
**Raccordement électrique du parc éolien en
mer au large de Dunkerque**
**« Etat Initial Paysage Acoustique Sous-Marin
et Bruit Ambiant »**

Octobre 2020

Table des matières

1	Contexte.....	3
2	Méthodologie.....	3
3	Base de données acoustique	4
	Bibliographie : Description du bruit ambiant sur la façade maritime Manche Est- Mer du Nord	4
3.1	4	
3.2	Campagne de mesure in situ	6
3.3	Organisation de la base de données	9
4	Nature des sources sonores	9
4.1	Classes de bruit.....	9
4.2	Contribution au paysage acoustique.....	11
5	Niveaux sonores	12

1 Contexte

Situé à plus de 10 km de la côte, le projet de parc éolien en mer d’une puissance maximale de 600MW comprendrait un maximum de 46 éoliennes. Gestionnaire du réseau public de transport d’électricité en France, RTE a à sa charge de raccorder le futur parc au réseau de transport d’électricité. Ce raccordement comprend un poste électrique en mer, une double liaison électrique entre le poste en mer et le poste à terre, un poste électrique terrestre et un raccordement aux lignes existantes à proximité de ce nouveau poste à terre (Figure 1).

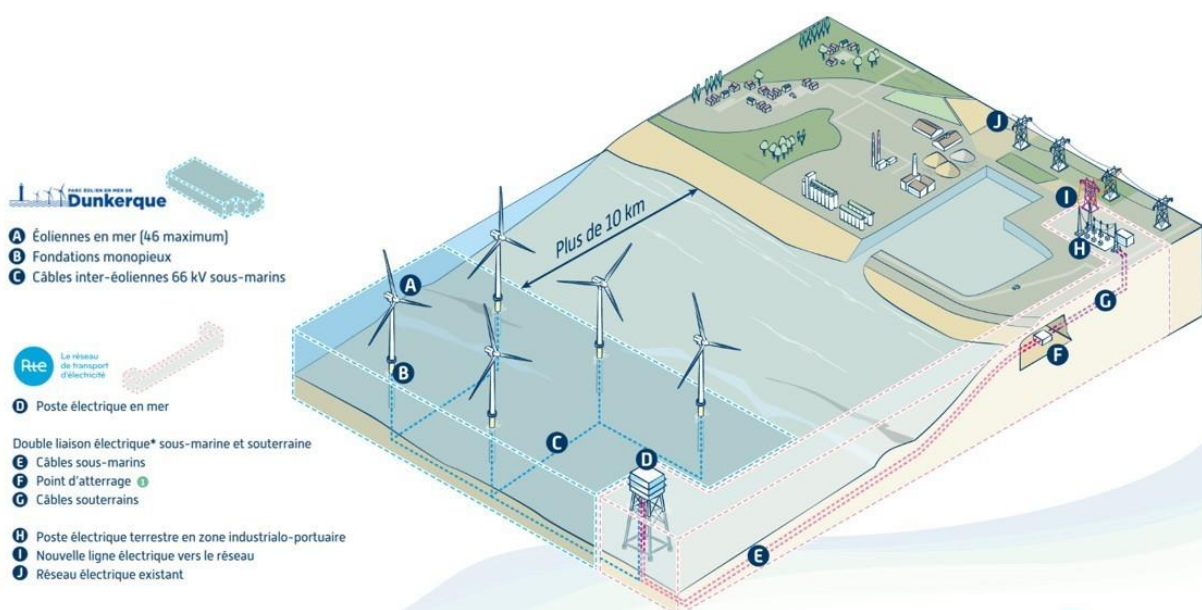


Figure 1 : Schéma des éléments du projet de Parc éolien en mer de Dunkerque et de son raccordement

TBM environnement a été mandaté afin de réaliser les études nécessaires à l’élaboration de l’étude d’impact et documents associés pour le projet. Parmi elles, un état initial doit être établi pour tous les compartiments biologiques et physiques qu’ils soient terrestres ou marins.

