

Etude des effets acoustiques du projet Parc hydrolien Normandie Hydro

Rapport V2



SINAY

MARITIME DATA SOLUTION

SUIVI DU DOCUMENT

Version	Date de rédaction	Rédacteurs	Relecture et validation
1	27/09/2021	<i>Achraf Dira</i>	<i>Fabrice LEROY</i>
2	28/09/2021		X

SOMMAIRE

1	<i>Méthodologie</i>	6
2	<i>Le bruit des hydroliennes</i>	8
2.1	HYDROLIENNE MARINE	8
2.1.1	Campagne de mesure de l'hydrolienne en mer	8
2.1.2	Résumé des résultats de l'étude de mesure	9
2.2	Modélisation du bruit des hydroliennes	10
2.2.1	Emplacement des hydroliennes	10
2.2.2	Niveau de bruit intrinsèque des hydroliennes	10
2.2.3	Empreinte acoustique	13
3	<i>Impact potentiel de la ferme sur l'environnement</i>	20
3.1	Rayon d'audition des espèces sensibles en fonction des fréquences émises	20
3.2	Impact sur les espèces	21
3.2.1	rappel sur les indicateurs pour caractériser les impacts sonores	21
3.2.2	Classification des mammifères en fonction de leur sensibilité	21
3.2.3	Le niveau perçu et les rayon d'impact sur les différents espèces	22
4	<i>Conclusion</i>	26

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Méthodologie de SINAY _____	6
Figure 2: Synthèse de la méthodologie mise en place par SINAY _____	7
Figure 3: Campagne de mesure du bruit d'hydrolienne _____	8
Figure 4: Radiales d'acquisition _____	9
Figure 5: Les composantes de l'étude d'impact _____	10
Figure 6: localisation des hydroliennes (PHNH) _____	10
Figure 7: Cartographie du bruit produit par le parc d'hydrolienne en fonction de la profondeur _____	12
Figure 8: Niveau RMS (root mean square) ou le niveau de bruit moyen du bruit ambiant durant l'enregistrement réalisé sur la zone d'étude. _____	14
Figure 9: Comparaison du Niveau de bruit ambiant avec le bruit des hydroliennes à différents rayon _____	15
Figure 10 : Comparaison du Niveau de bruit des hydroliennes à différents rayon avec différents types de navire allant de 50m à 290m. _____	16
Figure 11 : Cartes du bruit ambiant durant 50% du temps sur la zone d'étude _____	17
Figure 12: Empreinte acoustique du parc d'hydroliennes _____	18
Figure 13: Niveau du bruit ambiant en percentiles pour chaque position d'hydrolienne et le niveau de bruit des hydroliennes à 1 et 10 mètres. _____	19
Figure 14: Les audiogrammes des espèces sensible au bruit acoustique _____	20
Figure 15: Comparaison entre l'audiogramme du marsouin (en bleu) et le bruit générer par l'hydrolienne à différents rayons de la source _____	20
Figure 16: tableau de classification des mammifères en fonction de leur sensibilité à des gammes de fréquence _____	21
Figure 17: Les seuils des impacts temporaires et permanentes des mammifères marins selon la référence NOAA 2016 _____	21
Figure 18: Echelle des impacts sur les mammifères _____	23
Figure 19: Les composantes de l'étude d'impact _____	25

Résumé non technique de l'étude

L'objectif de cette étude est de déterminer l'impact du niveau bruit produit par les futures hydroliennes en mer sur l'environnement marin dans la zone de Raz Blanchard.

Le niveau de bruit des hydroliennes ne dépasse pas les 130 dB à la source.

Le bruit de l'hydrolienne n'impact pas les mammifères marins sur la zone de manière significative ou dangereuse. Le bruit de l'hydrolienne à la source (1 m) n'atteint pas les seuils de PTS (seuil de perte d'audition permanente) ou TTS (seuil de perte d'audition temporaire). Selon les résultats des mesures et des modélisations, le seul cas où le bruit peut engendrer un dérangement fort c'est dans un rayon de 150 m. Cependant, il faut que le Mammifère marin reste dans cette zone d'influence des effets durant 24 h sans interruption, et un dérangement moyen dans le rayon de 300 m. A 500 m de l'hydrolienne le bruit est indétectable pour certaine espèce comme le marsouin par exemple même en l'absence de bruit ambiant lié au trafic maritime.

Le bruit ambiant de la zone est très fort à cause de l'activité du Traffic maritime. Les résultats de modélisation montrent que le bruit de l'hydrolienne est inférieur au bruit ambiant durant 80% du temps à partir de 50 m de la source. Et selon l'échantillon de mesure effectué sur la zone le bruit de l'hydrolienne, le niveau de bruit est l'équivalent à 50% du temps du bruit ambiant de la zone à une distance de 100 m sachant que les mesures sont effectuées dans des conditions météo idéale (vent 5m/s et pas de vague).

Le bruit de l'hydrolienne a été comparé des niveaux de bruit des bateaux et les résultats montrent que ce bruit d'hydrolienne dans les moyennes fréquences n'impact pas la zone plus qu'un bateau de 200 m qui roule à 16 nœuds, et moins qu'un bateau de 50 m dans les basses fréquences.

1 METHODOLOGIE

Tout d'abord, les données disponibles pour la détermination des sources de bruits actuelles sont identifiées et exploitées. En particulier, des données récentes relatives à la bathymétrie ainsi que des données sur les conditions de navigation mises à disposition de SINAY.

Notre méthodologie est constituée des 3 étapes présentées dans la figure suivante :

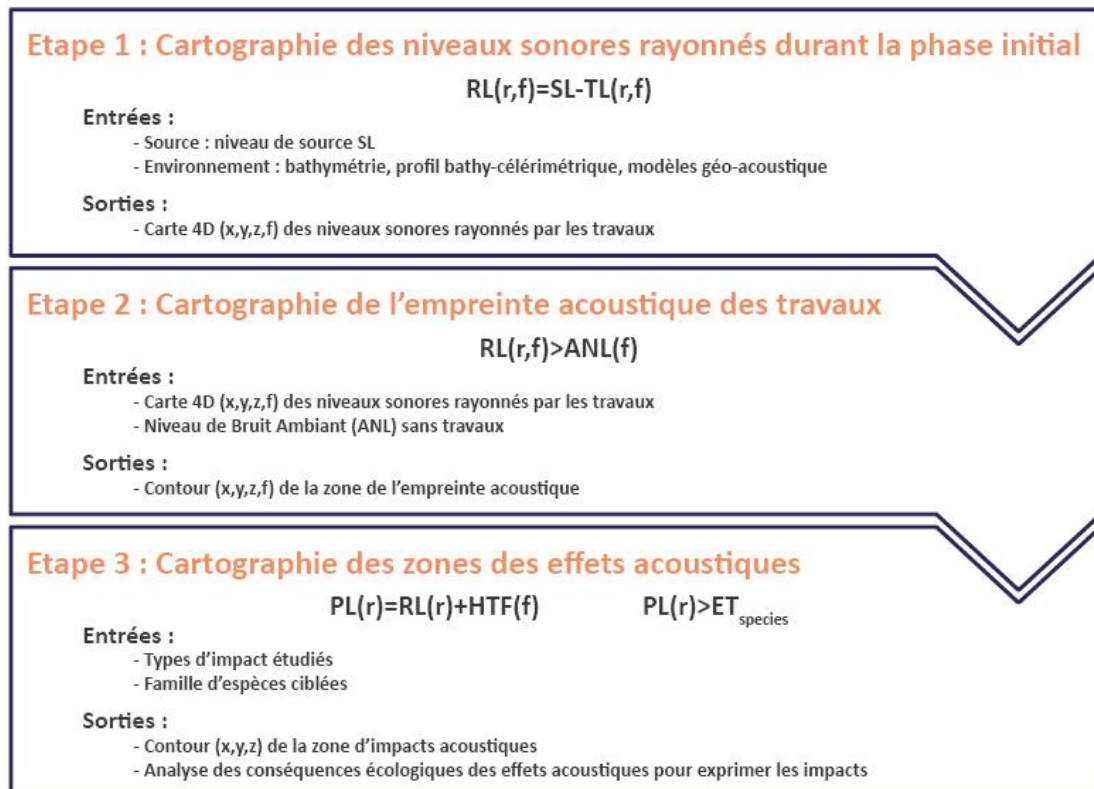


Figure 1: Méthodologie de SINAY

1.1.1.1 Etape 1

La première étape consiste à cartographier les niveaux sonores rayonnés autour de la zone du futur parc d'hydrolienne pendant la phase initiale (avant les travaux). Pour ce faire, nous utilisons un modèle de propagation acoustique ($RL(r,f)=SL - TL(r,f)$) qui permet de calculer les pertes de transmission (TL) et le niveau rayonné (RL) en tous points autour de la zone de travaux.

