
| Marsouin commun   | Collision | <b>Fort</b><br>Présence régulière dans les aires d'études éloignée et immédiate en très forts effectifs – IKA maximal 0,37 ind/km - Présence quotidienne à l'intérieur et à proximité de la zone de projet en été et en automne d'après le suivi acoustique. | Effet direct<br><br>Nombre de navires :14 au maximum<br>509 rotations au total<br>Durée des travaux : 15 mois<br><br>Zones d'impact limitées à la zone de projet et aux voies de navigation | Moyen | <b>Forte</b><br>Très forte mobilité. | <b>Moyenne</b><br>Tendance démographique de la population de Manche-Mer du Nord stable malgré un taux de capture accidentelle élevé. | <b>Nulle à négligeable</b> | <b>Nul à négligeable</b> |
| Phoque gris       |           | <b>Fort</b><br>Présence régulière dans l'aire d'étude rapprochée toute l'année en effectifs importants – IKA maximal 0,06 ind/km – Sites de repos proches avec des effectifs plus élevés l'été.  |   | Moyen | <b>Forte</b><br>Très forte mobilité. | <b>Forte</b><br>Tendance démographique de la population en hausse en Manche-Mer du Nord en France et en Angleterre.                  | <b>Nulle à négligeable</b> | <b>Nul à négligeable</b> |
| Phoque veau-marin |           | <b>Moyen</b><br>Présence régulière dans l'aire d'étude rapprochée en faibles effectifs – IKA maximal 0,04 ind/km - Sites de repos proches avec des effectifs plus élevés l'été.  |   | Moyen | <b>Forte</b><br>Très forte mobilité. | <b>Forte</b><br>Tendance démographique de la population en hausse en Manche-Mer du Nord en France et en Angleterre.                  | <b>Nulle à négligeable</b> | <b>Nul à négligeable</b> |

## Risque de collision avec des navires en phase d'exploitation

| Espèce            | Atelier   | Effet  |  |               | Sensibilité  |  |                            | Niveau d'impact brut     |
|-------------------|-----------|--|--|---------------|--|--|----------------------------|--------------------------|
|                   |           | Enjeu  | Description  | Final         | Tolérance  | Résilience   | Finale                     |                          |
| Marsouin commun   | Collision | <b>Fort</b><br>Présence régulière dans les aires d'études éloignée et immédiate en très forts effectifs – IKA maximal 0,37 ind/km - Présence quotidienne à l'intérieur et à proximité de la zone de projet en été et en automne d'après le suivi acoustique. | Effet direct<br><br>Nombre de navires : 2 au maximum<br><br>Interventions de maintenance ponctuelles<br><br>Zones d'impact limitées à la zone de projet et aux voies de navigation | <b>Faible</b> | <b>Forte</b><br>Très forte mobilité.   | <b>Moyenne</b><br>Tendance démographique de la population de Manche-Mer du Nord stable malgré un taux de capture accidentelle élevé. | <b>Nulle à négligeable</b> | <b>Nul à négligeable</b> |
| Phoque gris       |           | <b>Fort</b><br>Présence régulière dans l'aire d'étude rapprochée toute l'année en effectifs importants – IKA maximal 0,06 ind/km – Sites de repos proches avec des effectifs plus élevés l'été.  |  | <b>Faible</b> | <b>Forte</b><br>Les phoques possèdent une forte manœuvrabilité et sont capables d'effectuer des virages rapides et aussi de reculer dans des espaces restreints. | <b>Forte</b><br>Tendance démographique de la population en hausse en Manche-Mer du Nord en France et en Angleterre.                  | <b>Nulle à négligeable</b> | <b>Nul à négligeable</b> |
| Phoque veau-marin |           | <b>Moyen</b><br>Présence régulière dans l'aire d'étude rapprochée en faibles effectifs – IKA maximal 0,04 ind/km - Sites de repos proches avec des effectifs plus élevés l'été.  |  | <b>Faible</b> | <b>Forte</b><br>Les phoques possèdent une forte manœuvrabilité et sont capables d'effectuer des virages rapides et aussi de reculer dans des espaces restreints. | <b>Forte</b><br>Tendance démographique de la population en hausse en Manche-Mer du Nord en France et en Angleterre.                  | <b>Nulle à négligeable</b> | <b>Nul à négligeable</b> |

## Perte, altération ou modification d'habitats **en phase de construction**

| Espèce            | Impact                           | Effet   |   |               | Sensibilité   |   |               | Niveau d'impact brut |
|-------------------|----------------------------------|---|---|---------------|---|---|---------------|----------------------|
|                   |                                  | Enjeu   | Description   | Final         | Tolérance   | Résilience  | Finale        |                      |
| Marsouin commun   | Modification ou perte d'habitats | <b>Fort</b><br>Présence régulière dans les aires d'études éloignée et immédiate en très forts effectifs – IKA maximal 0,37 ind/km - Présence quotidienne à l'intérieur et à proximité de la zone de projet en été et en automne d'après le suivi acoustique.<br>Comportements de chasse constatés | Effets directs ou indirects, temporaires : phénomènes ponctuels dans le temps et l'espace.  | <b>Moyen</b>  | <b>Moyenne</b><br>Perte d'habitat probable mais forte flexibilité en termes d'habitats, espèce très mobile.<br>Peu susceptible d'être affecté par l'augmentation de turbidité et la mise en suspension des sédiments.                   | <b>Moyenne</b><br>L'espèce est capable de recouvrir un état proche à celui avant l'effet. Peu de retours d'expériences, par principe de précaution, la résilience est moyenne.      | <b>Faible</b> | <b>Faible</b>        |
| Phoque gris       |                                  | <b>Fort</b><br>Présence régulière dans l'aire d'étude rapprochée toute l'année en effectifs importants – IKA maximal 0,06 ind/km – Sites de repos proches avec des effectifs plus élevés l'été.   | Durée des travaux : 15 mois<br>Emprise des travaux : 50 km <sup>2</sup><br><br>Pas de modification durable de l'habitat et zones d'impact limitées à la zone de projet a priori | <b>Moyen</b>  | <b>Faible</b><br>Perte d'habitat probable, espèce mobile et peu flexible en termes d'habitat (cantonné aux habitats côtiers).<br>Peu susceptible d'être affecté par l'augmentation de turbidité et la mise en suspension des sédiments. | <b>Moyenne</b><br>Les phoques sont capables de recouvrir un état proche à celui avant l'effet. Peu de retours d'expériences, par principe de précaution, la résilience est moyenne. | <b>Faible</b> | <b>Faible</b>        |
| Phoque veau-marin |                                  | <b>Moyen</b><br>Présence régulière dans l'aire d'étude rapprochée en faibles effectifs – IKA maximal 0,04 ind/km - Sites de repos proches avec des effectifs plus élevés l'été. Espèce plutôt très côtière  |   | <b>Faible</b> | <b>Faible</b><br>Perte d'habitat probable, espèce mobile et peu flexible en termes d'habitat (cantonné aux habitats côtiers).<br>Peu susceptible d'être affecté par l'augmentation de turbidité et la mise en suspension des sédiments. | <b>Moyenne</b><br>Les phoques sont capables de recouvrir un état proche à celui avant l'effet. Peu de retours d'expériences, par principe de précaution, la résilience est moyenne. | <b>Faible</b> | <b>Faible</b>        |