Le présent rapport a pour objectif d’établir l’état initial du bruit sous-marin de l’aire d’étude du raccordement électrique (Figure 2).

Figure 2 : Carte des aires d’étude du projet de raccordement électrique du parc éolien en mer au large de Dunkerque

2 Méthodologie

Depuis la mise en place de la Directive Cadre Stratégie Milieu Marin (DCSMM), le paysage acoustique d'un site a été identifié comme l'une des propriétés intrinsèques du site permettant de décrire un habitat. Le paysage acoustique d'un site est constitué de l'ensemble des sons qu'il émet ou qui y transite. En fonction de la nature des sources sonores, le paysage acoustique est constitué de 3 composantes :

- ✓ **la biophonie**, sons émis par les organismes vivants (invertébrés benthiques, poissons, mammifères marins) ;
- ✓ **la géophonie**, sons émis par les phénomènes naturels abiotiques (bruit de l'agitation de surface provoquée par le vent, bruit des précipitations) ;
- ✓ **l'antropophonie**, bruit des activités humaines (trafic maritime, pêche, activités nautiques récréatives).

In fine, l'état initial Paysage Acoustique :

- ✓ identifie les différentes composantes du paysage acoustique et estime leur contribution au budget acoustique de la zone d'étude.
- ✓ fournit la description statistique d'indicateurs sonores utiles pour l'étude d'impacts :
 - le spectre acoustique du bruit ambiant mesurés (unité : dB re.1 μ Pa²/Hz),
 - le niveau reçu large bande des bruits mesurés (unité : dB re.1 μ Pa)
- ✓ évalue la variabilité spatiale et temporelle du bruit ambiant et identifie les raisons qui pilotent cette variabilité ;
- ✓ définit un gabarit de bruit ambiant qui sera utilisé pour les simulations d'impact acoustique du projet.

3 Base de données acoustique

3.1 Bibliographie : Description du bruit ambiant sur la façade maritime Manche Est-Mer du Nord

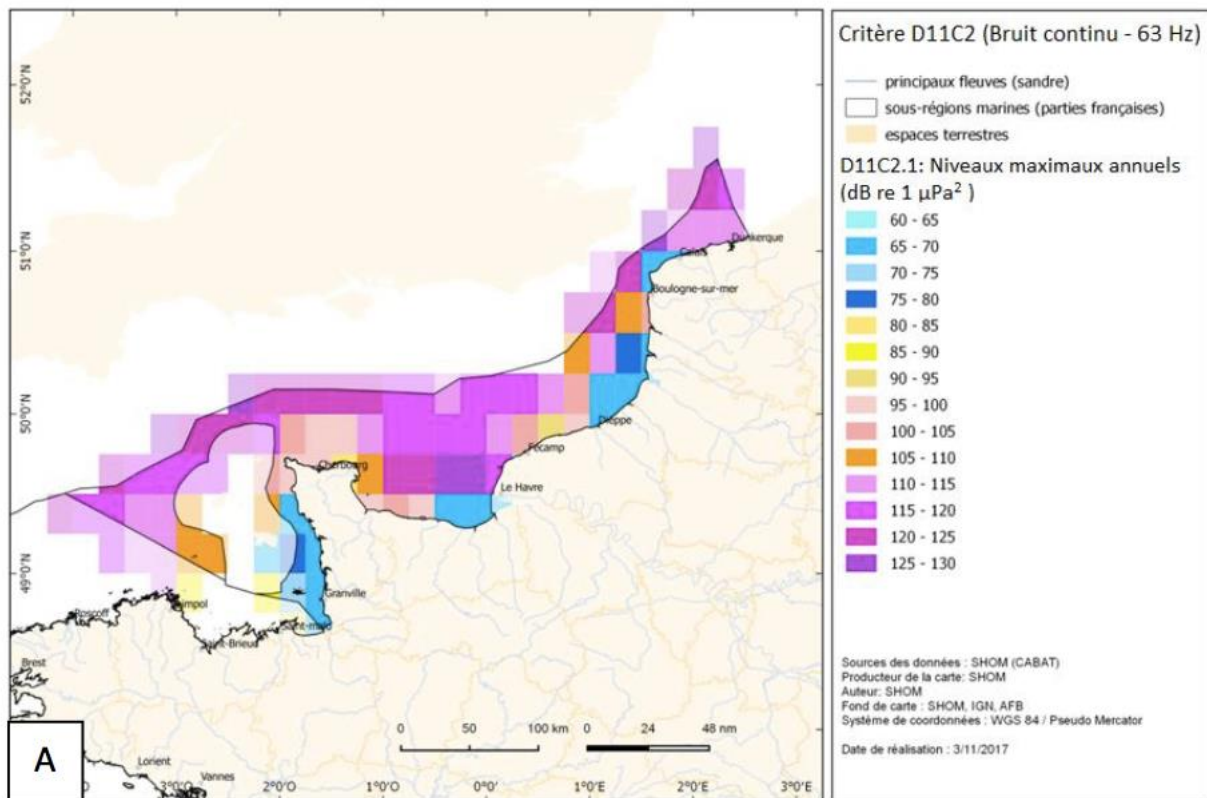
Les principaux résultats de l'évaluation du descripteur 11 « Perturbations sonores d'origine anthropique » (Rapport scientifique pour l'évaluation 2018 au titre de la DCSMM¹) sont résumés ici.