Les données d'entrée utilisées sont :

- La bathymétrie du site
- Les propriétés géo-acoustiques du fond
- Les profils célé-bathymétriques (acquisition *in situ*).
- La marée
- Les données AIS (automatique identification system)

Une analyse bibliographique permet de préciser les calculs des pertes de transmission (TL) en les adaptant aux petits fonds, aux basses-fréquences et fréquences les plus hautes. Cette démarche renforce l'adéquation entre le modèle et le site étudié. Son choix est particulièrement pertinent pour

mettre en relation les données produites par SINAY, les données de la bibliographie et le modèle choisi.

Cette étape est déjà réalisée et détaillée dans le premier rapport sur l'état initial acoustique de la zone d'étude. Nous rappelons certains résultats dans ce rapport pour déterminer l'empreinte acoustique du projet.

1.1.1.2 Etape 2 :

La deuxième étape consiste à cartographier l'empreinte acoustique des travaux, c'est-à-dire la zone à l'intérieur de laquelle le niveau sonore rayonné par les hydroliennes en fonctionnement (phase d'exploitation) est supérieur au bruit ambiant naturel et susceptible de produire un effet acoustique impactant la faune marine.

1.1.1.3 Etape 3 :

Le travail s'achève avec cette troisième et dernière étape au cours de laquelle il s'agit de délimiter l'aire à l'intérieur de laquelle le niveau perçu par les individus est supérieur au seuil d'effet propre à chaque espèce ciblée. La précision de ces zones d'effets acoustiques sur la faune marine à l'intérieur de l'empreinte acoustique des travaux est produite par le biais de cartographies propres à chaque famille d'espèces ciblées.



Figure 2: Synthèse de la méthodologie mise en place par SINAY

Ce rapport se concentre principalement sur les étapes 2 et 3 en utilisant les résultats de l'étape 1 réalisée dans le document d'état initial acoustique

2 LE BRUIT DES HYDROLIENNES

2.1 HYDROLIENNE MARINE

2.1.1 CAMPAGNE DE MESURE DE L'HYDROLIENNE EN MER

CMN et Hydroquest ont installé une hydrolienne à double axe vertical sur le site d'expérimentation d'hydrolienne d'EDF situé au large l'île de Bréhat en Bretagne. Cette hydrolienne a été raccordée au réseau public de distribution d'ENEDIS de juin 2019 à octobre 2021. Une campagne de mesure de bruit de cette hydrolienne a été réalisée par la société GB engineering.

Les acquisitions ont été réalisées au jusant, le 25 janvier 2020, suivant 3 radiales situées à 100 et 500 mètres de part et d'autre de la position de l'hydrolienne et à marée montante suivant 2 radiales à 100 mètres de part et d'autre de l'hydrolienne, avec celle-ci stoppée et en service, soit 10 profils au total.

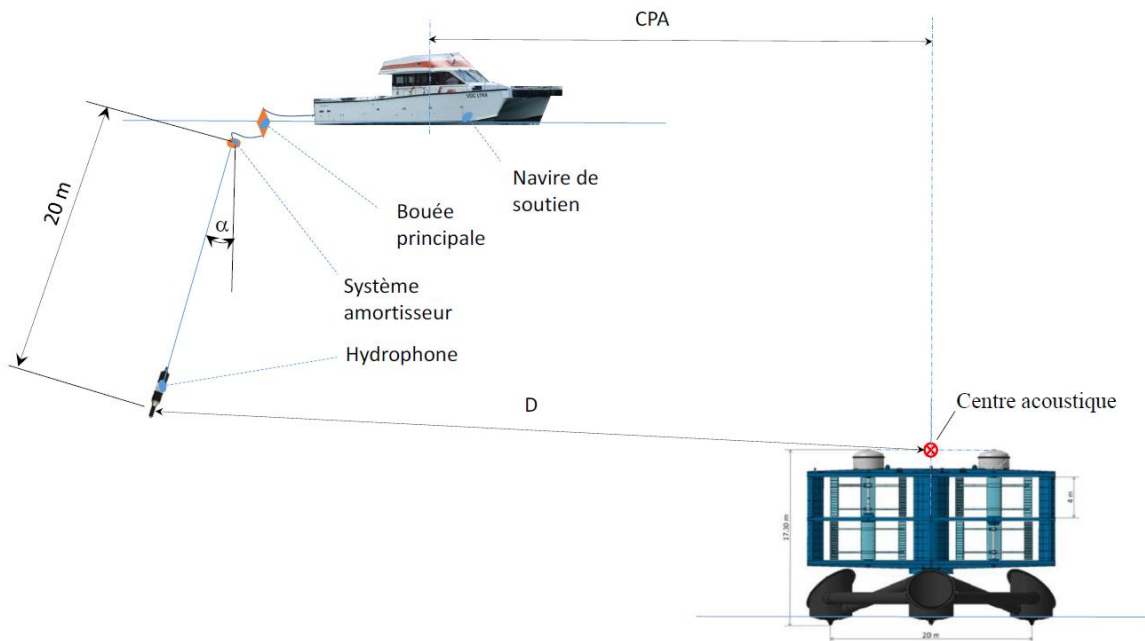


Figure 3: Campagne de mesure du bruit d'hydrolienne

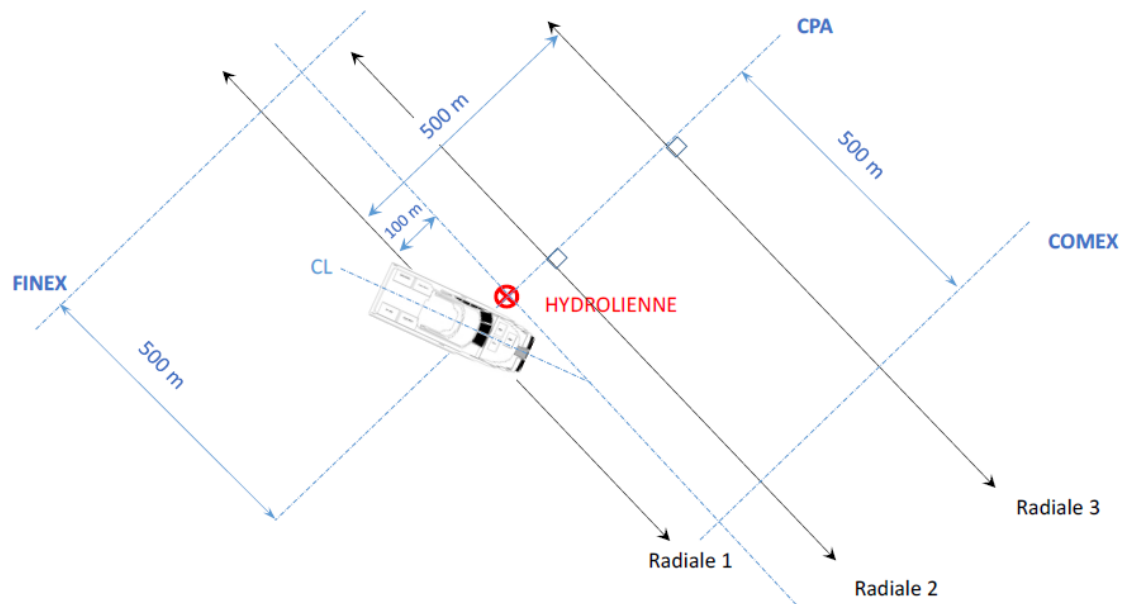


Figure 4: Radiales d'acquisition

2.1.2 RÉSUMÉ DES RESULTATS DE L'ÉTUDE DE MESURE

Les résultats de l'étude de bruit sont les suivants :

- Les niveaux de bruit de fond sont élevés. Le fort courant génère des bruits de turbulence en basses fréquences et des bruits de transport de sédiment en hautes fréquences (chocs des particules transportées entre-elles). Les fréquences fondamentales de rotation des turbines et celles de leurs éventuels harmoniques sont inférieures à 1 Hz : les amplitudes ne sont pas quantifiables en mer à ces fréquences et sont fort probablement nettement inférieures au bruit de fond.
- La fréquence de découpage des convertisseurs (environ 3 kHz) et ses deux premiers harmoniques émergent du bruit de fond en champ proche. Les amplitudes ramenées à 1 mètre sont les suivantes : 126 dB à 3000 Hz, 120 dB à 6000 Hz et 115 dB à 9000 Hz (réf. : 1 $\mu\text{Pa}/\text{VHz.m}$). Les excitations générées par les pompes de refroidissement génèrent des raies dont les amplitudes sont de l'ordre de 130 dB à 60 et 95 Hz, et 115 dB à 125 et 135 Hz (dB réf. : 1 $\mu\text{Pa}/\text{VHz.m}$). Ces émergences ne sont quasiment plus détectables à 500 m de l'hydrolienne.
- Les niveaux de pression sonore ramenés à 1 mètre des excitations générées par les pompes de circulation et les convertisseurs sont :
 - nettement inférieurs aux seuils de dérangement des cétacés et des pinnipèdes locaux (dauphins et marsouins communs, phoques gris). Les niveaux de pression sonore décroissent rapidement et passent sous les seuils de détection et/ou sont noyés dans le bruit de fond à 500 m de l'hydrolienne,
 - suffisamment faibles pour ne pas générer de phénomènes d'évitement des espèces pélagiques fréquentant les environs de l'hydrolienne.

