Ailes Marines S.A.S
créée par

Étude acoustique aerienne pour l'implantation du parc eolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc

setec international

Indice	Date	Nature de l'évolution	Rédaction	Vérification	Validation
A00	26/02/2015	Création	D. MEZZALTARIM	S. SOUCHON	C. Houise
B00	10/03/2015	Prise en compte des remarques d'InVivo	D. MEZZALTARIM	S. SOUCHON	C. Houise
C00	25/03/2015	Prise en compte des remarques d'Ailes Marines	D. MEZZALTARIM	S. SOUCHON	C. Houise

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION 5

1.1. Préambule 5

1.2. Contexte de l'étude 5

1.3. Description du projet 6

1.4. Notions d'acoustique 9

2. METHODOLOGIE 20

2.1. Objectifs 20

2.2. Aire d'étude 24

2.3. Caractérisation de l'état initial 25

2.4. Contribution acoustique du parc éolien 33

3. EVALUATION DES IMPACTS 38

3.1. Etat sonore initial 38

3.2. Phase exploitation 44

3.3. Phase construction et démantèlement 48

3.4. Analyse et conclusion 50

4. ANNEXE 1 : COORDONNEES DES ELEMENTS DU PARC 51

5. ANNEXE 2 – DETAILS SUR LES MESURES DE BRUIT 52

5.1. déroulement 52

5.2. Méthodologie 52

5.3. Appareillage utilisé 53

5.4. Conditions météorologiques 55

5.5. Analyse des mesures 58

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Schéma de principe du fonctionnement électrique du parc éolien en mer – document Ailes Marines 6
Figure 2 : Schéma de principe d'une fondation de type jacket – document Ailes Marines 7
Figure 3 : Localisation de la zone potentielle d'implantation – document Ailes Marines 8
Figure 4 : Exemple de spectre sonore 9
Figure 5 : Echelle de niveaux sonores 10
Figure 6 : Addition de deux sources de bruit – exemple 1 10
Figure 7 : Addition de deux sources de bruit – exemple 2 11
Figure 8 : Addition de deux niveaux sonores selon leur différence en dB 11
Figure 9 : Exemple de valeur des indicateurs LAeq (7h-22h) et LAeq (22h-7h) 12
Figure 10 : Exemple d'émergence d'un bruit particulier 13
Figure 11 : Exemple de spectres de bruit ambiant et de bruit résiduel pour le calcul de l'émergence spectrale 14
Figure 12 : Propagation d'un son depuis la source d'émission vers le récepteur 14
Figure 13 : Répartition dans l'espace de l'énergie acoustique produite par une source de bruit 15
Figure 14 : Décroissance des niveaux de bruit avec la distance 15
Figure 15 : Protection par écran ou merlon 16
Figure 16 : Exemple de conditions météorologiques conduisant à atténuer le bruit 17
Figure 17 : Exemple de conditions météorologiques conduisant à renforcer le bruit 17
Figure 18 : Principe d'un logiciel de modélisation acoustique 18
Figure 19 : Emergence globale admissible par période 20
Figure 20 : Termes correctifs applicables à l'émergence maximale admissible (périodes diurne et nocturne) 20
Figure 21 : Emergence admissible par fréquence 20
Figure 22 : Objectifs acoustiques – parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc 23
Figure 23 : Présentation de l'aire d'étude éloignée 24
Figure 24 : Classement sonore des infrastructures de transports terrestres dans l'aire d'étude 26
Figure 25 : Rose des vents – phare du Grand Léjon 27
Figure 26 : Mesures d'état initial – secteurs retenus 28
Figure 27 : Vues aériennes – points de mesures et implantation du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc En haut : vue d'ensemble des points de mesures – au milieu : vue du point n°1 vers le parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc – en bas : vue du point n°2 vers le parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc 30
Figure 28 : Navires utilisés pour la construction du parc – source Ailes Marines (Chap. 1 EIE Description du projet) 34
Figure 29 : Puissance acoustique de chaque éolienne 8 MW par bande d'octave, à 8 m/s 35
Figure 30 : Puissance acoustique globale de chaque éolienne 8 MW, selon la vitesse du vent 36
Figure 31 : Contribution sonore du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc en phase exploitation 44
Figure 32 : Contribution sonore du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc – phase construction-situation majorante 49
Figure 33 : Confrontation des objectifs et des résultats des analyses 50
Figure 34 : Coordonnées des éléments du parc – projection WGS 84 – UTM30N 51

1. INTRODUCTION

1.1. PREAMBULE

Le consortium Ailes Marines, constitué des sociétés Eole-RES et IBERDROLA, a été désigné lauréat en avril 2012 de l'appel d'offres éolien en mer lancé en juillet 2011 pour le lot de Saint-Brieuc. Le bureau d'études In Vivo, mandaté par Ailes Marines, est en charge des études environnementales. Le projet de parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc verra l'implantation de 62 éoliennes en mer de type Areva, pour une puissance totale installée de 496 MW.

Les études préliminaires ont été réalisées en 2011, suivies de 2012 à 2015 d'études complémentaires.
Une première version du dossier d'étude d'impact a été présentée aux services de l´Etat en avril 2014. Suite aux remarques émises lors de cette « pré instruction », un volet complémentaire relatif à l'acoustique aérienne a été intégré au dossier. Il porte sur l'impact à terre du bruit produit par la construction, l'exploitation et le démantèlement du parc éolien en mer.

1.2. CONTEXTE DE L'ETUDE

Dans le contexte de l'éolien en mer où les impacts sur l'environnement marin constituent un enjeu, le bruit perçu à terre pourrait paraître secondaire en raison de l'éloignement du parc éolien des côtes. Néanmoins, dans ces secteurs habités et très touristiques, une étude d'impact complète se veut d'intégrer un volet relatif à l'acoustique aérienne, afin de s'assurer que l'implantation du futur parc ne dégradera pas l'environnement sonore des résidents et des touristes lors des différentes phases.

L'étude acoustique, qui alimentera l'étude d'impact environnementale du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc, s'attachera à définir l'état sonore initial du site, à caractériser l'impact sonore des éoliennes lors de leur installation en phase chantier ainsi qu'en phase d'exploitation et de démantèlement, et à conclure sur la conformité vis-à-vis de la réglementation acoustique en vigueur. Pour les secteurs éventuellement affectés par le bruit en provenance du parc à la suite de cette étude, des mesures d'accompagnement pourront être mises en œuvre si cela s'avère nécessaire.

1.3. DESCRIPTION DU PROJET

Le parc éolien sera situé au large de la Baie de Saint-Brieuc, dans le département des Côtes-d'Armor. Situé à 16,3 km de la côte la plus proche, il comportera 62 éoliennes AREVA d'une puissance unitaire de 8 MW, un mât de mesure météorologique et une sous-station électrique.

Un réseau de câbles reliera les éoliennes à la sous-station électrique en mer, et une double liaison de câbles reliera cette sous-station électrique en mer à la station électrique terrestre. Le schéma ci-dessous illustre le principe de fonctionnement électrique du parc.

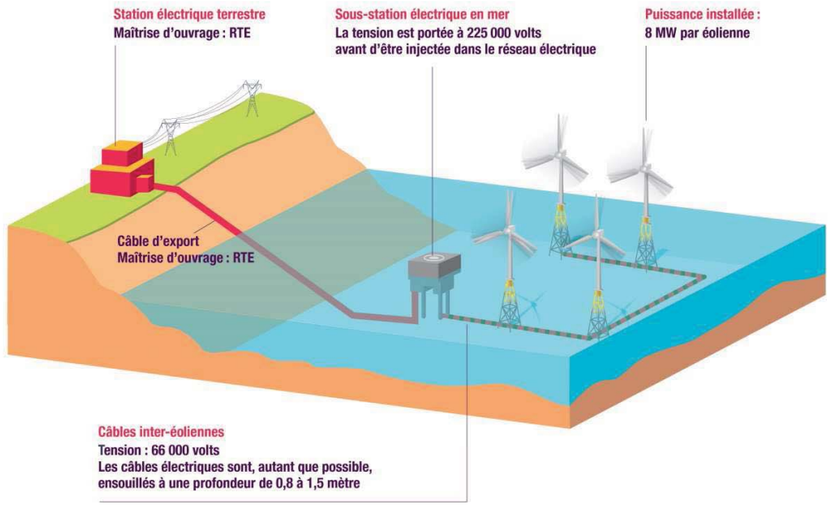


Figure 1 : Schéma de principe du fonctionnement électrique du parc éolien en mer – document Ailes Marines

Les éoliennes seront posées sur des fondations de type jacket. Il s'agit d'un treillis métallique fixé sur le fond par quatre pieux dont le diamètre est de 2 ou 2,5 mètres.

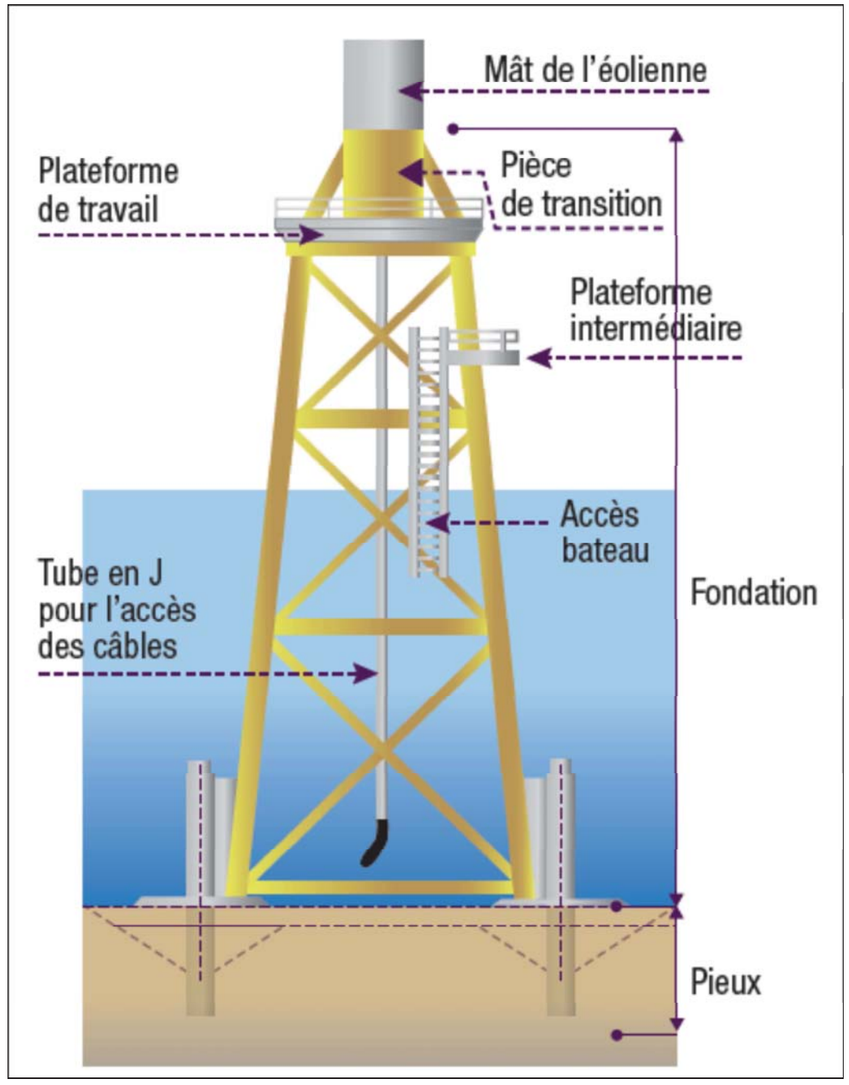
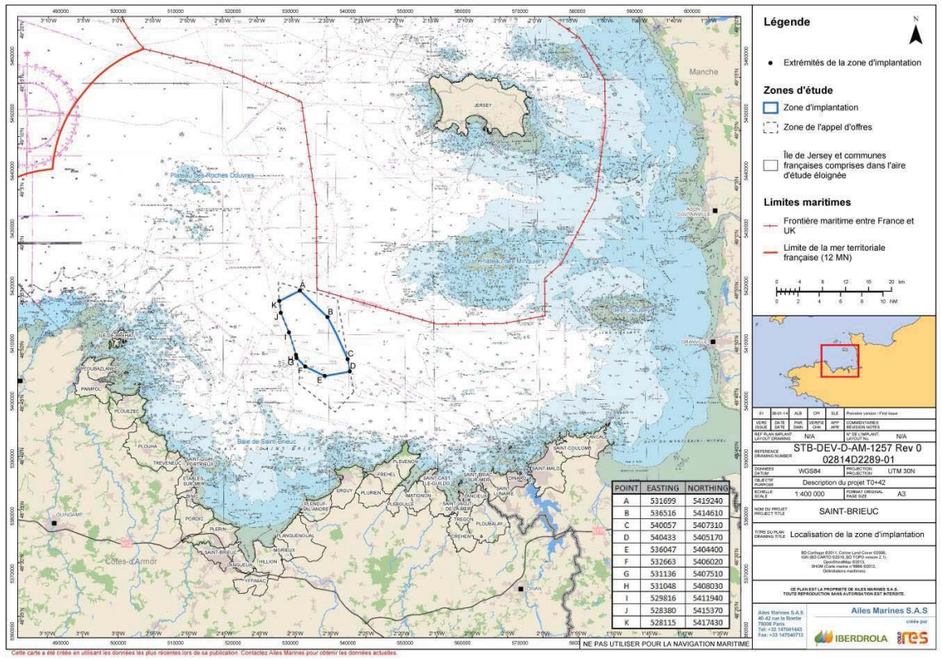


Figure 2 : Schéma de principe d'une fondation de type jacket – document Ailes Marines



POINT	EASTING	NORTHING
A	531699	5419240
B	536516	5414610
C	540057	5407310
D	540433	5405170
E	536047	5404400
F	532663	5406020
G	531136	5407510
H	531048	5408030
I	529816	5411940
J	528380	5415370
K	528115	5417430

Figure 3 : Localisation de la zone potentielle d'implantation – document Ailes Marines

1.4. NOTIONS D'ACOUSTIQUE

1.4.1. Qu'est-ce que le bruit ?

Le son est une onde se propageant dans l'air en le faisant vibrer, depuis la source sonore jusqu'au récepteur : les oreilles. La vibration des molécules d'air entraîne une vibration des tympans, qui se traduit par une sensation auditive. On parle de bruit pour décrire la perception, généralement désagréable, liée à un ensemble de sons non harmonieux.

Un bruit peut être caractérisé par plusieurs critères objectifs, comme le niveau (ou volume : faible, fort), la fréquence (ou hauteur : grave, aiguë) et la durée d'apparition.
La répartition en fréquence d'un bruit est appelée « spectre », elle reflète la proportion de composantes graves, médium ou aigües qui le caractérisent. Généralement, pour un bruit dans l'environnement, on utilise un spectre compris entre 63 et 8 000 Hz ou entre 125 et 4000 Hz.

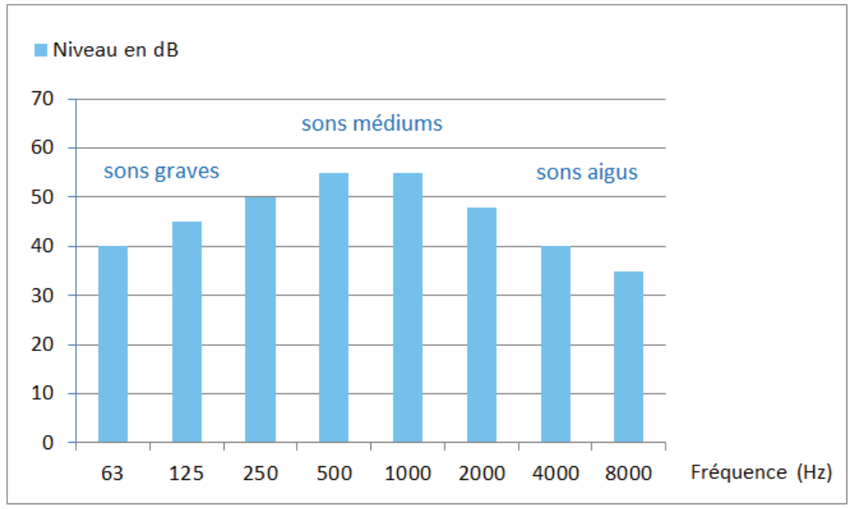


Figure 4 : Exemple de spectre sonore

L'échelle usuelle pour mesurer le bruit est une échelle logarithmique, qui traduit la sensibilité de l'oreille humaine aux variations de pression associées à la vibration des molécules d'air. Les niveaux sonores sont ainsi exprimés en décibels (dB). Les fréquences graves et aiguës ne sont pas perçues de la même manière par l'oreille humaine, un filtre est appliqué à la valeur en décibels pour tenir compte de cette particularité. On parle alors de décibels « A », notés dB(A).