Pour l'année 2016, la valeur médiane des niveaux acoustiques maximaux en Manche Est – Mer du Nord est de 111 dB re 1 μ Pa² pour la bande de tiers d'octave centrée sur 63 Hz et de 112 dB re 1 μ Pa² pour la bande de tiers d'octave centrée sur 125 Hz. La façade

¹ Le Courtois, F., Bazile Kinda, G., Stéphan, Y., 2017. Évaluation du descripteur 11 « Perturbations sonores d'origine anthropique » en France métropolitaine. Rapport scientifique pour l'évaluation 2018 au titre de la DCSMM, 166 p.

maritime Manche-Est – Mer du Nord est très bruyante en raison du bruit généré par le nombre important de passage de navires marchands.

La partie la plus au nord de la façade Manche-Est – Mer du Nord (de Boulogne et la frontière belge) correspond à l'aire d'étude éloignée du projet. Dans la partie côtière de l'aire d'étude du raccordement, les niveaux maximaux (Figure 3) sont compris entre 110 et 115 dB re 1 μPa^2 pour les deux bandes de fréquence. Dans la partie plus au large, les niveaux maximaux peuvent atteindre 125 dB re 1 μPa^2 , en raison du fort trafic maritime dans cette région.



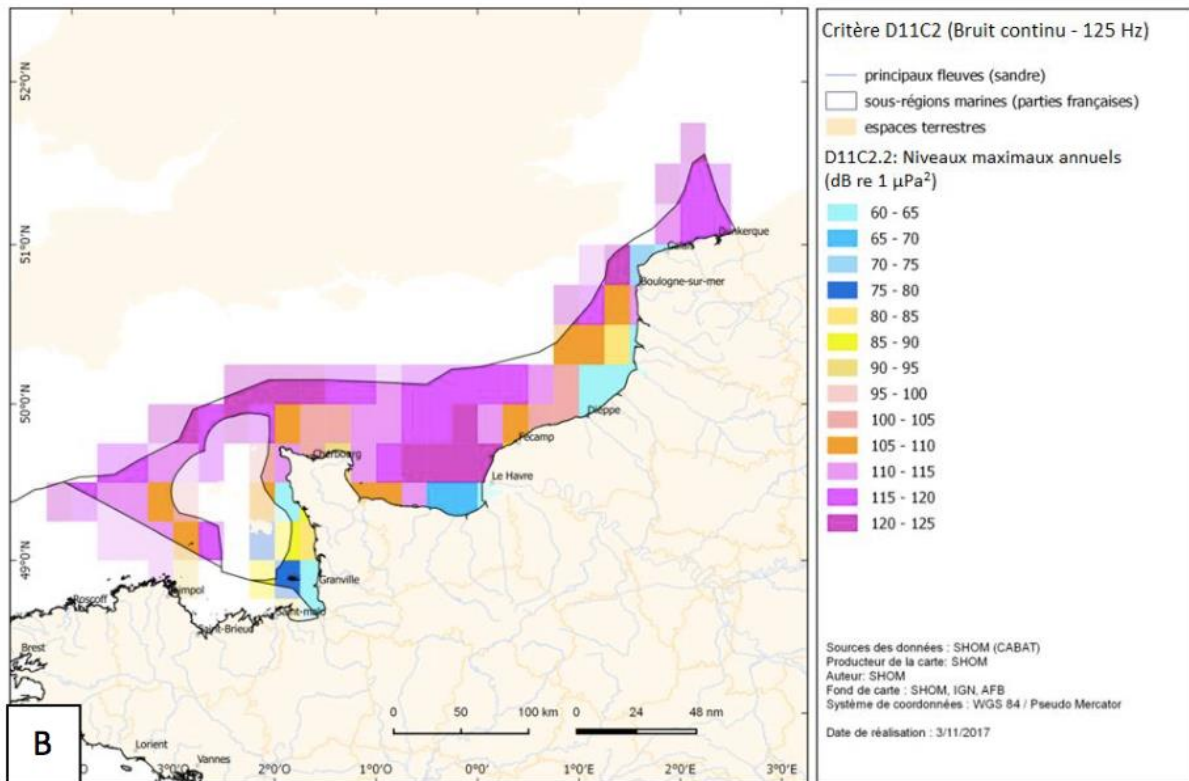


Figure 3 : Distribution spatiale des niveaux maximaux annuels par maille pour la bande de tiers d'octave centrée sur 63 Hz (A) et 125 Hz (B) dans la SRM MMN en 2016. (Source : Le Courtois et al, 2017. Evaluation du descripteur 11 « Perturbations sonores d'origine anthropique »)

3.2 Campagne de mesure in situ

L'analyse de l'état acoustique initial s'appuie sur des mesures acoustiques réalisées *in situ* spécialement pour l'étude d'impact.