## Perte, altération ou modification d'habitats **en phase d'exploitation**

| Espèce   | Impact                           | Effet   |  |               | Sensibilité   |  |               | Niveau d'impact brut |               |  |   |               |               |
|--|----------------------------------|---|--|---------------|---|--|---------------|----------------------|---------------|--|---|---------------|---------------|
|  |                                  | Enjeu   | Description                            | Final         | Tolérance   | Résilience   | Finale        |                      |               |  |   |               |               |
| Marsouin commun  | Modification ou perte d'habitats | <b>Fort</b><br>Présence régulière dans les aires d'études éloignée et immédiate en très forts effectifs – IKA maximal 0,37 ind/km - Présence quotidienne à l'intérieur et à proximité de la zone de projet en été et en automne d'après le suivi acoustique.<br>Comportements de chasse constatés | Effets indirects, négatifs ou positifs | <b>Faible</b> | <b>Moyenne</b><br>Cette espèce a été observée en alimentation dans des parcs éoliens en exploitation. Une possible attraction des fondations peut être observée après plusieurs années pour s'alimenter (effet récif dans le parc ; ICF, 2020). | <b>Moyenne</b><br>L'activité acoustique des marsouins a augmenté significativement à l'intérieur du parc par rapport aux aires de références (à 10 km du parc ; Scheidat et al., 2011).<br>Dans une autre zone, les marsouins ne sont pas totalement revenus depuis la fin de la construction du parc 8 ans après (Teilmann and Carstensen, 2012). | <b>Faible</b> | <b>Faible</b>        |               |  |   |               |               |
| <b>Fort</b><br>Présence régulière dans l'aire d'étude rapprochée toute l'année en effectifs importants – IKA maximal 0,06 ind/km – Sites de repos proches avec des effectifs plus élevés l'été.            |                                  | Zones d'impact limitées à la zone de projet<br>Fraction perdue du fond marin et de la colonne d'eau minime  |  |               |   |  |               |                      | <b>Faible</b> | <b>Moyenne</b><br>Pas de retours d'expériences existents et par principe de précaution, la tolérance est notée comme moyenne comme pour le phoque veau-marin.  | <b>Moyenne</b><br>Pas de retours d'expériences existents et par principe de précaution, la résilience est notée comme moyenne comme pour le phoque veau-marin.  | <b>Faible</b> | <b>Faible</b> |
| <b>Moyen</b><br>Présence régulière dans l'aire d'étude rapprochée en faibles effectifs – IKA maximal 0,04 ind/km - Sites de repos proches avec des effectifs plus élevés l'été. Espèce plutôt très côtière |                                  |   |  |               |   |  |               |                      | <b>Faible</b> | <b>Moyenne</b><br>Russel et al. (2014) montrent que l'espèce peut se déplacer à l'intérieur de parcs éoliens avec une activité élevée à chaque turbine soulignant une possible alimentation due à un effet récif. McConnell et al. (2012) démontre que l'espèce est indifférente à la présence des turbines. Peu de retours d'expériences existents et par principe de précaution, la tolérance est notée comme moyenne. | <b>Moyenne</b><br>Le rapport de l'IFC (2020) rapporte que l'espèce est attirée par les fondations des turbines pour s'alimenter. Peu de retours d'expériences existents et par principe de précaution, la résilience est notée comme moyenne. | <b>Faible</b> | <b>Faible</b> |

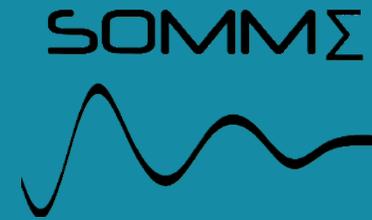
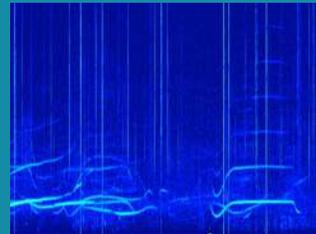
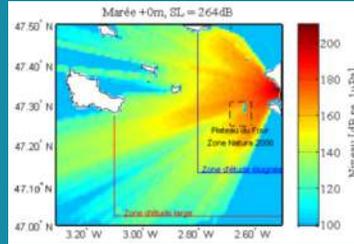
## Modifications des champs électromagnétiques en phase d'exploitation

| Espèce            | Impact                         | Effet  |   |               | Sensibilité  |  |                            | Niveau d'impact brut     |
|-------------------|--------------------------------|--|---|---------------|--|--|----------------------------|--------------------------|
|                   |                                | Enjeu  | Description   | Final         | Tolérance  | Résilience   | Finale                     |                          |
| Marsouin commun   | Emission de champs magnétiques | <b>Fort</b><br>Présence régulière dans les aires d'études éloignée et immédiate en très forts effectifs – IKA maximal 0,37 ind/km - Présence quotidienne à l'intérieur et à proximité de la zone de projet en été et en automne d'après le suivi acoustique. | Effet direct et permanent<br><br>Zones d'impact très limitées à plusieurs mètres des câbles électriques (zone de projet et zone de raccordement jusqu'à la terre) | <b>Faible</b> | <b>Moyenne</b><br>Les distances de perception des champs magnétiques seront très limitées. | <b>Forte</b><br>La résilience est estimée forte pour toutes les espèces. | <b>Nulle à négligeable</b> | <b>Nul à négligeable</b> |
| Phoque gris       |                                | <b>Fort</b><br>Présence régulière dans l'aire d'étude rapprochée toute l'année en effectifs importants – IKA maximal 0,06 ind/km – Sites de repos proches avec des effectifs plus élevés l'été.  |   | <b>Faible</b> | <b>Moyenne</b><br>Les distances de perception des champs magnétiques seront très limitées. | <b>Forte</b><br>La résilience est estimée forte pour toutes les espèces. | <b>Nulle à négligeable</b> | <b>Nul à négligeable</b> |
| Phoque veau-marin |                                | <b>Moyen</b><br>Présence régulière dans l'aire d'étude rapprochée en faibles effectifs – IKA maximal 0,04 ind/km - Sites de repos proches avec des effectifs plus élevés l'été.  |   | <b>Faible</b> | <b>Moyenne</b><br>Les distances de perception des champs magnétiques seront très limitées. | <b>Forte</b><br>La résilience est estimée forte pour toutes les espèces. | <b>Nulle à négligeable</b> | <b>Nul à négligeable</b> |