Le schéma ci-après représente quelques exemples de niveaux sonores associés à des bruits de la vie courante et la sensation auditive associée.

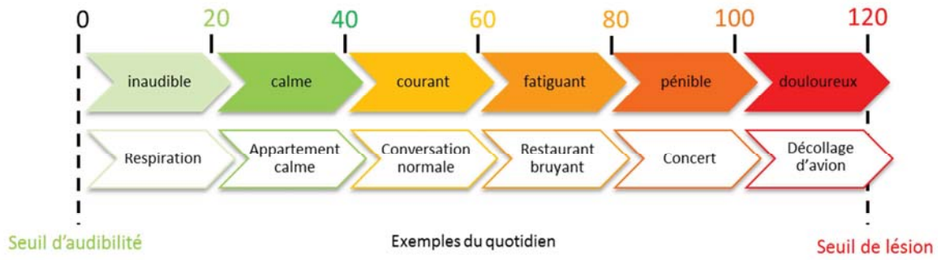


Figure 5 : Echelle de niveaux sonores

A retenir :
L'unité utilisée pour exprimer les bruits est le dB(A) ; elle prend en compte la perception de l'oreille humaine et la sensation auditive associée.

1.4.2. Une arithmétique particulière

Les opérations sur les décibels ne sont pas intuitives, car ceux-ci sont issus d'une échelle logarithmique.

Par exemple :

- si on additionne deux sources de bruit de 70 dB(A), le résultat donne 73 dB(A) et non pas 140.

Figure 6 : Addition de deux sources de bruit – exemple 1

- si on additionne une source de bruit de 70 dB(A) et une source de bruit de 85 dB(A), le résultat global reste de 85 dB(A) (la plus bruyante masquant la moins bruyante).

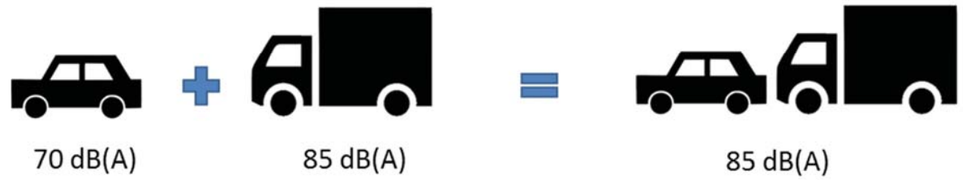


Figure 7 : Addition de deux sources de bruit – exemple 2

Le tableau ci-après donne avec plus de détails la correction à ajouter au niveau sonore le plus élevé, en fonction de la différence entre les deux niveaux sonores à additionner. En acoustique environnementale, les niveaux sonores sont généralement arrondis au ½ dB le plus proche.

Différence entre 2 niveaux sonores	Correction à ajouter au niveau le plus élevé
0	3,0
1	2,5
1,5	2,3
2	2,1
2,5	1,9
3	1,8
4	1,5
5	1,2
6	1,0
7	0,8
8	0,6
9	0,5
10	0,4
12	0,3
14	0,2
16	0,1
18	0,1
20	0,1

Figure 8 : Addition de deux niveaux sonores selon leur différence en dB

1.4.3. Les indicateurs réglementaires

Le bruit est un phénomène fluctuant : les niveaux de bruit générés par une source sonore changent généralement à chaque instant.

Afin de décrire les effets du bruit sur l'homme, des indicateurs ont été élaborés. On utilise le LAeq, niveau sonore équivalent en dB(A), pour caractériser avec une seule valeur un niveau de bruit fluctuant : il s'agit du niveau énergétique moyen sur une période donnée. Pour les bruits dans l'environnement, les deux périodes considérées sont le jour, entre 7h et 22h, et la nuit, entre 22h et 7h.

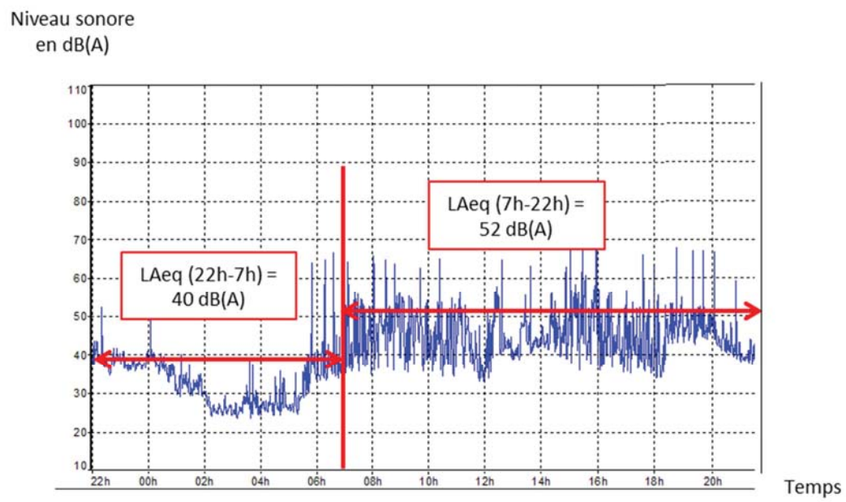


Figure 9 : Exemple de valeur des indicateurs LAeq (7h-22h) et LAeq (22h-7h)

On utilise également les indices fractiles, notés Ln, qui représentent le niveau sonore dépassé n% du temps lors d'une mesure de bruit. Par exemple, le L50 est le niveau de bruit dépassé 50% du temps pendant la mesure.

1.4.4. Emergence

Le bruit résiduel, sur un site donné, est constitué de l'ensemble des bruits habituels qui caractérisent son environnement sonore : vent dans la végétation, avifaune, activités humaines quotidiennes…

On appelle bruit particulier un bruit produit par une source spécifique, qu'on cherche à étudier. Généralement c'est une source de nuisances potentielles ; il peut s'agir par exemple du bruit dû à une usine, à un équipement de ventilation…

Le bruit ambiant est le bruit total, sur un site et à un instant donné, qui comporte le bruit particulier.

L'émergence se définit comme la différence entre le bruit ambiant et le bruit résiduel.

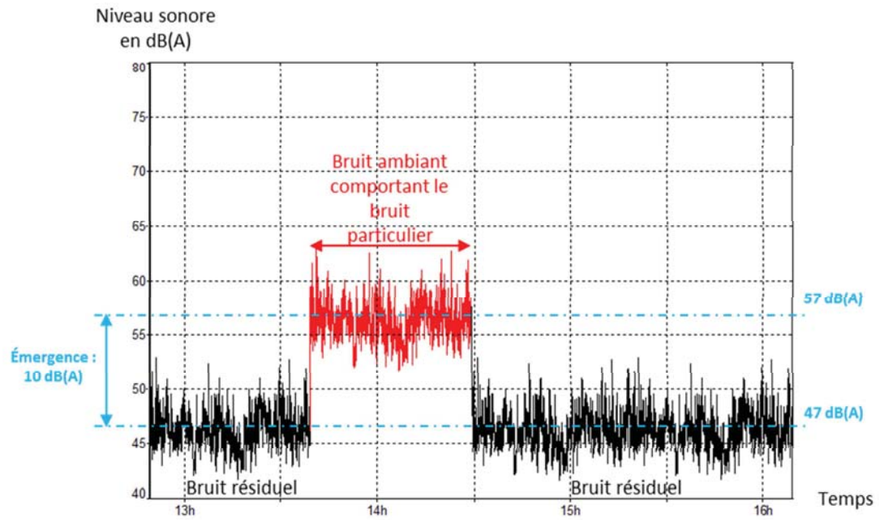


Figure 10 : Exemple d'émergence d'un bruit particulier

L'émergence spectrale est définie comme la différence entre le niveau de bruit ambiant, dans une bande d'octave, et le niveau de bruit résiduel, dans la même bande d'octave.
Le graphique ci-dessous illustre cette définition : dans l'exemple présenté, à 250 Hz, le niveau de bruit ambiant est de 60 dB, et le niveau de bruit résiduel est de 50 dB. L'émergence, à 250 Hz, est donc de 60 – 50 = 10 dB.

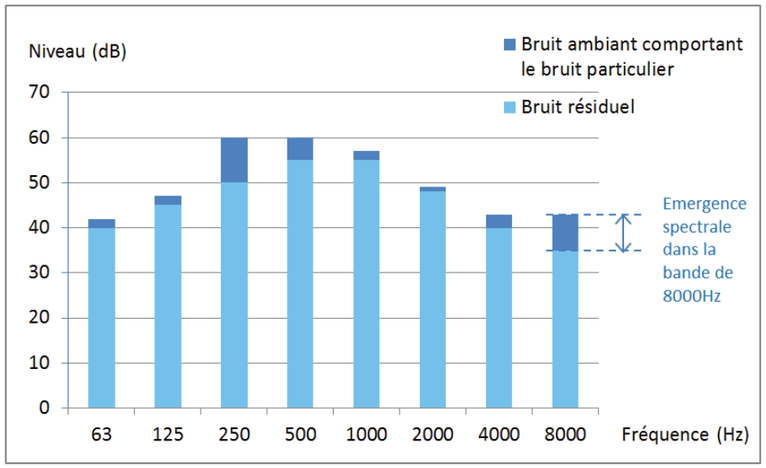


Figure 11 : Exemple de spectres de bruit ambiant et de bruit résiduel pour le calcul de l'émergence spectrale

1.4.5. Les phénomènes en jeu

Le bruit : propagation de la source au récepteur

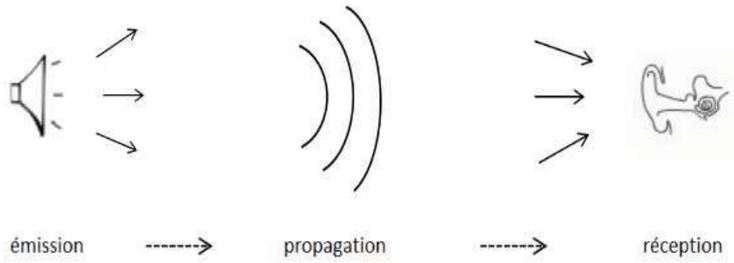


Figure 12 : Propagation d'un son depuis la source d'émission vers le récepteur

Comme l'illustre le schéma ci-avant, un bruit est émis par une source (voix, machine, bateau…), il se propage dans l'environnement (air, eau, solide), par un chemin plus ou moins complexe, jusqu'au récepteur (microphone, oreille humaine…).
La propagation de ces bruits a lieu dans l'air, entre les sources de bruit et les récepteurs. Ce phénomène de propagation d'un bruit dépend des conditions du milieu ambiant dans lequel il a lieu.
Les récepteurs sont les riverains potentiellement exposés dans la zone d'étude, et par extension les bâtiments dits sensibles au bruit : logements, écoles, établissements de santé ou bureaux par exemple.

D'une façon générale, la recherche de la meilleure intégration d'un projet peut se traduire par trois niveaux d'action :

- Limiter l'émission du bruit, au niveau de la source (par exemple par le choix d'équipements silencieux) ;
- Maîtriser la propagation entre la source et le récepteur (en interposant des obstacles, comme des écrans anti bruit) ;
- Protéger le récepteur du bruit parvenu jusqu'à lui (par le renforcement de l'isolation acoustique des bâtiments).

Effet de la distance

On sait intuitivement que le bruit décroît lorsqu'on s'éloigne de la source. Ce phénomène est lié à un principe physique illustré par le schéma ci-après : l'onde sonore (le bruit) est une quantité fixe qui se répartit dans un volume qui augmente avec la distance, ce qui crée une « dispersion » de l'énergie. Ainsi, pour une source de bruit ponctuelle, le niveau sonore diminue de 6 dB(A) à chaque doublement de distance entre la source et le récepteur.

Une partie de l'énergie sonore est également absorbée par les molécules d'air, notamment la vapeur d'eau.

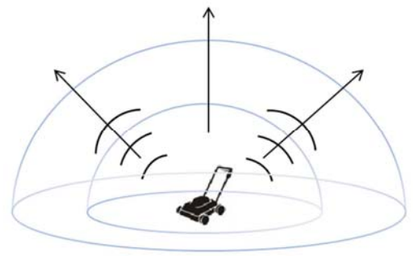


Figure 13 : Répartition dans l'espace de l'énergie acoustique produite par une source de bruit

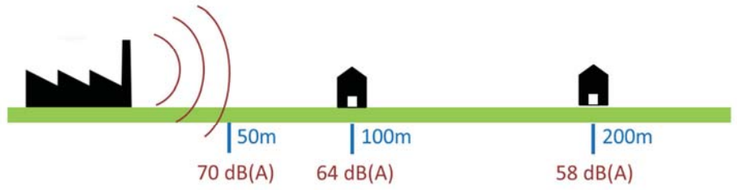


Figure 14 : Décroissance des niveaux de bruit avec la distance

Effet de sol

Le sol situé entre la source et le récepteur intervient dans la propagation du son en l'absorbant ou en le renvoyant. Plus le sol sera absorbant, plus cet effet de sol atténuera la propagation du bruit. Ainsi, un sol dur et lisse, comme du béton ou de l'**eau**, réfléchira beaucoup plus le bruit qu'un terrain meuble, comme des terres agricoles retournées. On peut faire l'expérience de cet effet de sol lorsqu'il neige : un même environnement semble plus calme lorsqu'une couche de neige, qui absorbe bien le bruit, recouvre le sol.

Cet effet est d'autant plus efficace que les ondes sonores émises par la source du bruit sont proches du sol.

Sol réfléchissant *Sol absorbant*

Effet d'obstacle

Lorsqu'un obstacle est interposé entre la source et le récepteur, ce dernier va bénéficier d'une atténuation du bruit par rapport à la situation sans obstacle. Cet effet est à la base de la conception des écrans anti bruit, par exemple au bord des routes.

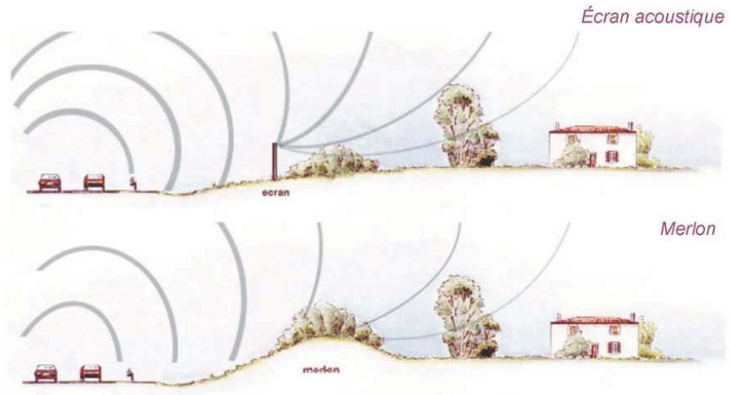


Figure 15 : Protection par écran ou merlon

Les végétaux ne sont pas considérés comme des obstacles efficaces en matière de bruit. En effet, ils sont trop perméables à l'air pour apporter une atténuation sensible.

Effet du relief et de l'intégration du projet

La topographie entre la source de bruit et le récepteur conditionne fortement la propagation des ondes sonores. Ainsi, l'intégration acoustique d'un projet est toujours améliorée si celui-ci n'est pas en vue directe des récepteurs : ceux-ci peuvent alors bénéficier de masques dus au terrain et d'un renforcement de l'effet de sol.

Effets météorologiques (température, vent)

La propagation des ondes sonores dans l'air (incurvation, vitesse…) est conditionnée par la température et le vent. Dès lors que la distance entre la source et le récepteur dépasse une centaine de mètres, les conditions météorologiques peuvent conduire à renforcer ou atténuer le bruit de façon significative.
Les mesures et les calculs de niveaux sonores tiennent donc toujours compte des conditions météorologiques spécifiques rencontrées dans l'environnement d'un projet.

