



Rapport n°20-17-60-01098-01-A-TMA

ÉTUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE

Projet de parc éolien sur la commune de Bourbriac (22)



AGENCE LORRAINE
23, boulevard de l'Europe
Centre d' Affaires les Nations – BP10101
54503 VANDOEUVRE-LES-NANCY
Tél. : +33 3 83 56 02 25
Fax : +33 3 83 56 04 08
Mail : contact@venathec.com
www.venathec.com

VENATHEC SAS au capital de 750 000 €
Société enregistrée au RCS Nancy B sous le numéro 423 893 296 - APE 7112B
N° TVA intracommunautaire FR 06 423 893 296



Référence du document n°20-17-60-01098-01-A-TMA

Client

Établissement GROUPE VALECO
Adresse Parc 2000 Extension – 188, rue Maurice Béjart
CS 57392 – 34184 MONTPELLIER Cedex 4
Tél. 04 67 40 74 00

Interlocuteur

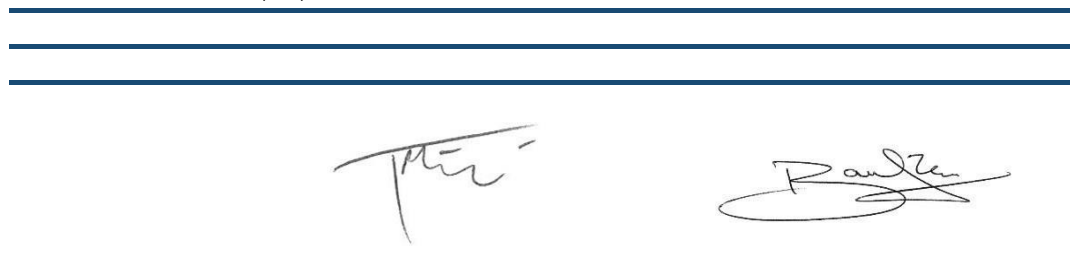
Nom Brice GEOFFROY
Fonction Acousticien / Chargé d'études
Courriel bricegeoffroy@groupevaleco.com

Diffusion

Exemplaire 1
Papier
Informatique X

Version

A
Date 01/06/2020



SOMMAIRE

1.	OBJET DE L'ÉTUDE	5
2.	CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE	6
2.1	Arrêté du 26 août 2011 – ICPE	6
2.2	Projet de Norme PR-S 31-114	6
2.3	Critère d'émergence	6
2.4	Valeur limite à proximité des éoliennes.....	6
2.5	Tonalité marquée.....	7
2.6	Incertitudes	7
3.	PRÉSENTATION DU PROJET	8
3.1	Description du projet	8
3.2	Description des points de mesure	8
4.	DÉROULEMENT DU MESURAGE.....	13
4.1	Opérateur concerné par le mesurage	13
4.2	Déroulement général.....	13
4.3	Méthodologie et appareillages de mesure.....	13
4.4	Conditions météorologiques rencontrées	14
5.	ANALYSE DES MESURES.....	16
5.1	Principe d'analyse	16
5.2	Choix des classes homogènes.....	16
5.3	Graphique de corrélation des niveaux sonores avec la vitesse de vent.....	18
5.4	Indicateurs bruit résiduel diurnes - Secteur SO]180° ; 285°].....	31
5.1	Indicateurs bruit résiduel nocturnes - Secteur SO]180° ; 285°].....	32
6.	SYNTHÈSE DES MESURAGES.....	33
7.	ÉTUDE DE L'IMPACT ACOUSTIQUE ENGENDRÉ PAR L'ACTIVITÉ DU PARC ÉOLIEN.....	34
7.1	Rappel des objectifs.....	34
7.2	Hypothèses de calcul.....	34
7.3	Évaluation de l'impact sonore	37
7.4	Résultats prévisionnels en période diurne.....	38
7.5	Résultats prévisionnels en période nocturne.....	39
8.	OPTIMISATION DU PROJET	40
8.1	Comment réduire le bruit de l'éolienne : le bridage	40
8.2	Dimensionnement des plans de bridage	41
8.3	Plan de fonctionnement - Période diurne.....	41
8.4	Plan de fonctionnement - Période nocturne	42
8.5	Évaluation de l'impact sonore en période nocturne après bridage – Secteur sud-ouest.....	43
8.1	Évaluation de l'impact sonore en période nocturne après bridage – Secteur nord-est	44
9.	NIVEAUX DE BRUIT SUR LE PÉRIMÈTRE DE L'INSTALLATION	45
10.	TONALITÉ MARQUÉE	46
11.	CONCLUSION	48

12. ANNEXES..... 49

1. OBJET DE L'ÉTUDE

Dans le cadre du projet d'implantation d'un parc éolien sur la commune de Bourbriac (22), la société GROUPE VALECO a confié au bureau d'études acoustiques VENATHEC le volet bruit de l'étude d'impact.

L'objectif de la présente étude d'impact acoustique consiste à évaluer les risques de dépassement des valeurs réglementaires liés à la mise en place des éoliennes, selon les dernières normes et textes réglementaires afférents :

- arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation ICPE
- projet de norme NF S PR 31-114 « Acoustique – Mesurage du bruit dans l'environnement avec et sans activité éolienne »
- norme NF S 31-010 – « Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement »
- guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres - Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer (Décembre 2016)

Le rapport comporte :

- un récapitulatif du contexte réglementaire et normatif
- une présentation du projet et de l'intervention sur site
- une analyse des mesures des niveaux sonores résiduels aux abords des habitations les plus exposées
- une estimation des niveaux sonores après implantation des éoliennes
- une évaluation des dépassements prévisionnels des seuils réglementaires et du risque de non-conformité
- l'élaboration d'un plan de fonctionnement du parc permettant de satisfaire à la réglementation

2. CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

2.1 Arrêté du 26 août 2011 – ICPE

L'Arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, constitue désormais le texte réglementaire de référence.

2.2 Projet de Norme PR-S 31-114

Un projet de norme de mesurage spécifique à l'éolien, complémentaire à la norme NFS 31-010, est en cours de validation (norme NFS 31-114 ou équivalent guide 31-114). Cette norme aura pour objet de répondre à la problématique posée par des mesurages dans l'environnement en présence de vent. L'arrêté ICPE prévoit l'utilisation du projet de norme NFS 31-114.

Le projet de norme NFS 31-114 est une norme de contrôle et non une norme d'étude d'impact prévisionnelle. Cette norme vise en effet à établir un constat basé sur les niveaux mesurés en présence des éoliennes, grâce notamment à une alternance de marche et d'arrêt du parc.

Même si elle ne s'applique pas directement, l'ensemble des dispositions applicables au stade de l'étude d'impact sera employé.

2.3 Critère d'émergence

Le tableau ci-dessous précise les valeurs d'émergence sonore maximale admissible, fixées en niveaux globaux. Ces valeurs sont à respecter pour les niveaux sonores en zone à émergence réglementée lorsque le seuil de niveau ambiant est dépassé.

Niveau ambiant existant incluant le bruit du parc	Émergence maximale admissible	
	Jour (7h / 22 h)	Nuit (22h / 7h)
Lamb > 35 dBA	5 dBA	3 dBA

2.4 Valeur limite à proximité des éoliennes

Le tableau ci-dessous précise les valeurs du niveau de bruit maximal à respecter en tout point du périmètre de mesure défini ci-après :

Niveau de bruit maximal sur le périmètre de mesure	
Jour (7h / 22 h)	Nuit (22h / 7h)
70 dBA	60 dBA

Périmètre de mesure : « Périmètre correspondant au plus petit polygone dans lequel sont inscrits les disques de centre chaque aérogénérateur et de rayon R défini comme suit : »

$$R = 1,2x (\text{Hauteur de moyeu} + \text{Longueur d'un demi-rotor})$$

Cette disposition n'est pas applicable si le bruit résiduel pour la période considérée est supérieur à cette limite.

2.5 Tonalité marquée

La tonalité marquée consiste à mettre en évidence la prépondérance d'une composante fréquentielle.

Dans le cas présent, la tonalité marquée est détectée à partir des niveaux spectraux en bande de tiers d'octave et s'établit lorsque la différence :

Leq sur la bande de 1/3 octave considérée - Leq sur les 4 bandes de 1/3 octave les plus proches*

* les 2 bandes immédiatement inférieures et celles immédiatement supérieures.

est supérieure ou égale à :

Tonalité marquée – Différence limite	
50 Hz à 315 Hz	400 Hz à 8000 Hz
10 dB	5 dB

2.6 Incertitudes

Selon l'Arrêté du 26 août 2011, « lorsque des mesures sont effectuées pour vérifier le respect des présentes dispositions, elles sont effectuées selon les dispositions [...] de la norme NFS 31-114 dans sa version de juillet 2011.

»

Ce projet de norme NFS 31-114 énonce la détermination des incertitudes :

« L'incertitude totale sur l'indicateur de bruit associé à une classe homogène et à une classe de vitesse de vent est composée d'une incertitude (type A) due à la distribution d'échantillonnage de l'indicateur considéré et d'une incertitude métrologique (type B) sur les mesures des descripteurs acoustiques. »

La méthode de prise en compte de l'incertitude pour la comparaison avec les seuils réglementaires est également définie dans cette norme.

Pour la présente étude, les incertitudes sur les estimateurs (médianes) seront estimées, mais ces incertitudes ne seront versées ni au profit du développeur ni au profit des riverains. De cette manière, et à ce stade d'une étude prévisionnelle, une approche raisonnable et équilibrée est ainsi adoptée.

3. PRÉSENTATION DU PROJET

3.1 Description du projet

Le projet d'implantation du parc éolien est situé sur la commune de Bourbriac (22).

Il prévoit l'implantation de 3 éoliennes de type V100 de chez Vestas d'une hauteur de moyeu de 75 mètres.

L'ensemble des éoliennes sera pourvu de dentelure sur leurs pales.

Les détails concernant les éoliennes sont fournis en partie 7.2.

VALECO, en tant qu'entreprise dépendant d'une société (ENBW) dont la majeure partie des capitaux appartiennent à des fonds publics, doit se soumettre à la directive européenne 2014/25/UE visant à garantir le respect des principes de mise en concurrence, d'égalité de traitement des fournisseurs, et de transparence pour tout achat de matériels et services destinés à ses sociétés de projet de construction, dès lors que ces achats sont liés à leur activité de production d'électricité. Cette directive s'applique aux marchés de travaux d'une valeur supérieure à 5 000 000 € et aux marchés de fournitures et de services d'une valeur supérieure à 400 000 € de la SPV (seuils actuellement applicables à compter du premier janvier 2012 par le règlement européen n°1251/2011 du 30 novembre 2011 et le décret n°2011-2027 du 29 décembre 2011, et réévalués par période de 2 ans), tels que la fourniture et l'installation d'éolienne.

Si la mise en concurrence des fabricants d'éoliennes aboutissait à retenir un modèle différent de la Vestas V100, le porteur de projet s'engage alors à refaire des simulations d'impact acoustique pour le projet pour conforter les résultats présentés ici, voire si nécessaire à ajuster le modèle de bridage.

3.2 Description des points de mesure

La société GROUPE VALECO, en concertation avec VENATHEC, a retenu 8 points de mesure distincts représentant les habitations susceptibles d'être les plus exposées :

- Point n°1 : Pen Luéguer Braz
- Point n°2 : Kerborn
- Point n°3 : Saint Houarneau
- Point n°4 : Keranflec'h
- Point n°5 : Kerivoa
- Point n°6 : Cosquer Jehan
- Point n°7 : Kergoarin
- Point n°8 : Felhan

Remarque

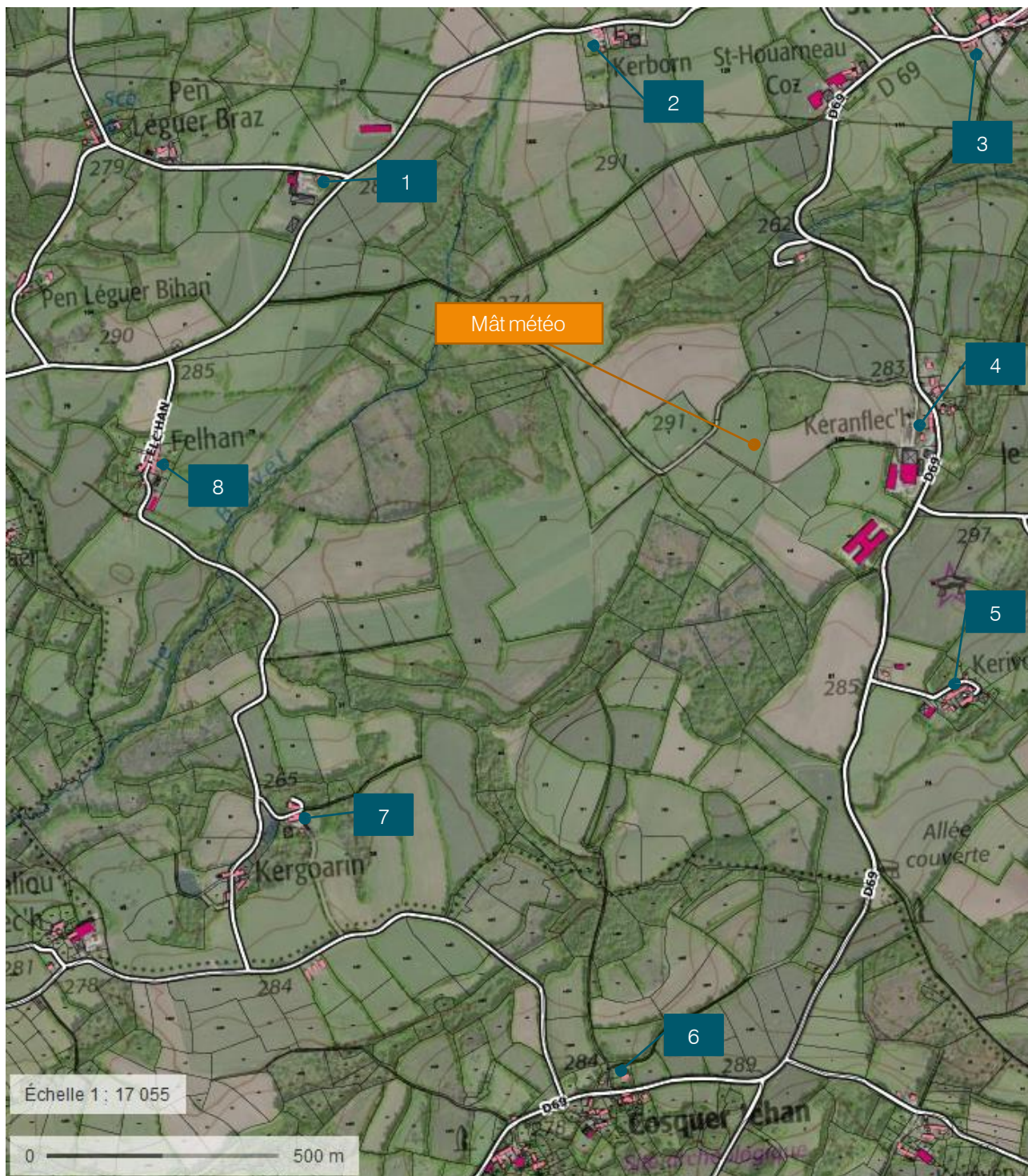
La maison au point 3 étant inoccupée nous avons effectué les mesures dans le village de Saint Houarneau plus au nord.

Aux points n°6 et 8, les riverains n'ont pas souhaité accueillir un sonomètre dans leur propriété, nous les considérerons donc avec les mesures des points les plus proches. Ces points seront pris en compte uniquement dans la partie étude du projet.

Emplacement des microphones


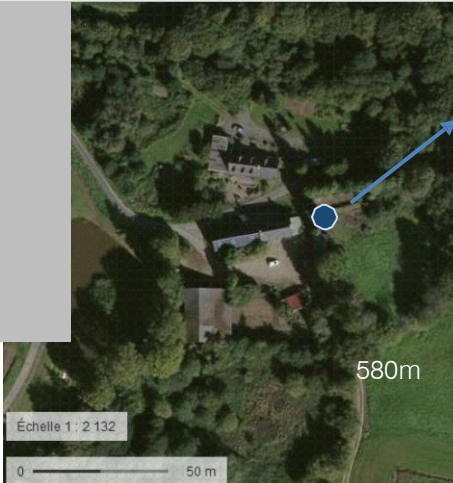
Dans la mesure du possible, les microphones ont été positionnés :

- dans un lieu de vie habituel (terrasse ou jardin d'agrément)
- à l'abri du vent de sorte que son influence sur le microphone soit la plus négligeable possible
- à l'abri de la végétation pour refléter l'environnement sonore le plus indépendamment possible des saisons
- à l'abri des infrastructures de transport proches afin de s'affranchir de perturbations trop importantes dont on ne peut justifier entièrement l'occurrence



Vue aérienne du site

Point	Lieu	Vue aérienne	Sources sonores environnantes
N°1	Pen Luéguer Braz 22720 BOURBRIAC		Bruit de végétation, Trafic routier faible des routes environnantes, Avifaune, animaux, Parc éolien existant au nord du site.
N°2	Kerborn 22720 BOURBRIAC		Bruit de végétation, Trafic routier faible des routes environnantes, Avifaune, animaux, Parc éolien existant au nord du site.
N°3	Saint-Houarneau 22720 BOURBRIAC		Bruit de végétation, Trafic routier faible des routes environnantes, Avifaune, animaux.
N°4	Keranflec'h 22720 BOURBRIAC		Bruit de végétation, Trafic routier faible des routes environnantes, Avifaune, animaux, Activité agricole.

Point	Lieu	Vue aérienne	Sources sonores environnantes
N°5	Kerivoa 22720 BOURBRIAC		Bruit de végétation, Trafic routier faible des routes environnantes, Avifaune, animaux.
N°7	Kergoar 22720 BOURBRIAC		Bruit de végétation, Trafic routier faible des routes environnantes, Avifaune, animaux.

● : Emplacement du microphone pendant la mesure

➔ : Direction et distance à l'éolienne la plus proche

Représentativité du lieu de mesure par rapport à la zone d'habitations considérée

Point	Type d'habitat	Végétation (abondance à proximité du microphone)	Représentativité des sources sonores au point de mesure par rapport à la zone d'habitations
N°2 à 5	Hameau*	Moyenne	Très bonne
N°1 et 7	Habitations isolées	Importante	Très bonne

* La mesure est réalisée en périphérie du hameau, dans la partie de la zone d'habitation la plus proche des éoliennes envisagées, où les bruits d'activité humaine sont jugés moins importants.