Ces résultats sont utilisés dans notre modélisation en particulier en données d'entrée le DSP (densité spectrale de puissance) du bruit rayonné par l'hydrolienne.

2.2 MODÉLISATION DU BRUIT DES HYDROLIENNES

Pour réaliser la modélisation des effets sonores induits par le parc hydrolien, nous avons utilisé le modèle de propagation Ram (équation parabolique). Nous avons utilisé les mêmes paramètres environnementaux que pour l'étude de l'état initial acoustique de la zone d'étude.

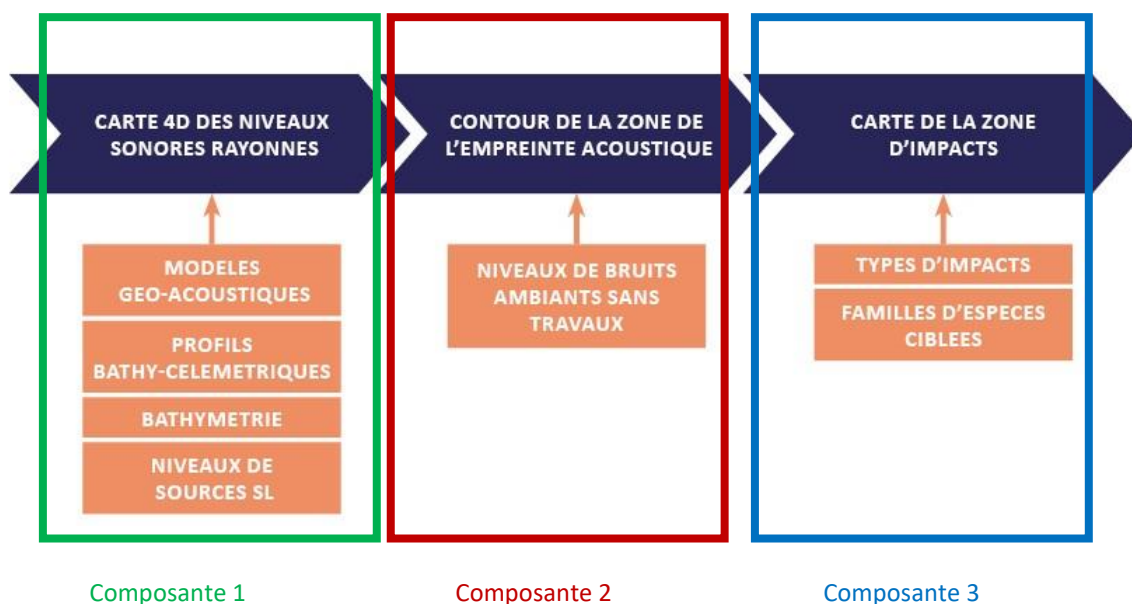


Figure 5: Les composantes de l'étude d'impact

2.2.1 EMPLACEMENT DES HYDROLIENNES

La carte présente les emplacements des futures hydroliennes en mer.

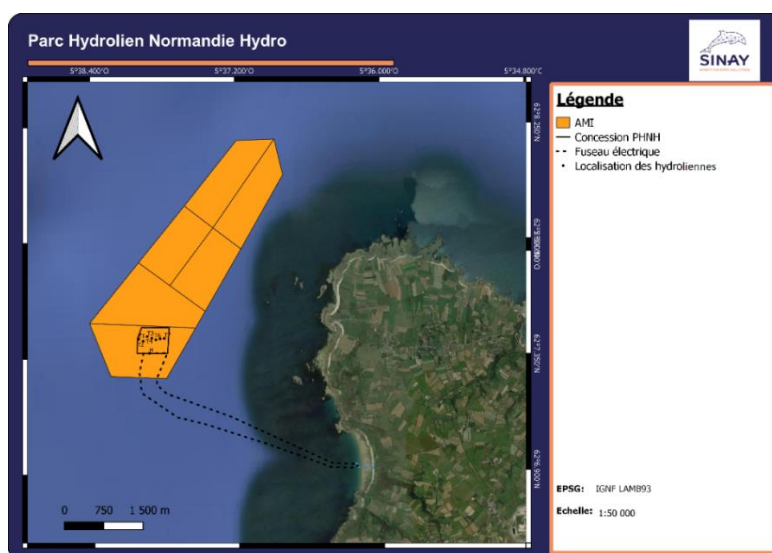
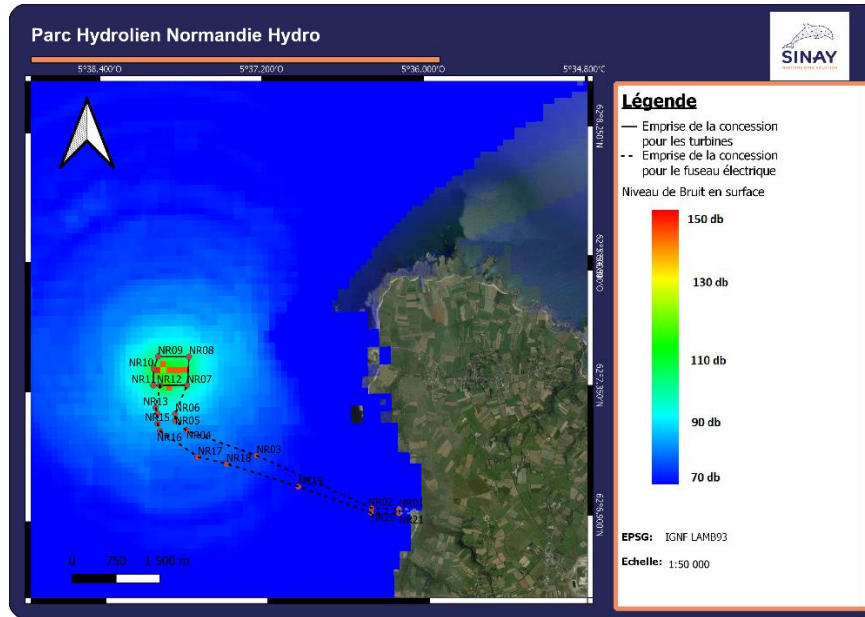


Figure 6: localisation des hydroliennes (PHNH)

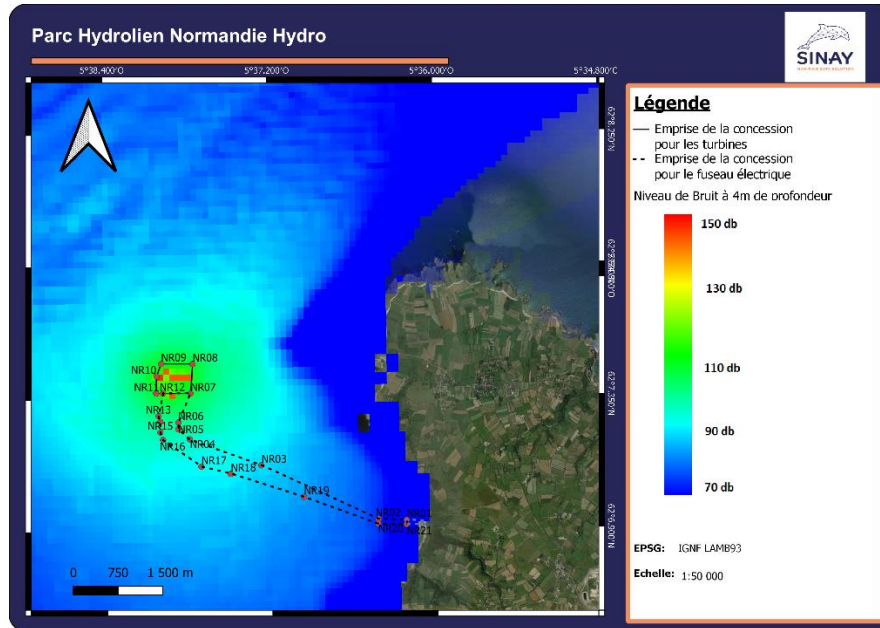
2.2.2 NIVEAU DE BRUIT INTRINSEQUE DES HYDROLIENNES

A partir des données d'entrées décrites au chapitre 1 (SL : Source Levels) et les emplacements des hydroliennes, la modélisation conduit au résultat cartographique ci-après (**composante 2 sur la Figure 5**). Les cartes présentent le niveau de bruit rayonné à différentes profondeurs par les 7 hydroliennes (niveau des sources) :