Afin de caractériser au mieux le bruit ambiant, il a été choisi de déployer un enregistreur au point fixe dans la partie côtière de l'aire d'étude rapprochée du raccordement électrique (Figure 5). Ces mesures permettent de caractériser le trafic maritime au large du port de Dunkerque. Ces mesures sont complémentaires de celles réalisées plus au large dans le (Hydrophones et C-PODs,) et qui font l'objet d'une étude distincte.

Un enregistreur acoustique EA-SDA14 RTsys équipé d'un hydrophone omnidirectionnel HTI-96-min (sensibilité -170 dB re 1uPa/V, directivité [2Hz - 30 kHz]) a été déployé sur la ligne de mouillage de la balise DW26 des Phares et Balises du 1^{er} au 23 Juillet 2020 à 5m de profondeur (Figure 5). La balise DW26 délimite le chenal intermédiaire d'accès au port de Dunkerque. L'enregistreur acoustique a ainsi été déployé au sein de l'aire d'étude rapprochée du raccordement à 2.5 km de la côte dans une zone de trafic maritime important.

L'enregistreur a été programmé pour commencer l'acquisition le 1^{er} Juillet 2020 à 18h00. Il a enregistré des données acoustiques en continu à une fréquence d'échantillonnage de 78 kHz jusqu'au 10 Juillet 2020. Pendant cette période, la vitesse de vent moyenne était de 17 nœuds. Des rafales supérieures à 30 nœuds ont été enregistrés du 3 au 5 Juillet. Le 7 Juillet correspond à la journée avec le meilleur état de mer (5-10 nœuds, houle <1m). Par conséquent, les conditions météo-océaniques de la période d'enregistrement sont représentatives de l'aire d'étude.