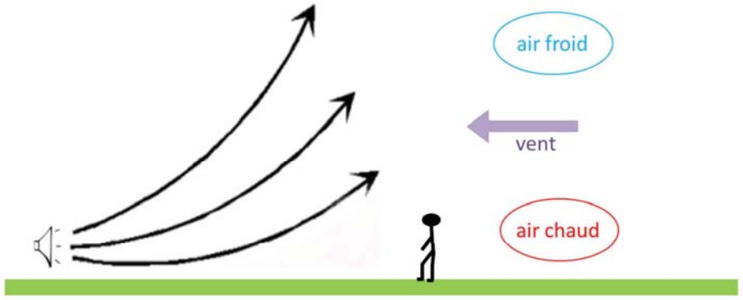


Figure 16 : Exemple de conditions météorologiques conduisant à atténuer le bruit

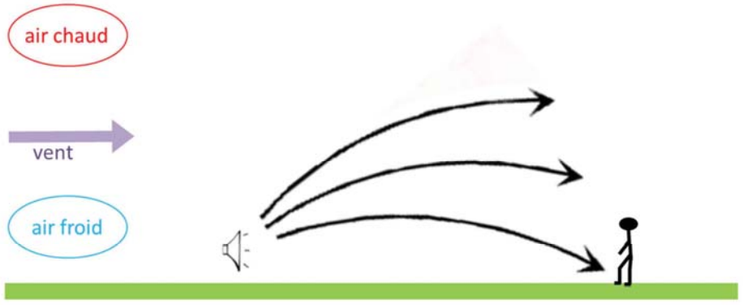


Figure 17 : Exemple de conditions météorologiques conduisant à renforcer le bruit

1.4.6. Logiciels de calcul

Les logiciels de modélisation acoustique sont des outils permettant de réaliser des calculs de niveaux de bruit, dans un site en trois dimensions. A partir d'un certain nombre de données d'entrée intégrées dans le logiciel, et de paramétrages, l'acousticien peut obtenir des valeurs de niveaux de bruit en façade de bâtiments ou en tout point de l'espace. Les résultats de calculs sont édités sous forme numérique ou graphique.

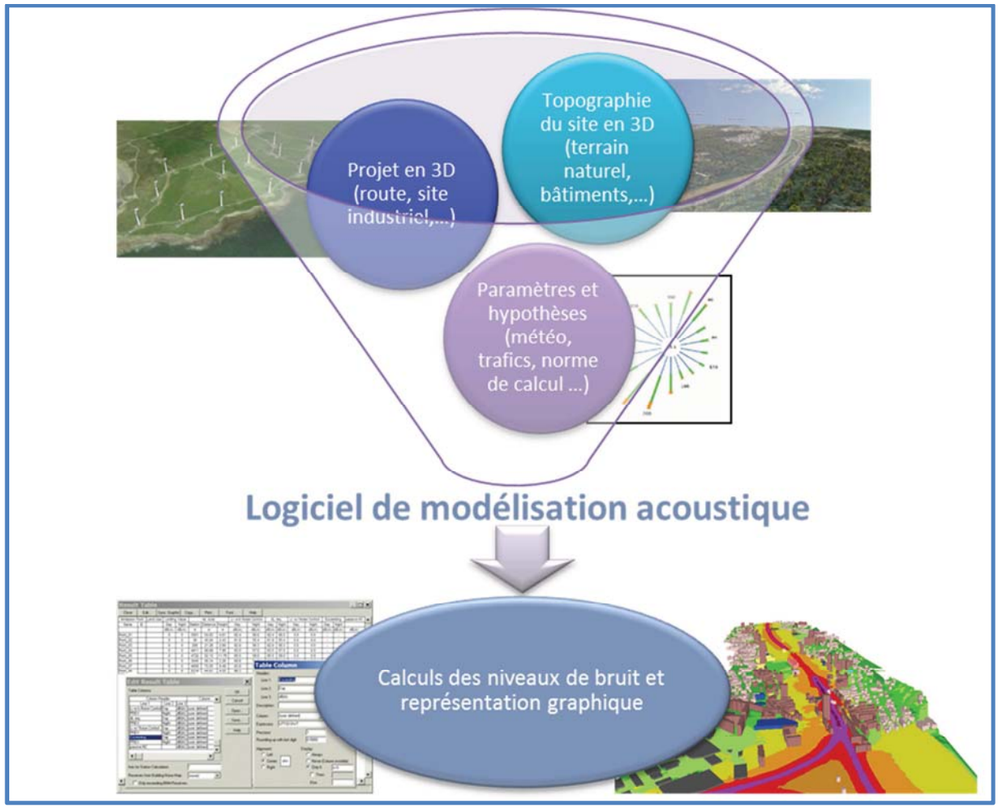


Figure 18 : Principe d'un logiciel de modélisation acoustique

Ailes Marines S.A.S créée par eole res IBERDROLA

1.4.7. Les mesures de bruit

Des mesures de bruit peuvent être effectuées à l'aide d'un sonomètre ; en France, des normes encadrent leur réalisation. Dans le cadre de l'implantation d'un projet potentiellement bruyant, elles sont utiles pour caractériser deux situations :

- L'état initial du bruit dans l'environnement, afin de connaître la situation avant réalisation du projet ;
- Le contrôle après installation, afin de vérifier la justesse des études prévisionnelles et le respect des objectifs acoustiques.

INTRODUCTION

2. METHODOLOGIE

2.1. OBJECTIFS

2.1.1. Réglementation

2.1.1.1. Bruit en exploitation

Contrairement aux éoliennes terrestres, les parcs éoliens en mer ne dépendent pas du régime des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). En matière d'acoustique, ils sont donc soumis à la réglementation relative aux bruits de voisinage :

- Décret du 31 août 2006 (articles R1334-31 à R1334-37 du code de la santé publique) ;
- Arrêté du 5 décembre 2006.

Les obligations sur le bruit en phase exploitation portent sur le non dépassement d'émergences acoustiques globales et spectrales. Les émergences spectrales ne sont à rechercher qu'à l'intérieur des locaux d'habitation.

	Période diurne 7h-22h	Période nocturne 22h-7h
Emergence maximale admissible	5 dB(A)	3 dB(A)

Figure 19 : Emergence globale admissible par période

Durée cumulée d'apparition du bruit particulier : T	Terme correctif en dB(A)
T ≤ 1 minute	+6
1 minute < T ≤ 5 minutes	+5
5 minutes < T ≤ 20 minutes	+4
20 minutes < T ≤ 2 heures	+3
2 heures < T ≤ 4 heures	+2
4 heures < T ≤ 8 heures	+1
T ≥ 8 heures	+0

Figure 20 : Termes correctifs applicables à l'émergence maximale admissible (périodes diurne et nocturne)

Fréquence en Hz	125	250	500	1000	2000	4000
Emergences spectrales autorisées en dB	7	7	5	5	5	5

Figure 21 : Emergence admissible par fréquence

L'émergence globale admissible dépend de la période de la journée et de la durée d'apparition du bruit : un terme correctif s'applique si le bruit incriminé apparaît moins de 8h par jour.
Par exemple, pour un bruit dont l'apparition est de 3h par nuit, l'émergence maximale admissible est de 3 + 2 = 5 dB(A).

La réglementation précise qu'aucune infraction n'est caractérisée si le bruit ambiant reste inférieur à 30 dB(A).

Le parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc doit fonctionner 90% du temps (environ 7900h/an), aucun terme correctif ne sera donc appliqué. En effet, aucun terme correctif ne doit être pris en compte lorsque le temps de fonctionnement est supérieur à 8h par jour (voir figure 14).
L'exigence réglementaire est la plus contraignante en période de nuit, de plus, les niveaux de bruit résiduels sont généralement plus faibles de nuit que de jour. Si les objectifs acoustiques sont respectés la nuit, ils le seront également le jour. On dit alors qu'en matière d'impact sonore la période de nuit est dimensionnante.

2.1.1.2. Bruit en phase construction et démantèlement

Le décret du 31 août 2006 traite également des bruits de chantier. Les obligations sont formulées de la façon suivante :

> *R. 1334-31*
> *Aucun bruit particulier ne doit, par sa durée, sa répétition ou son intensité, porter atteinte à la tranquillité du voisinage ou à la santé de l'homme, dans un lieu public ou privé, qu'une personne en soit elle-même à l'origine ou que ce soit par l'intermédiaire d'une personne, d'une chose dont elle a la garde ou d'un animal placé sous sa responsabilité.*
>
> *R. 1334-36*
> *Si le bruit mentionné à l'article R. 1334-31 a pour origine un chantier de travaux publics ou privés, ou des travaux intéressant les bâtiments et leurs équipements soumis à une procédure de déclaration ou d'autorisation, l'atteinte à la tranquillité du voisinage ou à la santé de l'homme est caractérisée par l'une des circonstances suivantes :*
>
> *« 1° Le non-respect des conditions fixées par les autorités compétentes en ce qui concerne soit la réalisation des travaux, soit l'utilisation ou l'exploitation de matériels ou d'équipements ;*
> *« 2° L'insuffisance de précautions appropriées pour limiter ce bruit ;*
> *« 3° Un comportement anormalement bruyant.*

Il est à noter que les valeurs d'émergences maximales à respecter pour le bruit en phase exploitation ne s'appliquent pas aux bruits de chantier.

2.1.2. Normes de mesure et de calcul

Une norme relative au mesurage du bruit dans l'environnement des éoliennes est actuellement en projet : la norme NF S 31-114. Dans l'attente de sa validation, la norme NF S 31-010, relative à la caractérisation et au mesurage du bruit dans l'environnement, s'applique. La norme NF S 31-114, lorsqu'elle prendra effet, sera complémentaire à la norme NF S 31-010 ; elle vise à répondre à la problématique spécifique posée par les mesurages en présence de vent, nécessaires à la caractérisation du bruit des éoliennes.

Ces normes décrivent les méthodes de mesures (appareillage, conditions de mesurage, indicateurs…) et de traitement des données correspondantes.

Les calculs ont été réalisés avec la norme internationale ISO 9613-2 « Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre – méthode générale de calcul ». La méthode utilisée par cette norme permet de prédire les niveaux de bruit dans des conditions météorologiques favorables à la propagation, à partir de sources d'émission sonore connues.

La précision de la méthode n'est pas connue au-delà de 1000 m de distance entre la source et le récepteur, ni pour des sources de hauteur supérieure à 30 m ; néanmoins, aucune des limites d'application de cette norme ne contre-indique son utilisation pour la prédiction des niveaux sonores en provenance de parcs éoliens en mer. C'est d'ailleurs à la norme ISO 9613-2 que fait référence le Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens (MEEDDM, 2010).

2.1.3. Guides et ouvrages de référence

La méthodologie et les évaluations de l'étude sont basées notamment sur les ouvrages suivants :

- Impacts sanitaires du bruit généré par les éoliennes (AFSSET, 2008) ;
- Recommandations pour une meilleure acceptation des projets de parcs éoliens en France sur le plan des émissions acoustiques (DEWI MAGAZIN, février 2008) ;
- Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens (MEEDDM, actualisation 2010).

Les résultats issus des études ci-après ont également été pris en compte :

- **Rampion Offshore Wind Farm, Environmental Statement Section 27 – Noise** (RSK Environmental Ltd pour E.ON Climate & Renewables UK Rampion Offshore Wind Limited, décembre 2012) ;
- **Horns Rev 3 Offshore Wind Farm, Technical Report n°20 – Offshore noise emission** (Orbicon A/S et Royal Hakonig DHV pour le compte d'Energinet.dk, avril 2014) ;
- **Offshore Wind-Turbine Construction – Offshore pile-driving underwater and above-water noise measurements and analysis** (Ødegaard & Danneskiold – Samsøe A/S, Report n°00.877, établi pour le compte de SEAS Distribution A.m.b.A. et Euron Wind GmbH, octobre 2000).

2.1.4. Synthèse des objectifs

Thème	Critère et objectif	Méthode
Bruit en phase exploitation	**Emergence globale de nuit inférieure à 3 dB(A)** Emergence globale de jour inférieure à 5 dB(A)	- Evaluation du bruit résiduel à terre par la mesure, suivant les normes NF S 31-010 et Pr NF S 31-114, - Calcul de la contribution sonore du parc à terre, suivant la norme ISO 9613-2, - Confrontation des deux résultats pour détermination de l'émergence
	Emergence spectrale dans les logements inférieure à 7 dB(A) à 125 et 250 Hz, inférieure à 5 dB(A) entre 500 et 4000 Hz	
Bruit en phase construction ou démantèlement	Evaluation du **risque de nuisance sonore** à terre	- Calcul de la contribution sonore des travaux à terre, - Comparaison aux niveaux de bruit résiduel moyens de jour

Figure 22 : Objectifs acoustiques – parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc

2.2. AIRE D'ETUDE

Le parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc sera implanté à une grande distance des côtes, comme le montre la carte ci-après. La zone d'étude retenue comporte l'ensemble des côtes les plus proches, entre l'Ile de Bréhat à l'ouest et le Cap Fréhel à l'est.

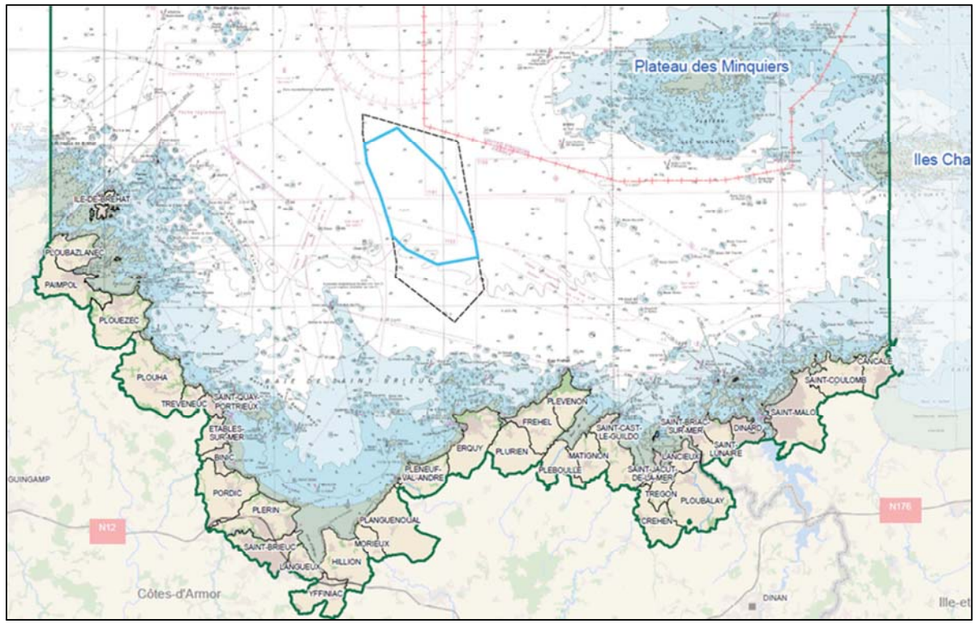


Figure 23 : Présentation de l'aire d'étude éloignée

2.3. CARACTERISATION DE L'ETAT INITIAL

2.3.1. Spécificités des éoliennes et des parcs éolien en mer

Le fonctionnement des éoliennes dépend des vitesses de vent : pour des vitesses de vent faibles, inférieures à 3 m/s, les éoliennes ne fonctionneront pas. Pour des vitesses de vent intermédiaires, entre 3 et 30 m/s environ, les éoliennes fonctionnent à des régimes différents (et donc des puissances acoustiques différentes) ; enfin, pour des vitesses de vent supérieures à 30 m/s, elles sont arrêtées pour des raisons de sécurité.

Pour les parcs éoliens terrestres (beaucoup plus proches des riverains), on cherche à établir une relation entre les vitesses de vent au niveau du parc et le bruit résiduel au niveau des logements proches. En effet, le bruit produit par les éoliennes augmente avec la force du vent, mais le bruit résiduel également. Cette méthode permet de retenir un niveau de bruit résiduel corrélé aux émissions des éoliennes, qui rend compte des nuisances sonores potentielles de façon réaliste.

Pour l'éolien en mer, les vitesses de vent au niveau du futur parc seront sensiblement différentes de celles au niveau des côtes. La relation entre vitesse de vent au niveau des éoliennes et bruit résiduel au niveau des habitations ne sera donc pas nécessairement directe. En revanche, les niveaux de bruit résiduel seront liés au vent à terre ; les mesures de bruit peuvent donc être corrélées aux vents à proximité des points de mesure. Cette précaution permet de vérifier que les mesures ont couvert un échantillon de configurations représentatif des paramètres météorologiques moyens, et notamment d'extraire les périodes où le bruit résiduel est le plus faible.

2.3.2. Description de l'environnement sonore dans l'aire d'étude

Dans l'aire d'étude à terre, l'environnement sonore est essentiellement marqué par :

- Les activités humaines, en ville ;
- Les infrastructures de transports terrestres, dans leurs abords immédiats ;
- Le rivage, en bord de mer ;
- Les activités agricoles et les bruits « naturels » (avifaune…), en zone rurale.

La carte ci-dessous représente le classement sonore des infrastructures de transports terrestres dans les Côtes-d'Armor. A chaque catégorie de route ou de voie ferrée est associée une distance d'influence, qui marque l'empreinte sonore de l'infrastructure (secteurs potentiellement affectés par le bruit). On constate qu'hormis aux alentours de Saint-Brieuc, le réseau de routes bruyantes est peu dense.