Description générale de l'environnement

- végétation : développée / majoritairement constituée d'arbre feuillus mais aussi de quelques résineux
- infrastructure : aucune voie particulièrement bruyante n'est présente autour du projet ; à noter la présence d'un parc éolien au nord de la zone d'étude
- relief : le site est installé sur une plaine

Photographies des points de mesure



Point n°1

Pas de photo disponible

Point n°2



Point n°3



Point n°4



Point n°5



Point n°7

4. DÉROULEMENT DU MESURAGE

Les mesures ont été effectuées conformément :

- au projet de norme NF S31-114 « Acoustique – Mesurage du bruit dans l'environnement avec et sans activité éolienne »
- à la norme NF S31-010 « Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement »
- à la note d'estimation de l'incertitude de mesurage décrite en annexe

4.1 Opérateur concerné par le mesurage

- M. Régis COUREUIL, acousticien

La société est enregistrée au RCS Nancy B sous le numéro 423 893 296 00016.

Pour plus d'informations sur la société, visitez le site www.venathec.com

4.2 Déroulement général

Période de mesure	Du 21 novembre au 1er décembre 2017
Durée de mesure	10 jours

4.3 Méthodologie et appareillages de mesure

Mesure acoustique

Méthodologie

Les mesurages acoustiques ont été effectués au sein des lieux de vie où le futur impact sonore des éoliennes est jugé le plus élevé.

La hauteur de mesurage au-dessus du sol était comprise entre 1,20 m et 1,50 m.

Ces emplacements se trouvaient à plus de 2 mètres de toute surface réfléchissante.

Appareillage utilisé

Les mesurages ont été effectués avec des sonomètres intégrateurs de classe 1.

Avant et après chaque série de mesurage, la chaîne de mesure a été calibrée à l'aide d'un calibre conforme à la norme EN CEI 60-942. Le faible écart entre les valeurs de calibrage atteste de la validité des mesures.

Mesure météorologique

Méthodologie

Les mesurages météorologiques ont été effectués au centre de la zone où l'implantation des éoliennes est envisagée, à 10m au-dessus du sol. Les vitesses de vent standardisées sont ensuite déduites selon un profil vertical représentatif du site (cf. Annexe Choix des paramètres retenus).

Cette vitesse à Href = 10m a été utilisée pour caractériser l'évolution du bruit en fonction de la vitesse du vent dans l'ensemble des analyses.

Appareillage utilisé

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



Nous utilisons un anémomètre à coupelles « first class » adapté aux mesures de vents horizontaux. Nos 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 nous permettent une mesure fiable.

Nos mesures de directions de vent sont réalisées à l'aide de girouettes précises à $\pm 2^\circ$, dotées d'une résolution de 1° et permettent une mesure fiable à 360° (sans trou de nord).

4.4 Conditions météorologiques rencontrées

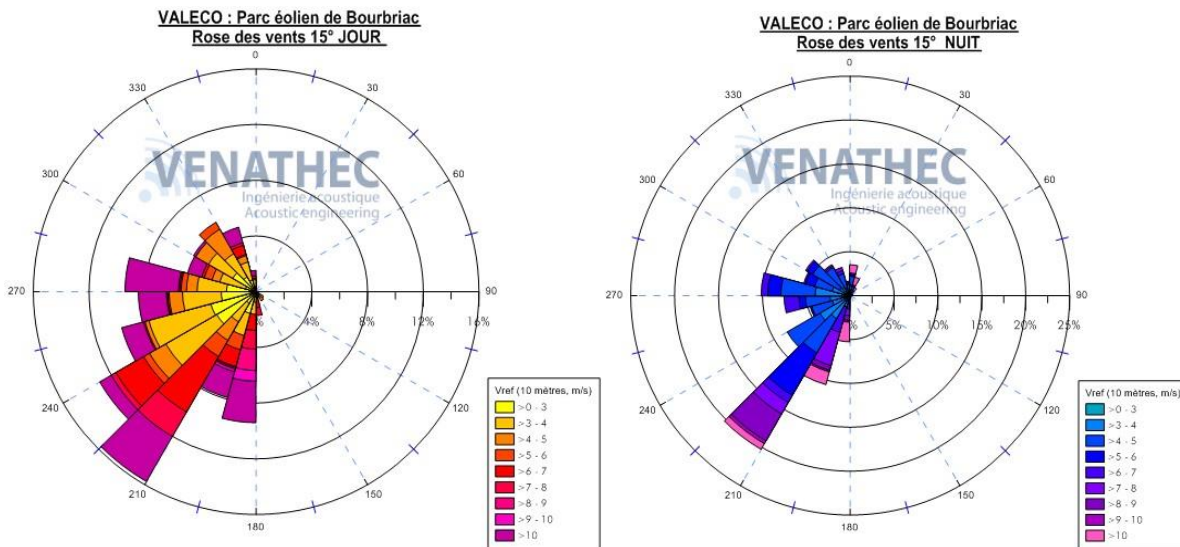
Description des conditions météorologiques

Les conditions météorologiques peuvent influencer 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

Conditions météorologiques rencontrées pendant le mesurage	La période de mesure a permis de couvrir une large plage de conditions météorologiques. Des vitesses de vent faibles à très soutenues ont été observées. Le secteur de directions de vent correspond à la direction principale du site : sud-ouest. Des périodes pluvieuses sont intervenues lors de la campagne mais ont été supprimées de l'analyse.
Sources d'informations	Mât météorologique à H= 10 m (matériel VENATHEC) Données météo France (pluviométrie) Constatations de terrain

Roses des vents



Roses des vents pendant la campagne de mesure



Rose des vents à long terme (Site Vortex)

5. ANALYSE DES MESURES

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 $L_{res,10min}$ ont été calculés à partir de l'indice fractile LA_{50} , déduit des niveaux $LA_{eq,1s}$.

Qu'est-ce qu'une classe homogène ?

Une classe homogène :

- 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, les secteurs de vent, les activités humaines...

La partie suivante présente les principaux critères retenus pour la détermination des classes homogènes.

5.2 Choix des classes homogènes

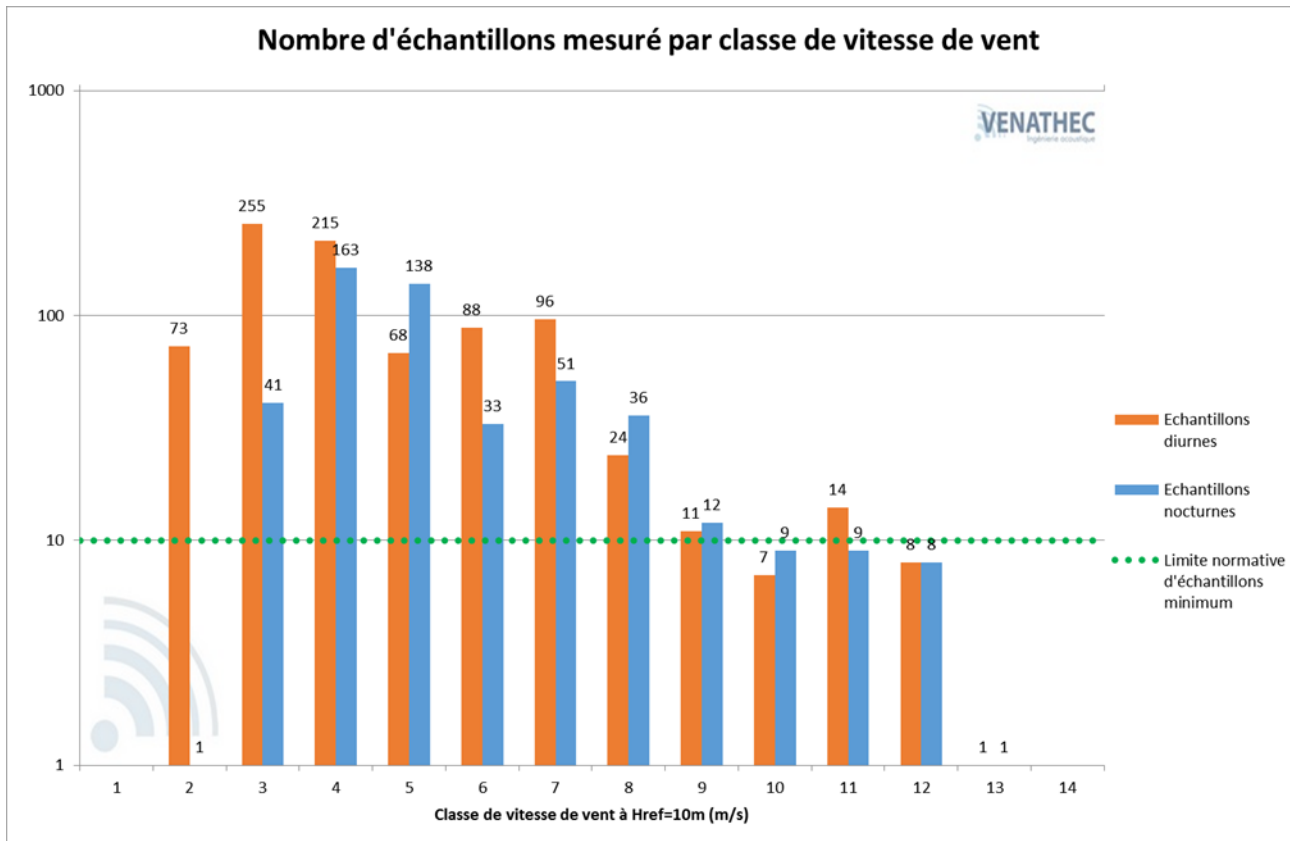
Influence de la direction de vent

Les roses des vents présentées précédemment nous ont permis de définir une direction de vent principale pendant la campagne de mesures :

- secteur $]180^\circ ; 285^\circ]$ – Sud-Ouest (SO)

D'après les mesures de vent à long terme, la direction sud-ouest est identifiée comme la direction dominante du site ce qui renforce la représentativité des mesures.

Le graphique ci-dessous présente le comptage des échantillons collectés en période diurne et nocturne, dans le secteur de directions défini précédemment.



Commentaire

Cette analyse nous montre que sur le secteur]180° ; 285°], le nombre d'occurrence de vitesses est suffisant de 3 à 9m/s en périodes diurne et nocturne.

Influence de la période

Nous avons porté un intérêt particulier dans l'analyse des périodes de transition entre le jour et la nuit.

L'analyse des évolutions des niveaux sonores en fonction de la période de journée ou de la nuit, a conduit à retenir les intervalles de référence suivants :

Point de mesure	Secteur de directions	Période diurne	Période nocturne
Point n°1 : Pen Luéguer braz	SO	7h-22h	22h-7h
Point n°2 : Kerborn	SO	7h-22h	22h-7h
Point n°3 : Saint Houarneau	SO	7h-22h	22h-7h
Point n°4 : Keranflec'h	SO	7h-22h	22h-7h
Point n°5 : Kerivoa	SO	7h-22h	22h-7h
Point n°7 : Kergoar	SO	7h-22h	22h-7h

Classes homogènes retenues pour l'analyse

Les analyses permettent de caractériser les classes homogènes suivantes :

- Classe homogène 1 : Secteur SO]180° ; 285°] - Période diurne – Automne
- Classe homogène 2 : Secteur SO]180° ; 285°] - Période nocturne – Automne

L'analyse des indicateurs de niveaux sonores et des émergences réglementaires a donc été entreprise pour ces deux classes homogènes.

5.3 Graphique de corrélation des niveaux sonores avec la vitesse de vent

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

Il est appelé indicateur de bruit.

Ce niveau sonore, associé à une classe homogène et à une classe de vitesse, est obtenu par traitement des descripteurs des niveaux sonores contenus dans la classe de vitesse de vent conformément aux recommandations normatives. Ainsi, pour chaque classe de vitesse de vent de 1m/s de largeur, les indicateurs de bruit résiduel sont calculés de la manière suivante :

- étape 1 : calcul de la médiane des $L_{50-10 \text{ minutes}}$
- étape 2 : calcul de la moyenne des vitesses de vent 10 minutes
- étape 3 : calcul de l'indicateur de bruit sur la vitesse entière par interpolation ou extrapolation avec une classe contiguë (à partir des résultats obtenus en étapes 1 et 2)

Afin d'obtenir des résultats indépendants de la hauteur de moyeu des machines, et comme le préconise le guide d'impact sur l'environnement des parcs éoliens (cf. Annexe Choix des paramètres retenus), les vitesses de vent utilisées correspondent aux vitesses standardisées (hauteur de référence 10m).

Pour chaque point de mesure et pour les périodes diurne et nocturne respectivement, nous présentons :

- 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 combinée de mesure (le calcul est réalisé suivant les recommandations du projet de norme NFS 31-114 ; la méthode de calcul est présentée en annexes)
- les graphiques 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 retenus pour l'analyse**

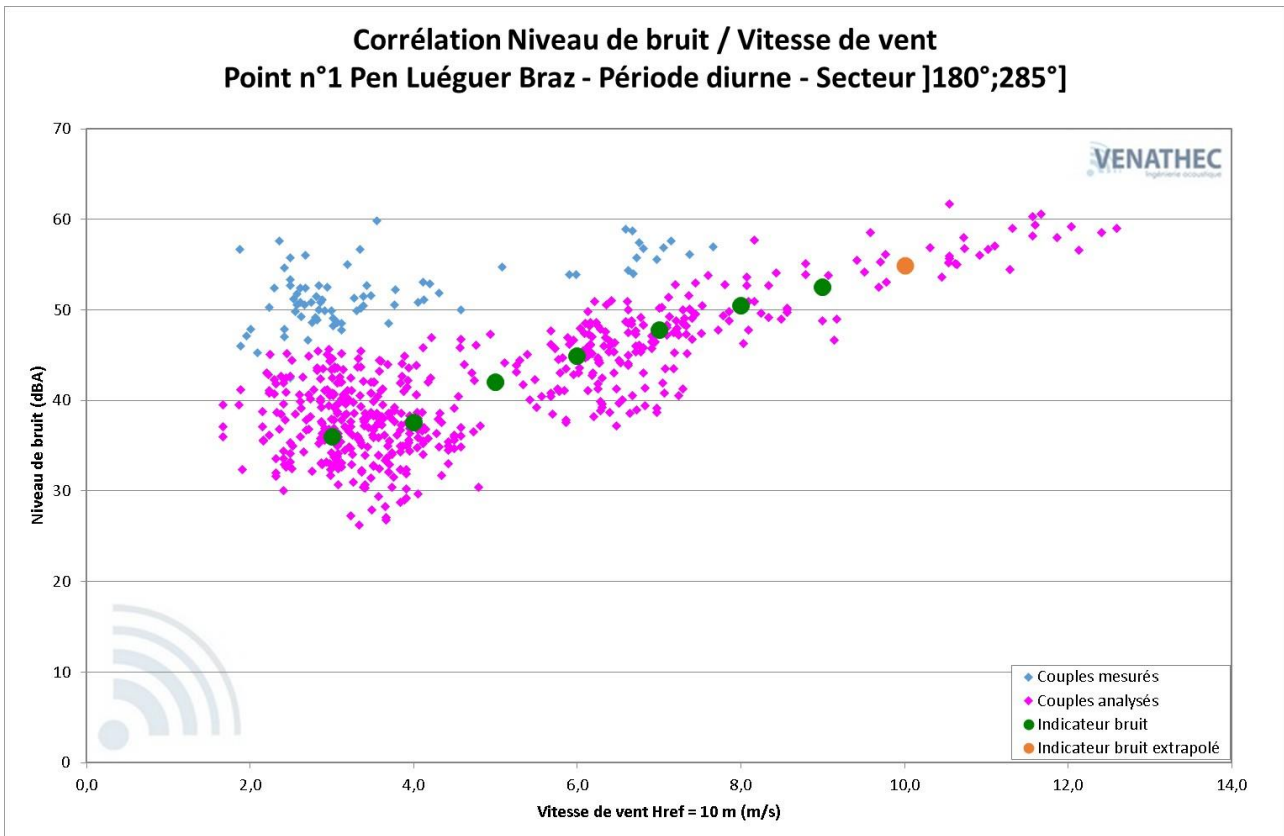
l'indicateur de bruit par classe de vitesses de vent est représenté par des **ronds verts**

des indicateurs de bruit théoriques sont représentés par des **ronds orange** ; ces cercles 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, ou correspondent à une classe disposant moins de 10 échantillons ; ces indicateurs visent à établir une certaine évolution théorique des niveaux sonores avec la vitesse de vent

Point n°1 : Pen Luéguer Braz

En période diurne

Vitesse de vent standardisée (Href=10m)	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	154	118	22	76	71	20	10	8
Indicateur de bruit retenu	36,0	37,5	42,0	45,0	48,0	50,5	52,5	55,0
Incertitude Uc(Res)	1,3	1,3	1,7	1,4	1,4	1,6	2,0	1,7



Commentaires

Les couples (L_{res} – Vitesse de vent)_{10 minutes} mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 9 m/s à $H_{ref}=10$ m sont suffisants pour établir une estimation de niveaux résiduels représentatifs de la situation sonore du site.

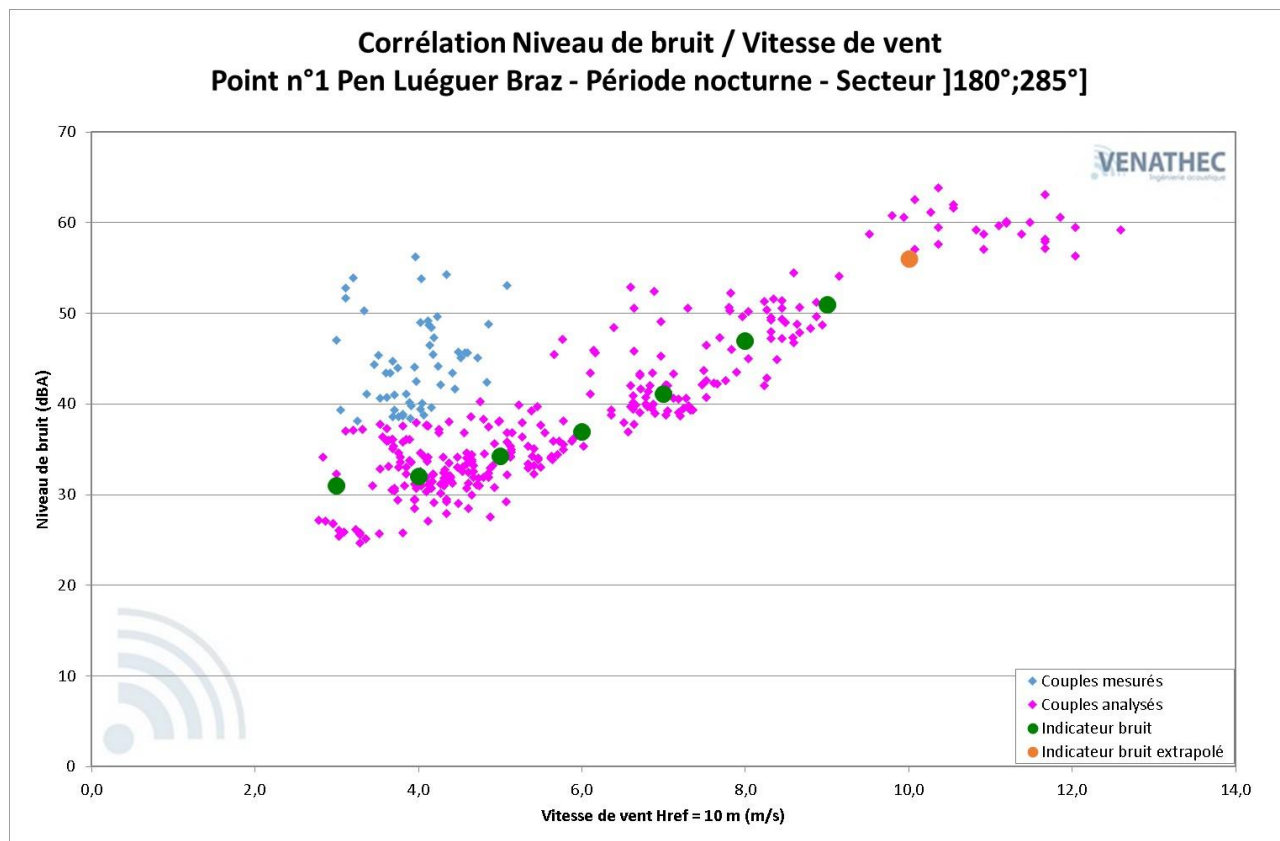
Le niveau retenu pour la vitesse de vent à 10 m/s est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site. Cette extrapolation est basée sur des hypothèses forfaitaires conservatrices.