FIN



biotope



# Projet de raccordement électrique du parc éolien en mer de Dunkerque

## Présentation des résultats d'impacts

9 Mars 2022  
Delphine Mathias,  
SOMME

# Zones d'impacts potentiels – Installation de la double liaison électrique sous-marine de raccordement

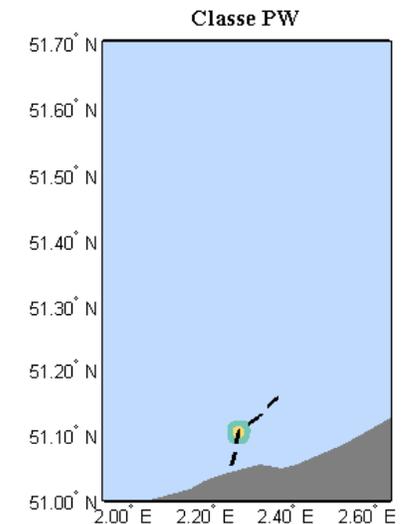
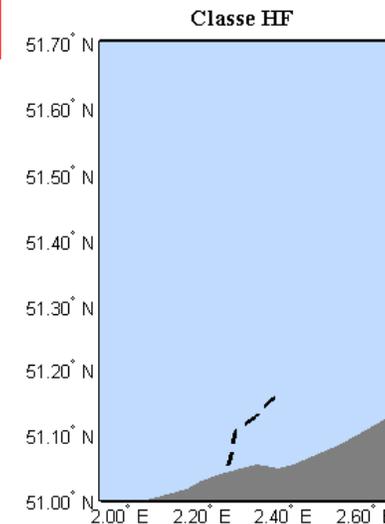
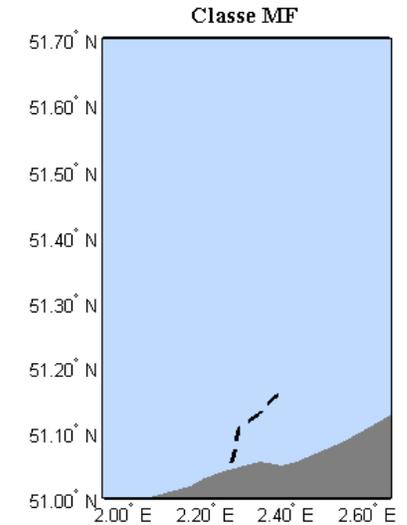
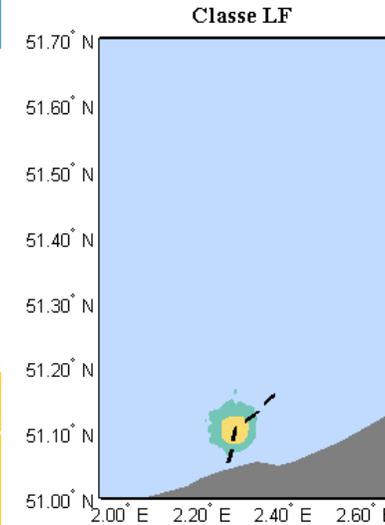
## Techniques d'ensouillage: Water-jetting, Vertical Injector, Charruage, Dragage (183 dB)

|                                   | Famille visée                | Rayon (m)  | Aire d'étude concernée |
|-----------------------------------|------------------------------|------------|------------------------|
| <b>Audibilité</b>                 | Toutes                       | 901 à 2029 | Eloignée, Immédiate    |
| <b>Réactivité comportementale</b> | Cétacés MF et HF             | < 50       | Immédiate              |
|                                   | Cétacés BF et Pinnipèdes     | 669 à 1022 | Eloignée, Immédiate    |
| <b>Dégradation TTS</b>            | Cétacés MF et HF             | 0          | /                      |
|                                   | Cétacés BF et Pinnipèdes     | < 20       | Immédiate              |
| <b>Dégradation PTS</b>            | Cétacés MF, HF et Pinnipèdes | 0          | /                      |
|                                   | Cétacés BF                   | < 10       | Immédiate              |

### Niveaux d'impact pour les espèces à enjeu fort :

| Espèce                        | Impact du dérangement | Impact de la dégradation temporaire de l'audition | Impact de la dégradation permanente de l'audition | Impact global |
|-------------------------------|-----------------------|---|---|---------------|
| <b>Marsouin commun (HF)</b>   | Négligeable           | Négligeable                                       | Négligeable                                       | Négligeable   |
| <b>Phoque gris (PI)</b>       | Faible                | Négligeable                                       | Négligeable                                       | Négligeable   |
| <b>Phoque veau-marin (PI)</b> | Faible                | Négligeable                                       | Négligeable                                       | Négligeable   |