Dans l'aire d'étude, l'ambiance sonore peut être qualifiée de globalement calme.

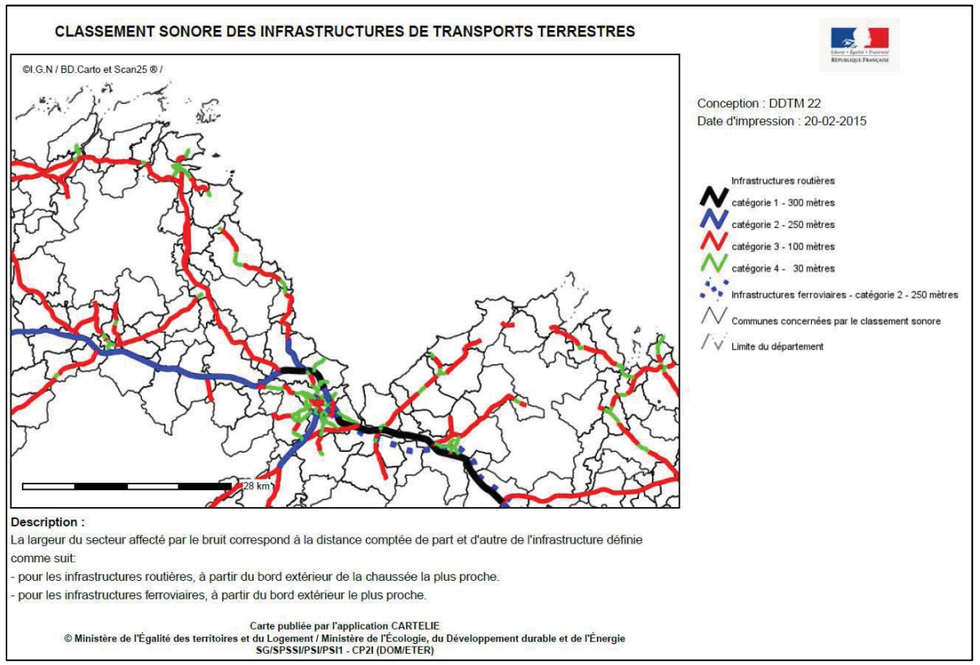


Figure 24 : Classement sonore des infrastructures de transports terrestres dans l'aire d'étude

2.3.3. Mesures de bruit in-situ

La période de nuit étant dimensionnante en matière d'impact acoustique, les mesures d'état initial doivent aboutir à la caractérisation du bruit résiduel de nuit, par classe de vent, dans les secteurs potentiellement les plus affectés par la construction et la mise en service du parc éolien.

Les objectifs réglementaires sur le bruit des éoliennes en fonctionnement sont exprimés en émergences. Ainsi, plus le secteur est calme, plus le bruit provenant du parc doit être limité. La qualification de l'état initial est donc essentielle et doit porter sur :

- L'identification des secteurs potentiellement affectés par le bruit ;
- La caractérisation du bruit résiduel au niveau des bâtiments les plus impactés, grâce à des mesures de bruit.

Les secteurs potentiellement affectés par le bruit sont les zones de logements les plus proches du parc éolien et préférentiellement sous les vents dominants. Les logements les plus impactés ne sont pas nécessairement ceux du front de mer, car ils sont soumis au bruit du rivage et à des vents plus forts, mais plutôt ceux situés un peu en retrait.

Des mesures de vitesse et de direction du vent ont été réalisées par Ailes Marines au niveau du phare du Grand Léjon entre octobre 2012 et octobre 2014 ; elles sont considérées représentatives des conditions de vent au niveau de l'emplacement du futur parc éolien.
Les données recueillies montrent que les directions des vents dominants de nuit sont comprises majoritairement entre 210 et 270° et, dans une moindre mesure, autour de 60°.

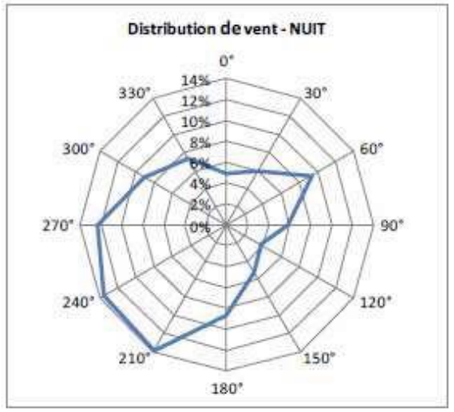


Figure 25 : Rose des vents – phare du Grand Léjon

Les emplacements retenus pour les mesures de bruit sont définis dans deux secteurs distincts, qui sont considérés comme potentiellement les plus exposés au bruit du parc (voir carte ci-dessous) :

- 1 mesure entre le Cap Fréhel et le Cap d'Erquy. Cette côte est la plus proche du parc, entre 16 et 17 km, bien que n'étant pas sous les vents dominants (point 1) ;
- 1 mesure sur la côte entre Saint-Brieuc et Plouézec. Bien que distants de plus de 25 km du parc, ces secteurs sont situés sous les vents dominants (secteur 60°) et sont donc susceptibles d'être affectés par le bruit des éoliennes (point 2).

Les autres côtes dans la zone d'étude sont soit plus éloignées du parc, soit non situées sous les vents dominants.

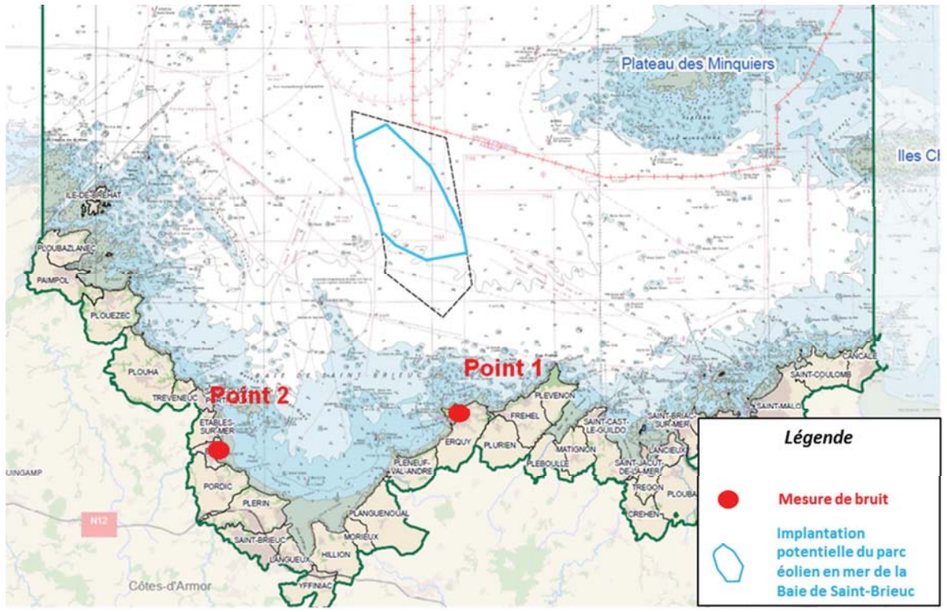


Figure 26 : Mesures d'état initial – secteurs retenus

Les mesures sont réalisées conformément à la norme NF S 31-010, tout en s'inspirant des recommandations du projet de norme NF S 31-114. Des mesures aérodynamiques simultanées à terre permettent de corréler les niveaux sonores aux classes de vents, et donc de contribuer à l'interprétation des niveaux sonores mesurés.

Les relevés ont lieu pendant 7 jours consécutifs pour chaque point, de façon à recueillir suffisamment d'échantillons pour corréler les niveaux de bruit aux vitesses de vents.

Les secteurs retenus sont situés dans des zones résidentielles, proches du rivage tout en n'étant pas directement sur le front de mer. Indépendamment des conditions météorologiques moyennes et de l'exposition aux vents, les sites retenus pour les mesures sont représentatifs des environnements sonores rencontrés dans l'ensemble de la zone d'étude. Par ailleurs, en période hivernale, les mesures donneront des niveaux de bruit résiduels potentiellement plus bas qu'en été, l'activité humaine et la densité de végétation étant moindres.

Les emplacements retenus pour les mesures sont représentatifs des configurations menant à l'exposition maximale au bruit du parc éolien : ils sont situés sur les côtes les plus proches et/ou sous les vents dominants, dans des secteurs où le bruit dans l'environnement est bas. Ainsi, la contribution sonore du parc y étant la plus élevée, et le bruit résiduel le plus faible, l'émergence du bruit en provenance des éoliennes sera maximale ; si les exigences réglementaires sont respectées en ces emplacements, elles le seront partout ailleurs.

Pour le point n° 1, nous avons retenu le camping Le Guen, à Erquy, situé dans un quartier résidentiel et à environ 1 km du rivage.
Pour le point n° 2, nous avons retenu l'ancienne base nautique de la Rognouse, à Binic, située dans un quartier résidentiel et à environ 150 m du rivage.

Figure 27 : Vues aériennes – points de mesures et implantation du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc. En haut : vue d'ensemble des points de mesures – au milieu : vue du point n°1 vers le parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc – en bas : vue du point n°2 vers le parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc

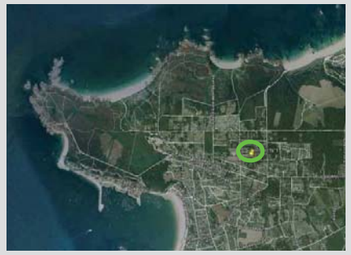
POINT N° 1

Date des mesures :
du 21 au 27 janvier 2015

Adresse
Camping municipal Le Guen
23 avenue Léon Hamonet
22430 ERQUY

Distance à l'éolienne la plus proche :
18 km

Sources de bruit environnantes :
Houle, trafic routier faible, voisinage, végétation, avifaune, chiens…



Plan de situation

Détail de l´emplacement

Point de mesure

Mât météo

Emplacement mesure

Emplacement mât météo

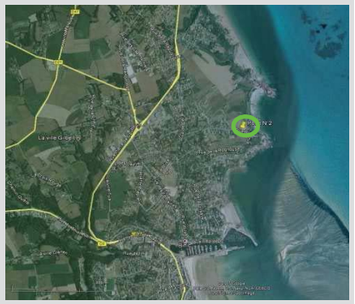
POINT N°2

Date des mesures :
du 28 janvier au 4 février 2015

Adresse
Ancienne base nautique de la Rognouse
Rue Bellevue
22520 BINIC

Distance à l'éolienne la plus proche :
30 km

Sources de bruit environnantes :
houle, trafic routier faible, végétation, avifaune, chiens…


Plan de situation

Détail de l´emplacement

Point de mesure

Mât météo

Emplacement mesure

Emplacement mât météo

Ailes Marines S.A.S créée par

2.4. CONTRIBUTION ACOUSTIQUE DU PARC EOLIEN

2.4.1. Impacts acoustiques à terre dus à la construction du parc

La construction du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc comportera différentes phases bruyantes :

- Les allers/retours de navires, entre le site d'implantation du parc et les sites portuaires ;
- La fixation des fondations de type jacket des éoliennes, de la sous-station électrique et du mât de mesure ;
- L'ensouillage des câbles inter-éoliens.

L'impact de l'augmentation du trafic de véhicules à terre n'est pas considéré comme significatif.

Les types de navires utilisés pour les différentes opérations et le nombre de rotations prévisibles sont présentés dans le tableau ci-après.

L'installation des fondations pourra se faire avec des pieux forés ou avec des pieux 3D[1]. L'évaluation du bruit correspondant au chantier sera basée sur la phase la plus bruyante, à savoir la mise en œuvre des pieux 3D : cette solution implique pour chaque opération 3h de battage – 42h de forage – 3h de battage, avec une fréquence moyenne de 42 coups par minute lors du battage. Le bruit produit par le marteau lors du battage est considéré comme potentiellement le plus impactant.

[1] Pieux 3D : il s'agit de pieux installés selon une technique de battage/forage/battage

Type de navires			Nombre	Nombre de rotations
Navires de transport	Fondations	Barge DP2	2	32 allers-retours site d'implantation - Brest
	Sous-station électrique	Barge DP2	1	1 aller-retour site d'implantation - port de fabrication
	Mortier	Barge	-	32 allers-retours site d'implantation - port de chargement
Navires de construction	Pieux forés	«Jack-up»	1	15 allers-retours site d'implantation - Brest
	Pieux 3D	«Jack-up»	1	17 allers-retours site d'implantation - Brest
	Fondations	«Jack-up»	1	Reste sur site
	Sous-station électrique	Navire grue	1	Reste sur site
	Eoliennes	«Jack-up»	1	16 allers-retours site d'implantation - Le Havre
	Câbles	Câblier	1	3 allers-retours site d'implantation - le port de chargement
Transfert du personnel		CTV	4	Allers-retours quotidiens
Navires de soutien au câblier			2	3 allers-retours
Navires « fall-pipe »			2	4 allers-retours site d'implantation - port de chargement
Navires de sécurité du chantier			2	Allers-retours quotidiens

Figure 28 : Navires utilisés pour la construction du parc – source Ailes Marines (Chap. 1 EIE Description du projet)

2.4.2. Impacts acoustiques à terre dus au fonctionnement du parc

Le modèle numérique de calcul a été élaboré à partir des données et des hypothèses conservatrices décrites ci-après.

Topographie

En l'absence de topographie précise disponible, le modèle numérique de terrain librement accessible sur le site de l'IGN (MNT au pas de 250 m) a été utilisé pour modéliser en 3D les côtes de la zone d'étude. La mer a été considérée comme une surface uniformément plane et réfléchissante (il s'agit là d'une hypothèse qui tend à majorer les réflexions des ondes sonores, et donc des niveaux de bruit à terre).

Sources de bruit

Pour évaluer le bruit produit par le parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc à terre, les sources de bruit suivantes sont prises en compte :

- 62 éoliennes 8 MW d'AREVA ;
- 1 sous-station électrique.

L'implantation de chaque éolienne et de la sous-station électrique a été fournie au format SIG par Ailes Marines.

Actuellement, les émissions acoustiques des éoliennes 8 MW ne sont pas connues avec précision. Des mesures de caractérisation, conformément à la norme internationale IEC 61400-11 (Aérogénérateurs – techniques de mesure du bruit acoustique), devront être effectuées sur un prototype.

Dans l'attente, AREVA a extrapolé les valeurs d'émissions acoustiques de l´éolienne 5 MW, par bande de fréquence, et en fonction de la vitesse de vent, pour évaluer la puissance acoustique des éoliennes 8 MW. Les résultats de ces estimations sont présentés dans les deux tableaux ci-après ; ces données ont été utilisées pour le calcul de la contribution acoustique du parc éolien de la Baie de Saint-Brieuc.

Fréquence en Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	global
Lw en dB(A) ref 10^{-12}W	93,5	98,2	104,0	106,3	105,3	100,4	91,7	81,2	110,9

Figure 29 : Puissance acoustique de chaque éolienne 8 MW par bande d'octave, à 8 m/s

Vitesse de vent (m/s)	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25
Lw en dB(A) ref 10^{-12}W	90,1	95,8	100,7	104,6	108,0	110,9	111,7	111,7	111,7	111,7	111,7

Figure 30 : Puissance acoustique globale de chaque éolienne 8 MW, selon la vitesse du vent

La puissance acoustique globale de la sous-station électrique est évaluée à 100 dB(A) par Ailes Marines.

Pour les calculs acoustiques, il est considéré que les 62 éoliennes fonctionneront 24h sur 24 à leur puissance acoustique maximale, soit 111,7 dB(A). Il s'agit là de deux hypothèses conservatrices : en réalité, les éoliennes fonctionneront environ 90% du temps (et non pas 100%), et ne seront pas en permanence à leur puissance acoustique maximale (et donc émettront moins de bruit pendant une fraction du temps de fonctionnement, qui dépend de la vitesse du vent).
Par ailleurs, la sous-station électrique a été prise en compte, bien que sa contribution soit négligeable : les éoliennes, beaucoup plus bruyantes en comparaison, masqueront le bruit qu'elle produit.

Etant donné la grande distance entre le parc et les côtes, les éoliennes ont été modélisées dans le logiciel de simulation acoustique sous la forme d'une source de bruit ponctuelle, localisée à hauteur du moyeu de chaque éolienne.

La station électrique à terre n'est pas intégrée à l'étude.

Paramètres de calcul

Les calculs ont été réalisés selon la norme ISO 9613-2, en tenant compte de conditions météorologiques favorables à la propagation (par vent portant ou leur équivalent).