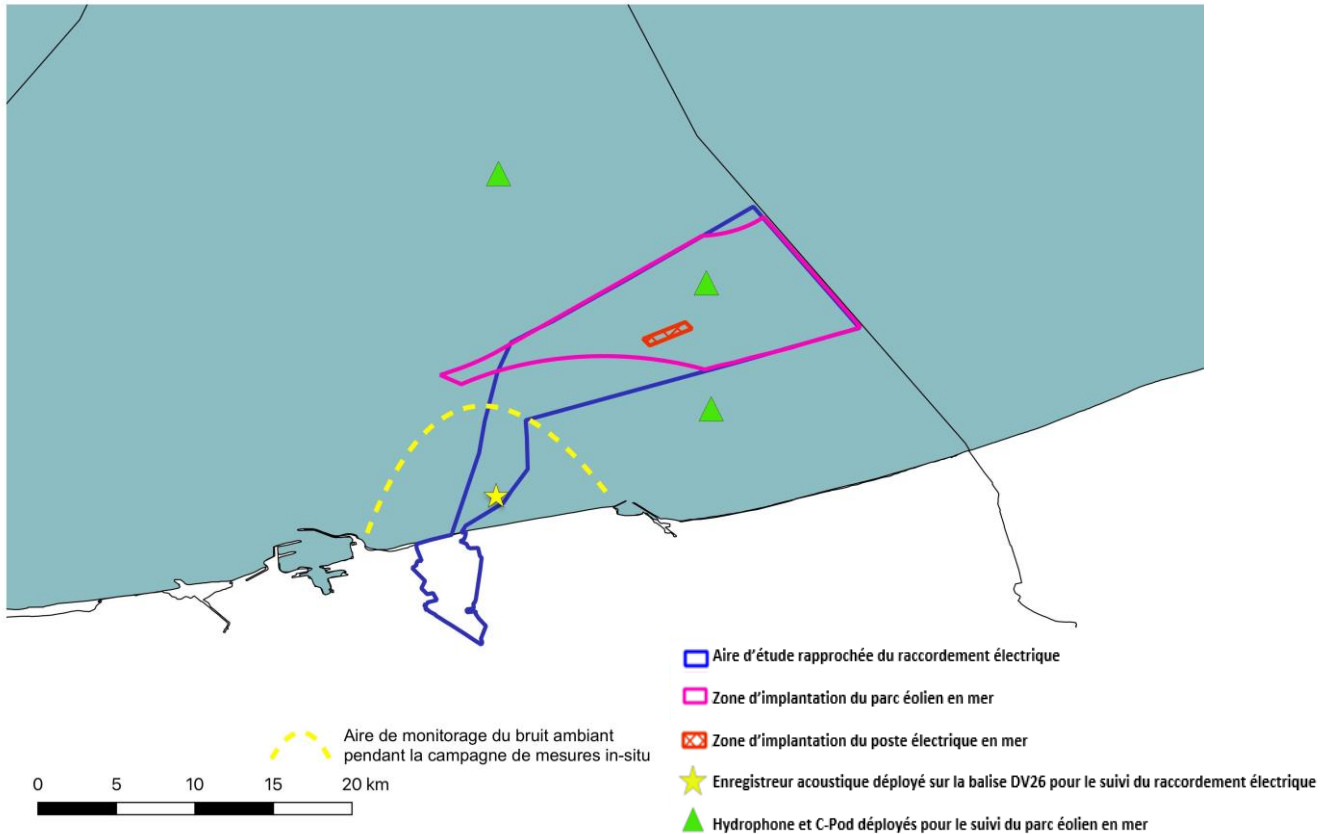


Figure 4 : Position de l'enregistreur acoustique RTsys (étoile jaune) déployé sur la ligne de mouillage de la balise DW 26 des Phares et Balises de Dunkerque et enregistreurs acoustiques (triangles verts) déployés pour le suivi du parc éolien en mer et qui font l'objet d'une étude distincte