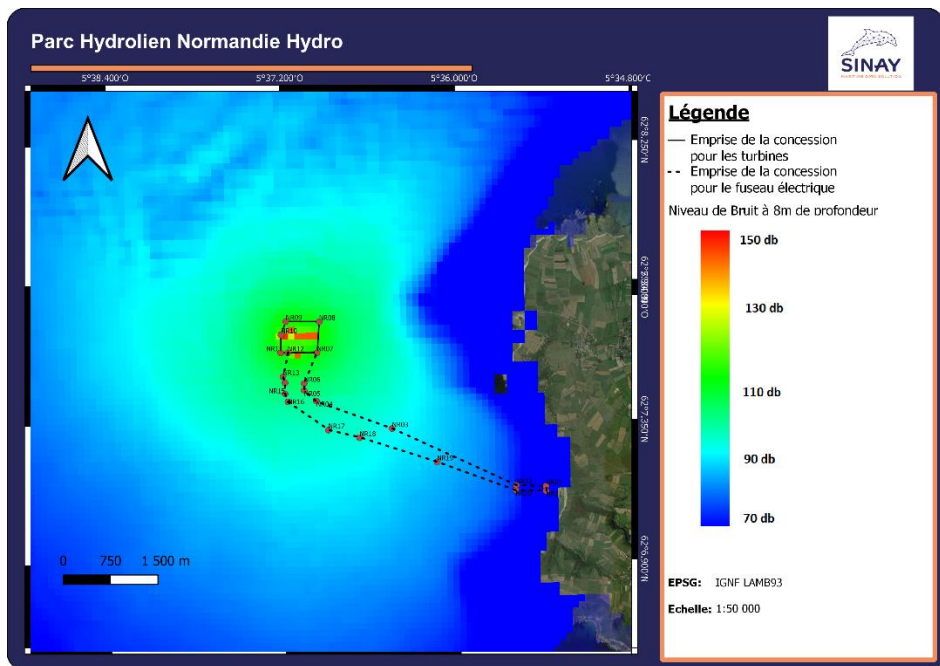
Surface



4 mètres



8 mètres



16 mètres

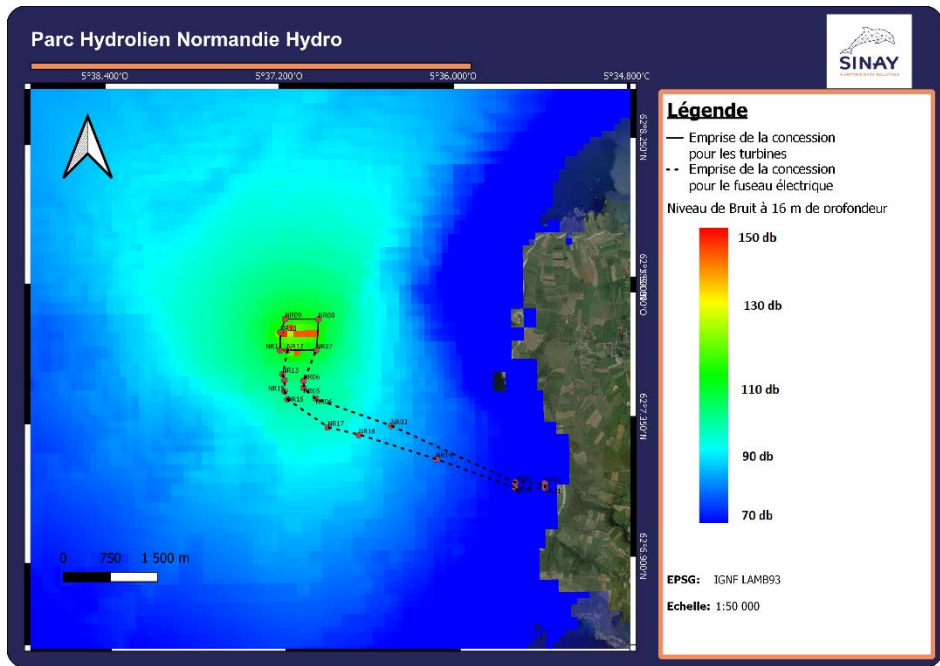


Figure 7: Cartographie du bruit produit par le parc d'hydrolienne en fonction de la profondeur

Les niveaux de bruits se répartissent de la manière suivante en partant de la source :

- Rayon d'environ 10 m autour de chaque source un niveau en orange correspondant à 130 dB.
- Rayon d'environ 1000 m autour du parc avec un niveau en jaune 110 dB
- Rayon d'environ 50 km vers le nord et 21 km vers le sud autour du parc avec un niveau en bleu foncé avec un niveau de bruit à 85 dB.

Remarque : c'est la basse bathymétrie qui limite la propagation vers le sud car elle absorbe l'énergie des ondes acoustiques avec les multiples réflexions.

2.2.3 EMPREINTE ACOUSTIQUE

Cette partie du projet traite de la composante 2 (cf. schéma ci-avant Figure 5). La composante 2 ou empreinte acoustique utilise les résultats obtenus à partir de la composante 1 (cartographie des niveaux sonores créés par l'état initial acoustique réalisé précédemment).

Les objectifs principaux sont :

- Une comparaison entre les niveaux de bruits mesurés sur la zone d'étude et le bruit généré par la machine,
- Obtenir une cartographie représentant les zones géographiques où le niveau de bruit des machines en fonctionnement est supérieur au bruit de fond.

a. Comparaison entre les niveaux de bruits mesurés sur la zone d'étude et le bruit généré par la machine

La figure suivante présente des échantillons de l'évolution des niveaux RMS, du signal enregistré par l'hydrophone dans la zone d'étude pour la période d'enregistrement d'environ 8 h. Sur la figure, la période couverte est mentionnée, la valeur moyenne et la médiane sont également donnés :

- **Médiane** : 120 dB
- **Moyenne** : 125 dB
- **Ecart type** : +/- 7dB

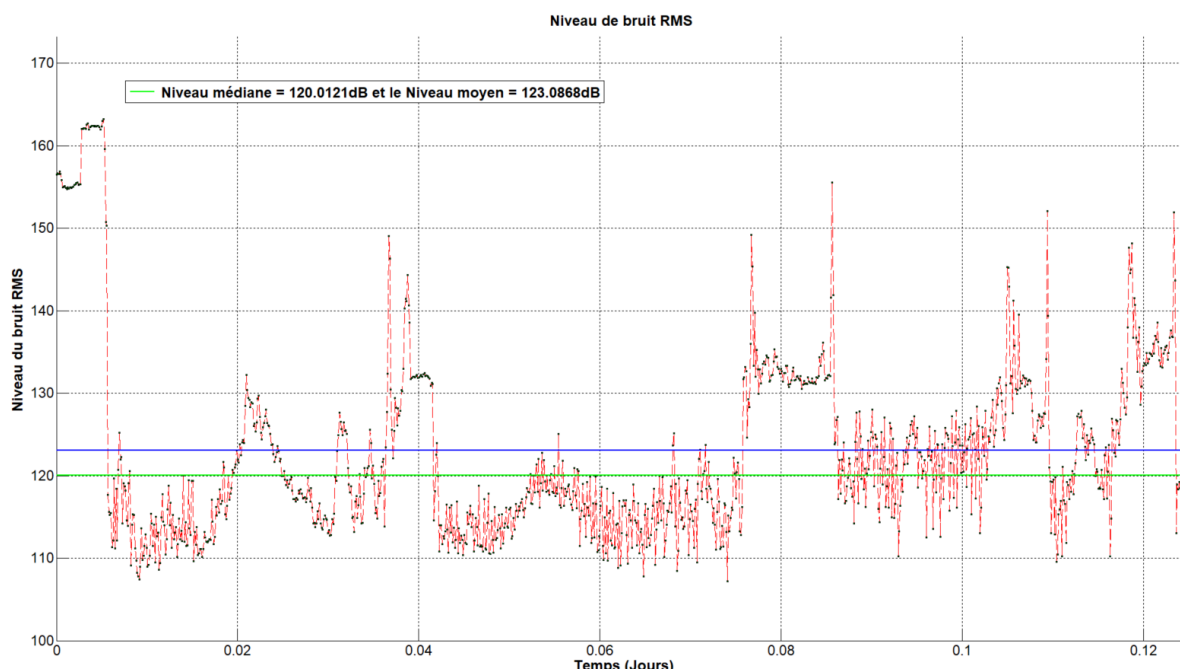


Figure 8: Niveau RMS (root mean square) ou le niveau de bruit moyen du bruit ambiant durant l'enregistrement réalisé sur la zone d'étude.

Afin d'avoir une vision plus fine de la distribution spatiale du bruit durant toute la période de l'étude, l'ensemble des cartes calculées ont été étudiées avec des méthodes statistiques. Pour cela, les cartes de bruit dans la zone d'étude sont établies et présentées par percentile. Leur définition est donnée par la norme internationale ISO 1996-1 : 2003 (E), spécifiant les percentiles comme les niveaux de dépassement. Selon cette définition, le percentile N est le niveau de bruit dépassé pendant N % du temps de la période d'étude. Par conséquent, les niveaux exprimés en percentiles montrent pour chaque point de la zone d'étude combien de temps un niveau de bruit est dépassé au cours de la période d'étude.

Des calculs statistiques réalisés, sont basés sur les résultats des percentiles pour chaque saison de l'année 2019.