La dispersion des points sur le graphique est due à l'activité humaine, prépondérante en période diurne (activité agricole).

Les points bleus correspondent à des périodes de bruit parasite qui ne caractérisent pas l'environnement sonore du point de mesure et des périodes de pluies importantes. Ils ont donc été écartés de l'analyse.

En période nocturne

Vitesse de vent standardisée (H _{ref} = 10m)	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	18	79	63	22	49	31	11	9
Indicateur de bruit retenu	31,0	32,0	34,0	37,0	41,0	47,0	51,0	56,0
Incertitude Uc(Res)	1,6	1,4	1,3	1,6	1,5	1,8	1,8	2,0



Commentaires

Les couples (L_{res} - Vitesse de vent)_{10 minutes} mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 9 m/s à H_{ref}= 10 m sont suffisants pour établir une estimation de niveaux résiduels représentatifs de la situation sonore du site.

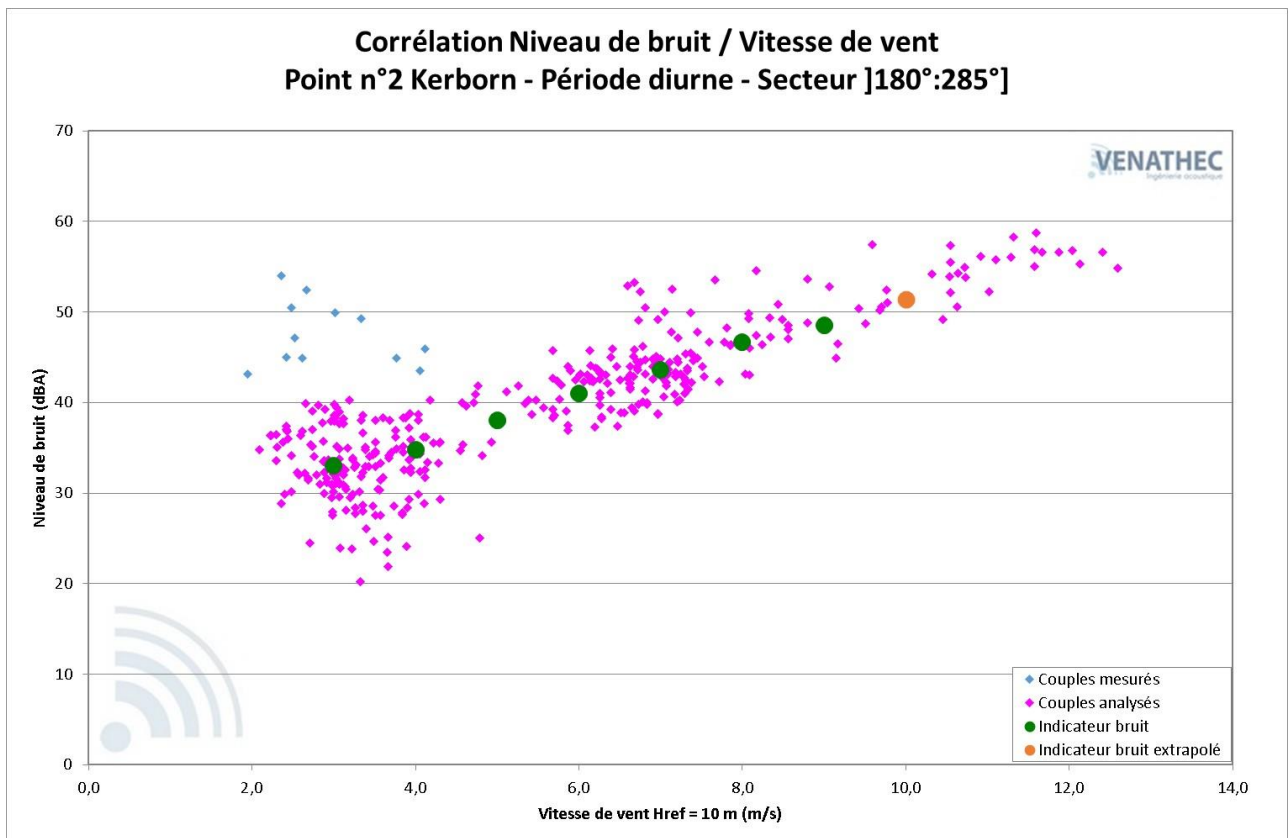
Le niveau retenu pour la vitesse de vent à 10 m/s est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site. Cette extrapolation est basée sur des hypothèses forfaitaires conservatrices.

Les points bleus correspondent à des périodes de bruit parasite qui ne caractérisent pas l'environnement sonore du point de mesure et des périodes de pluies importantes. Ils ont donc été écartés de l'analyse.

Point n°2 : Kerborn

En période diurne

Vitesse de vent standardisée (H _{ref} = 10m)	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	97	59	16	46	77	21	10	8
Indicateur de bruit retenu	33,0	35,0	38,0	41,0	43,5	46,5	48,5	51,5
Incertitude Uc(Res)	1,3	1,4	1,5	1,3	1,3	1,7	1,6	1,8



Commentaires

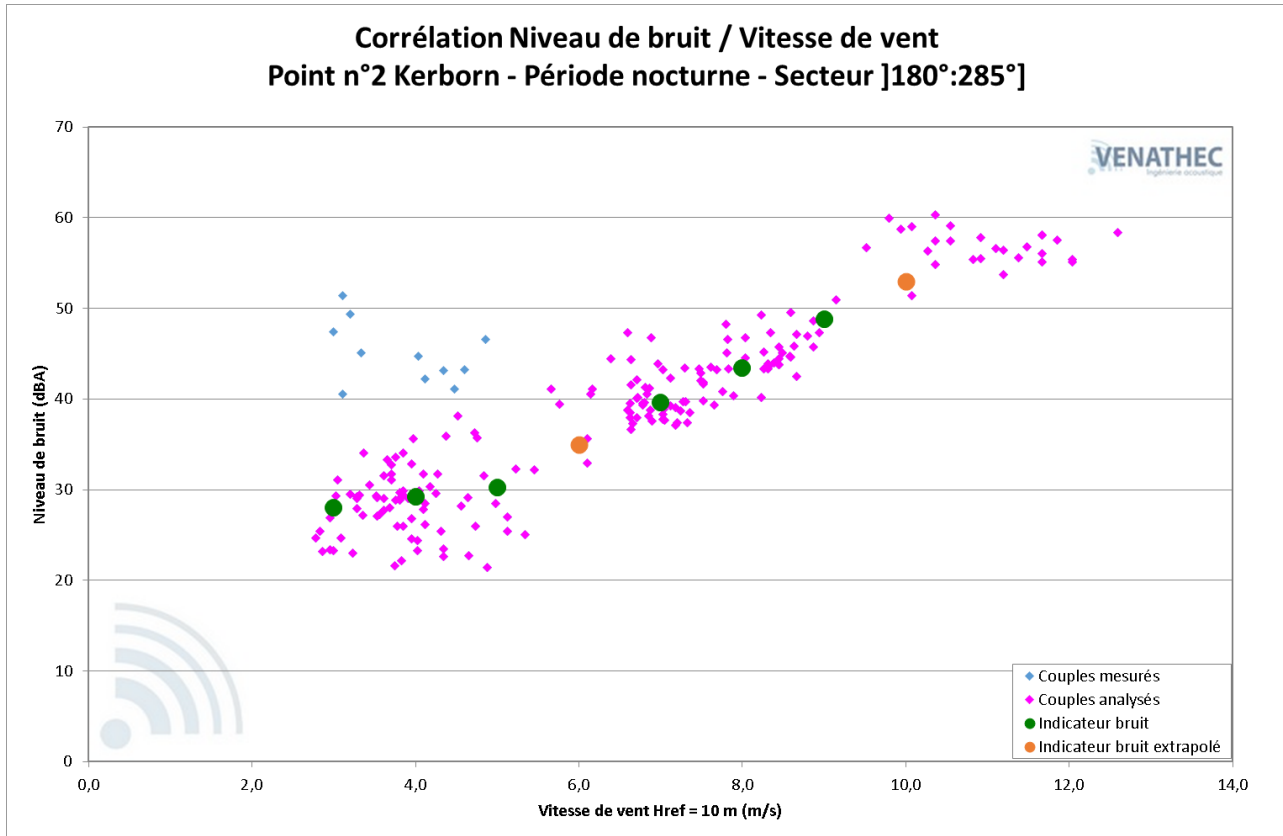
Les couples (L_{res} - Vitesse de vent)_{10 minutes} mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 9 m/s à H_{ref} = 10 m sont suffisants pour établir une estimation de niveaux résiduels représentatifs de la situation sonore du site.

Le niveau retenu pour la vitesse de vent à 10 m/s est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site. Cette extrapolation est basée sur des hypothèses forfaitaires conservatrices.

Les points bleus correspondent à des périodes de bruit parasite qui ne caractérisent pas l'environnement sonore du point de mesure et des périodes de pluies importantes. Ils ont donc été écartés de l'analyse.

En période nocturne

Vitesse de vent standardisée (Href= 10m)	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	19	44	15	7	46	31	11	9
Indicateur de bruit retenu	28,0	29,0	30,0	35,0	39,5	43,5	49,0	53,0
Incertitude Uc(Res)	1,7	1,4	2,3	1,7	1,3	1,5	1,9	1,8



Commentaires

Les couples (L_{res} - Vitesse de vent)_{10 minutes} mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 5 et de 6 à 9 m/s à H_{ref} = 10 m sont suffisants pour établir une estimation de niveaux résiduels représentatifs de la situation sonore du site.

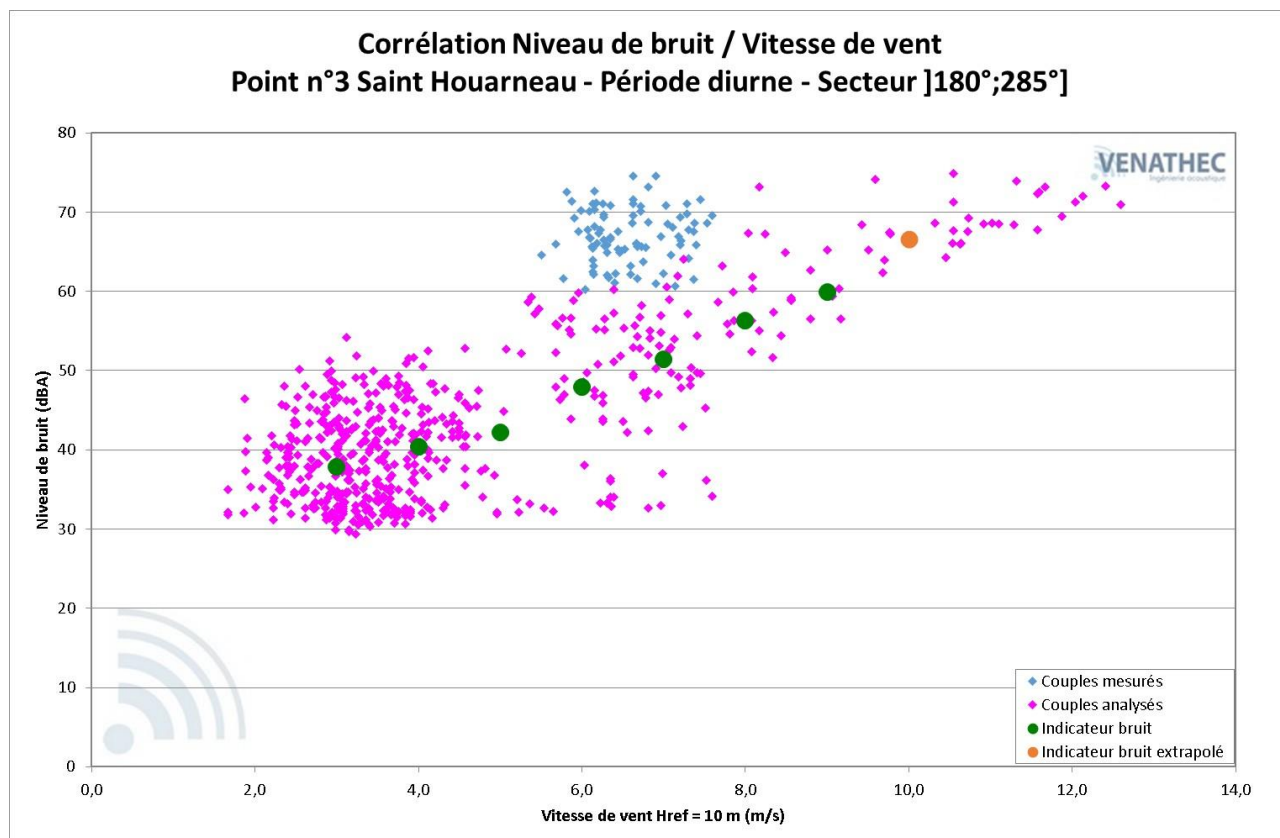
Les niveaux retenus pour les vitesses de vent à 10 m/s est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site. Cette extrapolation est basée sur des hypothèses forfaitaires conservatrices.

Les points bleus correspondent à des périodes de bruit parasite qui ne caractérisent pas l'environnement sonore du point de mesure et des périodes de pluies importantes. Ils ont donc été écartés de l'analyse.

Point n°3 : Saint Houarneau

En période diurne

Vitesse de vent standardisée (Href=10m)	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	193	139	28	40	44	21	10	8
Indicateur de bruit retenu	38,0	40,5	42,0	48,0	51,5	56,5	60,0	66,5
Incertitude Uc(Res)	1,4	1,5	2,6	2,5	1,7	2,2	1,9	2,1



Commentaires

Les couples (L_{res} - Vitesse de vent)_{10 minutes} mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 9 m/s à $H_{ref}=10$ m sont suffisants pour établir une estimation de niveaux résiduels représentatifs de la situation sonore du site.

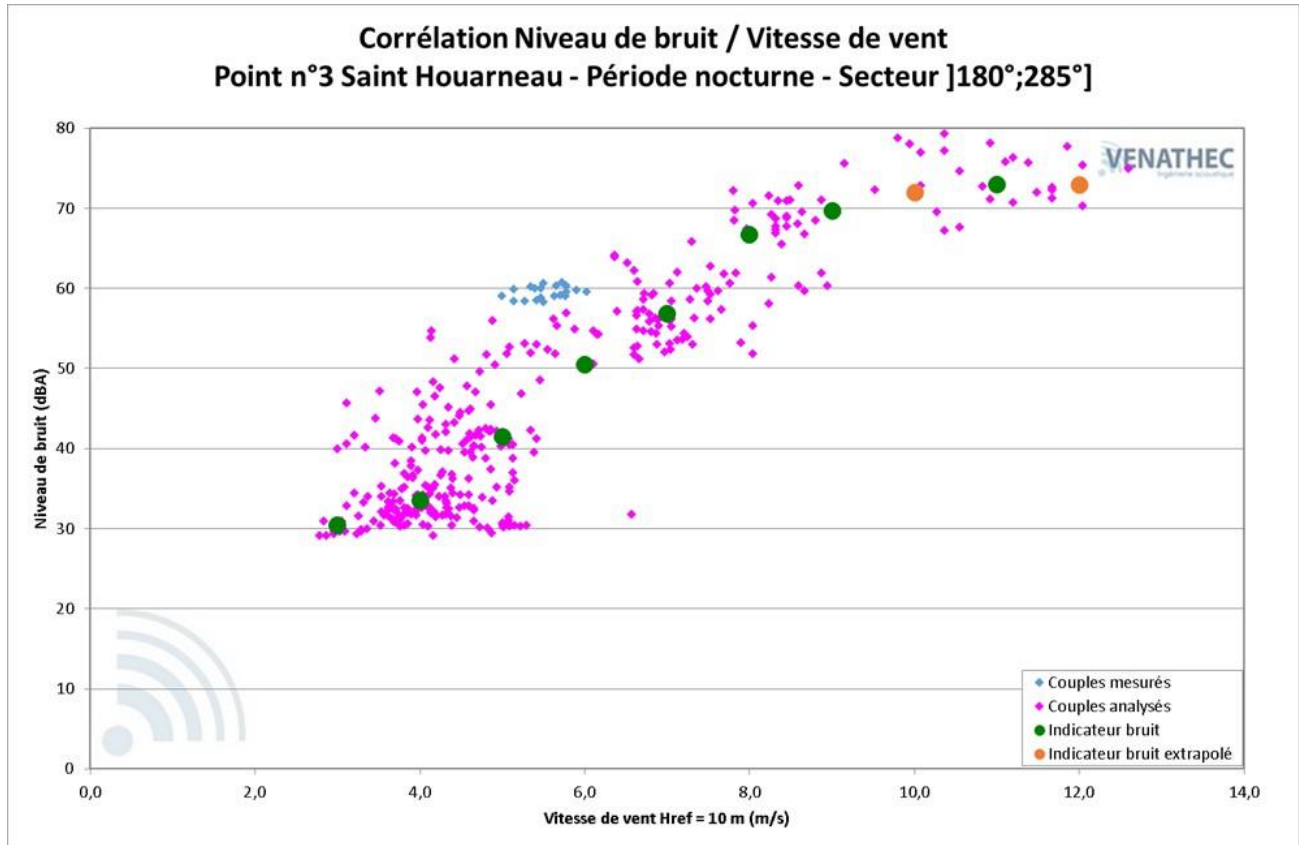
Le niveau retenu pour la vitesse de vent à 10 m/s est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site. Cette extrapolation est basée sur des hypothèses forfaitaires conservatrices.

La forte dispersion des points sur le graphique est due à l'activité humaine, prépondérante en période diurne (activité agricole).

Les points bleus correspondent à des périodes de bruit parasite qui ne caractérisent pas l'environnement sonore du point de mesure et des périodes de pluies importantes. Ils ont donc été écartés de l'analyse.