Le sol à terre est considéré comme absorbant à 70% et la mer est considérée comme totalement réfléchissante.

La contribution sonore du parc éolien à terre est calculée pour la période nocturne, celle-ci étant dimensionnante en matière d'impacts acoustiques.

2.4.3. Impacts acoustiques à terre dus au démantèlement du parc

Les émissions acoustiques des opérations de démantèlement sont réputées équivalentes à celles des opérations de construction, à l'exception du battage de pieux qui n'interviendra plus lors du démantèlement. Cette opération étant la plus bruyante, le bruit produit globalement par le chantier de démantèlement sera moins important que celui du chantier de construction. L'impact du bruit de chantier est donc évalué par rapport à la phase de construction, qui correspond à la situation majorante.

3. EVALUATION DES IMPACTS

3.1. ETAT SONORE INITIAL

3.1.1. Déroulement des mesures

Les mesures de bruit ont eu lieu entre le 21 et le 27 janvier 2015 pour le point 1, et entre le 28 janvier et le 4 février 2015 pour le point 2.

Elles ont été effectuées conformément à la norme en vigueur NF S 31-010 « caractérisation et mesurage des bruits dans l'environnement » et en s'inspirant du projet de norme NF S 31-114 « mesurage du bruit dans l'environnement avec et sans activité éolienne », à des emplacements où le futur impact sonore des éoliennes est jugé le plus élevé, et de manière à caractériser un lieu de vie.

Les mesurages météorologiques ont été réalisés à 10 m au-dessus du sol et à proximité immédiate des sonomètres. Les vitesses de vent standardisées sont ensuite déduites selon un profil vertical représentatif du site. Cette vitesse à la hauteur de référence de 10 m a été utilisée pour caractériser l'évolution du bruit en fonction de la vitesse du vent dans l'ensemble des analyses (voir pour plus de détails en annexe 2).

Le protocole de mesures est présenté dans le détail en annexe 2.

3.1.2. Résultats

Les principaux résultats des mesures de bruit résiduel à terre sont présentés dans les fiches récapitulatives ci-après. Les résultats détaillés sont présentés en annexe 2.

Point n°1 - ERQUY

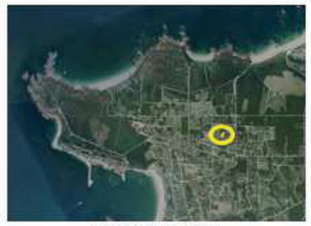
POINT N° 1

Date des mesures :
du 21 au 27 janvier 2015

Adresse
Camping municipal Le Guen
23 avenue Léon Hamonet
22430 ERQUY

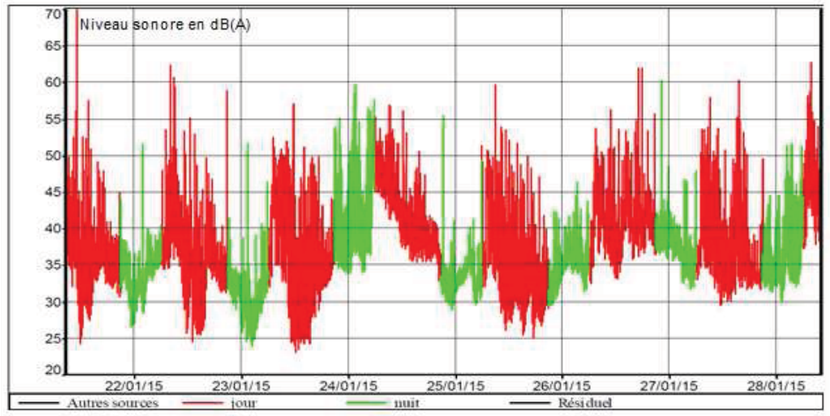
Distance à l'éolienne la plus proche : 18 km

Sources de bruit environnantes :
houle, trafic routier faible, voisinage, végétation, avifaune, animaux



Plan de situation

Point de mesure

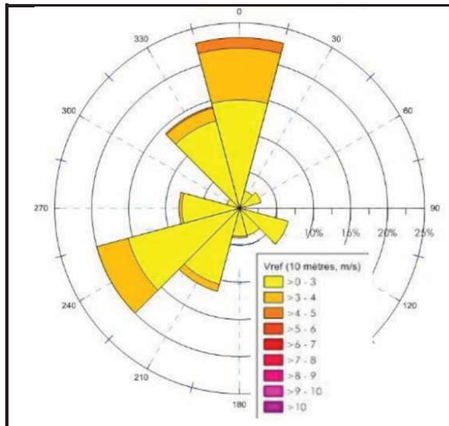


Evolution temporelle des niveaux sonores

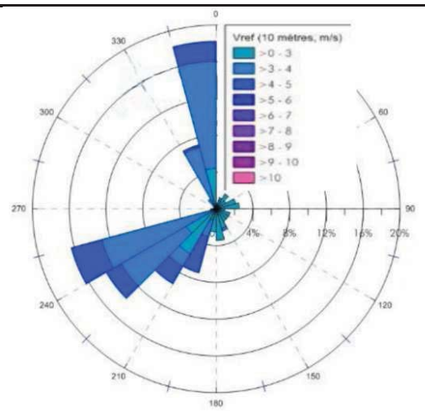
Mesures de bruit résiduel au point n°1 - du 21 au 27 janvier 2015

vitesse du vent	1 m/s	2 m/s	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
période jour 7h-22h	32,0	34,0	37,5	39,5	41,5	-	-	-	-	-
période nuit 22h-7h	27,5	31,0	33,0	36,5	39,5	-	-	-	-	-

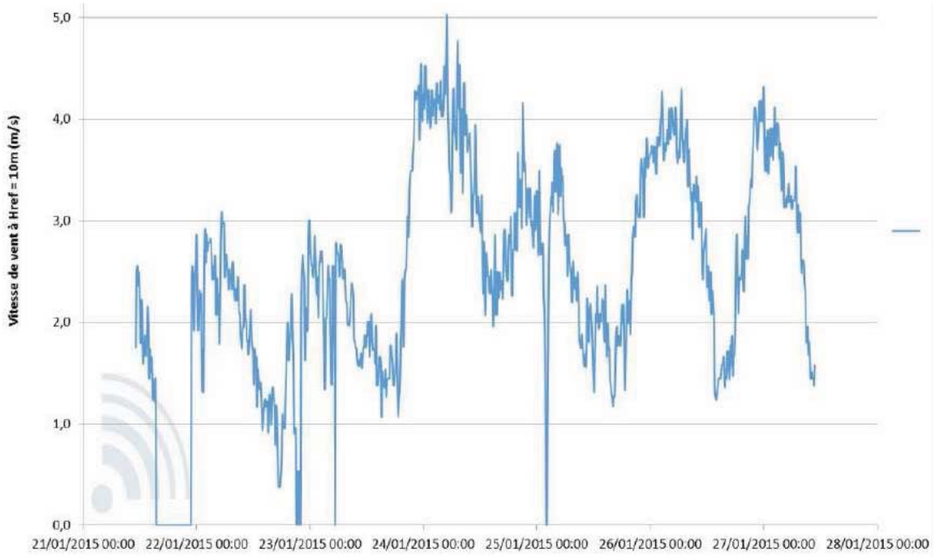
Point n°1 - ERQUY



Rose des vents jour 15°



Rose des vents nuit 15°



Données de vent entre le 21 et le 27 janvier sur le site d'Erquy

Point n°2 – BINIC

POINT N°2

Date des mesures :
du 28 janvier au 4 février 2015

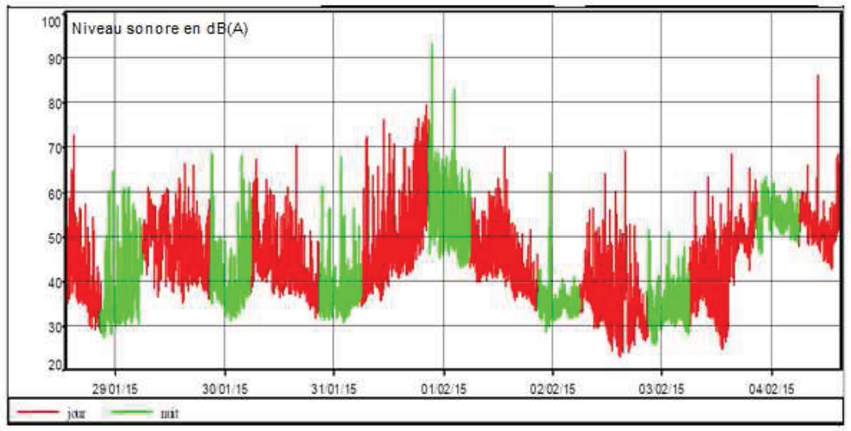
Adresse
Ancienne base nautique de la Rognouse
Rue Bellevue
22520 BINIC

Distance à l'éolienne la plus proche : 30 km

Sources de bruit environnantes :
houle, trafic routier faible, végétation, avifaune, animaux

Plan de situation

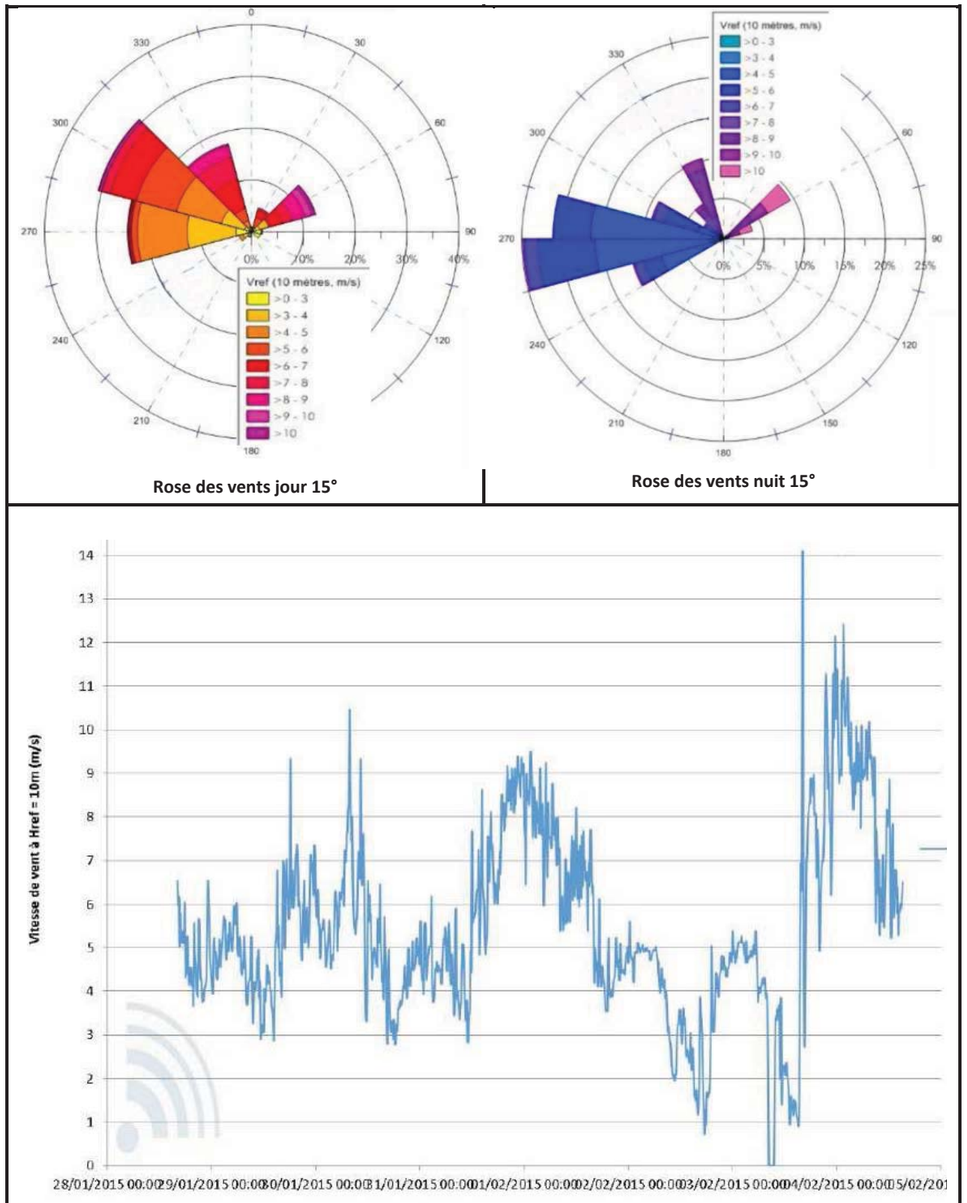
Point de mesure



Evolution temporelle des niveaux sonores

Mesures de bruit résiduel au point n°2 - du 28 Janvier au 4 février 2015										
vitesse du vent	1 m/s	2 m/s	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
période jour 7h-22h	29,0	33,5	38,0	39,0	40,5	44,5	47,5	50,0	54,5	55,0
période nuit 22h-7h	-	-	32,5	33,5	34,5	39,5	42,0	52,5	54,0	55,0

Point n°2 – BINIC



Rose des vents jour 15°

Rose des vents nuit 15°

Données de vent entre le 28 janvier et le 4 février sur le site de Binic

Les résultats montrent bien que le niveau de bruit résiduel (évalué à partir de l'indicateur L50) est corrélé aux vitesses de vent. Lorsque le nombre d'échantillons est insuffisant pour l'analyse statistique, et que l'extrapolation par rapport aux valeurs proches est impossible à réaliser, les résultats ne sont pas renseignés dans les tableaux.

On constate qu'à vitesse de vent égale, les valeurs mesurées à Erquy sont supérieures à celles mesurées à Binic. En effet, sur le site choisi à Erquy, la végétation est plus dense qu'à Binic, donc le bruit est d'autant plus important que le vent est fort.

A Erquy, les vitesses de vent mesurées n'ont pas dépassé 5 m/s. Il est probable que la présence d'arbres hauts ait pu engendrer un effet d'écran et limiter la vitesse de vent à hauteur du mât.

Le bruit résiduel minimal de nuit est de 27,5 dB(A) à Erquy et de 32,5 dB(A) à Binic.

Remarque sur les mesures météorologiques

On remarque que la rose des vents pendant les mesures de bruit n'est pas nécessairement similaire à celle mesurée au phare du Grand Léjon. Cela n'entache pas l'analyse des mesures de bruit résiduel à terre : en effet, les vitesses et directions de vent seront différentes, entre le site d'implantation des éoliennes et les secteurs potentiellement affectés par le bruit à terre (cf. §2.3.1.). L'objet des mesures météorologiques pendant les mesures de bruit est de corréler le vent à terre et le bruit résiduel à terre, et non pas le bruit résiduel à terre avec le vent au niveau du parc (voir en annexe 2 pour plus de détails).

En conclusion, les mesures réalisées à Erquy et à Binic entre le 21 janvier et le 4 février 2015 permettent de caractériser le bruit résiduel de jour et de nuit, représentatif des secteurs qui seront potentiellement les plus affectés par le bruit du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc. Ces résultats serviront de base à la détermination des émergences sonores réglementaires du projet.

3.2. PHASE EXPLOITATION

Les hypothèses, les données d'entrée et les paramètres retenus sont listés au §3.4.
Les résultats sont présentés ci-après sous forme d'une carte d'isophones.

Les cartographies d'isophones représentent la propagation du bruit dans l'environnement, autour d'une source de bruit, en définissant des surfaces recevant le même niveau sonore. A l'aide d'une échelle de niveaux sonores graduée et des codes couleur associés, elles permettent de visualiser l'empreinte sonore du parc éolien. Présentées sur une carte en 2 dimensions, il s'agit de la projection des niveaux sonores calculés à 4 m de hauteur, en chaque point de la zone d'étude. Ces cartes ne visent donc pas à donner avec précision le bruit en chaque point de l'espace, mais elles permettent d'identifier de façon très visuelle les zones plus ou moins affectées par le bruit et la propagation du bruit dans l'environnement, depuis sa source d'émission. La hauteur de 4 m est souvent retenue pour les représentations cartographiques d'isophones, elle correspond à la hauteur moyenne du premier étage d'une habitation individuelle.

Afin d'apporter des données complémentaires à celles fournies par les cartes d'isophones, des calculs ont été réalisés aux points exacts correspondant aux emplacements des mesures de bruit de l'état initial. Ainsi, en ces points, les mesures de bruit auront donné le niveau de bruit résiduel et le calcul aura donné la contribution sonore du parc éolien, ce qui permettra de déterminer avec précision l'émergence acoustique et de la confronter aux objectifs réglementaires.