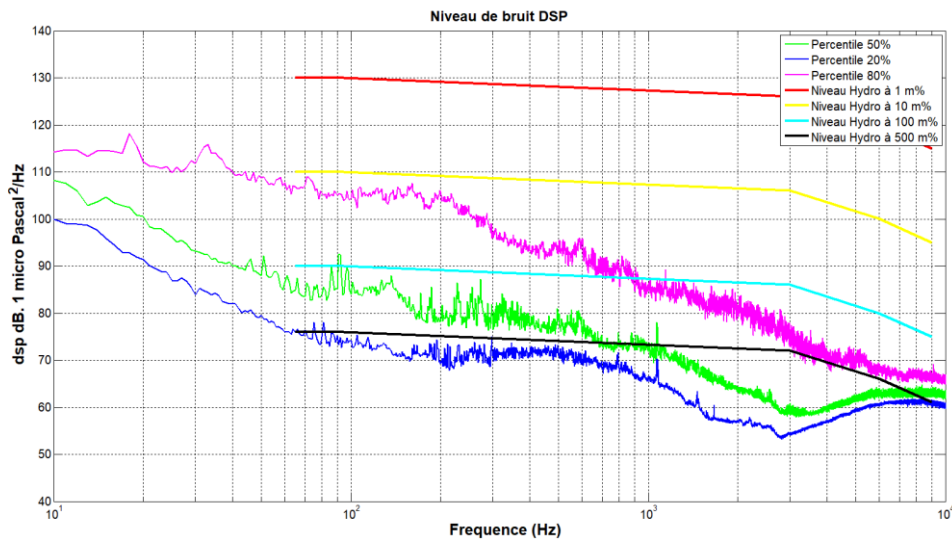


Figure 9: Comparaison du Niveau de bruit ambiant avec le bruit des hydroliennes à différents rayon

Selon l'échantillon du temps enregistré, nous avons comparé le niveau de bruit ambiant avec celui de la ferme d'hydroliennes avec différents rayon (à 1, 10, 100 et 500m). Nous avons constaté que le niveau de bruit rayonné par la ferme à 500 m se situe entre le niveau de bruit pendant 50% et 20% du temps pour les basses fréquences et légèrement supérieur pour mes moyennes fréquences mais il reste inférieur au percentiles 20%. Le niveau de bruit à 100 m se situe entre les niveaux de bruit ambiant pendant 50 % et 80 % du temps pour les basses fréquences et supérieur à ce niveau dans les moyenne fréquences.

Le niveau à 10 ou 1m dépasse le niveau de bruit ambiant mais il n'atteint pas les seuils PTS ou TTS.

Dans notre analyse, nous avons également comparé le niveau de bruit de la ferme avec celui des navires pouvant passer potentiellement à proximité de la zone d'étude rapprochée (échelle du Raz Blanchard) ou éloignée (échelle de la Manche).

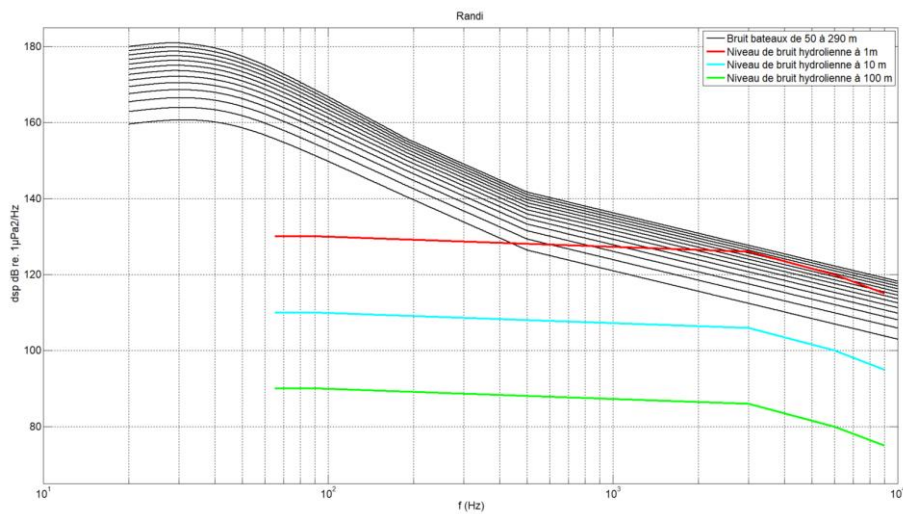


Figure 10 : Comparaison du Niveau de bruit des hydroliennes à différents rayon avec différents types de navire allant de 50m à 290m.

Nous constatons que le niveau de bruit à la source (1m - rouge) est inférieur à un bateau de 50 m dans les basses fréquences et comparable avec un niveau de bruit d'un bateau de 200 m dans les moyennes fréquences entre 3000 et 9000 Hz. A 10 m - bleu de la source est inférieur au bruit des bateaux sur la zone.

b. Obtenir une cartographique représentant les zones géographiques où le niveau de bruit des machines en fonctionnement est supérieur au bruit de fond « ambiant »

La carte ci-dessous pour mémoire, représente les niveaux de bruit sur la zone d'étude à 50% de percentile pour la saison d'été.

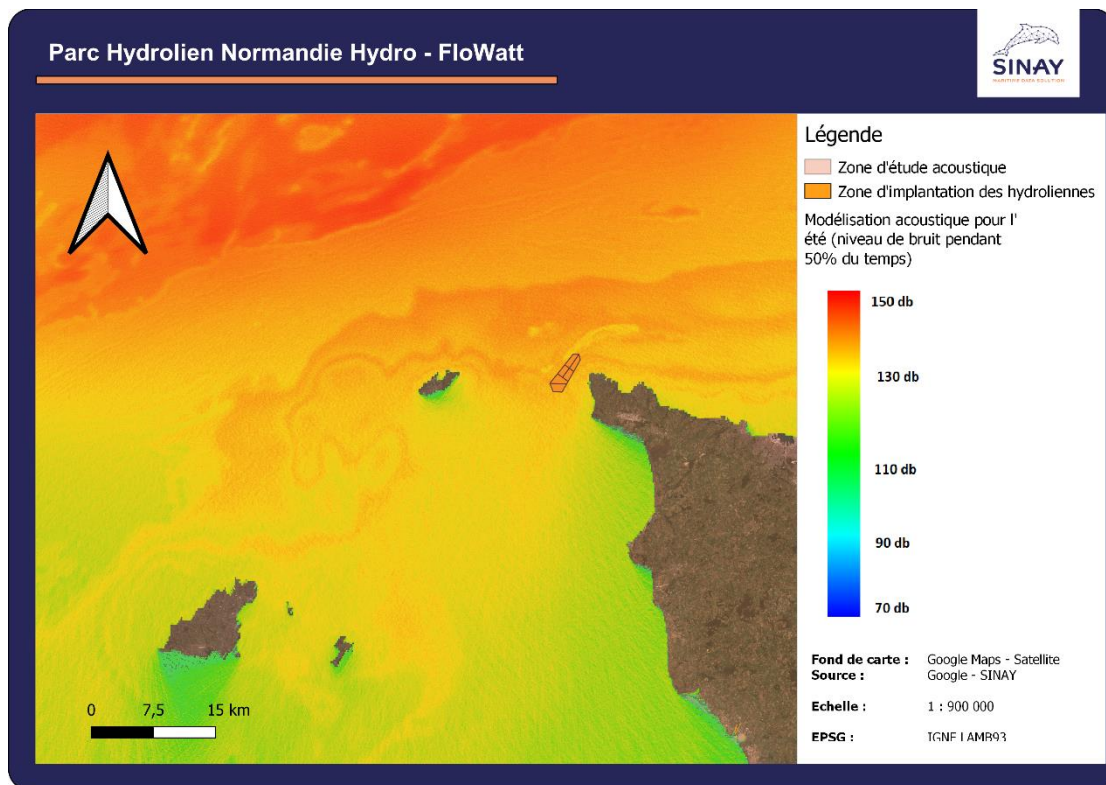


Figure 11 : Cartes du bruit ambiant durant 50% du temps sur la zone d'étude

Le résultat de comparaison entre la carte de bruit ambiant (Figure 11) et la carte de bruit généré par les hydroliennes Figure 7 est illustré dans la Figure 12. L'empreinte acoustique de la ferme hydrolienne est très faible, environ 50 m autour du parc est supérieur au niveau de bruit ambiant (P50 %) et ce niveau de bruit ne dépasse pas les 137 dB (l'équivalent d'un bateau de pêche).