En période nocturne

Vitesse de vent standardisée (H _{ref} = 10m)	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	27	120	74	13	49	31	11	9
Indicateur de bruit retenu	30,5	33,5	41,5	50,5	57,0	66,5	69,5	72,0
Incertitude U _c (Res)	1,4	1,5	2,2	1,9	1,6	2,0	3,2	2,1



Commentaires

Les couples (L_{res} - Vitesse de vent)_{10 minutes} mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 9 m/s à H_{ref}= 10 m sont suffisants pour établir une estimation de niveaux résiduels représentatifs de la situation sonore du site.

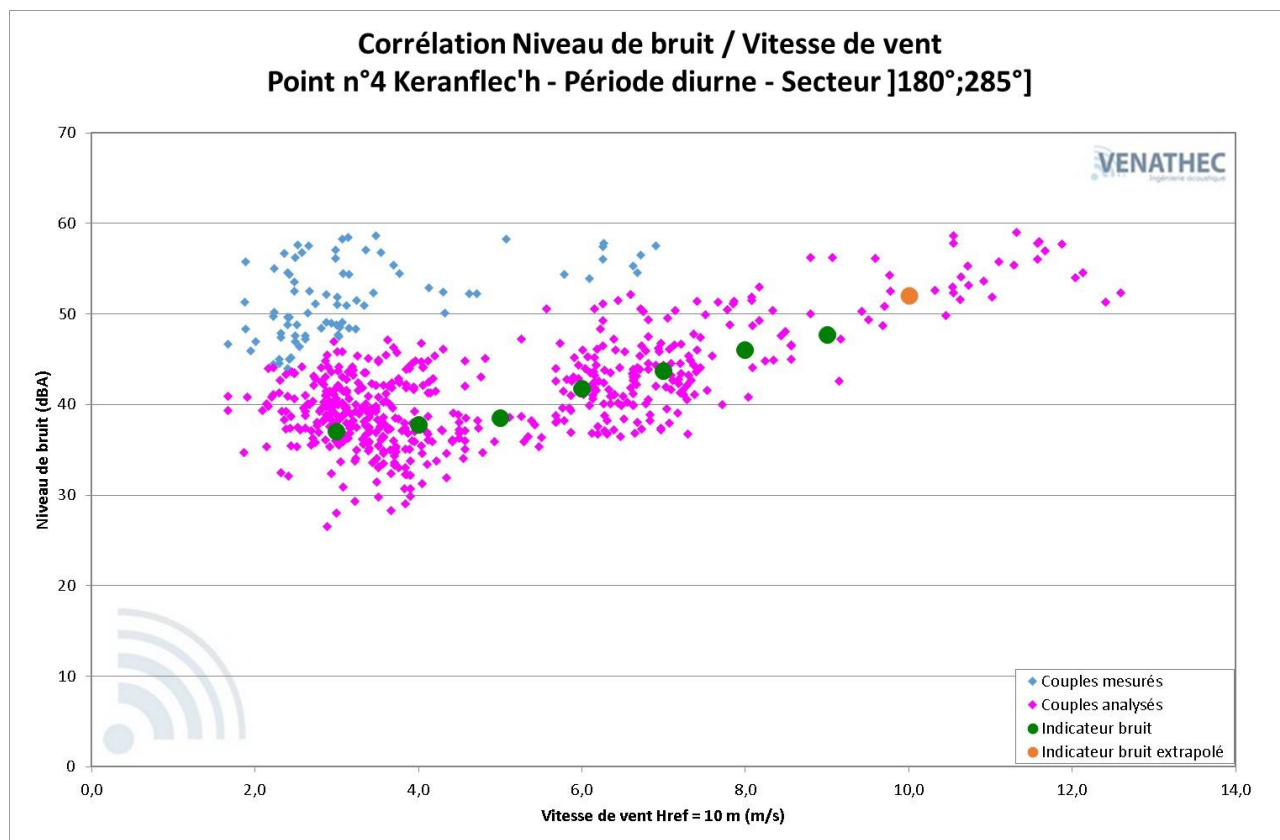
Le niveau retenu pour la vitesse de vent à 10 m/s est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site. Cette extrapolation est basée sur des hypothèses forfaitaires conservatrices.

Les points bleus correspondent à des périodes de bruit parasite qui ne caractérisent pas l'environnement sonore du point de mesure et des périodes de pluies importantes. Ils ont donc été écartés de l'analyse.

Point n°4 : Keranflec'h

En période diurne

Vitesse de vent standardisée (H _{ref} = 10m)	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	156	121	21	73	78	21	10	8
Indicateur de bruit retenu	37,0	38,0	38,5	42,0	43,5	46,0	47,5	52,0
Incertitude U _c (Res)	1,3	1,4	1,5	1,4	1,4	1,7	2,1	2,1



Commentaires

Les couples (L_{res} – Vitesse de vent)_{10 minutes} mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 9 m/s à H_{ref} = 10 m sont suffisants pour établir une estimation de niveaux résiduels représentatifs de la situation sonore du site.

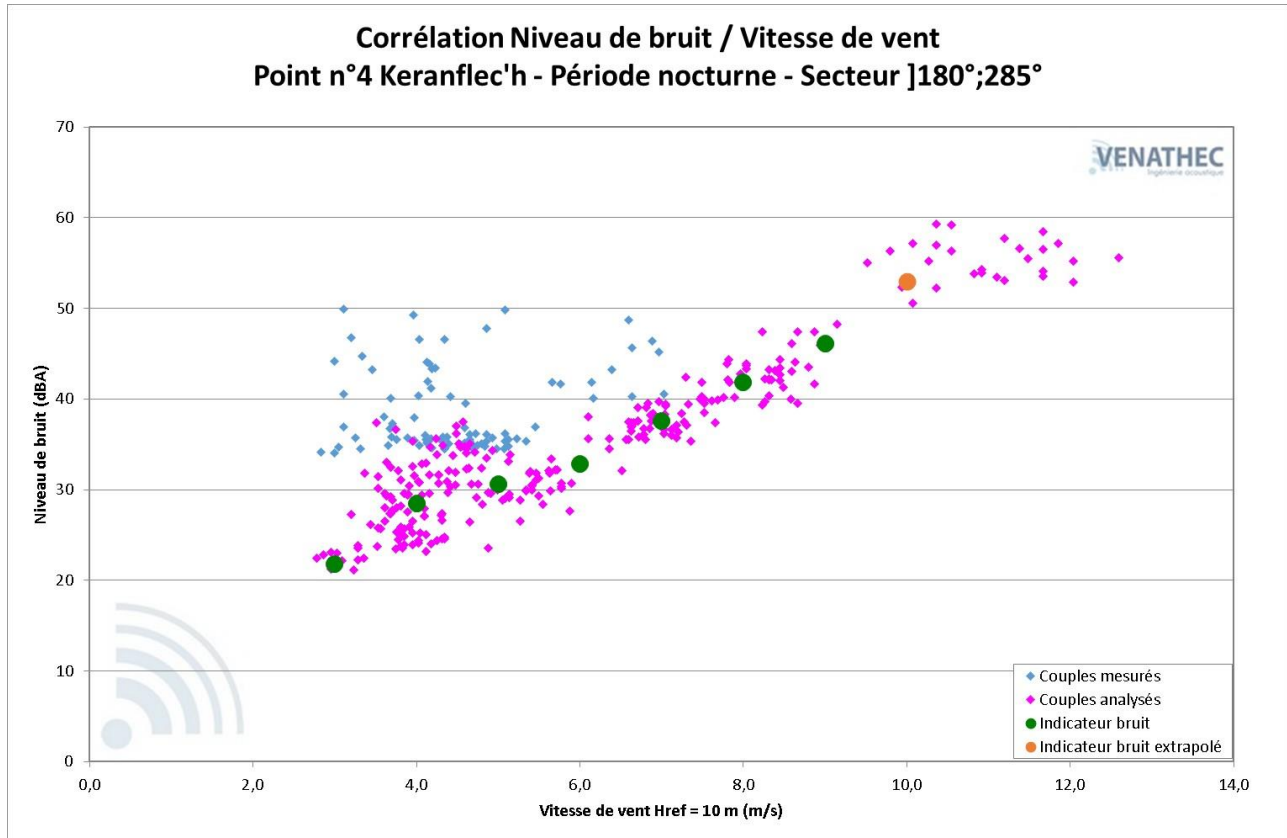
Le niveau retenu pour la vitesse de vent à 10 m/s est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site. Cette extrapolation est basée sur des hypothèses forfaitaires conservatrices.

La forte dispersion des points sur le graphique est due à l'activité humaine, prépondérante en période diurne (activité agricole).

Les points bleus correspondent à des périodes de bruit parasite qui ne caractérisent pas l'environnement sonore du point de mesure et des périodes de pluies importantes. Ils ont donc été écartés de l'analyse.

En période nocturne

Vitesse de vent standardisée (H _{ref} = 10m)	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	15	84	41	17	43	31	11	9
Indicateur de bruit retenu	22,0	28,5	30,5	33,0	37,5	42,0	46,0	53,0
Incertitude Uc(Res)	1,5	1,5	1,4	1,6	1,4	1,5	2,2	2,0



Commentaires

Les couples (L_{res} - Vitesse de vent)_{10 minutes} mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 9 m/s à H_{ref}= 10 m sont suffisants pour établir une estimation de niveaux résiduels représentatifs de la situation sonore du site.

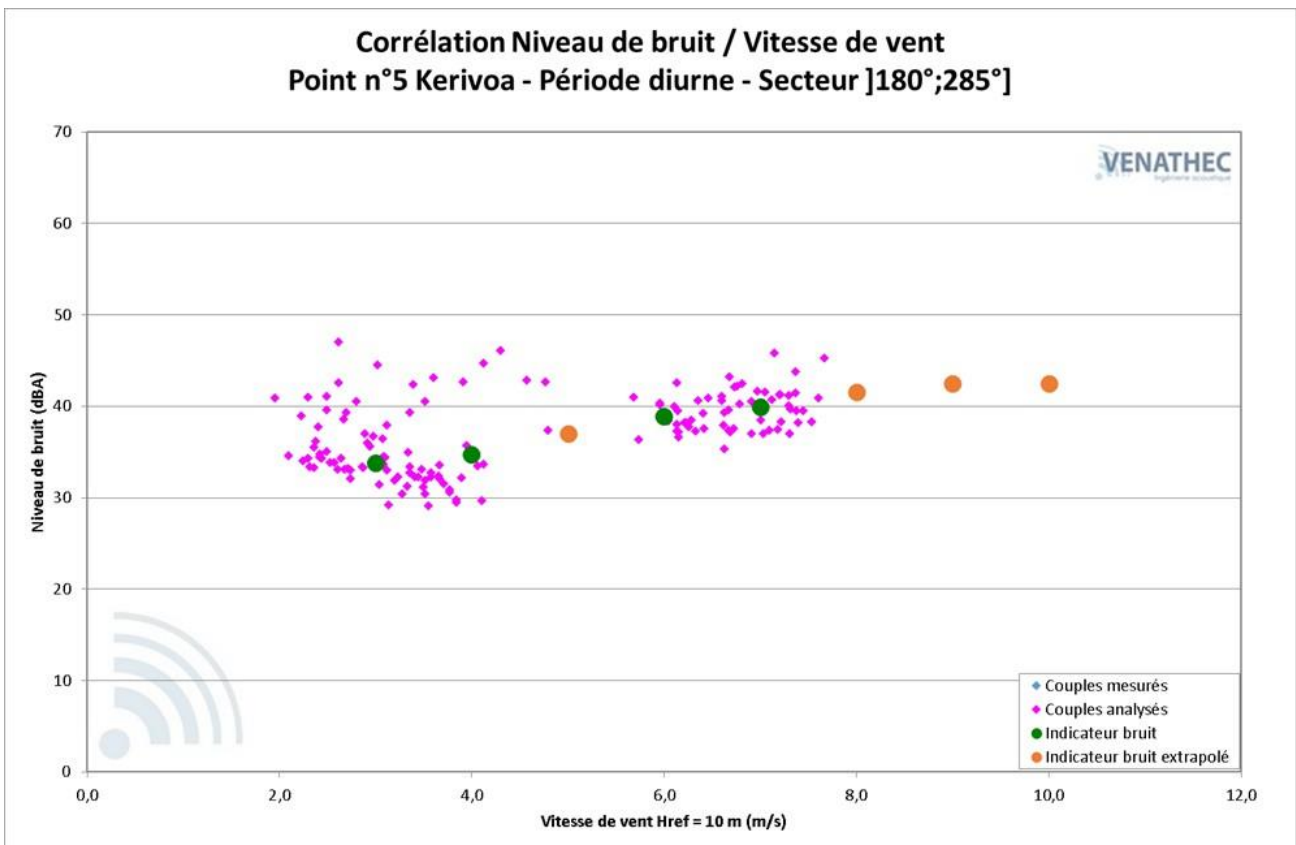
Le niveau retenu pour la vitesse de vent à 10 m/s est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site. Cette extrapolation est basée sur des hypothèses forfaitaires conservatrices.

Les points bleus correspondent à des périodes de bruit parasite qui ne caractérisent pas l'environnement sonore du point de mesure et des périodes de pluies importantes. Ils ont donc été écartés de l'analyse.

Point n°5 : Kerivoa

En période diurne

Vitesse de vent standardisée (Href=10m)	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	41	23	3	21	36	3	0	0
Indicateur de bruit retenu	33,5	34,5	37,0	39,0	40,0	41,5	42,5	42,5
Incertitude Uc(Res)	1,3	1,5	1,3	1,3	1,4	4,7	-	-



Commentaires

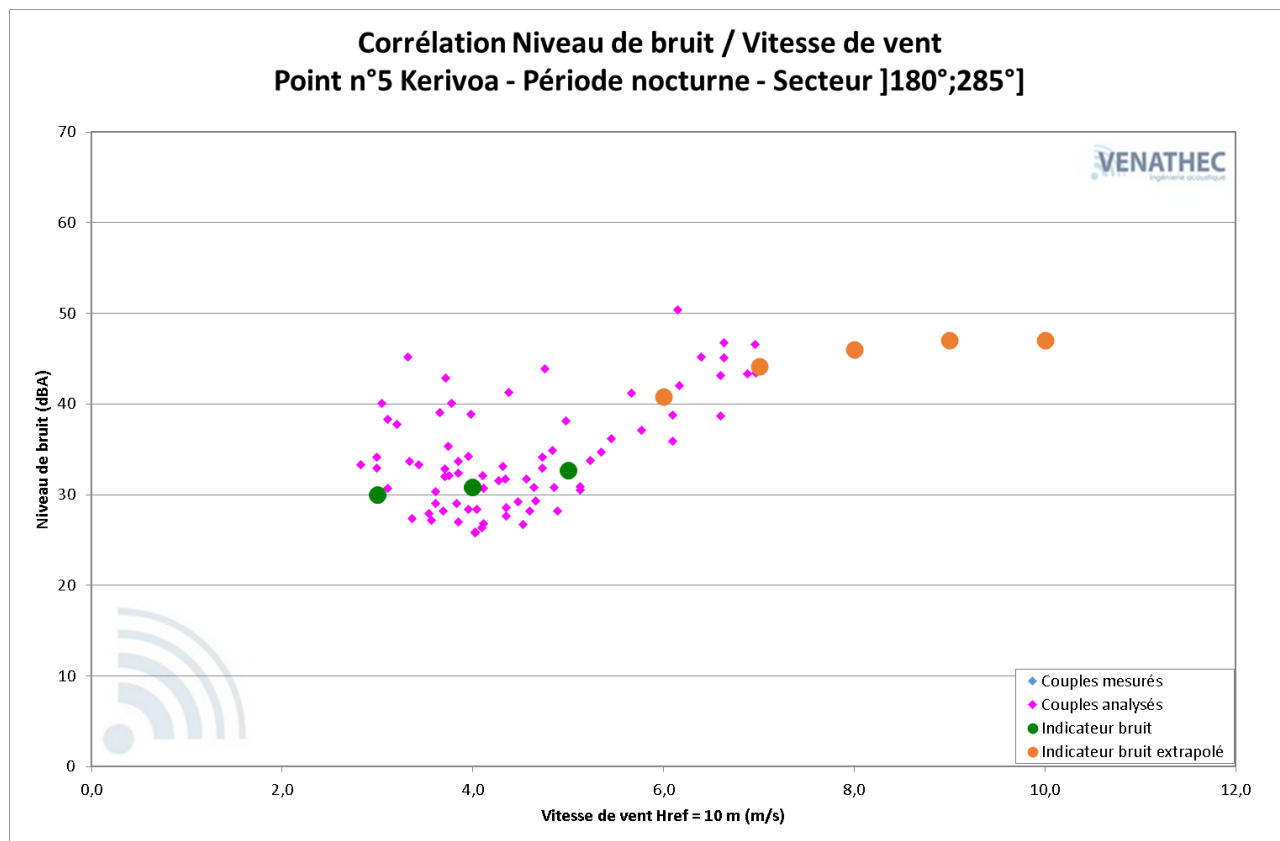
Les couples (L_{res} - Vitesse de vent)_{10 minutes} mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 4 et de 6 à 7 m/s à $H_{ref}=10$ m sont suffisants pour établir une estimation de niveaux résiduels représentatifs de la situation sonore du site.

Les niveaux retenus aux vitesses de vent supérieures à 7 m/s et de 8 à 10 m/s sont issus d'extrapolations réalisées à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

Sur ce point, le manque de couples bruit/vent vient du fait que nous n'avons pu effectuer les mesures qu'à partir du 27 novembre faute de disponibilité des riverains avant cette date.