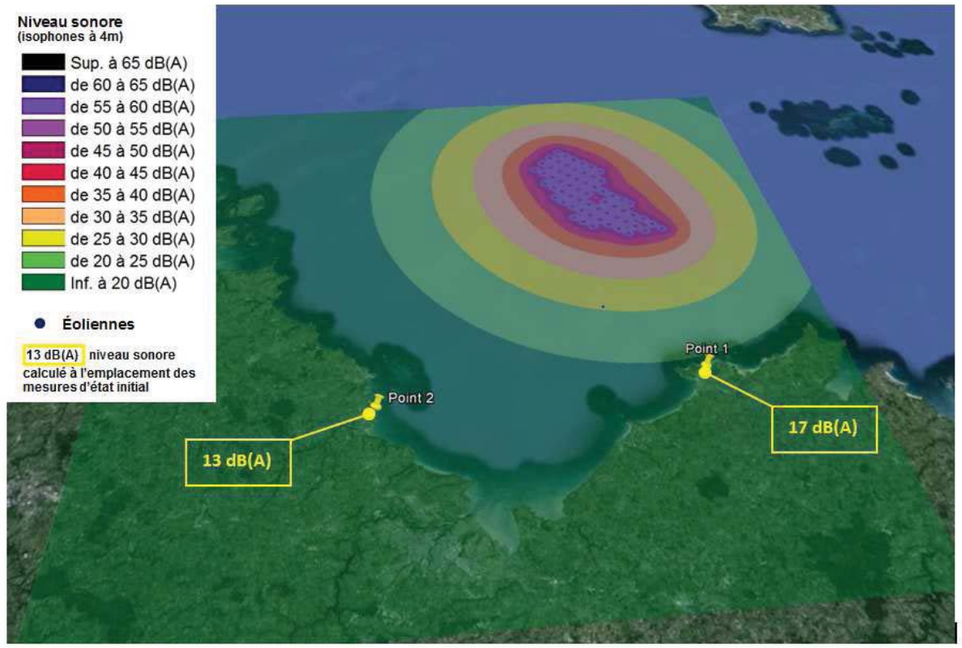


Figure 31 : Contribution sonore du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc en phase exploitation

Les isophones montrent que la contribution sonore globale du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc, en phase d'exploitation, sera inférieure à 20 dB(A) à terre, de jour comme de nuit.
Il est rappelé que la contribution sonore des éoliennes est considérée dans les évaluations comme maximale 100% du temps, jour et nuit : il ne s'agit pas d'une configuration réaliste, mais d'une hypothèse conservatrice.

Emergence globale

Les calculs détaillés donnent des niveaux de bruit globaux de l'ordre de 17 dB(A) à Erquy et de l'ordre de 13 dB(A) à Binic.

Les émergences globales calculées, de jour et de nuit, et par vitesse de vent à terre, sont données dans le tableau ci-après. Ces valeurs correspondent à celles qui seraient rencontrées dans le cas où les éoliennes fonctionneraient à leur puissance acoustique maximale, de jour comme de nuit. Pour mémoire, le bruit ambiant comporte le bruit résiduel ainsi que la contribution du parc ; l'émergence est la différence arithmétique entre le bruit ambiant et le bruit résiduel (voir §1.4 sur les notions d'acoustique).

Emergences acoustiques globales en dB(A) au point n°1 - Erquy

vitesse du vent à terre	1 m/s	2 m/s	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
bruit résiduel de jour	32,0	34,0	37,5	39,5	41,5	-	-	-	-	-
bruit résiduel de nuit	27,5	31,0	33,0	36,5	39,5	-	-	-	-	-
contribution du parc	**17,0**	**17,0**	**17,0**	**17,0**	**17,0**	**17,0**	**17,0**	**17,0**	**17,0**	**17,0**
bruit ambiant de jour	32,0	34,0	37,5	39,5	41,5	-	-	-	-	-
bruit ambiant de nuit	28,0	31,0	33,0	36,5	39,5	-	-	-	-	-
émergence de jour	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**					
émergence de nuit	**< 0,5**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**					

Emergences acoustiques globales en dB(A) au point n°2 - Binic

vitesse du vent à terre	1 m/s	2 m/s	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
bruit résiduel de jour	36,0	36,0	36,0	36,5	40,0	44,0	47,0	52,0	54,0	55,5
bruit résiduel de nuit	-	-	32,5	33,5	34,5	39,5	42,0	52,5	54,0	55,0
contribution du parc	**13,0**	**13,0**	**13,0**	**13,0**	**13,0**	**13,0**	**13,0**	**13,0**	**13,0**	**13,0**
bruit ambiant de jour	36,0	36,0	36,0	36,5	40,0	44,0	47,0	52,0	54,0	55,5
bruit ambiant de nuit	-	-	32,5	33,5	34,5	39,5	42,0	52,5	54,0	55,0
émergence de jour	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**
émergence de nuit	**-**	**-**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**

L'émergence globale à terre, due au fonctionnement du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc, est nulle. En effet, la contribution sonore du parc est toujours inférieure d'au moins 9 à 10 dB(A) au bruit résiduel.

A titre indicatif, pour que les émergences globales à Erquy approchent la limite de 3 dB(A), la puissance acoustique unitaire de chaque éolienne devrait être supérieure à 120 dB(A), au lieu des 111.7 dB(A) correspondant aux éoliennes 8 MW d'AREVA.

Emergence spectrale

Les tableaux ci-après donnent les niveaux résiduels mesurés, par bande d'octave, par période et par vitesse de vent à terre. Ces valeurs sont mesurées en extérieur, alors que les émergences spectrales sont à rechercher à l'intérieur des habitations, fenêtres ouvertes ou fenêtres fermées.

Point n°1 – ERQUY

Indicateur de bruit résiduel en dB(A), en fonction de la vitesse du vent à 10m de hauteur **Période JOUR - 7h/22h entre le 21 et le 27 janvier 2015**										
Bande d'octave (Hz)	1 m/s	2 m/s	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
125	38,0	38,5	47,0	47,0	52,5	-	-	-	-	-
250	27,5	29,5	33,0	35,0	37,0	-	-	-	-	-
500	26,5	30,0	35,5	37,5	39,5	-	-	-	-	-
1000	25,0	27,5	31,5	34,0	36,5	-	-	-	-	-
2000	18,0	21,0	23,5	26,5	29,5	-	-	-	-	-
4000	16,0	18,0	18,0	20,0	22,0	-	-	-	-	-
Global	**32,0**	**34,0**	**37,5**	**39,5**	**41,5**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

Indicateur de bruit résiduel en dB(A), en fonction de la vitesse du vent à 10m de hauteur **Période NUIT - 22h/7h entre le 21 et le 27 janvier 2015**										
Bande d'octave (Hz)	1 m/s	2 m/s	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
125	35,5	40,0	40,5	40,5	40,5	-	-	-	-	-
250	24,5	27,5	29,5	32,5	33,0	-	-	-	-	-
500	27,0	29,5	32,0	35,5	35,5	-	-	-	-	-
1000	23,5	25,0	27,5	31,5	31,5	-	-	-	-	-
2000	12,5	15,5	16,5	22,0	22,0	-	-	-	-	-
4000	11,0	11,5	12,0	15,0	15,0	-	-	-	-	-
Global	**27,5**	**31,0**	**33,0**	**36,5**	**39,5**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

Point n°2 – BINIC

Indicateur de bruit résiduel en dB(A), en fonction de la vitesse du vent à 10m de hauteur **Période JOUR - 7h/22h entre le 28 janvier et le 4 février 2015**										
Bande d'octave (Hz)	1 m/s	2 m/s	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
125	36,0	36,0	36,0	36,5	40,0	44,0	47,0	52,0	54,0	55,5
250	27,0	34,5	33,5	34,5	37,0	42,0	44,5	48,5	49,5	51,0
500	24,5	27,5	34,5	36,0	37,5	41,0	42,5	45,0	45,5	46,0
1000	18,0	22,5	32,0	35,0	36,5	39,0	41,0	43,5	44,0	44,5
2000	15,0	19,0	26,5	28,0	30,0	34,0	37,0	39,5	41,0	42,5
4000	14,0	14,5	19,0	19,0	24,5	28,5	31,5	33,5	42,0	43,0
Global	**29,0**	**33,5**	**38,0**	**39,0**	**40,5**	**44,5**	**47,5**	**50,0**	**54,5**	**55,0**

Indicateur de bruit résiduel en dB(A), en fonction de la vitesse du vent à 10m de hauteur **Période NUIT - 22h/7h entre le 28 janvier et le 4 février 2015**										
Bande d'octave (Hz)	1 m/s	2 m/s	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
125	-	-	32,0	33,0	34,5	38,5	44,0	53,0	53,0	53,0
250	-	-	28,0	30,0	33,0	35,5	40,0	51,0	52,0	53,5
500	-	-	32,5	33,0	33,5	36,5	39,5	48,5	50,0	51,0
1000	-	-	29,0	29,0	29,0	33,0	37,5	47,0	49,0	50,0
2000	-	-	21,0	21,0	21,0	29,0	32,5	44,5	46,0	47,5
4000	-	-	15,5	15,5	15,5	25,5	28,0	38,0	39,0	40,5
Global	**-**	**-**	**32,5**	**33,5**	**34,5**	**39,5**	**42,0**	**52,5**	**54,0**	**55,0**

La contribution sonore du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc, par bande de fréquence, est toujours inférieure de plus de 10 dB(A) à la valeur du bruit résiduel dans la même bande de fréquence. L'émergence spectrale à l'extérieur des habitations est donc toujours égale à zéro. Par ailleurs, la façade des bâtiments apportera une isolation supplémentaire, même fenêtre ouverte, par rapport au bruit à l'extérieur.

L'émergence spectrale dans les habitations, due au fonctionnement du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc, est donc nulle.

En conclusion, les analyses mettent en évidence le respect des seuils réglementaires admissibles, en matière d'émergence sonore globale et spectrale, de jour et de nuit, quelques soient les conditions de vent à terre et le régime de fonctionnement des éoliennes.

Il est rappelé que ces résultats sont issus d'hypothèses surestimant la contribution sonore du parc (émissions sonores maximales des turbines, conditions météorologiques toujours favorables à la propagation du bruit, bruit résiduel minimal à terre). L'impact réel du parc éolien de Saint-Brieuc sera vraisemblablement encore plus faible que ne le montrent les calculs.

3.3. PHASE CONSTRUCTION ET DEMANTELEMENT

Durant la construction du parc éolien, les opérations les plus bruyantes seront celles liées au battage de pieux (cf. §2.4.1.). Des mesures réalisées en Suède[2] en 2000 ont permis de déterminer le niveau de puissance instantané de ces travaux, sur une seconde : 138 dB(A).

Sur la base de ces évaluations, en tenant compte de l'atténuation du bruit liée à la distance et à l'absorption atmosphérique, à 16 km du chantier les niveaux de bruit maximums instantanés seraient au plus de l'ordre de 30 dB(A). En considérant la fréquence des impacts pendant une opération type, les niveaux de bruit moyennés sur une heure de battage de pieux, à terre, seraient d'environ 24 dB(A).
Sachant que le jour, le niveau de bruit résiduel ne descend que très rarement en-dessous de 30 dB(A), aucun impact acoustique à terre n'est à envisager pendant la construction ou le démantèlement du parc éolien.

Les observations lors de la construction du parc éolien en mer de Rampion[3], au large du Sussex en Angleterre, ont confirmé que les opérations de battage de pieux pour l'installation du mât météorologique, réalisées en avril 2012, n'étaient pas audibles depuis les côtes les plus proches, situées à 13.5 km. Les niveaux de bruit engendrés par le passage des navires, l'ensouillage des câbles ou la construction de la sous-station électrique sont tous beaucoup plus faibles que ceux liés au battage de pieux et seront totalement inaudibles depuis les côtes.

A titre indicatif, la cartographie d'isophones ci-après représente la propagation des niveaux sonores à terre, pour une situation très majorante, correspondant à des opérations simultanées de battage de pieux à hauteur des 10 éoliennes les plus au sud (hauteur de représentation : 4 m).

[2] Offshore Wind-Turbine Construction – Offshore pile-driving underwater and above-water noise measurements and analysis (Ødegaard & Danneskiold – Samsøe A/S, Report n°00.877, établi pour le compte de SEAS Distribution A.m.b.A. et Euron Wind GmbH, octobre 2000).

[3] Rampion Offshore Wind Farm, Environmental Statement Section 27 – Noise (RSK Environmental Ltd pour E.ON Climate & Renewables UK Rampion Offshore Wind Limited, décembre 2012).

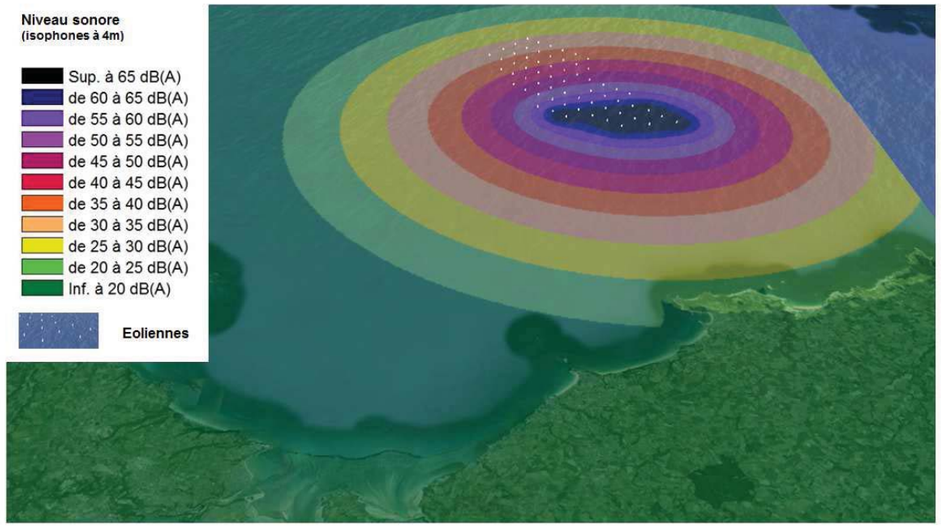


Figure 32 : Contribution sonore du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc – phase construction- situation majorante

3.4. ANALYSE ET CONCLUSION

En phase exploitation, la contribution du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc sera très inférieure au bruit résiduel à terre. **L'émergence globale et l'émergence spectrale du bruit en provenance du parc éolien seront nulles**.

En phase construction ou démantèlement, les opérations les plus bruyantes seront celles du battage de pieux pour la pose des fondations. Les données bibliographiques sur les émissions sonores associées, et les retours d'expérience actuels, montrent que **ces travaux ne seront pas audibles à terre**.

Thème	Critère et objectif	Résultats des évaluations
Bruit en phase exploitation	**Emergence globale de nuit inférieure à 3 dB(A)** Emergence globale de jour inférieure à 5 dB(A)	Emergence globale nulle
	Emergence spectrale dans les logements inférieure à 7 dB(A) à 125 et 250 Hz, inférieure à 5 dB(A) entre 500 et 4000 Hz	Emergence fréquentielle nulle
Bruit en phase construction ou démantèlement	Evaluation du **risque de nuisance sonore** à terre	Pas de nuisance sonore attendue

Figure 33 : Confrontation des objectifs et des résultats des analyses

Aucun secteur terrestre ne sera donc affecté par le bruit lié à la construction, l'exploitation ou le démantèlement du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc. **Aucune mesure d'accompagnement n'est donc nécessaire**.

4. ANNEXE 1 : COORDONNEES DES ELEMENTS DU PARC

Eolienne	Easting (X) (en mètre)	Northing (Y) (en mètre)	Eolienne	Easting (X) (en mètre)	Northing (Y) (en mètre)	Eolienne et autres éléments	Easting (X) (en mètre)	Northing (Y) (en mètre)
1	531457	5407924	22	536440	5406865	43	532867	5414048
2	532287	5407229	23	537217	5406115	44	533704	5413361
3	533073	5406489	24	537994	5405365	45	534484	5412614
4	530144	5411228	25	528795	5416051	46	535208	5411808
5	530841	5410395	26	529609	5415339	47	536000	5411043
6	531618	5409645	27	530386	5414588	48	536762	5410308
7	532453	5408955	28	531163	5413838	49	537470	5409624
8	533171	5408145	29	531939	5413088	50	530707	5418031
9	533948	5407394	30	532716	5412338	51	531484	5417281
10	534698	5406616	31	533493	5411587	52	532261	5416531
11	535502	5405894	32	535047	5410087	53	532994	5415735
12	536279	5405144	33	535824	5409337	54	533847	5415063
13	529448	5413617	34	536601	5408586	55	534632	5414322
14	530225	5412867	35	537378	5407836	56	535359	5413578
15	531002	5412117	36	538256	5407192	57	531645	5419002
16	531769	5411357	37	538931	5406336	58	532422	5418252
17	532555	5410616	38	539705	5405582	59	533199	5417502
18	533332	5409866	39	529809	5417100	60	533976	5416751
19	534150	5409076	40	530531	5416293	61	534780	5416029
20	534886	5408366	41	531323	5415559	62	535530	5415251
21	535656	5407608	42	532089	5414798	Sous-station	534270	54010837
						Mât de mesure	531309	5408232

Figure 34 : Coordonnées des éléments du parc – projection WGS 84 – UTM30N

5. Annexe 2 – Details sur les mesures de bruit

5.1. DEROULEMENT

Les mesures ont été réalisées conformément à la norme en vigueur NF S 31-010 « caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement » et en s'inspirant du projet de norme NF S 31-114 « mesurage du bruit dans l'environnement avec et sans activité éolienne ».