Zones d'impact potentiel, SL = 183dB

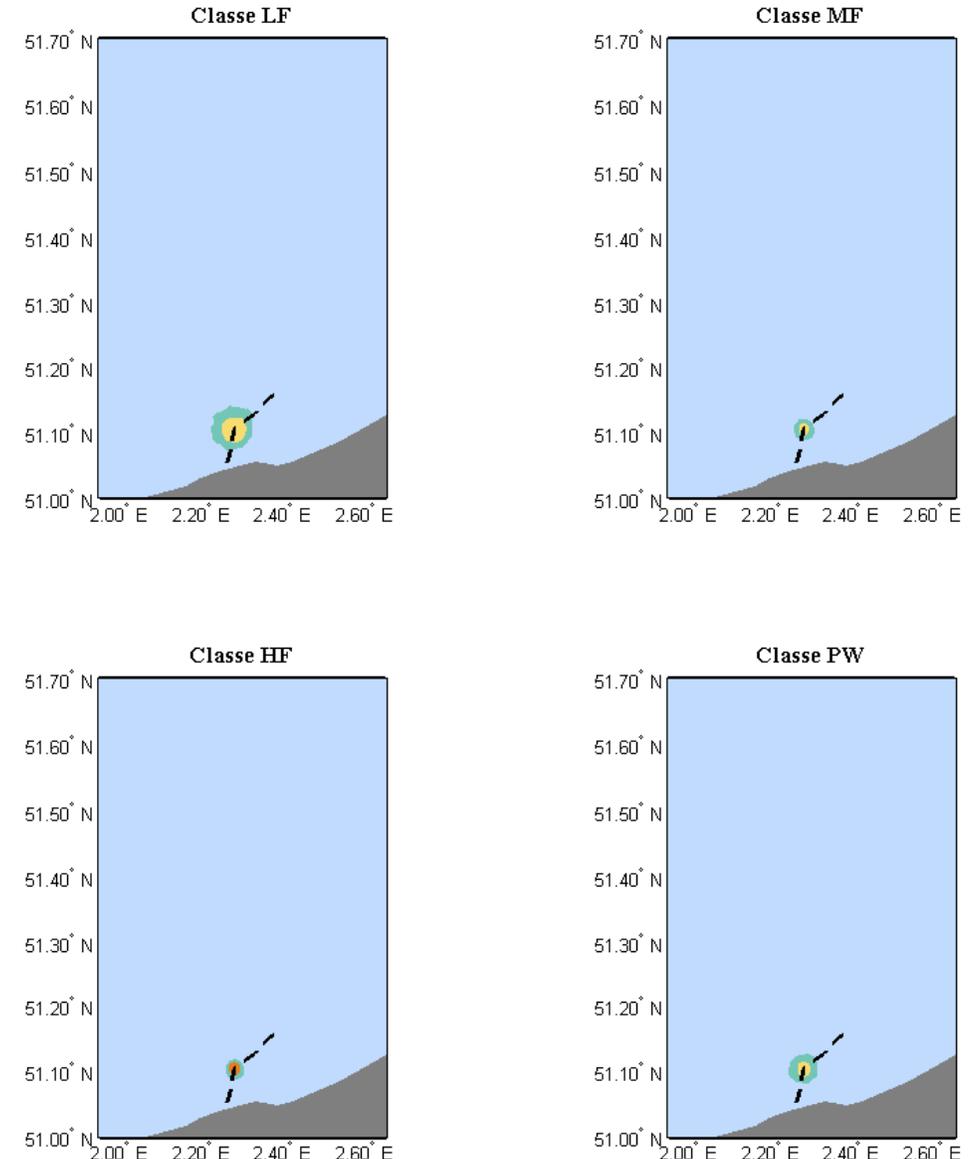


# Zones d'impacts potentiels – Installation de la double liaison électrique sous-marine de raccordement

## Technique d'ensouillage: trancheuse (183 dB)

|                                   | Famille visée            | Rayon (m)   | Aire d'étude concernée |
|-----------------------------------|--------------------------|-------------|------------------------|
| <b>Audibilité</b>                 | Toutes                   | 1961 à 4207 | Eloignée et immédiate  |
| <b>Réactivité comportementale</b> | Toutes                   | 972 à 2374  | Eloignée, Immédiate    |
| <b>Dégradation TTS</b>            | Cétacés BF et Pinnipèdes | 387 à 394   | Immédiate              |
|                                   | Cétacés MF et HF         | 1044 à 1211 | Eloignée, Immédiate    |
| <b>Dégradation PTS</b>            | Cétacés BF et Pinnipèdes | <50         | Immédiate              |
|                                   | Cétacés MF et HF         | 104 à 347   | Immédiate              |

Zones d'impact potentiel, SL = 183dB



### Niveaux d'impact pour les espèces à enjeu fort :

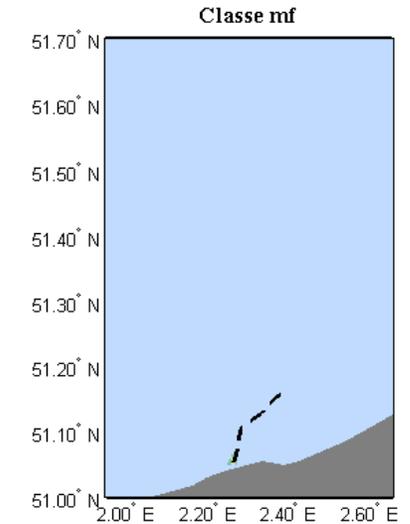
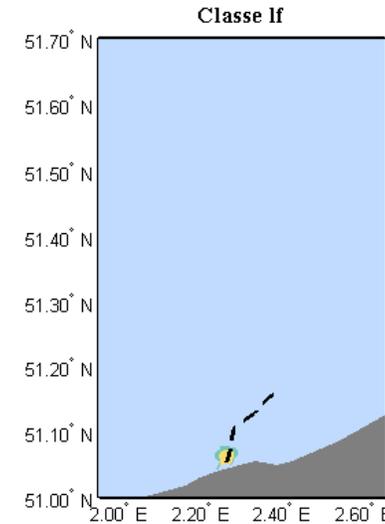
| Espèce                        | Impact du dérangement | Impact de la dégradation temporaire de l'audition | Impact de la dégradation permanente de l'audition | Impact global |
|-------------------------------|-----------------------|---|---|---------------|
| <b>Marsouin commun (HF)</b>   | Faible                | Faible  | Faible  | Faible        |
| <b>Phoque gris (PI)</b>       | Faible                | Faible  | Faible  | Faible        |
| <b>Phoque veau-marin (PI)</b> | Faible                | Faible  | Faible  | Faible        |

# Zones d'impacts potentiels– Installation de la double liaison électrique sous-marine de raccordement

## Technique de battage de palplanches à proximité de la côte (200 dB)

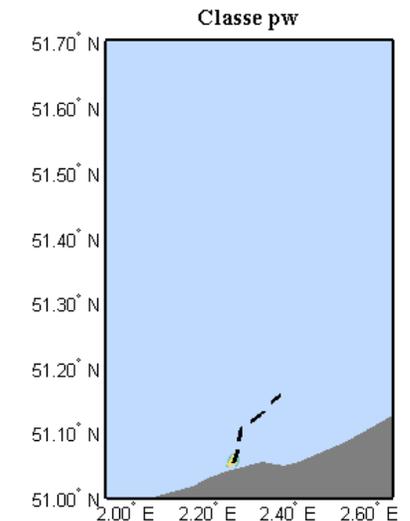
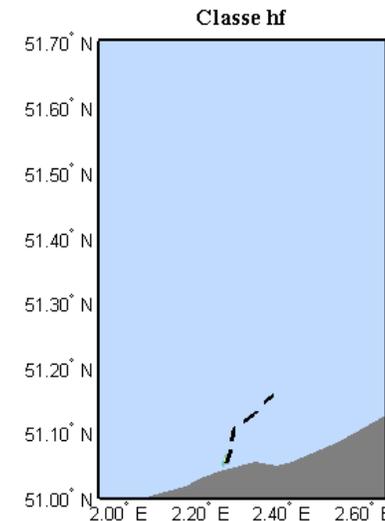
|                                   | Famille visée            | Rayon (m)   | Aire d'étude concernée |
|-----------------------------------|--------------------------|-------------|------------------------|
| <b>Audibilité</b>                 | Toutes                   | 1327 à 9589 | Eloignée,<br>Immédiate |
| <b>Réactivité comportementale</b> | Cétacés MF, HF           | < 1000      | Eloignée,<br>Immédiate |
|                                   | Pinnipèdes et Cétacés BF | 6276 à 7982 | Eloignée,<br>Immédiate |
| <b>Dégradation TTS</b>            | Toutes                   | 0           | /                      |
| <b>Dégradation PTS</b>            | Toutes                   | 0           | /                      |