En période nocturne

Vitesse de vent standardisée (H _{ref} = 10m)	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	11	35	17	7	7	0	0	0
Indicateur de bruit retenu	30,0	31,0	32,5	41,0	44,0	46,0	47,0	47,0
Incertitude Uc(Res)	2,3	1,5	1,8	3,6	1,9	--	--	--



Commentaires

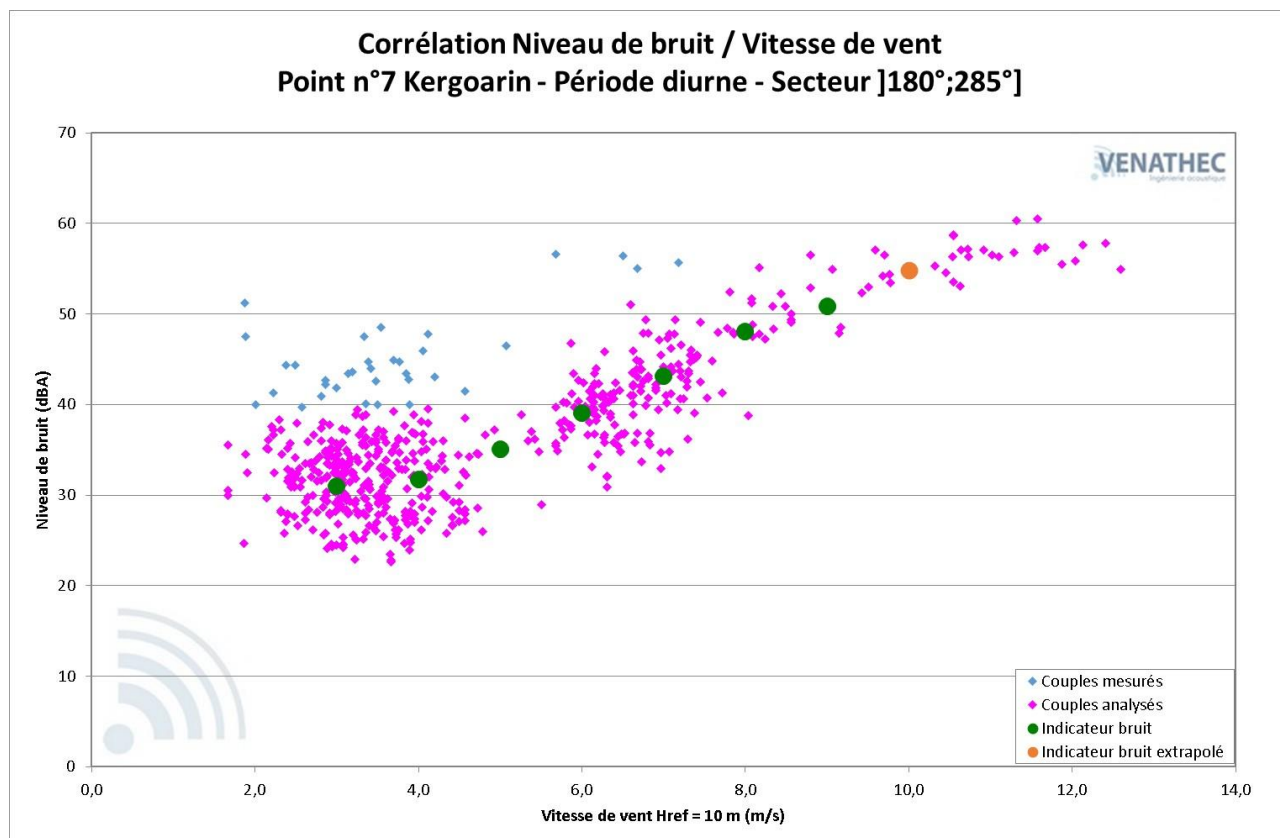
Les couples (L_{res} – Vitesse de vent)_{10 minutes} mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 5 m/s à H_{ref}= 10 m sont suffisants pour établir une estimation de niveaux résiduels représentatifs de la situation sonore du site.

Les niveaux retenus aux vitesses de vent supérieures à 5 m/s sont issus d'extrapolations réalisées à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site

Point n°7 : Kergoarin

En période diurne

Vitesse de vent standardisée (Href=10m)	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	166	116	18	74	77	20	10	8
Indicateur de bruit retenu	31,0	31,5	35,0	39,0	43,0	48,0	51,0	55,0
Incertitude Uc(Res)	1,3	1,4	1,7	1,4	1,5	1,8	1,8	1,5



Commentaires

Les couples (L_{res} – Vitesse de vent)_{10 minutes} mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 9 m/s à $H_{ref}=10$ m sont suffisants pour établir une estimation de niveaux résiduels représentatifs de la situation sonore du site.

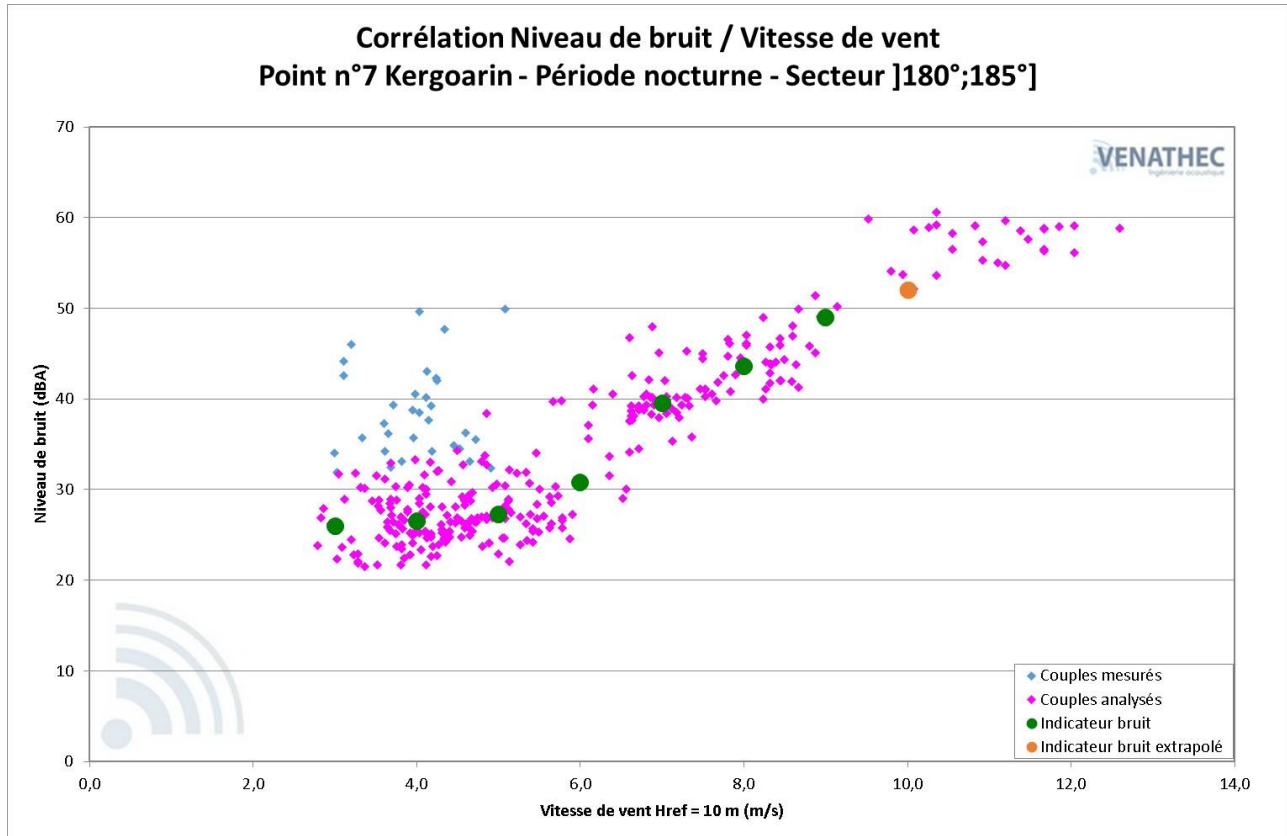
Le niveau retenu pour la vitesse de vent à 10 m/s est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site. Cette extrapolation est basée sur des hypothèses forfaitaires conservatrices.

La dispersion des points sur le graphique est due à l'activité humaine, prépondérante en période diurne (activité agricole).

Les points bleus correspondent à des périodes de bruit parasite qui ne caractérisent pas l'environnement sonore du point de mesure et des périodes de pluies importantes. Ils ont donc été écartés de l'analyse.

En période nocturne

Vitesse de vent standardisée (H _{ref} = 10m)	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	90	63	22	49	31	11	9
Indicateur de bruit retenu	26,0	26,5	27,5	31,0	39,5	43,5	49,0	52,0
Incertitude Uc(Res)	1,8	1,3	1,3	2,2	1,5	1,6	2,5	2,0



Commentaires

Les couples (L_{res} - Vitesse de vent)_{10 minutes} mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 9 m/s à H_{ref}= 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 vent à 10 m/s est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site. Cette extrapolation est basée sur des hypothèses forfaitaires conservatrices.

Les points bleus correspondent à des périodes de bruit parasite qui ne caractérisent pas l'environnement sonore du point de mesure et des périodes de pluies importantes. Ils ont donc été écartés de l'analyse.

5.4 Indicateurs bruit résiduel diurnes - Secteur SO]180° ; 285°]

Indicateurs de bruit résiduel en dBA en fonction de la vitesse de vent Secteur SO :]180° ; 285°] Période diurne								
Point de mesure Lieu-dit	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Point n°1 Pen Luéguer braz	36,0	37,5	42,0	45,0	48,0	50,5	52,5	55,0
Point n°2 Kerborn	33,0	35,0	38,0	41,0	43,5	46,5	48,5	51,5
Point n°3 Saint Houarneau	38,0	40,5	42,0	48,0	51,5	56,5	60,0	66,5
Point n°4 Keranflec'h	37,0	38,0	38,5	42,0	43,5	46,0	47,5	52,0
Point n°5 Kerivoa	33,5	34,5	37,0	39,0	40,0	41,5	42,5	42,5
Point n°7 Kergoarín	31,0	31,5	35,0	39,0	43,0	48,0	51,0	55,0

Les points de mesures peuvent être consultés sur le plan de situation situé en partie 3 « Présentation du projet »
Les valeurs en italique sont issues d'une extrapolation, d'un recalage ou présentent moins de 10 échantillons

Interprétations des résultats

Les indicateurs de bruit repris dans le tableau ci-dessus, sont issus des mesures de terrain et sont évalués sur chaque classe de vitesses de vent standardisées (à Href = 10 m) pour un secteur de directions sud-ouest.

Les valeurs retenues permettent une évaluation de l'ambiance sonore représentative des conditions météorologiques rencontrées.

En l'absence de vitesses de vent supérieures à 9 m/s, des extrapolations ont été effectuées sur la base d'hypothèses forfaitaires. Les niveaux correspondants seront à considérer avec précaution.

Ces résultats sont soumis à une incertitude de mesurage.

5.1 Indicateurs bruit résiduel nocturnes - Secteur SO]180° ; 285°]

Indicateurs de bruit résiduel en dBA en fonction de la vitesse de vent Secteur SO :]180° ; 285°] Période nocturne								
Point de mesure Lieu-dit	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Point n°1 Pen Luéguer braz	31,0	32,0	34,0	37,0	41,0	47,0	51,0	56,0
Point n°2 Kerborn	28,0	29,0	30,0	35,0	39,5	43,5	49,0	53,0
Point n°3 Saint Houarneau	30,5	33,5	41,5	50,5	57,0	66,5	69,5	72,0
Point n°4 Keranflec'h	22,0	28,5	30,5	33,0	37,5	42,0	46,0	53,0
Point n°5 Kerivoa	30,0	31,0	32,5	41,0	44,0	46,0	47,0	47,0
Point n°7 Kergoarín	26,0	26,5	27,5	31,0	39,5	43,5	49,0	52,0

Les points de mesures peuvent être consultés sur le plan de situation situé en partie 3 « Présentation du projet »
Les valeurs en italique sont issues d'une extrapolation, d'un recalage ou présentent moins de 10 échantillons

Interprétations des résultats

Les indicateurs de bruit repris dans le tableau ci-dessus, sont issus des mesures de terrain et sont évalués sur chaque classe de vitesses de vent standardisées (à Href = 10 m) pour un secteur de directions sud-ouest.

Les valeurs retenues permettent une évaluation de l'ambiance sonore représentative des conditions météorologiques rencontrées.

En l'absence de vitesses de vent supérieures à 9 m/s, des extrapolations ont été effectuées sur la base d'hypothèses forfaitaires. Les niveaux correspondants seront à considérer avec précaution.

Ces résultats sont soumis à une incertitude de mesurage.

6. SYNTHÈSE DES MESURAGES

Nous avons effectué des mesures de niveaux résiduels en six lieux distincts sur une période de 10 jours, pour des vitesses de vent atteignant 12 m/s (à Href = 10 m), afin de qualifier l'état initial acoustique du site de Bourbriac (22).

La campagne de mesure a permis une évaluation des niveaux de bruit en fonction de la vitesse de vent satisfaisante, conformément aux recommandations du projet de norme Pr NFS 31-114, sur les plages de vitesses de vent comprises entre 3 et 10 m/s sur deux classes homogènes de bruit :

- Classe homogène 1 : Secteur SO]180° ; 285°] - Période diurne – Automne
- Classe homogène 2 : Secteur SO]180° ; 285°] - Période nocturne – Automne

Compte tenu des incertitudes des mesurages calculées, les indicateurs de bruit présentant plus de 10 échantillons semblent pertinents.

Une extrapolation ou un recalage des indicateurs de bruit a été réalisé sur les vitesses de vent non rencontrées pendant la campagne de mesure (ou présentant peu d'occurrence), en fonction des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site et prennent en considération une évolution théorique des niveaux sonores avec la vitesse de vent. Des hypothèses forfaitaires sont retenues afin de maîtriser le risque acoustique. Les valeurs correspondantes sont cependant à considérer avec précaution.

Selon notre retour d'expérience, grâce notamment aux réceptions de parcs après implantation des éoliennes, les vitesses de vent où nous remarquons les plus souvent des dépassements d'émergence réglementaire, sont souvent comprises entre 5 et 7 m/s (à Href = 10m). Ceci s'explique notamment en raison d'une ambiance faible à ces vitesses alors que le bruit des éoliennes s'intensifie.

Les vitesses de vent mesurées lors de la présente campagne sont donc jugées satisfaisantes.

Les relevés ont été effectués en automne, à une période où la végétation est déjà amoindrie et l'activité humaine et animale (avifaune notamment) diminuée.

En raison d'une végétation abondante et d'une activité humaine accrue en saison estivale, les niveaux résiduels seraient probablement un peu plus élevés, à l'inverse en saison hivernale, les niveaux résiduels seraient relativement plus faibles. Le choix de l'emplacement des points de mesures est néanmoins réalisé en se protégeant au mieux de la végétation environnante de manière à s'affranchir au maximum de son influence.

Seules des campagnes de mesure permettraient de déterminer les proportions de variations des niveaux résiduels.

7. ÉTUDE DE L'IMPACT ACOUSTIQUE ENGENDRÉ PAR L'ACTIVITÉ DU PARC ÉOLIEN

7.1 Rappel des objectifs

Le but étant d'évaluer l'impact sonore engendré par l'activité du parc en projet, nous devons effectuer une estimation des niveaux particuliers (bruit des éoliennes uniquement) aux abords des habitations les plus exposées.

Le bruit particulier sera calculé à l'aide d'un logiciel de prévision acoustique : CadnaA.



CadnaA est un logiciel de propagation environnementale, outil de calculs de l'acoustique prévisionnelle, basé sur des modélisations des sources et des sites de propagation, et est destiné à décrire quantitativement des répartitions sonores pour des classes de situations données.

Le calcul d'émergence est réalisé selon la norme ISO 9613-1/2, et prend en compte des conditions favorables de propagation dans toutes les directions de vent. Ainsi, les calculs d'émergences correspondent à une situation conservatrice (protectrice pour les riverains) dans la mesure où le vent souffle depuis les éoliennes vers les habitations.

Notre retour d'expérience, et notamment notre travail relatif aux études post-implantation des éoliennes, nous ont permis de nous conforter dans les paramètres et codes de calculs utilisés et ainsi de fiabiliser nos estimations.

Néanmoins, compte tenu des incertitudes liées aux mesurages et aux simulations numériques, il n'est pas possible de conclure de manière catégorique sur la conformité de l'installation.

L'objectif de l'étude d'impact acoustique prévisionnel consiste, par conséquent, à qualifier et quantifier le risque potentiel de non-respect des critères réglementaires du projet.

La conformité acoustique du site devra ensuite être validée, une fois la mise en fonctionnement des aérogénérateurs sur le site, par la réalisation de mesures de bruit respectant la norme de mesurage NFS 31-114 « Acoustique - Mesurage du bruit dans l'environnement avec et sans activité éolienne ».

7.2 Hypothèses de calcul

Hypothèses générales

Le projet prévoit l'implantation de 3 éoliennes (cf. carte ci-dessous et coordonnées d'implantation en ANNEXE B).

Le calcul de l'impact prévisionnel est entrepris pour chaque zone d'habitations proche du site.

Les points de calcul sont positionnés au sein des lieux de vie des zones à émergence réglementée les plus exposés au parc éolien.

Lorsqu'il n'a pas été possible de réaliser une mesure au sein d'une habitation sensible, un point de calcul est ajouté dans la modélisation. De fait, les points n°6 et n°8 ont été ajoutés.



Carte de localisation des éoliennes et des points de calcul

Niveaux sonores des éoliennes

L'impact acoustique d'une éolienne a deux origines : le bruit mécanique et le bruit aérodynamique. Le bruit mécanique a progressivement été réduit grâce à des systèmes d'insonorisation performants. Le problème reste donc d'ordre aérodynamique (vent dans les pales et passage des pales devant le mât).

Afin de réduire le bruit d'ordre aérodynamique, des « peignes » ou « dentelures » (Serrated Trailing Edge : STE) sont ajoutés sur les pales de l'ensemble des éoliennes. Ce système permet de réduire les émissions sonores des machines.



Photographies d'une pale dotée d'un système STE (peigne / dentelure)

Le niveau de puissance acoustique (LwA) d'une éolienne est fonction de la vitesse du vent qu'elle perçoit.

Les caractéristiques acoustiques de l'éolienne de type VESTAS V100 (75 m de hauteur de moyeu et d'une puissance de 2,2 MW) sont reprises dans le tableau suivant :

LwA (en dBA) – V100 - 2,2 MW (Hauteur de moyeu : 75m)								
Vitesse de vent à Href=10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Mode 0 avec STE	93,8	96,2	99,4	102,3	103,5	103,5	103,5	103,5
Vitesse de vent à hauteur de moyeu (H=75m)	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Mode 0 avec STE	93,7	93,7	94,5	97,7	99,6	101,9	103,4	103,5

Ces données sont issues du document n°0062-4193 V00 du 10/11/2016, établi par la société VESTAS.

Les niveaux spectraux utilisés sont ceux de la documentation n° 0058-0310_V00 du 10/03/2016, fournie par la société VESTAS.

Ces valeurs sont soumises à une incertitude de mesure de l'ordre de 1 à 2 dBA.

Hypothèses de calcul

Le calcul des niveaux de pression acoustique de l'installation a tenu compte des éléments suivants :

- topographie du terrain
- implantation du bâti pouvant jouer un rôle dans les réflexions
- direction du vent
- puissance acoustique de chaque éolienne

Paramètres de calcul :

- absorption au sol : 0,6 correspondant à une zone non urbaine (champ, surface labourée...)
- température de 10°C
- humidité relative 70%
- calcul par bande d'octave ou de tiers d'octave

Le calcul prend en compte le fonctionnement simultané de l'ensemble des éoliennes de l'étude, considérant une vitesse de vent identique en chaque mât (aucune perte de sillage).