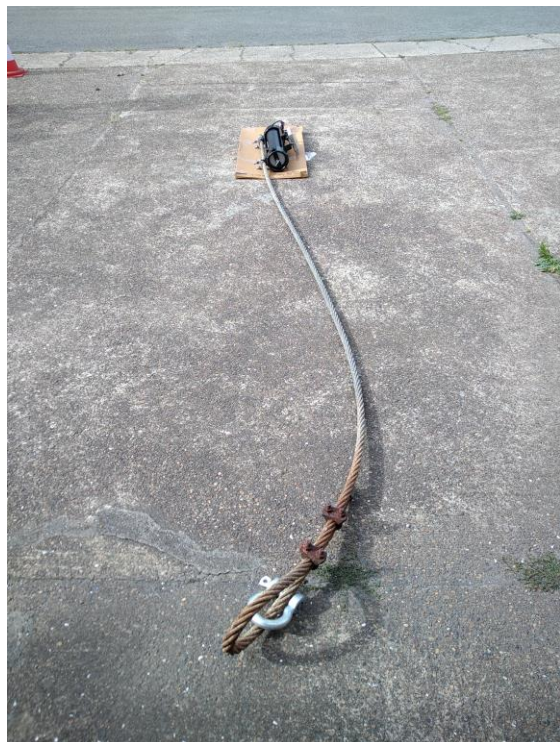


Figure 5 : Photos de l'installation et du déploiement de l'enregistreur acoustique RTsys sur la ligne de mouillage de la balise DW 26 des Phares et Balises de Dunkerque. Credit Photo : Phares et Balises de Dunkerque.

3.3 Organisation de la base de données

La chaîne de traitement suivante est appliquée à la base de données. Chaque fichier acoustique (.wav) est divisé en *snapshots* de 5 secondes traités individuellement tels que :

- ✓ Les données brutes sont converties en données acoustiques (μPa) en corrigeant par le gain d'acquisition et la sensibilité de l'hydrophone ;
- ✓ Une collection de spectres est calculée en appliquant une transformée de Fourier à fenêtre glissante (utilisation d'une fenêtre de Hanning de longueur 0.5 s avec un recouvrement de 90 %) ;
- ✓ Chaque spectre est normalisé pour être exprimé en $\text{dB re.1}\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$ et ils sont regroupés pour donner une représentation temps-fréquence du snapshot (spectrogramme) ;
- ✓ L'ensemble des spectrogrammes est mis en mémoire pour une relecture et des analyses a posteriori.

4 Nature des sources sonores

4.1 Classes de bruit

Une première analyse des spectrogrammes de la base de données a permis d'identifier plusieurs types de signaux acoustiques. On choisit de les segmenter en trois classes :

- ✓ **Une classe « BIO »** comportant les productions sonores des organismes benthiques. Elle est caractérisée par des impulsions large bande de 3kHz à 30 kHz dont les niveaux maximums se situent autour de 5kHz – 10 kHz (Figure 6).
- ✓ **Une classe « ANT »** regroupant les bruits générés par les navires composés d'un signal continu large bande entre 50Hz et 5kHz et/ou de signaux à bande étroite (raies spectrales) dans la gamme de fréquences de l'ordre 100Hz (Figure 7).
- ✓ **Une classe « BRU »** regroupant le bruit de mesure généré par le mouillage (Figure 8). Ce type de son est très présent en raison du type de mouillage utilisé et des forts courants qui produisent de fortes impulsions basses fréquences (0Hz – 1 kHz) et

plus occasionnellement des impulsions sur toute la gamme de fréquences (Figure 5). Ces bruits de mesure n'ont pas généré de saturation du signal acoustique reçu.