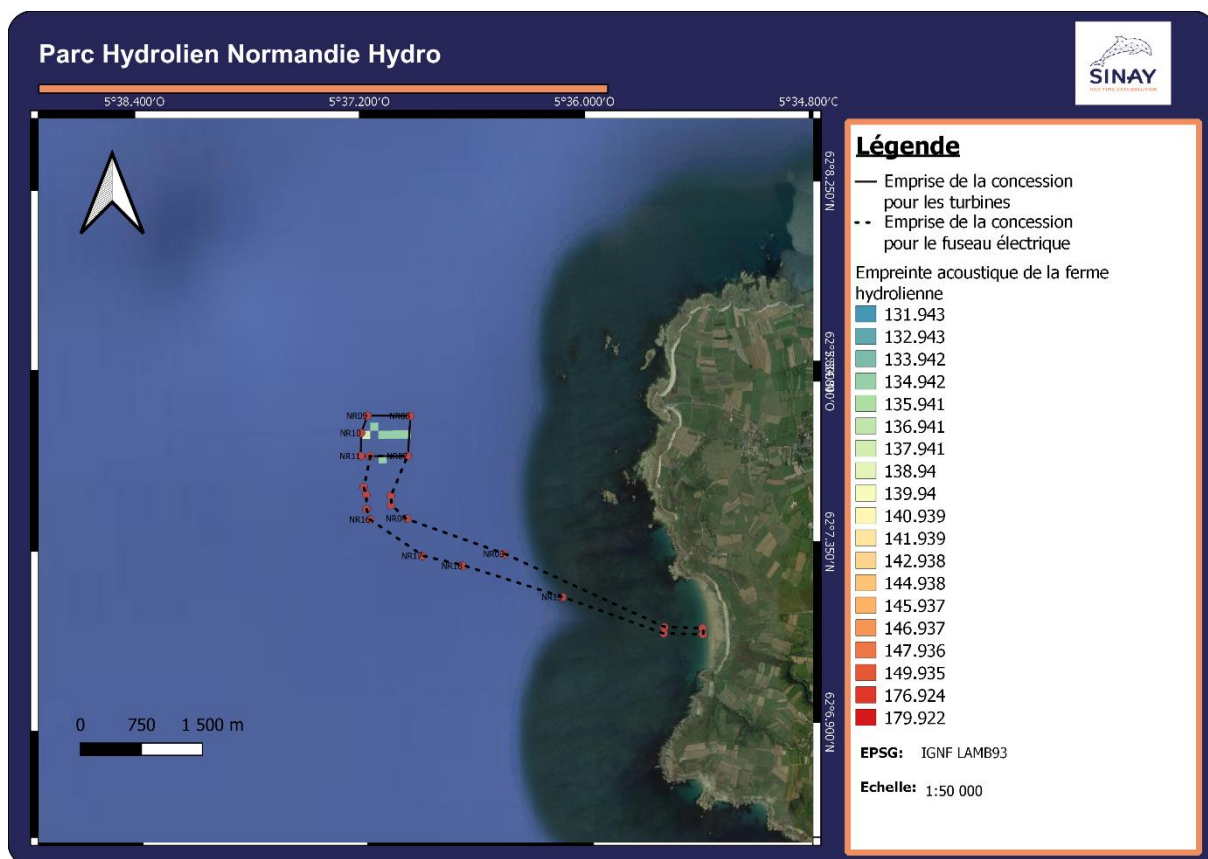


Figure 12: Empreinte acoustique du parc d'hydroliennes

Pour une meilleure compréhension des effets acoustique du parc, nous avons comparé les niveaux de bruit aux différents percentiles sur les emplacements des futures hydroliennes (de 1 à 7) et le niveau de bruit maximale généré par ces appareils ainsi qu'autour d'un rayon de 10 m dans la figure ci-dessous.

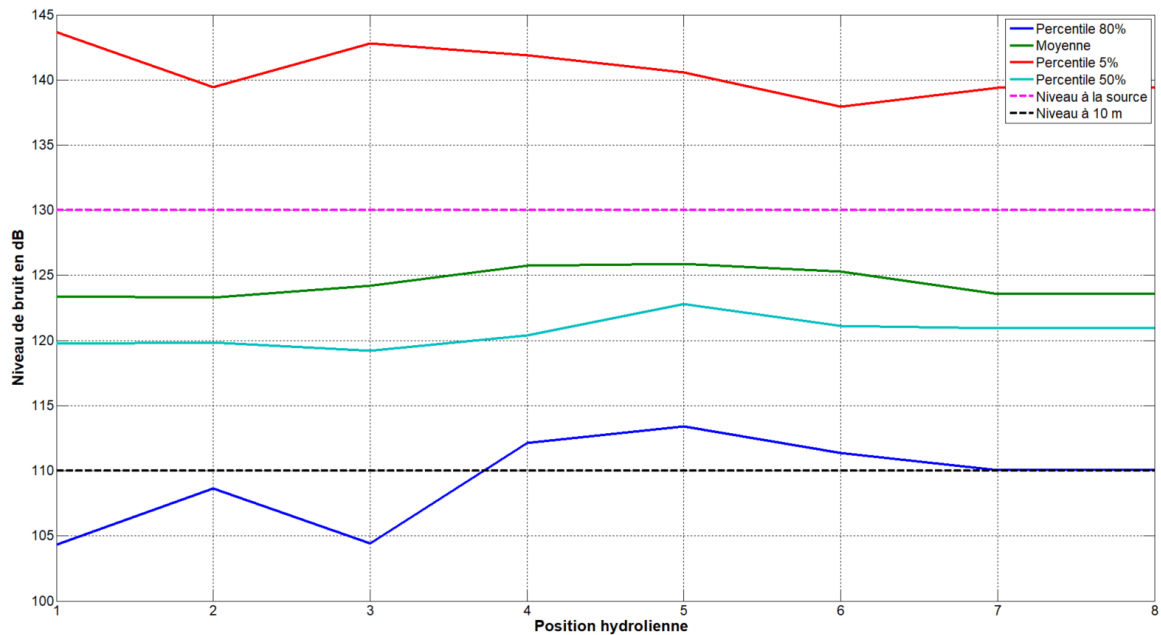


Figure 13: Niveau du bruit ambiant en percentiles pour chaque position d'hydrolienne et le niveau de bruit des hydroliennes à 1 et 10 mètres.

Les analyses de la Figure 13 confirment les résultats de la cartographie de l'empreinte acoustique. Le niveau de bruit des hydroliennes est légèrement supérieur au niveau de bruit ambiant pendant 50% du temps. Et il est l'équivalent du niveau de bruit à la percentile 80 % seulement à 10 m de la source.

L'empreinte acoustique de la ferme hydrolienne est très faible. En effet, cette empreinte acoustique est « visible » à seulement 50 m de la source. Au-delà d'un rayon de 50 m l'empreinte acoustique se fond dans le bruit ambiant.

3 IMPACT POTENTIEL DE LA FERME SUR L'ENVIRONNEMENT

3.1 RAYON D'AUDITION DES ESPECES SENSIBLES EN FONCTION DES FREQUENCES EMISES

Les audiogrammes des espèces sensibles au bruit anthropiques sont présentés sur le graphe ci-après.

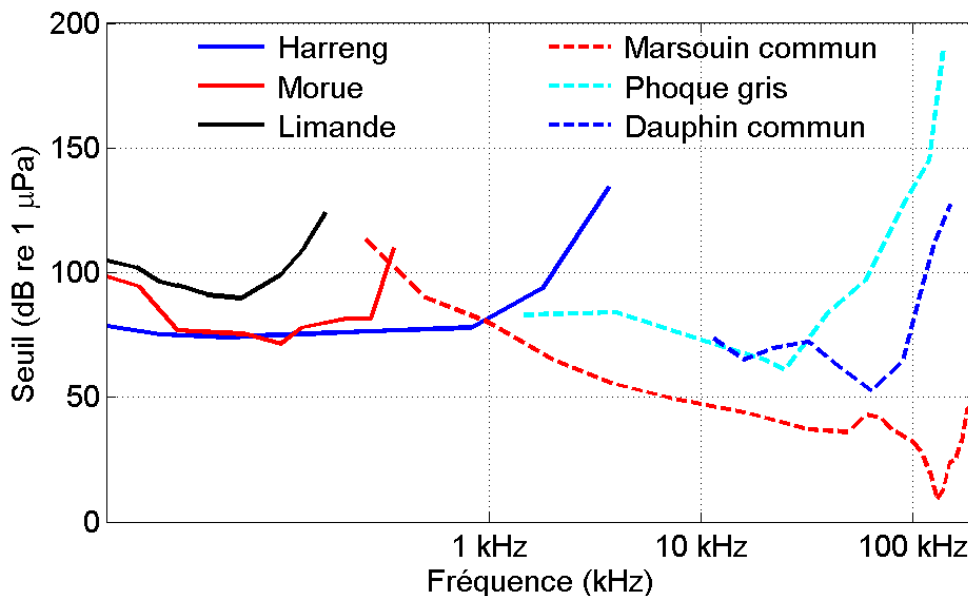


Figure 14: Les audiogrammes des espèces sensible au bruit acoustique

Dans l'analyse qui suit nous avons pris l'espèce la plus sensible et se trouvant potentiellement sur la zone d'étude rapprochée. La comparaison des niveaux du niveau du signal émis par l'hydrolienne et l'audiogramme du marsouin montre que cette espèce est capable d'entendre les fréquences émises par la ferme hydrolienne dans un rayon maximum de 500m dans le cas d'absence du bruit ambiant (trafic maritime). Au-delà, ces fréquences ne sont pas perceptibles par les animaux.