Niveaux de bruit résiduel considérés

Pour les points de calcul n'ayant pas fait l'objet d'une mesure, les niveaux sonores résiduels considérés pour l'étude sont synthétisés dans le tableau suivant :

Point de calcul ajouté	Point de mesure utilisé pour les niveaux résiduels
Point 6	Point 7
Point 8	Point 1

7.3 Évaluation de l'impact sonore

Rappel de la réglementation

Niveau ambiant existant incluant le bruit de l'installation	Émergence maximale admissible	
	Jour (7h / 22 h)	Nuit (22h / 7h)
$L_{amb} \leq 35$ dBA	/	/
$L_{amb} > 35$ dBA	$E \leq 5$ dBA	$E \leq 3$ dBA

L'association des niveaux particuliers calculés avec les niveaux sonores résiduels retenus précédemment permet ensuite d'estimer le niveau de bruit ambiant prévisionnel dans les zones à émergence réglementée et ainsi de quantifier l'émergence :

Niveau résiduel retenu	Mesures de terrain – Indicateur bruit	L_{res}
Niveau particulier des éoliennes	Évaluation de la contribution sonore des éoliennes à l'aide du logiciel CadnaA	L_{part}
Niveau ambiant prévisionnel	$= 10 \log (10 (L_{res} / 10) + 10 (L_{part} / 10))$	L_{amb}
Émergence prévisionnelle	$E = L_{amb} - L_{res}$	E

Le dépassement prévisionnel est ensuite défini comme étant l'objectif de diminution de l'impact sonore permettant de respecter les seuils règlementaires (excédant par rapport au seuil de déclenchement sur le niveau ambiant ou à la valeur limite d'émergence).

Dépassement vis-à-vis du seuil de niveau ambiant déclenchant le critère d'émergence (CA)	$= L_{amb} - CA$	DA
Dépassement vis-à-vis de la valeur limite d'émergence (E _{max})	$= E - E_{max}$	De
Dépassement retenu (D)	$= \text{minimum}(DA ; De)$	D

Présentation des résultats





Les tableaux ci-dessous reprennent les niveaux de bruit ambiant et les émergences prévisionnels calculés aux emplacements les plus assujettis aux émissions sonores du parc.

Ces niveaux sont comparés aux seuils règlementaires pour en déduire le dépassement en chaque point de mesure tel que défini précédemment.

Le risque de non-conformité est évalué en période diurne puis en période nocturne.

7.4 Résultats prévisionnels en période diurne

Échelle de risque

	Aucun dépassement	RISQUE FAIBLE
	0,0 < Dépassement ≤ 1,0 dBA	RISQUE MODÉRÉ
	1,0 < Dépassement ≤ 3,0 dBA	RISQUE PROBABLE
	Dépassement > 3,0 dBA	RISQUE TRES PROBABLE

- Seuil d'application du critère d'émergence : $C_A=35$ dBA
- Émergence limite réglementaire de jour : $E_{max}=5$ dBA

Impact prévisionnel - Période diurne										
Vitesse de vent standardisée (Href=10m)		3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	Risque
Point n°1 Pen Luéguer Braz	Lamb	36,5	38,0	42,5	45,5	48,5	50,5	52,5	55,0	FAIBLE
	E	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point n°2 Kerborn	Lamb	34,0	36,0	39,0	42,0	44,0	47,0	48,5	51,5	FAIBLE
	E	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point n°3 Saint Hourneau	Lamb	38,0	40,5	42,0	48,0	51,5	56,5	60,0	66,5	FAIBLE
	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point n°4 Keranflech	Lamb	37,5	38,5	40,0	43,0	44,5	46,5	48,0	52,0	FAIBLE
	E	0,5	0,5	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point n°5 Bourbriac	Lamb	34,0	35,5	38,0	40,0	41,5	42,5	43,5	43,0	FAIBLE
	E	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,0	1,0	0,5	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point n°6 Cosquer Jehan	Lamb	32,0	33,0	36,0	40,0	43,5	48,0	51,0	55,0	FAIBLE
	E	1,0	1,5	1,0	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point n°7 Kergoarín	Lamb	33,0	34,0	37,5	41,0	44,0	48,5	51,0	55,0	FAIBLE
	E	2,0	2,5	2,5	2,0	1,0	0,5	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point n°8 Felhan	Lamb	36,5	38,0	42,5	45,5	48,5	50,5	52,5	55,0	FAIBLE
	E	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	





Les résultats sont arrondis à 0,5 dBA près

Interprétations des résultats

Selon nos estimations et hypothèses retenues, aucun dépassement des seuils réglementaires diurnes n'est estimé.

7.5 Résultats prévisionnels en période nocturne

Échelle de risque

	Aucun dépassement	RISQUE FAIBLE
	0,0 < Dépassement ≤ 1,0 dBA	RISQUE MODERE
	1,0 < Dépassement ≤ 3,0 dBA	RISQUE PROBABLE
	Dépassement > 3,0 dBA	RISQUE TRES PROBABLE

- Seuil d'application du critère d'émergence : $C_A = 35$ dBA
- Émergence limite réglementaire de nuit : $E_{max} = 3$ dBA

Impact prévisionnel - Période nocturne										
Vitesse de vent standardisée (Href=10m)		3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	Risque
Point n°1 Pen Luéguer Braz	Lamb	32,5	34,0	36,0	39,0	42,5	47,5	51,0	56,0	FAIBLE
	E	1,5	2,0	2,0	2,0	1,5	0,5	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point n°2 Kerborn	Lamb	30,0	31,5	34,0	38,0	41,0	44,0	49,0	53,0	FAIBLE
	E	2,0	2,5	4,0	3,0	1,5	0,5	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point n°3 Saint Hourneau	Lamb	31,0	34,0	41,5	50,5	57,0	66,5	69,5	72,0	FAIBLE
	E	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point n°4 Keranflec'h	Lamb	29,5	33,0	35,5	38,5	41,0	43,5	46,5	53,0	PROBABLE
	E	7,5	4,5	5,0	5,5	3,5	1,5	0,5	0,0	
	D	0,0	0,0	0,5	2,5	0,5	0,0	0,0	0,0	
Point n°5 Bourbriac	Lamb	31,5	33,0	35,0	42,0	44,5	46,5	47,5	47,5	FAIBLE
	E	1,5	2,0	2,5	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point n°6 Cosquer Jehan	Lamb	28,5	29,5	32,0	35,0	40,5	44,0	49,0	52,0	FAIBLE
	E	2,5	3,0	4,5	4,0	1,0	0,5	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point n°7 Kergoarín	Lamb	30,5	32,0	35,0	38,0	42,0	44,5	49,5	52,0	PROBABLE
	E	4,5	5,5	7,5	7,0	2,5	1,0	0,5	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point n°8 Felhan	Lamb	32,5	34,0	37,0	39,5	42,5	47,5	51,0	56,0	FAIBLE
	E	1,5	2,0	3,0	2,5	1,5	0,5	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

Les résultats sont arrondis à 0,5 dBA près

Interprétations des résultats

Selon nos estimations et hypothèses retenues, des dépassements des seuils réglementaires sont estimés en période nocturne sur 2 zones d'habitations :

- Point n°4 Keranflec'h
- Point n°7 Kergoarín

Les dépassements des seuils réglementaires apparaissent aux vitesses standardisées de 5 à 7 m/s (à H = 10m). Ces dépassements sont compris entre 0,5 et 3 dBA.

Le risque acoustique est considéré comme probable aux points n°4 Keranflec'h, n°7 Kergoarín.

Aucun dépassement des seuils réglementaires n'est estimé au niveau des autres zones d'habitations étudiées.

8. OPTIMISATION DU PROJET

8.1 Comment réduire le bruit de l'éolienne : le bridage

Différents modes de bridage

Le résultat des simulations acoustiques conclut à un risque de dépassement des émergences réglementaires. Un plan d'optimisation ou plan de bridage va donc être proposé, dans différentes directions de vent privilégiées et en fonction de la vitesse du vent.

Ce plan de bridage est élaboré à partir de plusieurs modes de bridage permettant une certaine souplesse et limitant ainsi la perte de production. Ils correspondent à des ralentissements graduels de la vitesse de rotation du rotor de l'éolienne permettant de réduire la puissance sonore des éoliennes.

De même, plus le bridage est important, plus la perte de production augmente.

Les niveaux de puissances acoustiques correspondant aux différents modes de fonctionnement, sont synthétisés dans le tableau suivant :

L _{WA} en dBA – V100 - 2,2 MW – HH=75m avec STE								
Vitesse de vent à H _{ref} = 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Mode 0	93,8	96,2	99,4	102,3	103,5	103,5	103,5	103,5
Mode 1	93,9	96,3	99,5	101,3	102,1	102,1	102,1	102,1
Mode 4	93,6	93,9	94,6	95,4	96,2	96,6	96,8	97,1

Ces données sont issues des documents n° 0062-4193 V00 du 10 novembre 2016 et n° 0062-4192 V01 du 22 février 2018, établis par la société VESTAS.

Les niveaux spectraux utilisés sont ceux de la documentation n° 0058-0310_V00 du 10/03/2016 et n° 0051-2906_02 du 07/03/2016, fournie par la société VESTAS.

Mise en œuvre du bridage

Les plans d'optimisation proposés ci-dessous permettent de prévoir un plan de fonctionnement du parc respectant les contraintes acoustiques réglementaires après la mise en exploitation des machines. Pour confirmer et affiner ces calculs, il sera nécessaire de réaliser une campagne de mesure de réception en phase de fonctionnement des éoliennes. En fonction des résultats de cette mesure de réception, les plans de bridages pourront être allégés ou renforcés (un arrêt complet de l'éolienne étant envisageable en cas de dépassement des seuils réglementaires avérés) afin de respecter la réglementation en vigueur.

Ce plan de bridage est mis en œuvre grâce au logiciel de contrôle à distance de l'éolienne via le SCADA. À partir du moment où l'éolienne enregistrera, par l'anémomètre (vitesse du vent) et la girouette (direction du vent) situés en haut de la nacelle, des données de vent « sous contraintes » et en fonction des périodes horaires (diurne : 7h-22h ou nocturne 22h-7h), le mode de bridage programmé se mettra en œuvre.

Concrètement, la vitesse de rotation du rotor est réduite par une réorientation des pales, via le pitch (système d'orientation des pales se trouvant au niveau du hub ou nez de l'éolienne) afin de limiter leur prise au vent en jouant sur le profil aérodynamique de la pale. Les modes de bridage correspondent donc à une inclinaison plus ou moins importante des pales.

L'intérêt de cette technique est qu'elle permet de ne pas utiliser de frein, qui pourrait lui aussi produire une émission sonore et augmenter l'usure des parties mécaniques. En cas d'arrêt programmé de l'éolienne dans le cadre du plan de bridage, les pales seront mises « en drapeau » de la même manière, afin d'annuler la prise au vent des pales et donc empêcher la rotation du rotor.

Aucune contrainte d'application des modes bridés n'est considérée.

8.2 Dimensionnement des plans de bridage

Pendant la période nocturne, le projet actuel présente un risque de dépassement des seuils réglementaires sur certaines zones d'habitations environnant le site.

Une optimisation du plan de fonctionnement des machines a par conséquent été effectuée afin de maîtriser ce risque et ne dépasser le niveau d'émergence acceptable en aucune vitesse de vent.

Les calculs entrepris tiennent compte de la direction de vent, c'est pourquoi nous réalisons un plan d'optimisation du fonctionnement pour la direction dominante du site et son opposée.

Nous avons utilisé, via le logiciel CadnaA, deux types de code de calculs : ISO 9613 et HARMONOISE, le dernier prenant mieux en compte les effets météorologiques liés à la propagation du son à grande distance, notamment en conditions de vent non portantes.

Comme les calculs d'impact sonore du bruit issu des éoliennes sont entrepris dans des directions de vent spécifiques, contrairement aux calculs d'émergences présentés ci-avant, les résultats peuvent différer.

Même si les niveaux résiduels peuvent potentiellement varier en fonction de la direction de vent, on considèrera, à défaut d'information complémentaires, des valeurs identiques pour toutes les directions. L'absence de source sonore significative sur le site (infrastructure routière à fort trafic, usine...), la topographie relativement plate et le positionnement judicieux des microphones sont des éléments qui permettent de présager une faible variation des niveaux résiduels avec la direction de vent. La formulation de ces hypothèses raisonnables est cohérente et justifiée dans la mesure où toutes les situations sonores ne peuvent être rencontrées lors des études d'impact, même si l'on réalisait des campagnes de mesure extrêmement longues.

Les plans de fonctionnement présentés sont des plans prévisionnels, ils sont issus de calculs soumis à des incertitudes sur le mesurage et sur la modélisation, et devront être ajustés à partir des résultats du contrôle faisant suite à la mise en service du parc.

Secteurs de directions de vent

Les bridages sont calculés pour chacune des deux directions de vent dominantes du site. Aussi, dans l'objectif de couvrir l'ensemble des occurrences de directions de vent, ils devront donc être appliqués sur les secteurs suivants :

- Secteur SO :]135°-315°]
- Secteur NE :]315°-135°]

Périodes

Les bridages correspondent aux classes homogènes définies. Ils devront donc être appliqués sur les périodes retenues dans le cadre de cette étude, soit :

- Période diurne : 7h à 22h
- Période nocturne : 22h à 7h

8.3 Plan de fonctionnement - Période diurne

Quelle que soit la direction de vent, les hypothèses de calcul ne mettent en avant aucun dépassement des seuils réglementaires en période diurne.

En conséquence, un fonctionnement normal de l'ensemble des éoliennes est prévu sur cette période.

8.4 Plan de fonctionnement - Période nocturne

Plan de fonctionnement en période nocturne en direction sud-ouest

Plan de bridage - Période nocturne - SO								
Vitesse de vent standardisée Href=10m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Vitesse de vent au moyeu (H=75m)	≤ 4,8m/s	]4,8-6,2]m/s	]6,2-7,6]m/s	]7,6-9]m/s	]9-10,4]m/s	]10,4-11,7]m/s	]11,7-13,1]m/s	> 13,1m/s
Eol n°1	Mode 0			Mode 1	Mode 0			
Eol n°2	Mode 0			Mode 4	Mode 0			
Eol n°5	Mode 0		Mode 4		Mode 0			

Plan de fonctionnement en période nocturne en direction nord-est

Plan de bridage - Période nocturne - NE								
Vitesse de vent standardisée Href=10m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Vitesse de vent au moyeu (H=75m)	≤ 4,8m/s	]4,8-6,2]m/s	]6,2-7,6]m/s	]7,6-9]m/s	]9-10,4]m/s	]10,4-11,7]m/s	]11,7-13,1]m/s	> 13,1m/s
Eol n°1	Mode 0			Mode 4	Mode 0			
Eol n°2	Mode 0			Mode 4	Mode 0			
Eol n°5	Mode 0							

8.5 Évaluation de l'impact sonore en période nocturne après bridage – Secteur sud-ouest

Impact prévisionnel après bridage - Période nocturne – Secteur SO										
Vitesse de vent standardisée (Href=10m)		3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	Risque
Point n°1 Pen Luéguer Braz	Lamb	32,5	34,0	36,0	38,0	42,5	47,5	51,0	56,0	FAIBLE
	E	1,5	2,0	2,0	1,0	1,5	0,5	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point n°2 Kerborn	Lamb	30,0	31,5	33,0	36,0	41,0	44,0	49,0	53,0	FAIBLE
	E	2,0	2,5	3,0	1,0	1,5	0,5	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point n°3 Saint Houarneau	Lamb	31,0	34,0	41,5	50,5	57,0	66,5	69,5	72,0	FAIBLE
	E	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point n°4 Keranflech	Lamb	29,0	32,5	34,5	35,5	40,5	43,5	46,5	53,0	FAIBLE
	E	7,0	4,0	4,0	2,5	3,0	1,5	0,5	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point n°5 Bourbriac	Lamb	31,5	32,5	34,5	41,5	44,5	46,5	47,5	47,5	FAIBLE
	E	1,5	1,5	2,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point n°6 Cosquer Jehan	Lamb	28,5	29,5	31,5	32,5	40,5	44,0	49,0	52,0	FAIBLE
	E	2,5	3,0	4,0	1,5	1,0	0,5	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point n°7 Kergoarín	Lamb	30,0	31,5	34,0	35,0	41,5	44,5	49,0	52,0	FAIBLE
	E	4,0	5,0	6,5	4,0	2,0	1,0	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point n°8 Felhan	Lamb	32,5	34,0	36,5	38,0	42,0	47,5	51,0	56,0	FAIBLE
	E	1,5	2,0	2,5	1,0	1,0	0,5	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

Interprétation des résultats

Selon nos estimations et hypothèses retenues, le plan d'optimisation de fonctionnement déterminé permettra de respecter les seuils réglementaires nocturnes et n'engendrera plus de dépassement.

8.1 Évaluation de l'impact sonore en période nocturne après bridage – Secteur nord-est

Impact prévisionnel après bridage - Période nocturne – Secteur NE										
Vitesse de vent standardisée (Href= 10m)		3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	Risque
Point n°1 Pen Luéguer Braz	Lamb	32,5	33,5	36,0	38,0	42,0	47,5	51,0	56,0	FAIBLE
	E	1,5	1,5	2,0	1,0	1,0	0,5	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point n°2 Kerborn	Lamb	29,5	31,0	32,5	36,0	40,0	43,5	49,0	53,0	FAIBLE
	E	1,5	2,0	2,5	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point n°3 Saint Houarneau	Lamb	30,5	33,5	41,5	50,5	57,0	66,5	69,5	72,0	FAIBLE
	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point n°4 Keranflech	Lamb	28,5	32,0	35,0	35,5	39,0	42,5	46,5	53,0	FAIBLE
	E	6,5	3,5	4,5	2,5	1,5	0,5	0,5	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point n°5 Bourbriac	Lamb	31,5	32,5	35,0	41,5	44,5	46,5	47,0	47,0	FAIBLE
	E	1,5	1,5	2,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point n°6 Cosquer Jehan	Lamb	28,0	29,0	31,5	33,0	40,5	44,0	49,0	52,0	FAIBLE
	E	2,0	2,5	4,0	2,0	1,0	0,5	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point n°7 Kergoarín	Lamb	30,0	31,5	34,5	34,0	41,5	44,5	49,5	52,0	FAIBLE
	E	4,0	5,0	7,0	3,0	2,0	1,0	0,5	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point n°8 Felhan	Lamb	32,5	34,0	36,5	38,0	42,5	47,5	51,0	56,0	FAIBLE
	E	1,5	2,0	2,5	1,0	1,5	0,5	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

Interprétation des résultats

Selon nos estimations et hypothèses retenues, le plan d'optimisation de fonctionnement déterminé permettra de respecter les seuils réglementaires nocturnes et n'engendrera plus de dépassement.