Zones d'impact potentiel, SL = 200dB



### Niveaux d'impact pour les espèces à enjeu fort :

| Espèce                 | Impact du dérangement | Impact de la dégradation temporaire de l'audition | Impact de la dégradation permanente de l'audition | Impact global |
|------------------------|-----------------------|---|---|---------------|
| Marsouin commun (HF)   | Faible                | Faible  | Négligeable                                       | Faible        |
| Phoque gris (PI)       | Faible                | Faible  | Négligeable                                       | Faible        |
| Phoque veau-marin (PI) | Faible                | Faible  | Négligeable                                       | Faible        |

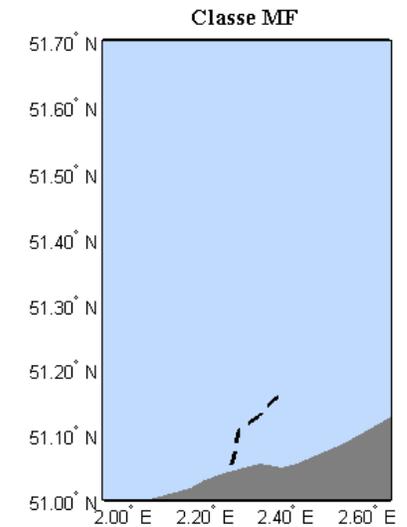
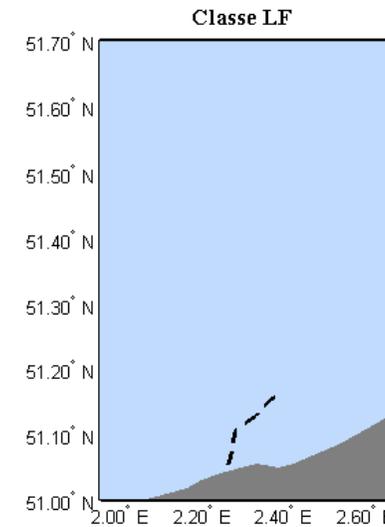


# Zones d'impacts potentiels – Installation de la double liaison électrique sous-marine de raccordement

## Technique de sous-œuvre à proximité de la côte (170 dB)

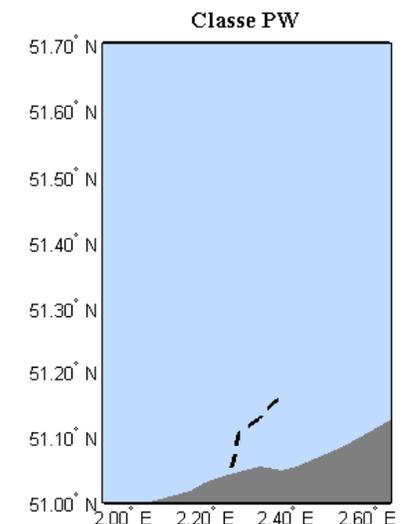
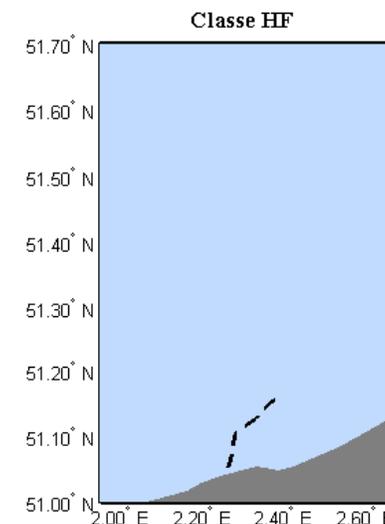
|                                   | Famille visée            | Rayon (m) | Aire d'étude concernée |
|-----------------------------------|--------------------------|-----------|------------------------|
| <b>Audibilité</b>                 | Toutes                   | 684 à 913 | Eloignée, Immédiate    |
| <b>Réactivité comportementale</b> | Cétacés MF, HF           | < 100     | Immédiate              |
|                                   | Pinnipèdes et Cétacés BF | 202 à 447 | Immédiate              |
| <b>Dégradation TTS</b>            | Toutes                   | 0         | /                      |
| <b>Dégradation PTS</b>            | Toutes                   | 0         | /                      |

Zones d'impact potentiel, SL = 170dB



### Niveaux d'impact pour les espèces à enjeu fort :

| Espèce                        | Impact du dérangement | Impact de la dégradation temporaire de l'audition | Impact de la dégradation permanente de l'audition | Impact global |
|-------------------------------|-----------------------|---|---|---------------|
| <b>Marsouin commun (HF)</b>   | Négligeable           | Négligeable                                       | Négligeable                                       | Négligeable   |
| <b>Phoque gris (PI)</b>       | Négligeable           | Négligeable                                       | Négligeable                                       | Négligeable   |
| <b>Phoque veau-marin (PI)</b> | Négligeable           | Négligeable                                       | Négligeable                                       | Négligeable   |