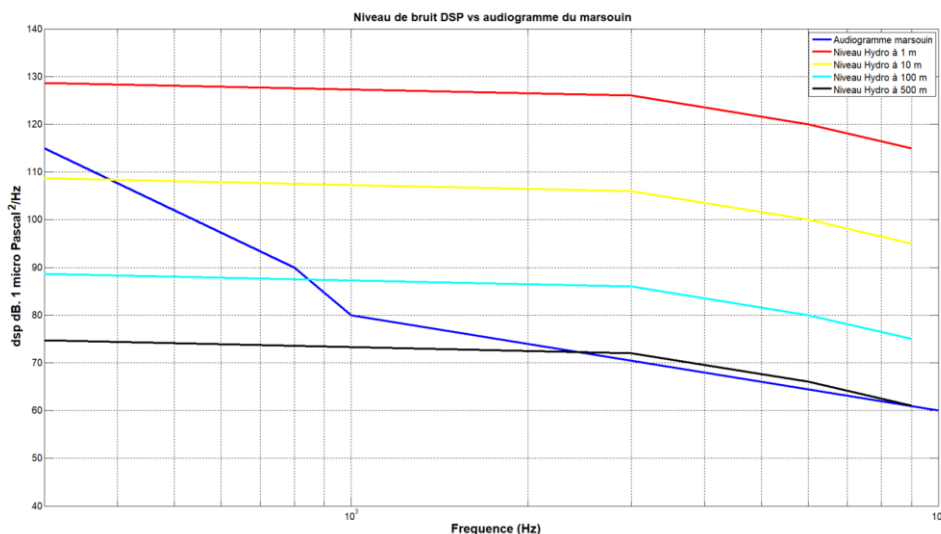


Figure 15: Comparaison entre l'audiogramme du marsouin (en bleu) et le bruit généré par l'hydrolienne à différents rayons de la source

3.2 IMPACT SUR LES ESPÈCES

3.2.1 RAPPEL SUR LES INDICATEURS POUR CARACTERISER LES IMPACTS SONORES

Le niveau SEL (Sound Exposure level) renseigne sur le niveau d'exposition sonore durant un intervalle de temps. Elle correspond à l'énergie totale du bruit, produite à partir d'un seul événement de bruit. Cet indicateur est utile pour estimer l'impact de bruit de chaque événement sonore sur les espèces présentes sur la zone d'étude (mammifères marins, les poissons, les invertébrés, etc..).

Cet indicateur est utilisé dans cette étude pour mesurer l'impact sur les différentes classes des espèces marine présente sur la zone d'étude.

3.2.2 CLASSIFICATION DES MAMMIFERES EN FONCTION DE LEUR SENSIBILITE

Les mammifères marins et les pinnipèdes peuvent être répertoriés en quatre classes selon leur sensibilité et bande auditif. Les espèces de la même classe ont une similarité au niveau de la sensibilité et les seuils d'impact temporaire et permanentes.

Groupes d'audition de mammifères marins.	Portée d'audience généralisée
Cétacés de basse fréquence (FL) (Exemple : Baleines)	7 Hz to 35 kHz
Cétacés de moyenne fréquence (MF) (Exemple : Dauphins, baleines à dents, baleines à bec, baleines à bec)	150 Hz to 160 kHz
Cétacés à haute fréquence (HF) (Exemple : Marsouins, Kogia, dauphins)	275 Hz to 160 kHz
Pinnipèdes phocidés (sous l'eau) (Exemple : Phoques)	50 Hz to 86 kHz

Figure 16: tableau de classification des mammifères en fonction de leur sensibilité à des gammes de fréquence

Les audiogrammes (portée d'audience généralisée) et les seuils d'impact des espèces marines sont présentés dans les tableaux ci-dessous.

	Type d'impact acoustique	Type de son	Cétacés basse fréquence	Cétacés moyenne fréquence	Cétacés haute fréquence	Pinnipède Phocidés
NOAA 2016	PTS	Impulsif	219 dB re.1µpa 183 dB re.1µpa ² s	230 dB re.1µpa 185 dB re.1µpa ² s	202 dB re.1µpa 155dB re.1µpa ² s	218 dB re.1µpa 185 dB re.1µpa ² s
		Non Impulsif	199 dB re.1µpa ² s	198 dB re.1µpa ² s	173 dB re.1µpa ² s	201 dB re.1µpa ² s
	TTS	Impulsif	204 dB re.1µpa 168 dB re.1µpa ² s	215 dB re.1µpa 170 dB re.1µpa ² s	187 dB re.1µpa 140 dB re.1µpa ² s	203 dB re.1µpa 170 dB re.1µpa ² s
		Non Impulsif	179 dB re.1µpa ² s	178 dB re.1µpa ² s	153 dB re.1µpa ² s	181 dB re.1µpa ² s

Figure 17: Les seuils des impacts temporaires et permanentes des mammifères marins selon la référence NOAA 2016

- Pour l'indicateur SPL : dB re.1 μ pa
- Pour l'indicateur SEL : dB re.1 μ pa²s (24 h)

3.2.3 LE NIVEAU PERÇU ET LES RAYON D'IMPACT SUR LES DIFFÉRENTS ESPÈCES

La plupart des animaux, y compris les humains, les mammifères marins et les poissons, ont une sensibilité variable aux sons de différentes fréquences. Parce que les animaux n'entendent pas aussi bien à toutes les fréquences, la pondération fréquentielle est une méthode pour rendre compte quantitativement de ces sensibilités différentes, en particulier lorsqu'on examine si un son peut affecter l'audition d'un animal.

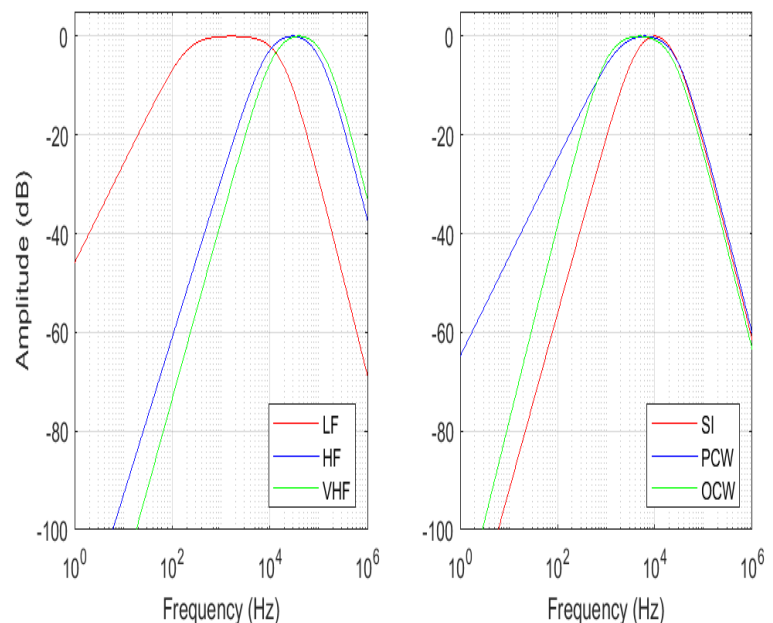
Des courbes d'intensité sonore égale sont utilisées pour déterminer l'intensité sonore perçue pour les sons à différentes fréquences. Par exemple, l'intensité sonore relative doit être beaucoup plus grande pour qu'un son de basse fréquence (par exemple, 100 Hz) soit perçu aussi fort qu'un son à une fréquence que les humains entendent bien, comme 1 000 Hz.

En raison de la difficulté d'entraîner les mammifères marins à obtenir des données de sonie égales, une seule étude a été menée¹. Au lieu de cela, la pondération fréquentielle des mammifères marins est traditionnellement basée sur des audiogrammes.

L'effet net de la pondération fréquentielle est que les sons à des fréquences autres que celles auxquelles un animal est le plus sensible doivent être plus forts pour avoir le même niveau d'impact potentiel qu'un son à une fréquence à laquelle un animal est plus sensible.

Ci-dessous les filtres bande appliquée pour chaque classe d'espèces et qui sont calculé à partir de la fonction de perception sur chaque fréquence de 1hz à 100 kHz.