9. NIVEAUX DE BRUIT SUR LE PÉRIMÈTRE DE L'INSTALLATION

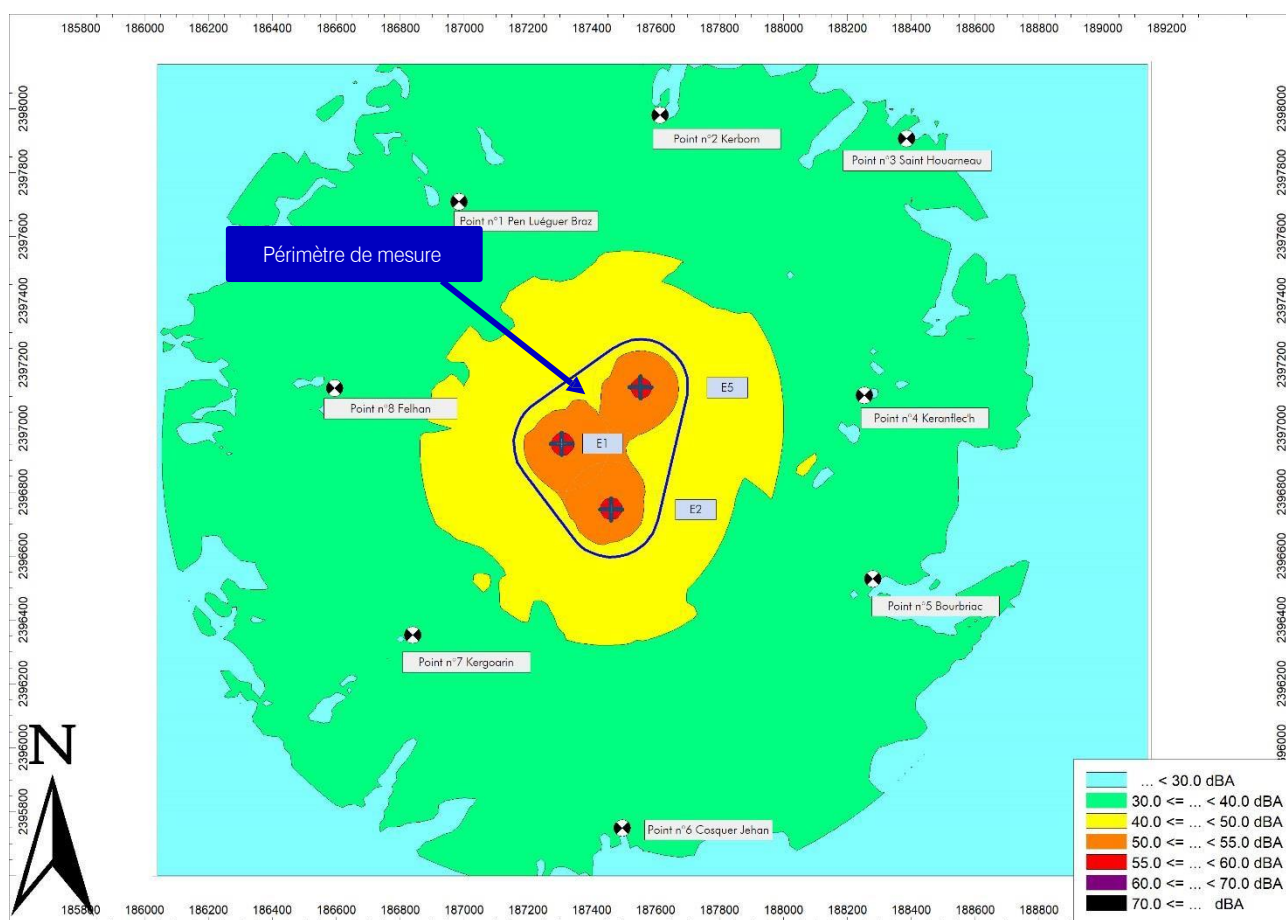
L'arrêté du 26 août 2011 impose un niveau de bruit à ne pas dépasser sur le périmètre de l'installation, en périodes diurne (70 dBA) et nocturne (60 dBA).

Périmètre de mesure : « Périmètre correspondant au plus petit polygone dans lequel sont inscrits les disques de centre chaque aérogénérateur et de rayon R défini comme suit : »

$$R = 1,2x (\text{Hauteur de moyeu} + \text{Longueur d'un demi-rotor})$$

$$\text{soit } R = 1,2 \times (75 + 100/2) = 150 \text{ mètres}$$

Des simulations numériques ont permis une estimation du niveau de bruit généré dans l'environnement proche des éoliennes et permettent de comparer aux seuils règlementaires fixés sur le périmètre de mesure (considérant une distance de 150m avec chaque éolienne). Ce calcul est entrepris sur la plage de fonction jugée la plus critique (à pleine puissance de la machine), correspondant en l'occurrence à une vitesse de vent de 8 m/s. La cartographie des répartitions de niveaux sonores présentée ci-dessous est réalisée à 2m du sol. Le périmètre de mesure est indiqué à l'aide du polygone bleu.



Carte sonore **prévisionnelle des niveaux de bruit sur le périmètre d'installation**

Commentaires

Les niveaux de bruit calculés sur le périmètre de mesure ne révèlent aucun dépassement des seuils règlementaires définis par l'arrêté du 26 août 2011 (70 dBA en période diurne, 60 dBA en période nocturne).

En effet, les niveaux les plus élevés sont estimés à 49 dBA, ainsi même en ajoutant une contribution de l'environnement sonore indépendant des éoliennes (supposant que son impact ne soit pas supérieur à celui des machines), les niveaux seraient d'environ 52 dBA et donc inférieurs au seuil le plus restrictif.

10. TONALITÉ MARQUÉE

Même si le critère de tonalité marquée est applicable au sein des propriétés des riverains, l'étude des tonalités marquées est directement réalisée à partir des spectres de puissance acoustique fournis par le constructeur de l'éolienne. Il est en effet admis que, malgré les déformations subies par le spectre de l'éolienne notamment par les effets de sol et d'absorption atmosphérique, celles-ci n'entraîneront pas de déformation suffisamment inégale sur des bandes de 1/3 d'octave adjacentes pour provoquer, chez le riverain, une tonalité marquée imputable au bruit des éoliennes.

L'analyse du critère de tonalité est effectuée à partir des documents fournis par la société VESTAS pour les machines de type V100, référencé 0058-0310_V00 daté du 10 mars 2016. Cette analyse est réalisée pour les vitesses de vent de 4 à 11 m/s (à hauteur de moyeu HH) et permet d'étudier les composantes fréquentielles des émissions sonores de machines et ainsi de les comparer aux critères réglementaires jugeant de la présence ou non d'un bruit à tonalité marquée.

Fréquence (Hz)	Limite ICPE (dB)	4,0 m/s		5,0 m/s		6,0 m/s		7,0 m/s	
		Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE
31,5 Hz		96,7		97,3		100,7		102,5	
40 Hz		96,4		97,2		100,6		102,4	
50 Hz	10	96,9	NON	97,6	NON	101,0	NON	102,9	NON
63 Hz	10	96,7	NON	97,5	NON	100,9	NON	102,7	NON
80 Hz	10	94,9	NON	95,7	NON	99,1	NON	101,0	NON
100 Hz	10	94,1	NON	94,8	NON	98,2	NON	100,0	NON
125 Hz	10	92,5	NON	93,3	NON	96,7	NON	98,5	NON
160 Hz	10	91,7	NON	92,5	NON	95,9	NON	97,8	NON
200 Hz	10	90,4	NON	91,3	NON	94,6	NON	96,5	NON
250 Hz	10	89,5	NON	90,3	NON	93,7	NON	95,5	NON
315 Hz	10	89,2	NON	90,0	NON	93,4	NON	95,2	NON
400 Hz	5	87,4	NON	88,3	NON	91,6	NON	93,5	NON
500 Hz	5	86,4	NON	87,1	NON	90,5	NON	92,3	NON
630 Hz	5	84,6	NON	85,3	NON	88,7	NON	90,5	NON
800 Hz	5	82,6	NON	83,3	NON	86,6	NON	88,4	NON
1000 Hz	5	82,0	NON	82,6	NON	86,0	NON	87,8	NON
1250 Hz	5	82,4	NON	83,0	NON	86,4	NON	88,2	NON
1600 Hz	5	82,4	NON	82,9	NON	86,4	NON	88,1	NON
2000 Hz	5	80,5	NON	81,2	NON	84,5	NON	86,3	NON
2500 Hz	5	80,3	NON	81,0	NON	84,4	NON	86,1	NON
3150 Hz	5	79,2	NON	79,8	NON	83,2	NON	84,9	NON
4000 Hz	5	77,7	NON	78,3	NON	81,7	NON	83,5	NON
5000 Hz	5	74,0	NON	74,7	NON	78,1	NON	79,9	NON
6300 Hz	5	68,0	NON	68,7	NON	72,1	NON	73,9	NON
8000 Hz	5	60,9	ND	61,7	ND	65,0	ND	66,8	ND
10000 Hz		55,4		56,2		59,6		61,4	
12500 Hz		NM		NM		NM		NM	

ND : Non disponible

NM : Non mesurée

Fréquence (Hz)	Limite ICPE (dR)	8,0 m/s							
		Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE
31,5 Hz		103,9		105,0		105,0		105,1	
40 Hz		103,7		104,8		104,7		104,8	
50 Hz	10	104,2	NON	105,3	NON	105,3	NON	105,3	NON
63 Hz	10	104,1	NON	105,2	NON	105,1	NON	105,1	NON
80 Hz	10	102,4	NON	103,5	NON	103,3	NON	103,3	NON
100 Hz	10	101,3	NON	102,5	NON	102,4	NON	102,5	NON
125 Hz	10	99,8	NON	100,9	NON	100,8	NON	100,9	NON
160 Hz	10	99,1	NON	100,2	NON	100,0	NON	100,0	NON
200 Hz	10	97,8	NON	98,9	NON	98,7	NON	98,7	NON
250 Hz	10	96,9	NON	97,9	NON	97,8	NON	97,8	NON
315 Hz	10	96,6	NON	97,7	NON	97,5	NON	97,5	NON
400 Hz	5	94,8	NON	95,9	NON	95,8	NON	95,7	NON
500 Hz	5	93,6	NON	94,8	NON	94,7	NON	94,7	NON
630 Hz	5	91,8	NON	93,0	NON	92,9	NON	93,0	NON
800 Hz	5	89,8	NON	90,9	NON	90,9	NON	91,0	NON
1000 Hz	5	89,1	NON	90,2	NON	90,3	NON	90,4	NON
1250 Hz	5	89,5	NON	90,7	NON	90,7	NON	90,8	NON
1600 Hz	5	89,4	NON	90,6	NON	90,7	NON	90,9	NON
2000 Hz	5	87,6	NON	88,7	NON	88,7	NON	88,8	NON
2500 Hz	5	87,5	NON	88,6	NON	88,6	NON	88,7	NON
3150 Hz	5	86,3	NON	87,4	NON	87,4	NON	87,6	NON
4000 Hz	5	84,8	NON	85,9	NON	85,9	NON	86,1	NON
5000 Hz	5	81,2	NON	82,3	NON	82,3	NON	82,3	NON
6300 Hz	5	75,2	NON	76,3	NON	76,2	NON	76,3	NON
8000 Hz	5	68,2	ND	69,3	ND	69,1	ND	69,1	ND
10000 Hz		62,8		63,9		63,7		63,7	
12500 Hz		NM		NM		NM		NM	

ND : Non disponible

NM : Non mesurée

Analyse des résultats

À partir de l'analyse des niveaux non pondérés en bandes de tiers d'octave, aucune tonalité marquée n'est détectée, quelle que soit la vitesse de vent.

Le risque de non-respect du critère réglementaire est jugé faible.

Les opérations de maintenance devront permettre de prévenir des risques d'apparitions de tonalité marquée, notamment par le contrôle des pales.

11. CONCLUSION

L'étude a permis de qualifier l'impact acoustique du projet d'implantation d'un parc éolien sur la commune de Bourbriac (22).

Le projet étudié comporte 3 éoliennes de type V100 de chez VESTAS (hauteur de moyeu 75m - puissance de 2,2 MW) dotées de pales dentelées (option STE).

L'analyse des niveaux sonores mesurés in situ, combinée à la modélisation du site, a permis de mettre en évidence les éléments suivants :

- l'impact sonore sur le voisinage, relatif à un fonctionnement sans restriction des machines, présente un faible risque de non-respect des limites réglementaires en période diurne ; en période nocturne, le risque est probable
- de nuit, la mise en place de bridage sur certaines machines permettra de respecter les exigences réglementaires ; les plans de fonctionnement ont été élaborés pour les deux directions dominantes du site (sud-ouest et nord-est) et pour chaque classe de vitesse de vent ; ces plans de bridage seront mis en place dès la mise en service du parc éolien et seront ajustés en fonction des résultats de sa réception
- les niveaux de bruit calculés sur le périmètre de mesure ne révèlent aucun dépassement des seuils réglementaires
- l'analyse des niveaux en bandes de tiers d'octave n'a révélé aucune tonalité marquée

Compte tenu des incertitudes sur le mesurage et les calculs, il sera nécessaire, après installation du parc, de réaliser des mesures acoustiques pour s'assurer de la conformité du site par rapport à la réglementation en vigueur.

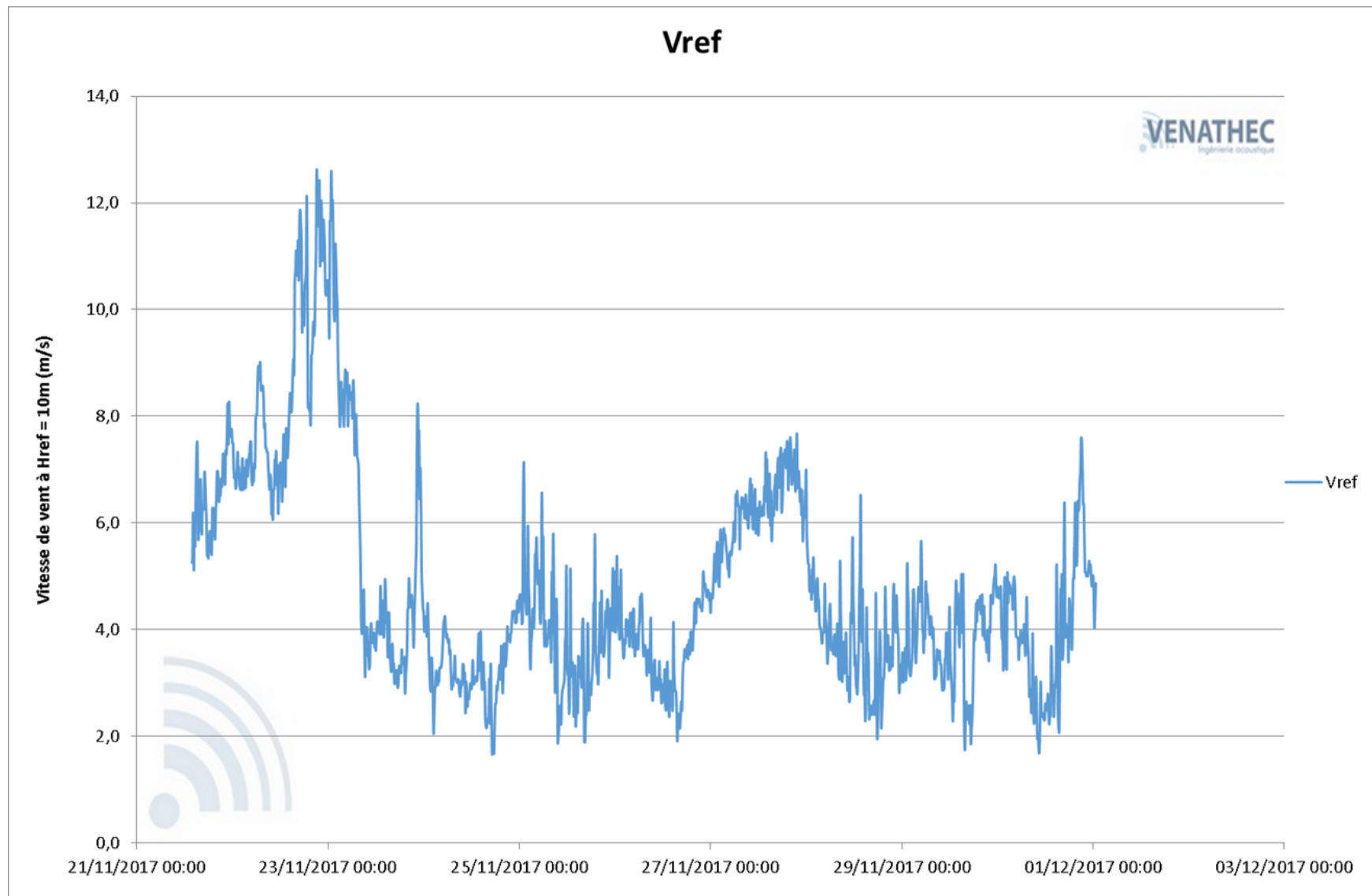
Ces mesures devront être réalisées selon la norme de mesurage NFS 31-114 « Acoustique - Mesurage du bruit dans l'environnement avec et sans activité éolienne » ou les textes réglementaires en vigueur.

12. ANNEXES

ANNEXE A - CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES RENCONTRÉES SUR SITE	50
ANNEXE B - CARACTÉRISTIQUES DES EOLIENNES.....	51
ANNEXE C - APPAREILS DE MESURE.....	52
ANNEXE D - CHOIX DES PARAMÈTRES RETENUS	53
ANNEXE E - ÉVOLUTION TEMPORELLE DES LAEQ.....	54
ANNEXE F - INCERTITUDE DE MESURAGE	56
ANNEXE G - GLOSSAIRE	58
ANNEXE H - ARRÊTÉ DU 26 AOÛT 2011	61

ANNEXE A - CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES RENCONTRÉES SUR SITE

Données de vent pendant la campagne de mesure (hauteur du mât météorologique H= 10m – les vitesses sont standardisées)



ANNEXE B - CARACTÉRISTIQUES DES ÉOLIENNES

Coordonnées des éoliennes

Coordonnées en Lambert II étendu		
Description	X	Y
E1	187306	2396952
E2	187461	2396746
E5	187553	2397128

Données acoustiques des éoliennes

Machine de type V100 2,2MW de chez Vestas

Sound Power Level at Hub Height		
Measurement standard:	IEC 61400-11 3 rd edition. 2012	
Max. turbulence at 10 meter height:	16%	
Inflow angle (vertical):	0 ±2°	
Air density:	1.225 kg/m ³	
Wind Shear	0.0-0.4 (10 minute average)	
Wind Speed at Hub Height [m/s]	dBA (Standard blade)	dBA (with optional STE ¹)
3.0	93.7	93.7
4.0	94.0	93.7
5.0	95.1	94.5
6.0	98.6	97.7
7.0	100.8	99.6
8.0	103.4	101.9
9.0	104.9	103.4
10.0	105.0	103.5
11.0	105.0	103.5
12.0	105.0	103.5
13.0	105.0	103.5
14.0	105.0	103.5
15.0	105.0	103.5
16.0	105.0	103.5
17.0	105.0	103.5
18.0	105.0	103.5
19.0	105.0	103.5
20.0	105.0	103.5

Table 3-9: Sound power level at hub height: V100-2.200, 2.150, 2.100 & 2.050 kW,

ANNEXE C - APPAREILS DE MESURE

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

Nature	Marque	Type	N° de série
Sonomètre	01dB	SOLO	60832 60797
		DUO	11102
		CUBE	10636
			10637 10791
Calibreur	01dB	CAL 21	50241686
Préamplificateur	PRE21 S	PRE21 S	<i>Associé au sonomètre*</i>
Microphone	GRAS 40AE	MC E 212	<i>Associé au sonomètre*</i>
Câble	LEMO	LEMO 7	
Informatique	HP		

*À chaque sonomètre est associé un préamplificateur et un microphone qui restent inchangés. Le détail des numéros de série est disponible à la demande.