# Zones d'impacts potentiels – Installation du poste électrique en mer

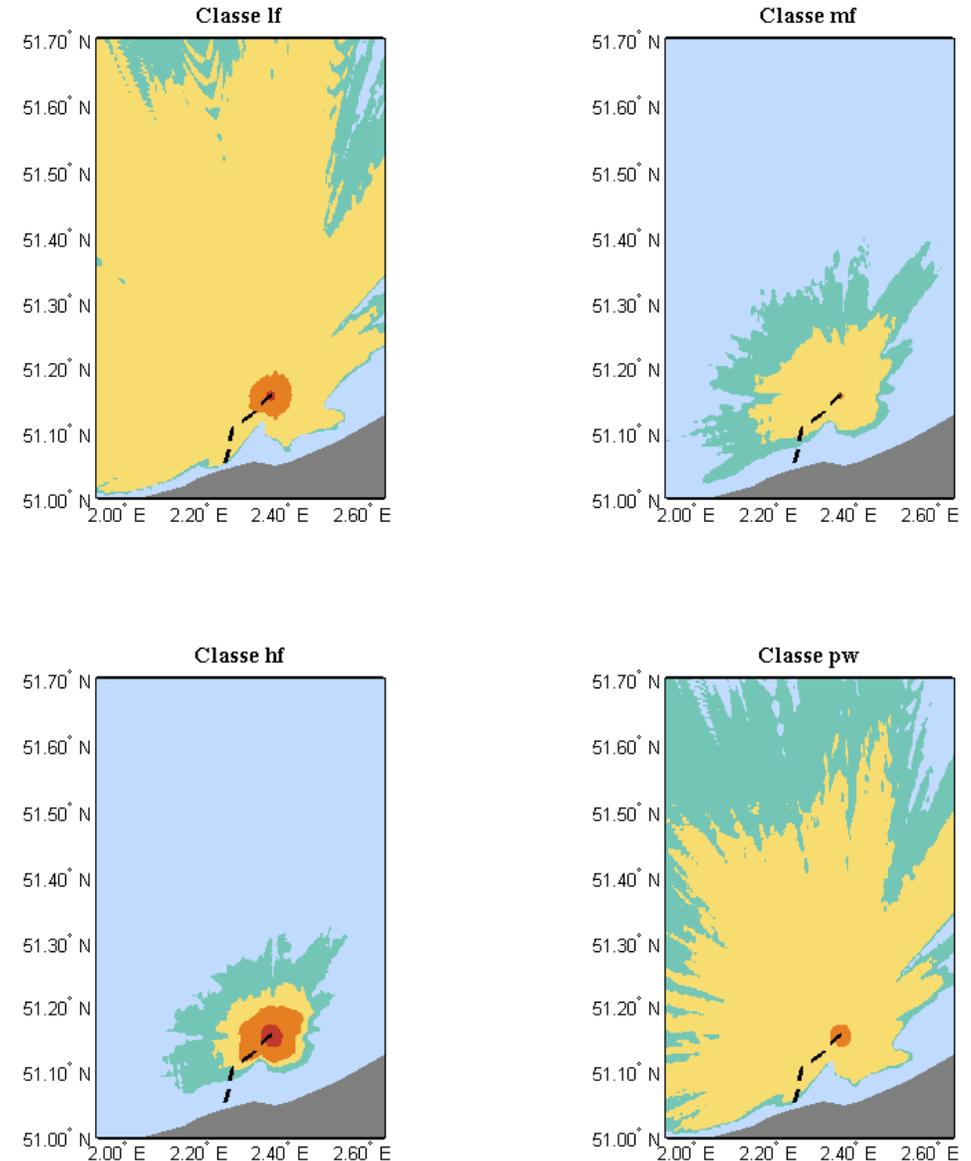
## Technique de battage de pieux (220 dB)

|                                   | Famille visée                | Rayon (m)     | Aire d'étude concernée       |
|-----------------------------------|------------------------------|---------------|------------------------------|
| <b>Audibilité</b>                 | Cétacés MF, HF               | 21266 à 30558 | Elargie, Eloignée, Immédiate |
|                                   | Cétacés BF, Pinnipèdes       | > 70000       | Elargie, Eloignée, Immédiate |
| <b>Réactivité comportementale</b> | Cétacés MF et HF             | 10583 à 16381 | Elargie, Eloignée, Immédiate |
|                                   | Cétacés BF, Pinnipèdes       | 55346 à 69316 | Elargie, Eloignée, Immédiate |
| <b>Dégradation TTS</b>            | Cétacés MF                   | 694           | Immédiate                    |
|                                   | Cétacés HF, BF et Pinnipèdes | 2095 à 6696   | Eloignée, Immédiate          |
| <b>Dégradation PTS</b>            | Cétacés MF et Pinnipèdes     | < 50 à < 100  | Immédiate                    |
|                                   | Cétacés BF et HF             | 927 à 1523    | Eloignée, Immédiate          |

### Niveaux d'impact pour les espèces à enjeu fort :

| Espèce               | Impact du dérangement | Impact de la dégradation temporaire de l'audition | Impact de la dégradation permanente de l'audition | Impact global |
|----------------------|-----------------------|---|---|---------------|
| Marsouin commun (HF) | Faible                | Faible  | Fort  | Moyen         |
| Phoque gris (PI)     | Faible                | Faible  | Faible  | Faible        |
| Phoque veau-marin    | Faible                | Faible  | Faible  | Faible        |

Zones d'impact potentiel, SL = 220dB





PARTIE

V

## Quelles mesures ERC et de suivi ?

# MESURES Évitement / Réduction / Compensation

- à mettre en place pour les impacts bruts significatifs (niveaux **moyen** et **fort**)
- un **impact fort** est évalué pour le Marsouin commun et un **impact moyen** pour le Phoque gris lors du battage
- un **impact moyen** est évalué pour le Marsouin commun lors du vibrofonçage

# Mesures d'évitement

1. Mettre des éoliennes avec une puissance unitaire élevée pour limiter le nombre d'éoliennes et le bruit lors de l'installation des fondations

# Mesures d'évitement

minimiser la présence des animaux sur la zone des travaux pendant les travaux les plus bruyants

- Zone d'exclusion et suivi visuel pour le battage de palplanches à la côte et l'ensouillage des câbles :
  - mise en place d'un dispositif d'alerte, composé d'un suivi visuel et d'une zone d'exclusion de 500 mètres, permettant d'interrompre les travaux en cas d'incursion de mammifères marins dans cette zone ;
  - pendant une période d'au moins 30 minutes avant de démarrer les travaux ;
  - observations visuelles réalisées par 2 spécialistes expérimentés.
- Zone d'exclusion et suivi visuel pour le battage de pieux ou la solution mixte:
  - mise en place d'un dispositif d'alerte, composé d'un suivi visuel et d'une zone d'exclusion de 1500 mètres, permettrait d'interrompre les travaux en cas d'incursion de mammifères marins dans cette zone ;
  - pendant une période d'au moins 30 minutes avant de démarrer les travaux ;
  - observations visuelles réalisées par 2 spécialistes expérimentés à partir de 2 navires qui effectueront des circulaires à 500m et 1500m du navire effectuant les travaux ;

Suivi visuel associé à un suivi acoustique dans un rayon de 500 m (cf diapo suivante).

# Mesures de réduction - effarouchement

## 1. Le démarrage progressif (soft-start)

Démarrage progressif de la séquence de battage et augmentation progressive de la cadence (nombre de coups par minute) et de la puissance d'énergie déposée sur 30 minutes

→ permet à l'animal de subir une exposition sonore limitée et de fuir la zone à mesure que le bruit augmente

→ permet de réduire les distances de dommages physiologiques temporaires (3 km en moyenne) et de supprimer presque entièrement les dommages physiologiques permanents (aire 0,02 km<sup>2</sup> restante)

# Mesures de réduction

minimiser la présence des animaux sur la zone des travaux pendant les travaux les plus bruyants

- Démarrage progressif « Ramp-Up » ou « Soft-start » pour le battage de pieux ou la solution mixte :
  - “prévenir” les mammifères marins et leur laisser le temps de s'éloigner avant que les opérations atteignent leur pleine puissance.
  - 20min minimum (JNCC, 2010)