Elles ont eu lieu entre le 21 et le 27 janvier 2015 pour le point n°1 et entre le 28 janvier et le 4 février 2015 pour le point n°2.

5.2. METHODOLOGIE

Les mesurages du bruit ont été réalisés à des emplacements où l'impact du futur parc a été jugé comme potentiellement le plus élevé, et de manière à caractériser un lieu de vie. La hauteur de mesurage au-dessus du sol était comprise entre 1.2 et 1.5 m, à des emplacements situés à plus de 2 m de toute surface réfléchissante.

Les mesurages météorologiques ont été effectués à terre, à 10 m au-dessus du sol et à proximité des mesures de bruit. Les vitesses de vent standardisées sont ensuite déduites selon un profil vertical représentatif du site. On notera que selon les principes de la NF S 31-114, les mesures de vent doivent être faites au niveau des futures éoliennes et s'appliquent au cas d'un parc éolien à terre.

Principe du calcul de la vitesse de vent référence :

La corrélation des niveaux de bruit avec la vitesse de vent s'effectue à la hauteur de référence fixée à 10 m. Les vitesses à cette hauteur de référence ne correspondent pas aux valeurs mesurées à 10 m pour les raisons suivantes :

- L'objectif est de corréler les niveaux de bruit résiduels en fonction des régimes de fonctionnement des éoliennes ;
- Les émissions sonores des éoliennes dépendent de la vitesse du vent sur leurs pales, approximée à la hauteur de moyeu ;
- Le profil vertical de vent (cisaillement vertical) influe de manière importante sur la différence des vitesses de vent à 10 m au-dessus du sol et à hauteur de moyeu ;

Ailes Marines S.A.S créée par

- Les données de puissance acoustique des aérogénérateurs sont fournies à partir de mesure de vitesse de vent à hauteur de nacelle généralement, reconvertie à 10 m à l'aide d'un profil standard (exposant de cisaillement de 0,16 ou longueur de rugosité de 0.05 m), conformément à la norme : IEC 61 400 – 11 et 12 « Aérogénérateurs - Techniques de mesure du bruit acoustique » ;
- Le profil vertical de vent varie de manière plus ou moins importante au cours d'une journée ainsi qu'au cours de l'année, et l'exposant de cisaillement le caractérisant est très fréquemment supérieur à la valeur standard 0,16 en période nocturne.

Ainsi, selon les recommandations :

- Du projet de norme NF S PR 31-114 « Acoustique – Mesurage du bruit dans l'environnement avec et sans activité éolienne » ;
- Du Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens actualisé en 2010 par le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer,.

L'objectif est de calculer la vitesse « réelle » à hauteur de nacelle des éoliennes puis de la convertir à la hauteur de référence (fixée à 10 m) à l'aide d'une longueur de rugosité standardisée à 0,05 m.
C'est pourquoi, nous avons développé un calcul de vitesse de vent à Hauteur de référence : H_{ref} permettant, à partir des relevés de vitesse à 10 m, d'extrapoler la vitesse de vent à H_{ref}.
Ce calcul est basé sur les données connues du site concerné (cisaillement moyen diurne / nocturne), sur une analyse qualitative, ainsi que sur des relevés météorologiques annuels de plusieurs sites, et nous permet de prendre en compte une tendance horaire moyenne de l'évolution de l'exposant de cisaillement en fonction de la vitesse de vent.

5.3. APPAREILLAGE UTILISE

Les mesures de bruit ont été réalisées à l'aide de sonomètres intégrateurs de classe 1. Avant et après chaque série de mesurage, la chaîne de mesure a été calibrée à l'aide d'un calibreur conforme à la norme EN CEI 60-942.
Un écart inférieur à 0,5 dB a été vérifié et atteste de la validité des mesures.

Comme spécifié dans la norme NF S 31-010, seront conservés au moins 2 ans :

- La description complète de l'appareillage de mesure acoustique ;
- L'indication des réglages utilisés ;
- Le croquis des lieux et le rapport d'étude ;
- L'ensemble des évolutions temporelles et niveaux pondérés A sous format informatique.

Le tableau ci-dessous récapitule l'ensemble des éléments de la chaîne de mesure :

Nature	Marque	Type	N° de série
Sonomètre	01 dB	DUO	11102
Calibreur	01 dB	CAL21	34134106
Préamplificateur	PRE 21 S	PRE 21 S	associé au sonomètre*
Microphone	GRAS 40AE	MC E 212	associé au sonomètre*

* A chaque sonomètre est associé un préamplificateur et un microphone qui restent inchangés.

Les conditions météorologiques sont enregistrées à l'aide d'un mat de 10 mètres de hauteur, sur lequel est positionnée une station d'enregistrement (girouette et anémomètre).

L'anémomètre utilisé est à coupelles « first class » adapté aux mesures de vents horizontaux. Les anémomètres optico-électroniques sont accompagnés d'un certificat de calibration, correspondant aux standards internationaux (Certifié selon IEC 61400-12-1 / MEASNET).

Dotés d'une incertitude de mesure de 3% jusqu'à une vitesse de vent de 50 m/s, d'une résolution de 0,05 m/s et d'une fréquence d'échantillonnage d'1 Hertz, ces capteurs permettent une mesure fiable.
Les mesures de directions de vent sont réalisées à l'aide de girouettes précises à plus ou moins 2°, dotées d'une résolution de 1° et permettent une mesure fiable à 360° (sans trou de nord).

De gauche à droite : mât météorologique, anémomètre, girouette, système d'acquisition

Implantation du mât météorologique à Erquy | *Implantation du mât météorologique à Binic*

5.4. CONDITIONS METEOROLOGIQUES

5.4.1. Description des conditions météorologiques

Les conditions météorologiques peuvent influer sur les mesures de deux manières :

- Par perturbation du mesurage, en particulier par action sur le microphone, il convient donc de ne pas faire de mesurage en cas de pluie marquée ;
- Lorsque la (les) source(s) de bruit est (sont) éloignée(s), le niveau de pression acoustique mesuré est fonction des conditions de propagation liées à la météorologie. Cette influence est d'autant plus importante que l'on s'éloigne de la source.

- **Point n°1 – ERQUY**

Conditions météorologiques rencontrées pendant le mesurage
Période de faibles précipitations ayant peu perturbé les mesures
Vitesse de vent jusqu'à 5m/s à Hréf = 10 m
Direction dominante de vent : Sud-Ouest et Nord

Sources d'information
Mât météorologique à 10 m sur site
Données MétéoFrance
Observations in situ

- **Point n°2 – BINIC**

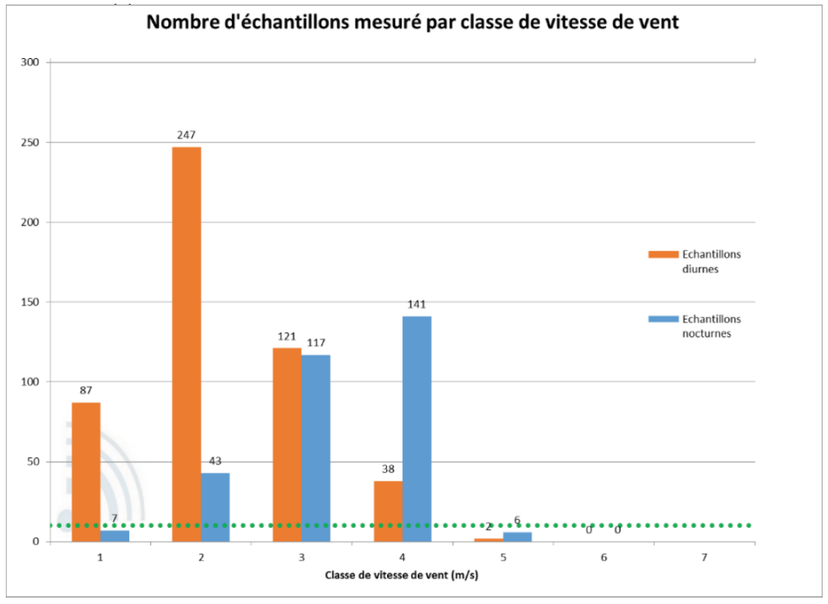
Conditions météorologiques rencontrées pendant le mesurage
Période de faibles précipitations ayant peu perturbé les mesures
Vitesse de vent jusqu'à 12 m/s à Hréf = 10m
Direction dominante de vent : Ouest/Nord-Ouest et Nord-Est

Sources d'information
Mât météorologique à 10 m sur site
Données MétéoFrance
Observations in situ

5.4.2. Nombre de couples « Niveau de bruit/ Vitesse de vent » moyennés sur 10 minutes sur l'ensemble de la période de mesure

D'après la dernière version du projet de norme NF S 31-114, au moins 10 couples « Niveau de bruit/Vitesse de vent » par classe considérée, sont nécessaires pour calculer un indicateur de bruit (une classe correspond à une vitesse de vent de 1 m/s de largeur, centrée sur une valeur entière).

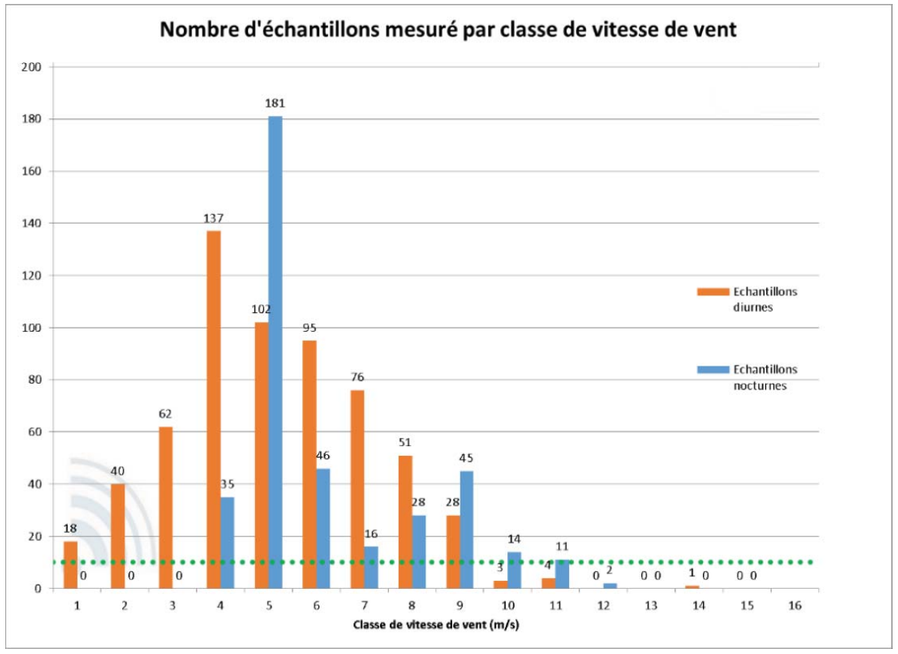
- **Point n°1 – ERQUY**



Commentaire
Le nombre d'échantillon mesuré est supérieur à 10 jusqu'à 4 m/s en période diurne et de 2 à 4 m/s en période nocturne.

Il est important de noter que les mesures de vitesses et de direction de vent ont pu être minimisées en raison de l'emplacement du mât. En effet, celui-ci étant installé au sein du camping municipal, où de nombreux arbres étaient présents, il est probable que ceux-ci aient pu engendrer un effet d'écran et ainsi limiter la vitesse de vent à hauteur du mât.

- **Point n°2 – BINIC**



Commentaire
Le nombre d'échantillon mesuré est supérieur à 10 jusqu'à 9 m/s en période diurne et de 4 à 11 m/s en période nocturne.

5.5. ANALYSE DES MESURES

5.5.1. Principe d'analyse

Intervalle de base d'analyse

L'intervalle de base a été fixé à 10 minutes ; les vitesses de vent ont donc été moyennées sur 10 minutes. Les niveaux résiduels Lres, 10 min ont été calculés à partir de l'indice fractile LA,50, déduit des niveaux LAeq, 1s.

Classe homogène

Une classe homogène est définie, selon le projet de norme NF S 31-114 :

- Est fonction « des facteurs environnementaux ayant une influence sur la variabilité des niveaux sonores (variation de trafic routier, activités humaines, chorus matinal, orientation du vent, saison …). »
- « Doit prendre en compte la réalité des variations de bruits typiques rencontrés normalement sur le terrain à étudier, tout en considérant également les conditions d'occurrence de ces bruits. »
- Présente une unique variable influente sur les niveaux sonores : la vitesse de vent. Une vitesse de vent ne peut donc pas être considérée comme une classe homogène.

Une ou plusieurs classes homogènes peuvent être nécessaires pour caractériser complètement une période particulière spécifiée dans des normes, des textes réglementaires ou contractuels.
Ainsi, une classe homogène peut être définie par l'association de plusieurs critères tels que les périodes jour / nuit ou plages horaires (7h-22h et 22h-7h), les secteurs de vent, les activités humaines…
Une analyse des directions observées lors de la campagne de mesure est réalisée sur chaque intervalle de référence.

5.5.2. Choix des classes homogènes

Les roses des vents présentées au paragraphe 3.1.2 du rapport nous ont permis de constater que deux directions de vent principales ont été observées pour chacun des deux points pendant la campagne de mesures :

Point n°1 : Erquy
- Direction centrée sur le secteur]190° ; 270°] - SO ;
- Direction centrée sur le secteur]320° ; 20°] - N.

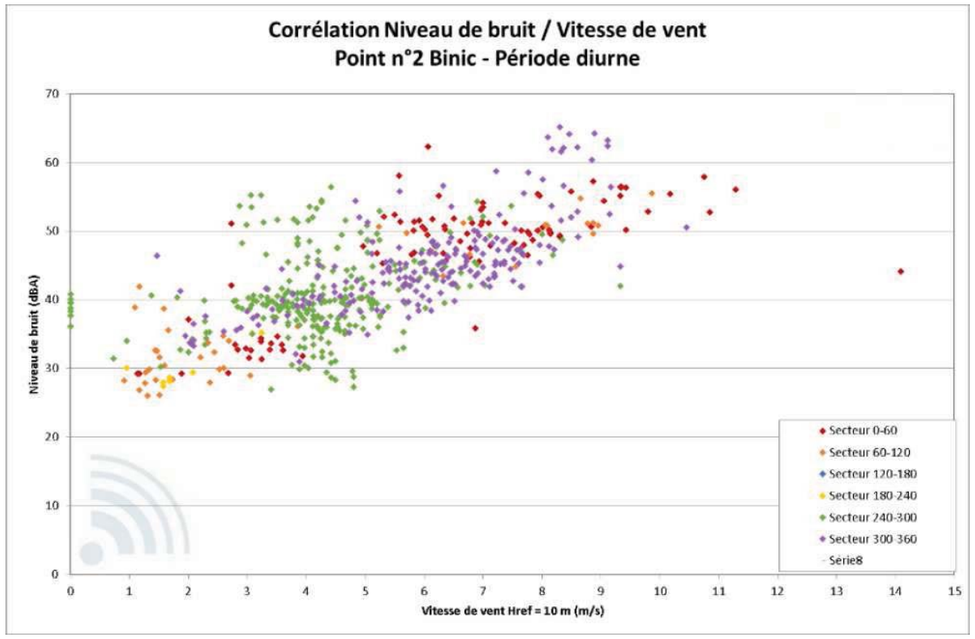
Point n°2 : Binic
- Direction centrée sur le secteur]245° ; 345°] – O/NO ;
- Direction centrée sur le secteur]20° ; 80°] - NE.