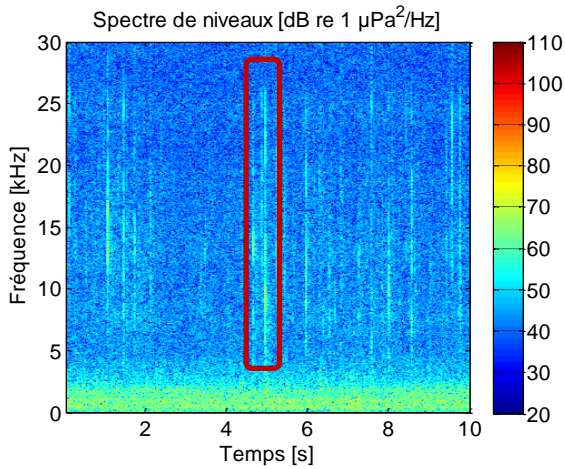


Figure 6 - Spectrogramme typique de la production sonore (impulsions) des peuplements benthiques de l'aire d'étude rapprochée (classe BIO). On observe des impulsions large bande (rectangle rouge) de 3 kHz à 30 kHz. Données issues des enregistrements in-situ réalisés pour le projet.

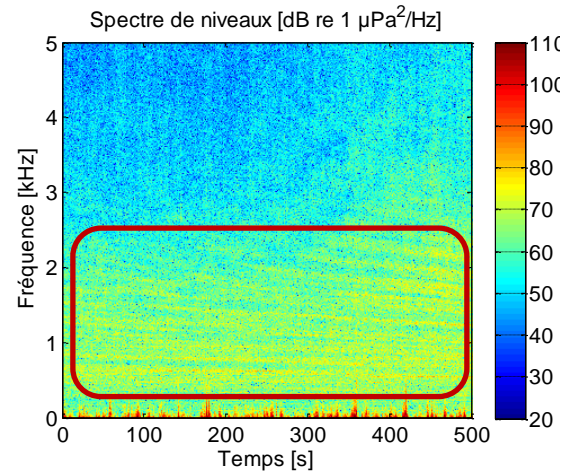


Figure 7 - Spectrogramme typique d'un navire motorisé transitant à proximité de l'hydrophone (classe ANT). Le rectangle rouge contient la structure d'interférences générée par le passage du bateau à proximité de l'hydrophone. Données issues des enregistrements in-situ réalisés pour le projet.

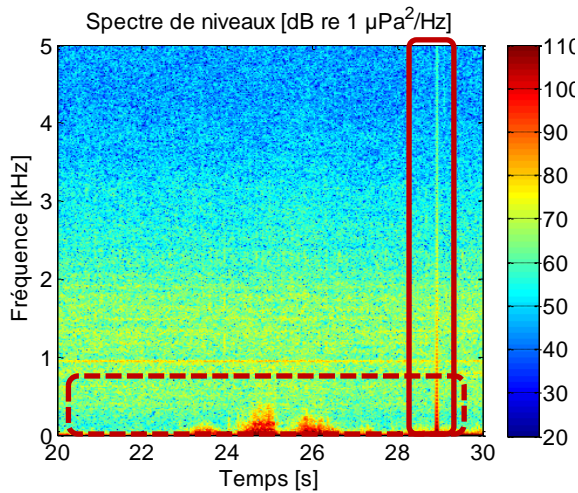


Figure 8 - Spectrogramme typique du bruit de mesure généré par le mouillage (classe BRU). La majorité du bruit de mesure est comprise entre 0 et 1 kHz (rectangle trait pointillé). Le bruit de mesure génère occasionnellement du bruit sur toute la bande de fréquences (rectangle trait plein). Données issues des enregistrements in-situ réalisés pour le projet.

4.2 Contribution au paysage acoustique

Un bon moyen de représenter la contribution d'une classe au paysage acoustique est de calculer sa présence acoustique. On définit ici le pourcentage de présence acoustique d'une classe comme étant le nombre de spectrogrammes de la base de données pour lesquels cette classe a été identifiée. Attention, la somme des pourcentages de présence acoustique des différentes classes peut être supérieure à 100 % puisque dans un spectrogramme plusieurs classes peuvent être présentes. Le site d'étude correspond à la partie côtière de l'aire d'étude rapprochée du raccordement qui s'étend jusqu'à environ 8 km de la côte dans une zone de trafic maritime important (Figure 5). Les données acquises par les enregistreurs acoustiques (Hydrophones et C-PODs) déployés dans le cadre de l'étude d'impact du parc éolien permettent de couvrir la partie plus au large de l'aire d'étude rapprochée du raccordement.