# Mesures de réduction - effarouchement

## 2. Surveillance visuelle et surveillance acoustique passive (MMO/PAM) avant le début du battage

### Détection des mammifères marins sur site en temps réel par les MMO ou par PAM

La surveillance acoustique (PAM) permet d'augmenter les chances de détection et est utilisée la nuit ou avec visibilité réduite. Un réseau de PAM pourra être déployé afin d'être sûr qu'il n'y a aucun mammifère marin dans la zone afin de s'affranchir du risque de dommages permanents

### Mise en place de la mesure 30 minutes avant le battage

→ permet de retarder ou d'arrêter les opérations si un mammifère marin est détecté/observé dans la zone (exemple : si un mammifère marin est observé ou détecté, le battage ne démarrera pas avant 20 minutes)

Le personnel travaillant sur le site en mer sera également sensibilisé et formé, et pourra prévenir lors de l'observation de mammifères marins

## Mesures de réduction - effarouchement

### 3. Émettre des sons acoustiques répulsifs

La législation allemande demande à faire fuir les Marsouins communs avant les activités de battage → les dispositifs de répulsion acoustique sont appliqués comme outil de dissuasion

Déploiement d'un répulsif sur le site de battage si un mammifère marin est observé ou détecté pendant le soft-start ou pendant le battage pendant au moins 15 minutes après la détection.

Plusieurs retours d'expérience existent : un effet dissuasif jusqu'à 7 km peut être observé avec 95% de marsouins en moins dans la zone (Brandt et al., 2013)

Niveau d'impact résiduel :

- un **impact fort** pour le Marsouin commun et un **impact moyen** pour le Phoque gris lors du battage avec soft-start / Observateurs / PAM / Effaroucheurs
- un **impact faible** pour le Marsouin lors du vibrofonçage avec soft-start / Observateurs / PAM / Effaroucheurs

# Mesures de réduction – réduction du bruit à la source

## Exemple 1 : le rideau de bulle

Le rideau de bulles peut être simple, avec une réduction du bruit jusqu'à 15 dB<sub>SEL</sub>, ou double, avec une réduction du bruit jusqu'à 18 dB<sub>SEL</sub>.

→ permet de réduire le niveau sonore à proximité de la source de bruit.

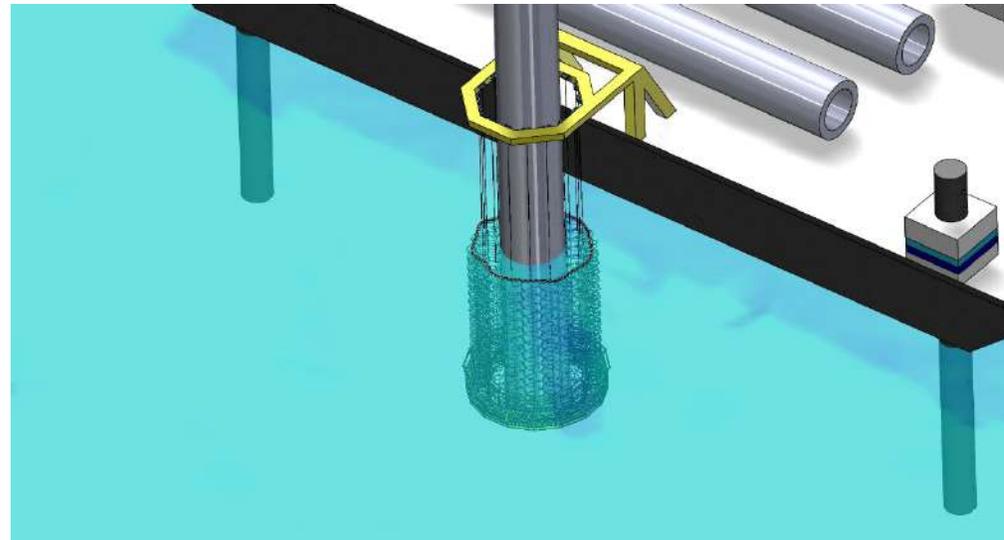


Double rideau de bulles (DBBC) (©Hydrotechnik Lübeck GmbH)

# Mesures de réduction – réduction du bruit à la source

## Exemple 2 : la solution HSD

→ permet la réduction du bruit par absorption à la source, de 10 à 13 dB<sub>SEL</sub>



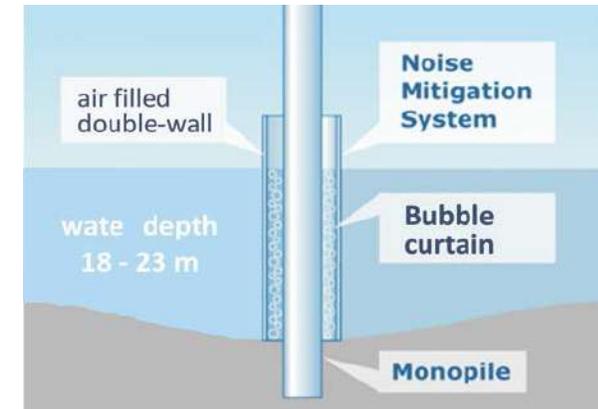
Visualisation d'un système HSD (source : <https://www.offnoise-solutions.com>).

# Mesures de réduction – réduction du bruit à la source

## Exemple 3 : la solution IHC-NMS

Coffre de confinement entourant le pieu et composé de plusieurs éléments (doubles parois, vide d'air et rideaux de bulles)

→ permet de réduire le bruit par absorption des sons à la Source, réduction entre 13 à 16 dB<sub>SEL</sub>

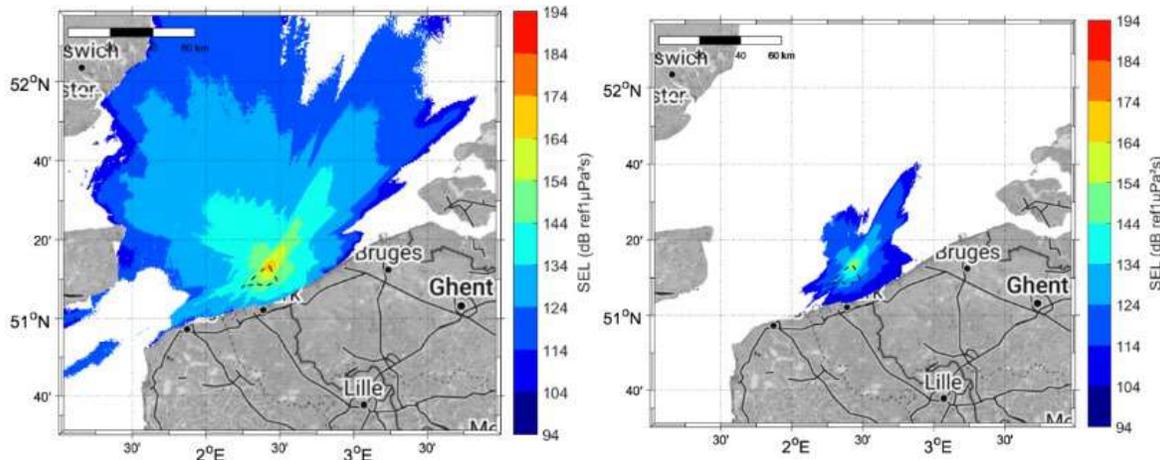


Détail de la solution de réduction "IHC NMS" appliquée à l'atelier de battage (Source : Hemon et al., 2021)