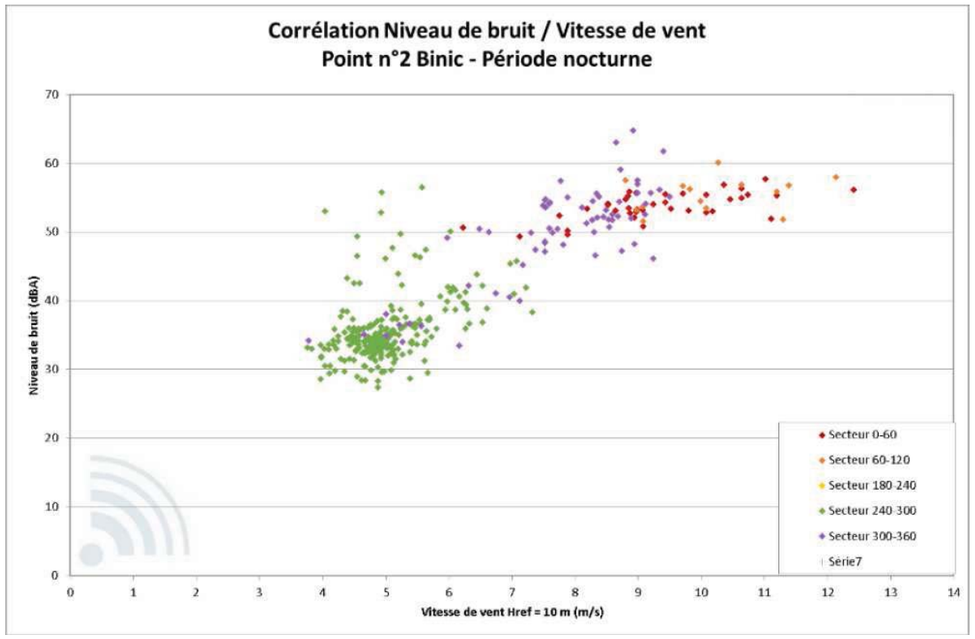
Il a été décidé de considérer toutes les directions de vent mesurées pendant la campagne de mesures.

En effet, le parc étant très éloigné des côtes, les directions de vent mesurées sur terre sont probablement différentes de celles observées au niveau du parc. Par conséquent, le niveau de bruit résiduel global a été déterminé pour toutes les directions de vent.

Analyse des classes homogènes sur un point de mesure type : Point n°2 Binic

Les graphiques ci-après présentent l'ensemble des données collectées en période diurne et nocturne, en tenant compte de tous les secteurs de directions mesurés pendant la campagne de mesures.





Commentaires

Ces nuages de points comparatifs ont montré, notamment en période nocturne, qu'il y a peu de disparité entre les différents échantillons mesurés, en considérant tous les secteurs de direction observés pendant la campagne de mesure.

L'analyse des indicateurs de niveaux sonores a donc été entreprise pour l'ensemble des directions de vent mesurées.

5.5.3. Nuages de points - Comptage

Pour chaque classe homogène et pour chaque classe de vitesse de vents étudiés, un niveau sonore représentatif de l'exposition au bruit des populations a été associé.

Ce niveau sonore, associé à une classe homogène et à une classe de vitesse de vent, est obtenu par traitement des descripteurs des niveaux sonores contenus dans la classe de vitesse de vent.

Il est appelé indicateur de bruit de la classe de vitesse de vent.

Pour chaque point de mesure et pour les périodes diurne et nocturne respectivement, il est présenté :

- Le nombre de couples analysés. Ce comptage ne comprend que les périodes représentatives de l'ambiance sonore normale (les périodes comprenant la présence d'un bruit parasite, de pluie marquée, d'orientation de vent occasionnelle, etc. ont été supprimées). Ce comptage correspond au nombre de couples utilisés pour l'estimation des niveaux résiduels représentatifs ;

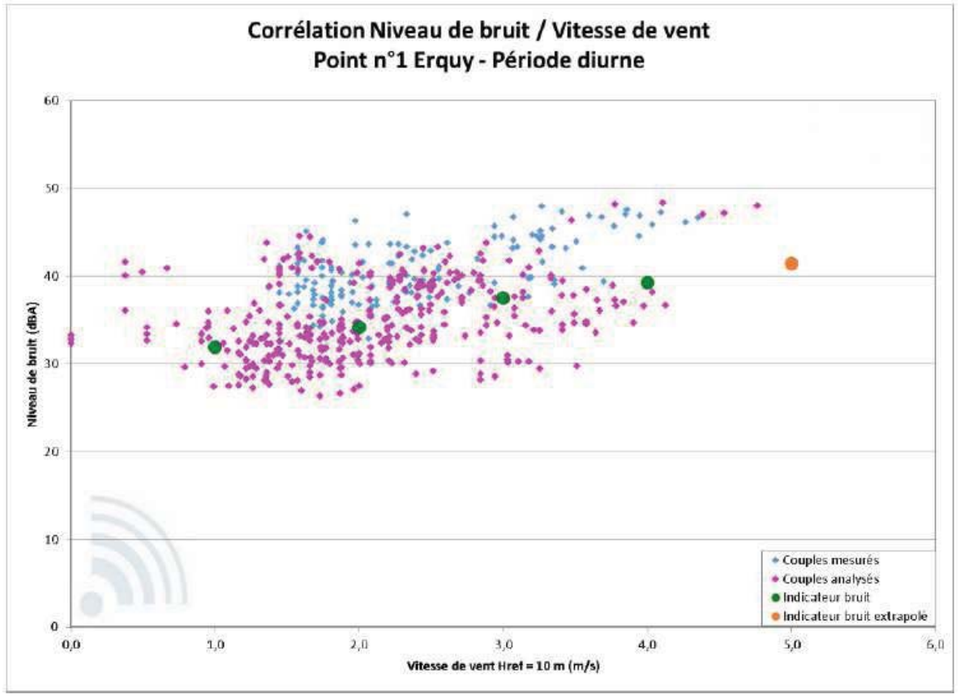
- L'incertitude de mesure (le calcul est réalisé suivant les recommandations du projet de norme NFS 31-114) ;

- Les nuages de points permettant de visualiser les évolutions des niveaux sonores en fonction des vitesses de vent. Nous représentons en bleu les couples « Niveau de bruit/Vitesse de vent » supprimés et en rose les couples analysés.
  L'indicateur de bruit par classe de vitesses de vent est représenté par des points verts. Des indicateurs de bruit théoriques sont représentés par des points orange. Ces points indiquent les niveaux de bruit extrapolés en fonction des niveaux mesurés sur la classe de vitesses de vent étudiée et sur les classes de vitesses contiguës. Ces indicateurs visent à établir une certaine évolution théorique des niveaux sonores avec la vitesse de vent.

Point n°1 – ERQUY

Période diurne

Classe de vitesse de vent standardisée à H_{ref} = 10m	1 m/s	2 m/s	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Nombre de couples analysés	85	164	80	18	2	0	0	0	0	0
Indicateur de bruit retenu	32,0	34,0	37,5	39,5	*41,5*	--	--	--	--	--
Incertitude Uc(Res)	1,4	1,4	1,4	1,5	2,1	--	--	--	--	--



Commentaires

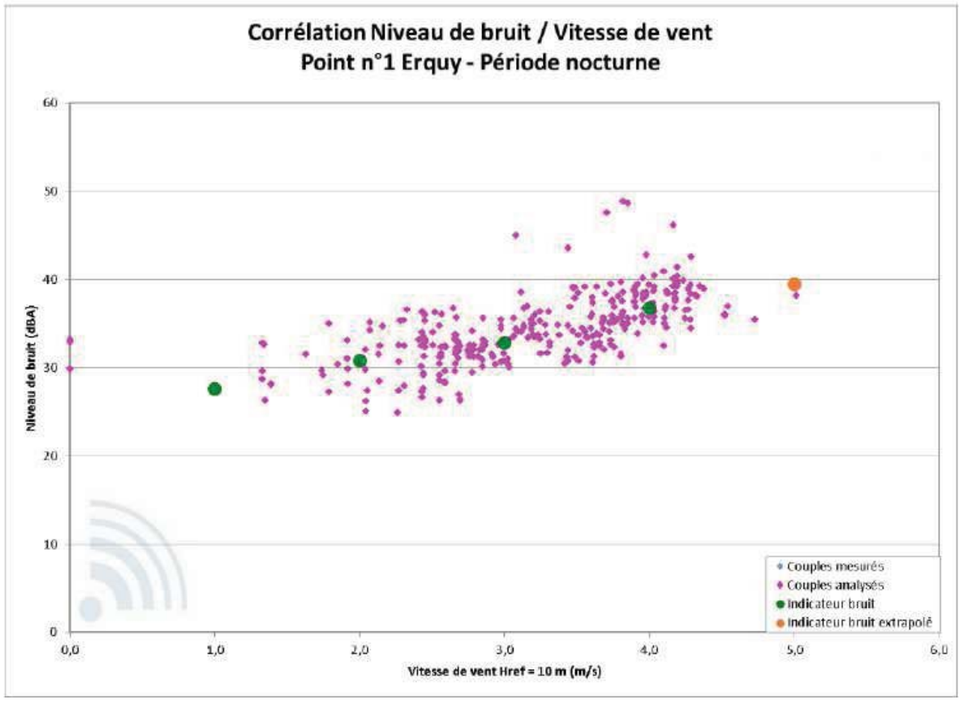
Les couples (Lres– Vitesse de vent) 10 minutes mesurés pour les vitesses de vent de 1 à 4 m/s à Href=10 m sont suffisants pour établir une estimation de niveaux résiduels représentatifs de la situation sonore du site.

Le niveau retenu pour la vitesse de 5 m/s à Href=10m est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

Les points bleus correspondent à la période 8h-12h, période d'activités humaines importantes, non représentative du reste de la journée. Elle a donc été écartée de l'analyse.
L'évolution des niveaux sonores en fonction de la vitesse du vent est cohérente et significative.

Période nocturne

Classe de vitesse de vent standardisée à H_{ref} = 10m	1 m/s	2 m/s	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Nombre de couples analysés	7	50	119	134	6	0	0	0	0	0
Indicateur de bruit retenu	*27,5*	31,0	33,0	36,5	*39,5*	--	--	--	--	--
Incertitude Uc(Res)	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	--	--	--	--	--



Commentaires

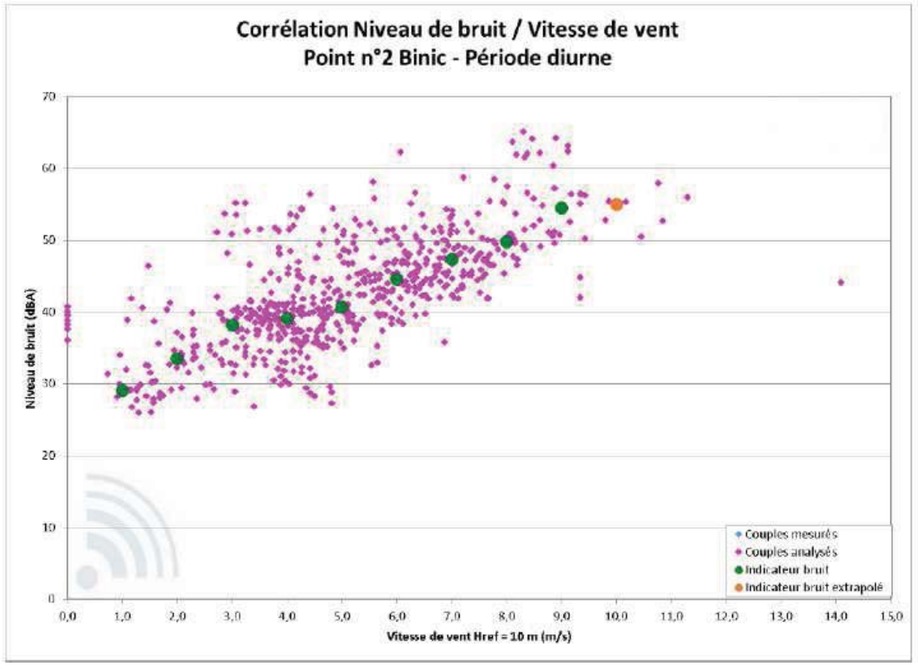
Les couples (Lres– Vitesse de vent) 10 minutes mesurés pour les vitesses de vent de 1 à 4 m/s à Href=10 m sont suffisants pour établir une estimation de niveaux résiduels représentatifs de la situation sonore du site.

Le niveau retenu pour la vitesse de 5 m/s à Href=10 m est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.
L'évolution des niveaux sonores en fonction de la vitesse du vent est cohérente et significative.

Point n°2 – BINIC

Période diurne

Classe de vitesse de vent standardisée à H_{ref} = 10m	1 m/s	2 m/s	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Nombre de couples analysés	20	38	65	140	97	100	73	52	24	4
Indicateur de bruit retenu	29,0	33,5	38,0	39,0	40,5	44,5	47,5	50,0	54,5	*55,0*
Incertitude Uc(Res)	1,6	1,6	1,5	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,9	2,1

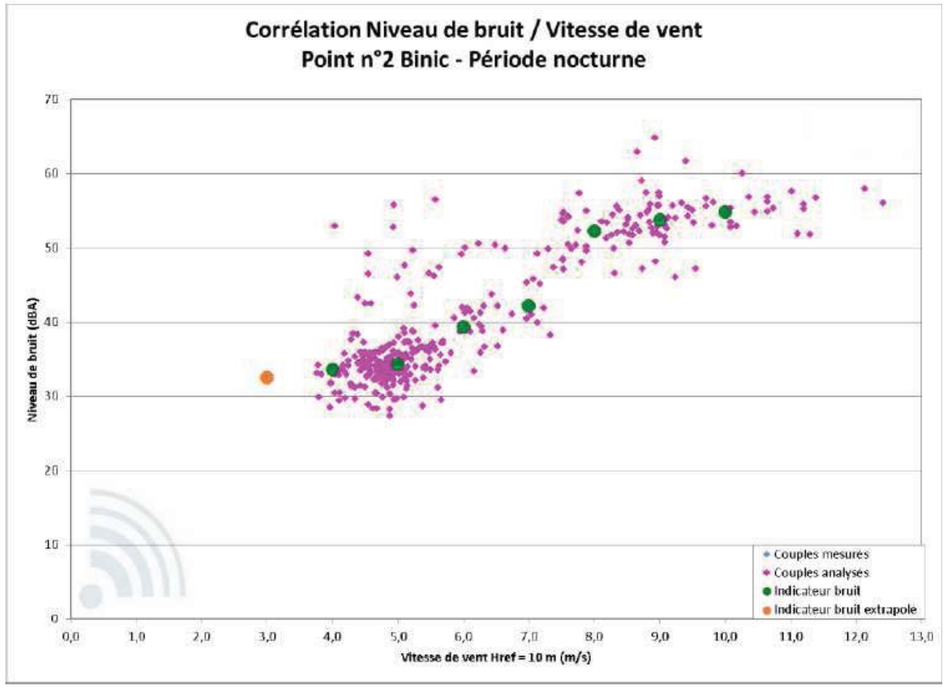


ANNEXES

Commentaires
Les couples (Lres– Vitesse de vent) 10 minutes mesurés pour les vitesses de vent de 1 à 9 m/s à Href=10 m sont suffisants pour établir une estimation de niveaux résiduels représentatifs de la situation sonore du site.
Le niveau retenu pour la vitesse de 10 m/s à Href=10 m est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.
La dispersion des points sur le graphique est due à l'activité humaine, prépondérante en période diurne ainsi qu'à quelques périodes de précipitation intervenues pendant les mesures.
L'évolution des niveaux sonores en fonction de la vitesse du vent est cohérente et significative.

Période nocturne

Classe de vitesse de vent standardisée à H_{ref} = 10m	1 m/s	2 m/s	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Nombre de couples analysés	0	0	0	47	175	40	17	29	43	15
Indicateur de bruit retenu	--	--	*32,5*	33,5	34,5	39,5	42,0	52,5	54,0	55,0
Incertitude Uc(Res)	--	--	--	1,3	1,3	1,6	2,2	1,7	1,4	1,4



ANNEXES

Commentaires

Les couples (Lres– Vitesse de vent) 10 minutes mesurés pour les vitesses de vent de 4 à 10 m/s à Href=10 m sont suffisants pour établir une estimation de niveaux résiduels représentatifs de la situation sonore du site.

Le niveau retenu pour la vitesse de 3 m/s à Href=10 m est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent supérieures et des caractéristiques du site.

L'évolution des niveaux sonores en fonction de la vitesse du vent est cohérente et significative à partir de 5 m/s.

Les valeurs des indicateurs de bruit résiduel diurnes et nocturnes retenus sont présentées dans le corps du rapport, en global et par bande d'octave.