Ainsi le paysage acoustique du site d'étude se compose de :

- ✓ **Navires (classe ANT)** identifiables sur **85 %** des spectrogrammes et décrivant la zone comme une zone de trafic maritime dense pendant la période suivie. Lors du passage d'un navire à proximité de l'hydrophone, le bruit généré couvre toute la bande fréquentielle [20 Hz - 30 kHz] pendant 5 à 15 minutes.
- ✓ **Biophonie benthique (classe BIO)** présent sur **8 %** des données. Elle ne présente pas de rythme journalier et décrit l'aire d'étude rapprochée comme une zone de faible production sonore benthique.
- ✓ **Bruit généré par le mouillage de l'hydrophone et l'agitation de surface (classe BRU)** présent sur **91 %** des données. Cependant, la gamme de fréquences occupée par cette classe recouvre rarement la gamme de fréquences des signaux d'intérêts et ne constitue qu'une gêne mineure pour établir l'état initial acoustique. Ce bruit semble se corrélérer avec les variations des vitesses des courants marins sur la zone.

Aucun sifflement ou click de cétacés n'a été détecté pendant les 10 jours d'enregistrement. Il est important de noter que le bruit généré par le trafic maritime important sur l'aire d'étude peut masquer les signaux émis par les cétacés et les impulsions des organismes benthiques.

5 Niveaux sonores

Les niveaux sonores large bande ont été calculés sur six bandes fréquentielles correspondant aux différentes sources sonores (Tableau 1). Le niveau médian sur toute la bande de fréquence (B0 : [20 - 30000] Hz) est de 111.2 dB re.1 μ Pa².

En sommant les niveaux larges bandes B2, B3 et B4, le trafic maritime lointain et proche est responsable de près de 70 % du niveau sonore global mesuré sur toute la bande de fréquences B0.

Les résultats de la campagne de mesure in-situ sont cohérents avec ceux du Rapport scientifique pour l'évaluation 2018 au titre de la DCSMM (Le Courtois *et al.*, 2017, section 3.1).

Le niveau médian sur toute la bande de fréquence (B0 : [20 - 30000] Hz) de 111.2 dB re.1 μ Pa² sera utilisé pour définir l'empreinte acoustique du projet.

Tableau 1 : Bandes fréquentielles d'évaluation des niveaux sonores large bande et niveaux médians mesurés et intervalle \pm un écart-type

Bande B0	Bande B1	Bande B2	Bande B3	Bande B4	Bande B5
Totalité de la bande de fréquence	Bande du bruit de vibration du mouillage et d'agitation de surface	Bande du bruit d'agitation de surface et du trafic maritime	Bande du bruit d'agitation de surface et du trafic maritime	Bande du bruit des bateaux proches	Bande du bruit des bateaux proches et des impulsions benthiques
[20 - 30000] Hz	[20 - 200] Hz	[200 - 1000] Hz	[1000 - 2000] Hz	[2000 - 6000] Hz	[6000 - 30000] Hz
111.2 (\pm 6.9) dB re.1 μ Pa ²	106.1 (\pm 8.2) dB re.1 μ Pa ²	105.2 (\pm 6.0) dB re.1 μ Pa ²	99.7 (\pm 5.2) dB re.1 μ Pa ²	104.1 (\pm 5.1) dB re.1 μ Pa ²	99.1 (\pm 5.0) dB re.1 μ Pa ²

En conclusion :

Sur l'aire d'étude rapprochée du raccordement électrique, le paysage acoustique est majoritairement piloté par le bruit du trafic maritime proche et lointain dans la bande de fréquence [200Hz -5000Hz]. La gamme de fréquences supérieure [3kHz – 30kHz] est dominée par des sources de bruit naturelles (agitation de surface et biophonie benthique).

Le niveau d'enjeu « bruit sous-marin » est considéré comme moyen. En effet, 70 % du niveau sonore correspond à une activité anthropique (trafic maritime) de niveau sonore intermédiaire.