# Mesures de réduction – réduction du bruit à la source

## Modélisation de la solution IHC-NMS (exemple 3)

Modélisation de l’empreinte sonore de l’atelier de battage



sans IHC-NMS

avec IHC-NMS

Réduction du niveau de bruit à 750 m de 179 dB à 163 dB re 1µPa<sup>2</sup>s

→ cette mesure permet la réduction de l’empreinte sonore, la suppression des dommages physiologiques pour le Marsouin commun et la suppression des dommages permanents pour le Phoque gris

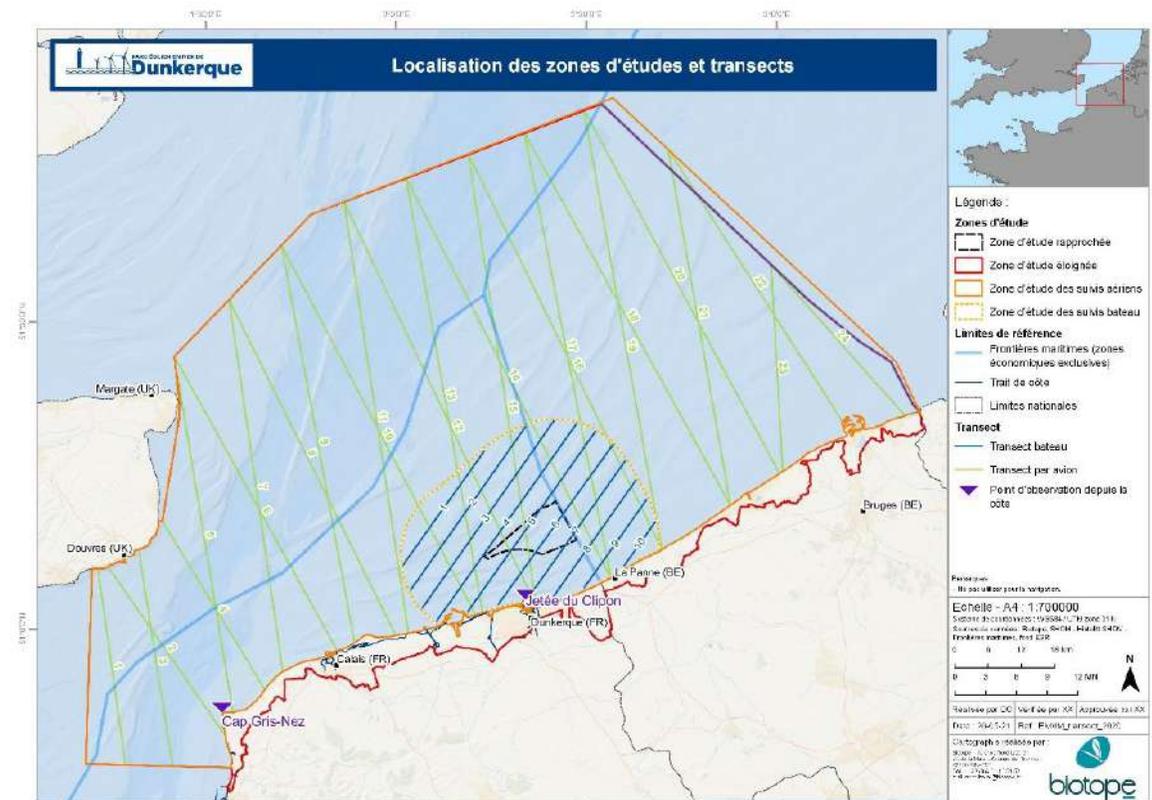
Niveau d’impact résiduel : Un **impact faible** est évalué pour le Marsouin commun et pour le Phoque gris lors du battage.



# Mesures de suivi – mammifères marins

## 2. Suivi à long terme de la mégafaune marine en mer (par avion)

Suivi en avion haute altitude avec technique d'acquisition digitale



# Mesures de suivi – bruit sous-marin

4 a. Suivi acoustique des niveaux de bruits sous-marins

4 b. Suivi acoustique passive sous-marine de la fréquentation de la mégafaune marine

# Suivi acoustique des travaux pendant le battage de pieux ou la solution mixte

- Objectifs :
  - Certifier les niveaux sonores réels dans la zone d'exclusion pour chaque type de travaux réalisés.
  - Cartographier les empreintes acoustiques réelles de chaque phase des travaux d'aménagements
  - Evaluer les mesures d'éloignements mises en place et le retour sur zone des mammifères marins après travaux.
- Le suivi acoustique nécessitera la mise en œuvre d'une bouée acoustique autonome permettant le traitement des données sonores en temps réel
- En complément, des mesures ponctuelles réalisées à la dérive pourront être réalisées à courte distance des travaux (< 500m) afin de caractériser finement le contenu fréquentiel du bruit émis.
- Les mesures réalisées au début de la phase travaux permettront ainsi de valider les niveaux sonores émis et les zones d'impacts potentiels sur les différentes espèces.

# Temps d'échanges sur les mesures

Objectif : recueil vos questions et observations ainsi que vos propositions

A votre disposition :

- Les fiches de présentation des mesures
- Des matrices de contribution

| Date :   |  | ATELIER BRUITS ET MAMMIFERES MARINS |           |
|--|--|-------------------------------------|-----------|
| Nom du rédacteur du groupe :   |  | Matrice contributive - Mesures      |           |
|  | Mesures  | Observations                        | Questions |
| <b>M<br/>E<br/>S<br/>U<br/>R<br/>E<br/>S<br/><br/>D<br/>E<br/><br/>R<br/>E<br/>D<br/>U<br/>C<br/>T<br/>I<br/>O<br/>N</b> | 1. Mettre en place des mesures relatives à la réduction du bruit via le Soft Start                                       |                                     |           |
|  | 2. Mise en place d'une surveillance visuelle et une surveillance acoustique passive (IMMO/PAM) avant le début du battage |                                     |           |
|  | 3. Émettre des sons acoustiques répulsifs  |                                     |           |
|  | 4. Mettre en place un système de réduction de bruit à la source  |                                     |           |

I Projet de parc éolien en mer au large de Dunkerque et son raccordement électrique

# Echanges



PARTIE

V

## Conclusion et perspectives