Groupe de mammifères marins
Cétacés "basse fréquence" (LF)
Cétacés "Moyenne fréquence" (HF)
Cétacés "très haute fréquence" (VHF)
Sirénien (SI)
Phoque carnivore dans l'eau (PCW)
Autre carnivore dans l'eau (OCW)



¹

Finneran, JJ et Schlundt, CE (2011). Mesures subjectives du niveau sonore et contours sonores égaux chez un grand dauphin (Tursiops truncatus). The Journal of the Acoustical Society of America, 130 (5), 3124-3136. <https://doi.org/10.1121/1.3641449>

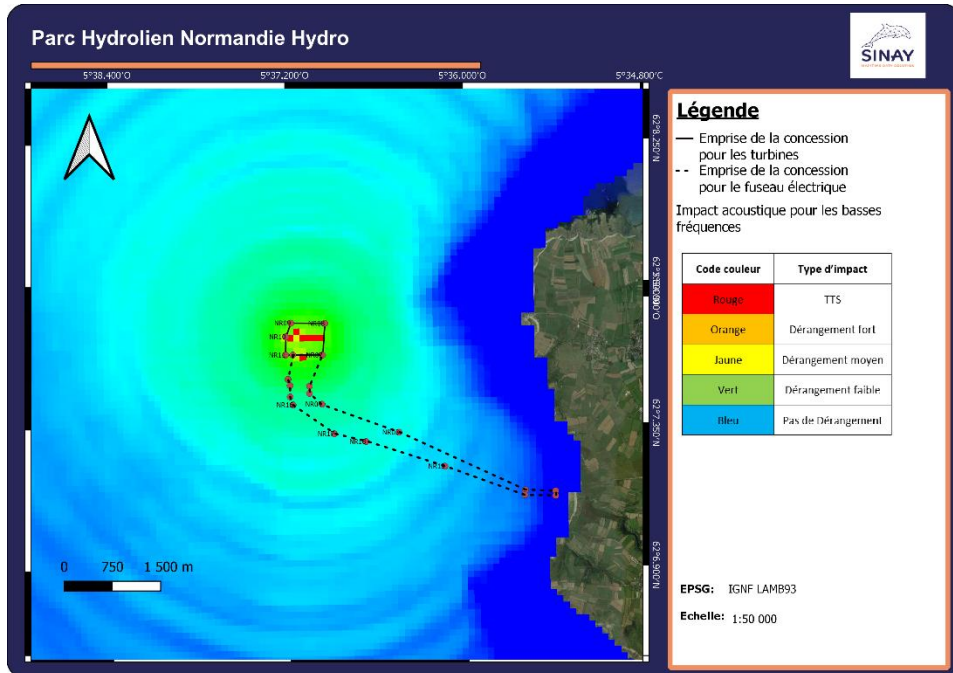
Remarque : pour l'étude d'impact avec le bruit en continu nous n'avons que des seuils de 24 h. Donc nous supposons que les mammifères marins restent immobiles durant les 24 h et cumule l'énergie acoustique dans ce rayon. Ces cartes montrent le pire scénario possible.

Ces cartes sont présentées par classe d'espèces.

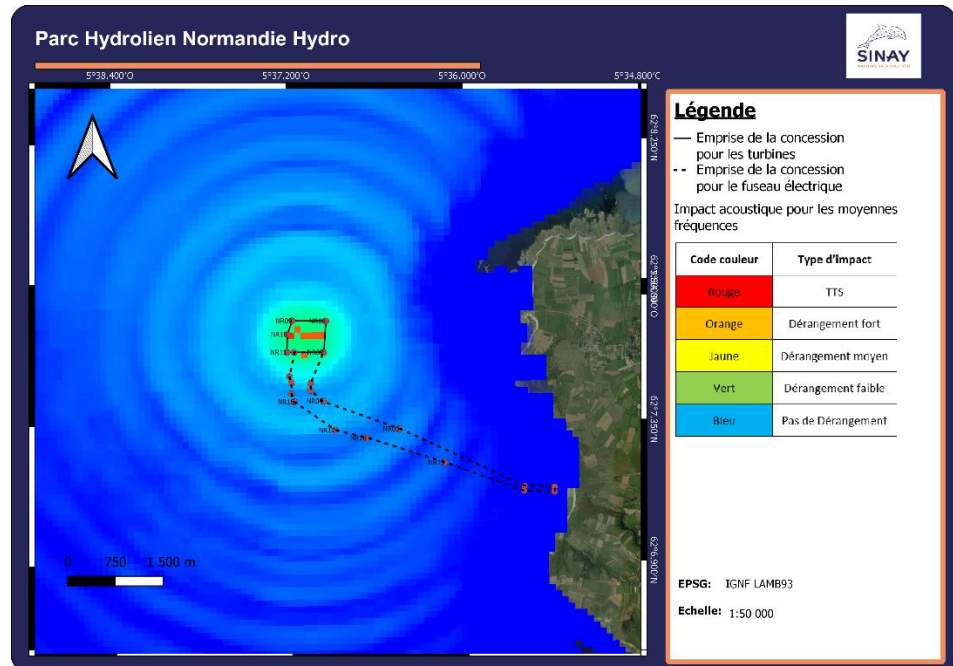
Code couleur	Type d'impact
Rouge	TTS
Orange	Dérangement fort
Jaune	Dérangement moyen
Vert	Dérangement faible
Bleu	Pas de Dérangement

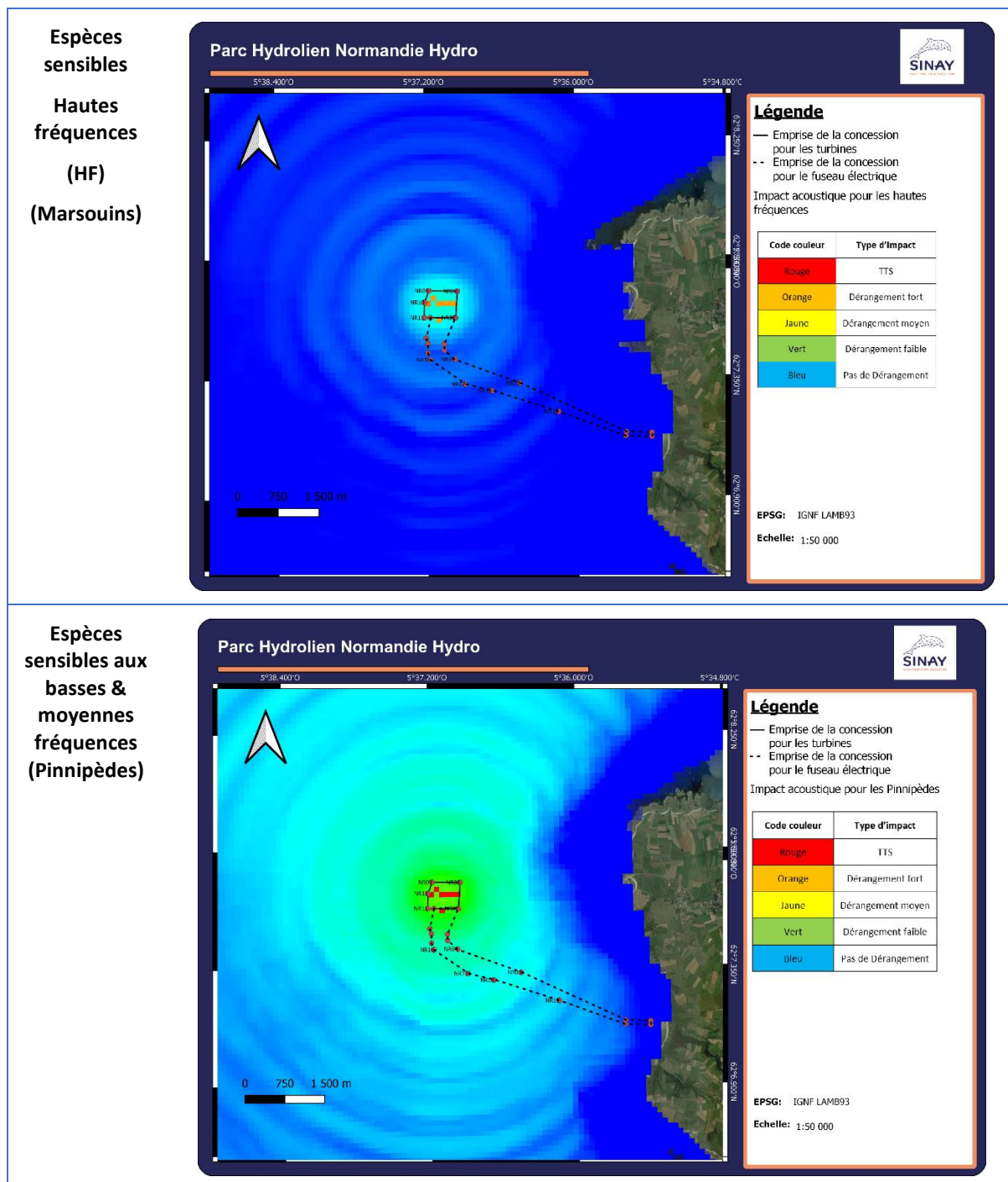
Figure 18: Echelle des impacts sur les mammifères

Espèces sensibles aux Basses fréquences (LF)



Espèces sensibles Moyennes fréquences (MF)





4 CONCLUSION

Cette étude montre que les effets de la ferme d'hydroliennes sont limités dans l'espace (cf. chapitre rayon maximum 10m). Au-delà du rayon, le bruit ambiant (50% du temps) dépasse les niveaux de bruit émis par les turbines de la ferme. En ce qui concerne, les impacts potentielles (PTS) et (TTS) sont nuls car les niveaux perçus par les animaux (toutes les classes de mammifères) n'atteignent jamais les seuils de sensibilité (NOAA).

Le rayon d'impact (avec perte temporaire d'audition) ne dépasse pas 50m (TTS) autour de la source sonore pour l'ensemble des classes d'animaux identifiés pouvant fréquenter la zone d'étude rapprochée. Pour des dérangements forts, le rayon depuis la source sonore est d'environ 150m. Les dérangements moyens se situent aux alentours de 300m. Ces résultats issus de la modélisation auront une occurrence statistique faible à nulle car ces impacts pourraient se produire uniquement dans le cas où l'espèce cible se trouve dans ces conditions pendant 24H sans bouger en continu.