ANNEXE D - CHOIX DES PARAMÈTRES RETENUS

Calcul Vitesse de vent référence

La corrélation des niveaux de bruit avec la vitesse de vent s'effectue à la hauteur de référence fixée à 10m.

Les vitesses à cette hauteur de référence ne correspondent pas aux valeurs mesurées à 10m pour les raisons suivantes :

- l'objectif est de corrélérer 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 pa, approximée à la hauteur de moyeu
- le profil vertical de vent (cisaillement vertical ou wind shear) influe de manière importante sur la différence des vitesses de vent à 10m au-dessus du sol et à hauteur de moyeu
- les données de puissance acoustique des aérogénérateurs sont fournies à partir de mesure de vitesse de vent à hauteur de nacelle généralement, reconvertie à 10m à l'aide d'un profil standard (exposant de cisaillement de 0,16 ou longueur de rugosité de 0,05m), 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 relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres - Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer (Décembre 2016)

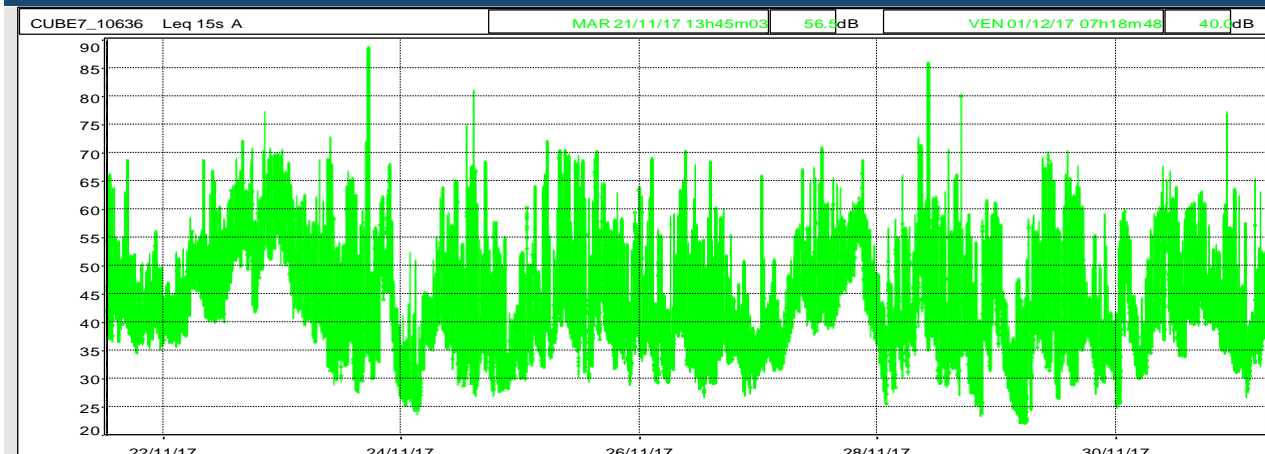
L'objectif est d'estimer la vitesse « réelle » à hauteur de nacelle des éoliennes puis de la convertir à la hauteur de référence (fixée à 10m) à l'aide d'une longueur de rugosité standardisée à 0,05m.

C'est pourquoi, nous avons développé un calcul de standardisation de la vitesse de vent à Hauteur de référence : Href permettant, à partir des relevés de vitesse à 10 m, d'extrapoler la vitesse de vent standardisée à Href.

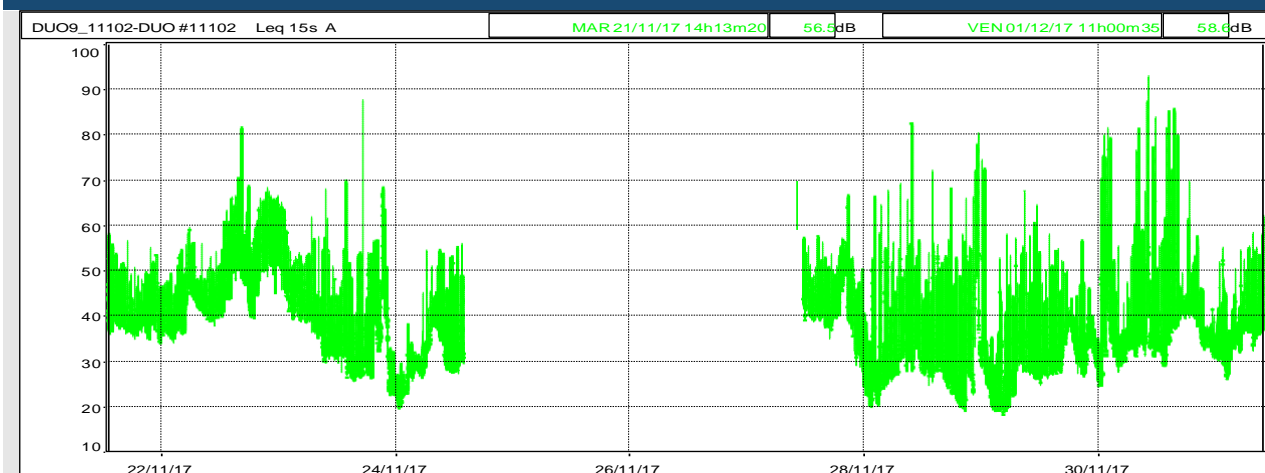
Ce calcul est basé sur les données connues du site concerné (cisaillement moyen diurne / nocturne), sur une analyse qualitative, ainsi que sur des relevés météorologiques annuels de plusieurs sites, et nous permet de prendre en compte une tendance horaire moyenne de l'évolution de l'exposant de cisaillement en fonction de la vitesse de vent.

ANNEXE E - ÉVOLUTION TEMPORELLE DES LAEQ

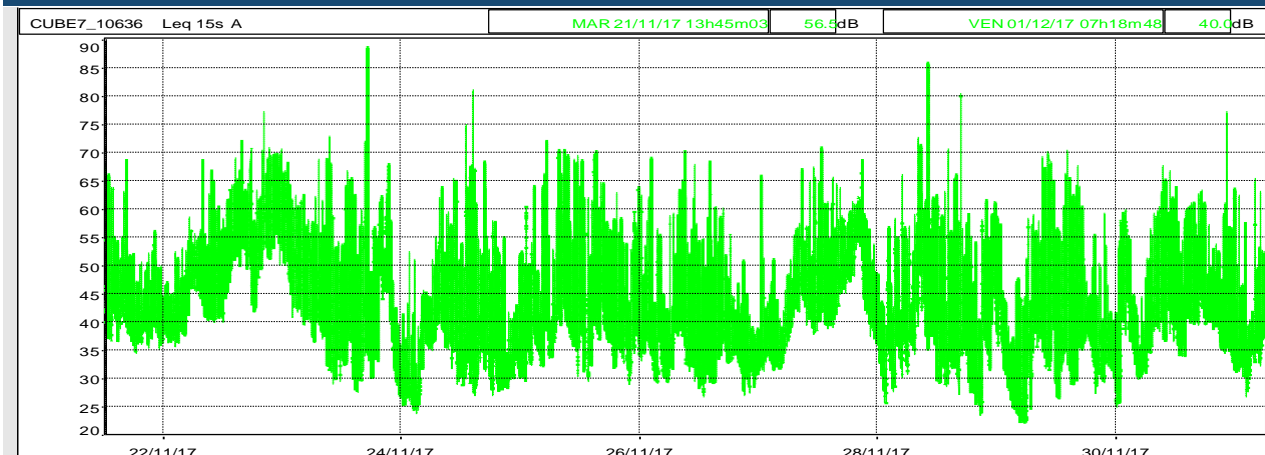
Evolution temporelle du L_{Aeq} au point n°1 – Pen Luéguer Braz



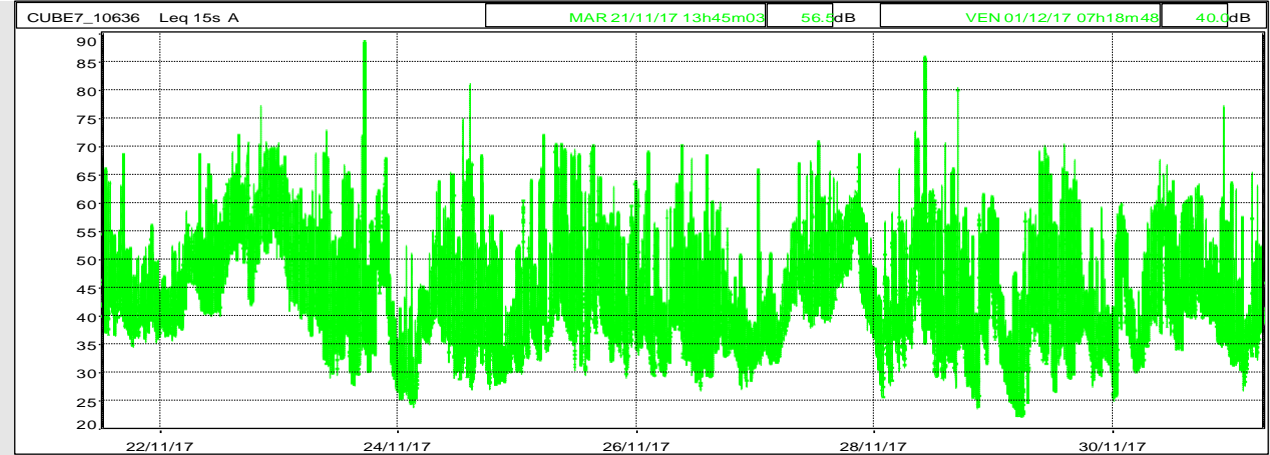
Evolution temporelle du L_{Aeq} au point n°2 – Kerborn



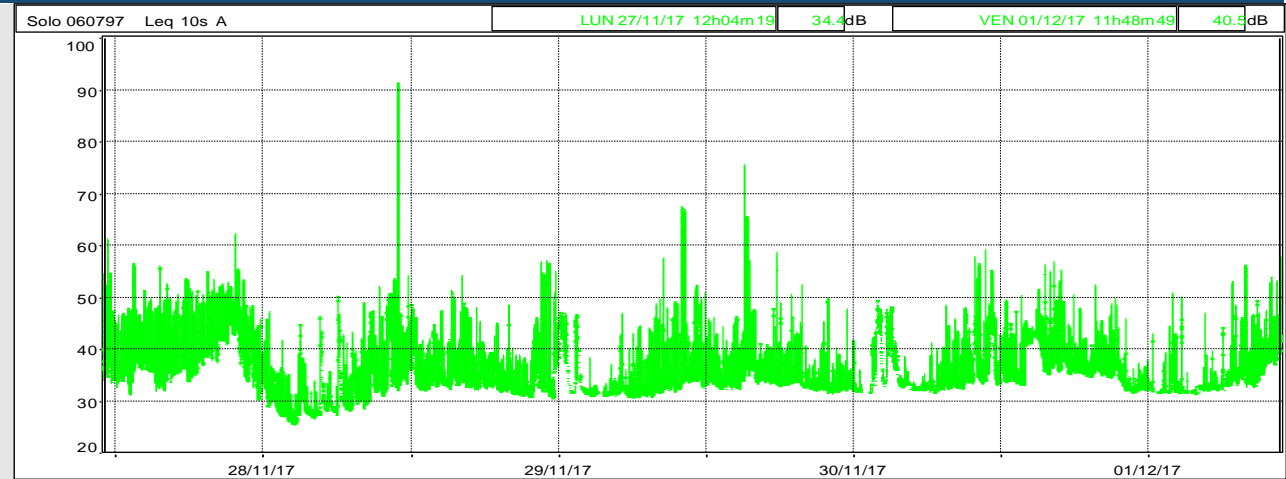
Evolution temporelle du L_{Aeq} au point n°3 – Saint Houarneau



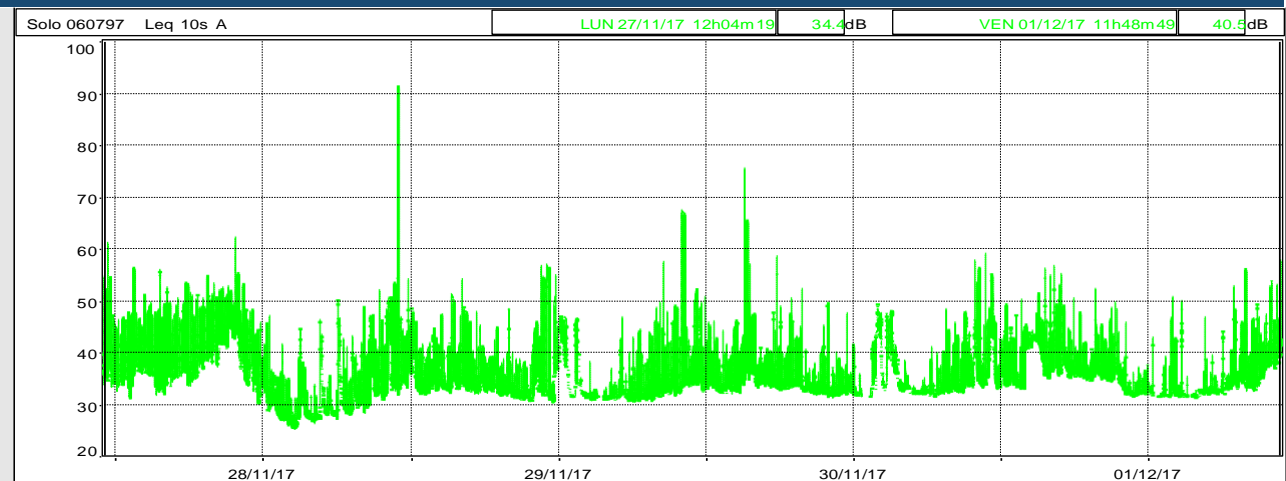
Evolution temporelle du L_{Aeq} au point n°4 – Keranflec'h



Evolution temporelle du L_{Aeq} au point n°5 – Kerivoa



Evolution temporelle du L_{Aeq} au point n°7 – Kergoarin



ANNEXE F - INCERTITUDE DE MESURAGE

L'incertitude recherchée est l'incertitude de mesure du niveau de pression acoustique, quel que soit le phénomène qui est à son origine. Elle est évaluée selon les recommandations du projet de norme NF S 31-114.

Les incertitudes évaluées par cette norme permettent la comparaison des niveaux et des différences de niveaux (émergences) avec des seuils réglementaires ou contractuels.

L'incertitude totale sur l'indicateur de bruit associé à une classe homogène et à une classe de vitesse de vent est composée d'une incertitude (type A) due à la distribution d'échantillonnage de l'indicateur considéré et d'une incertitude métrologique (type B) sur les mesures des descripteurs acoustiques.

Incertitude de type A

Pour chaque classe homogène et pour chaque classe de vitesse de vent, on calculera :

- l'incertitude sur la distribution d'échantillonnage de l'indicateur de bruit ambiant :

$$U_A(L_{Amb(j)}) = 1,858 \cdot t(L_{Amb(j)}) \cdot \frac{DMA(L_{Amb(j)})}{\sqrt{N(L_{Amb(j)}) - 1}}$$

- l'incertitude sur la distribution d'échantillonnage de l'indicateur de bruit résiduel :

$$U_A(L_{Rés(j)}) = 1,858 \cdot t(L_{Rés(j)}) \cdot \frac{DMA(L_{Rés(j)})}{\sqrt{N(L_{Rés(j)}) - 1}}$$

Avec :

$L_{Amb(j)}$: ensemble des descripteurs de bruit ambiant pour la classe de vitesse de vent « j »

$L_{Rés(j)}$: ensemble des descripteurs de bruit résiduel pour la classe de vitesse de vent « j »

$N(X(j))$: nombre de descripteurs de $X(j)$ pour la classe de vitesse « j »

$t(X(j))$: correctif pour les petits échantillons $X(j)$ pour la classe de vitesse « j » :

$$t(X(j)) = \frac{2 \cdot N(X(j)) - 2}{2 \cdot N(X(j)) - 3}$$

Fonction $DMA(X(j)) = \text{Médiane}(|X(j, i) - \text{Médiane}(X(j, i))|)$: déviation médiane (en valeur absolue) par rapport à la médiane de l'ensemble des descripteurs (indiqués « i ») de bruit X (s'appliquant aussi bien au bruit ambiant ou au bruit résiduel).

$$U_A(E(j)) = \sqrt{U_A(L_{Amb(j)})^2 + U_A(L_{Rés(j)})^2}$$

Incertitude de type B

$$U_B(L_{Amb(j)}) = \sqrt{\sum_k U_{Bk}(L_{Amb(j)})^2}$$

Incertitude métrologique :

Avec $U_{Bk}(L_{Amb(j)})$: composantes de l'incertitude métrologique indiquées « k » sur la mesure du bruit ambiant, pour la classe de vitesse « j ».

Le tableau suivant permettra d'évaluer les UBk(LRés(j)).

UBk	Composante	Incertitude type	Condition
UB1	Calibrage	0,20 dB ; 0,20 dBA	Durée maximale entre deux calibrages : 15 jours
		Négligeable	
UB2	Appareillage	0,20 dB ; 0,20 dBA	
		Négligeable	
UB3	Directivité	0,52 dBA	Direction de référence du microphone verticale
UB4	Linéarité en fréquence et pondération fréquentielle	1,05 dBA	
		$1,05 \sqrt{2} \cdot 2 \cdot 10^{-E/10}$ dBA	
UB5	Température et humidité	0,15 dB ; 0,15 dBA	
		0,22 dB ; 0,22 dBA	
UB6	Pression statique pour une classe homogène	0,25 dB ; 0,25 dBA	
		0,24 dB ; 0,24 dBA	
UB7	Impact du vent sur le microphone (en dBA)	Fonction de V et de L _{amb}	
		Négligeable	
UBvent	Impact de la mesure du vent	Incertitudes métrologiques indirectes*	
		Négligeable	

* Dépend de la vitesse de vent, du niveau sonore, de la mesure des vitesses de vent

Dans le cas du calcul de l'incertitude UB sur l'émergence et en raison de la comparaison de niveaux issus de la même chaîne d'acquisition, certains composants de l'incertitude sont considérés comme négligeables.

Incertitude combinée sur les indicateurs de bruits ambiant et résiduel :

$$U_c(L_{Amb(j)}) = \sqrt{U_A(L_{Amb(j)})^2 + U_B(L_{Amb(j)})^2}$$

$$U_c(L_{Rés(j)}) = \sqrt{U_A(L_{Rés(j)})^2 + U_B(L_{Rés(j)})^2}$$

Incertitude combinée sur les indicateurs d'émergence :

$$U_c(E_{(j)}) = \sqrt{U_A(E_{(j)})^2 + U_B(E_{(j)})^2}$$

ANNEXE G - GLOSSAIRE

Le décibel (dB)

Le son est une sensation auditive produite par une variation rapide de la pression de l'air.

Le bruit étant caractérisé par une échelle logarithmique, on ne peut pas ajouter arithmétiquement les décibels de deux bruits pour arriver au niveau sonore global.

À noter 2 règles simples :

40 dB + 40 dB = 43 dB ;

40 dB + 50 dB ≈ 50 dB.



Le décibel pondéré A (dBA)

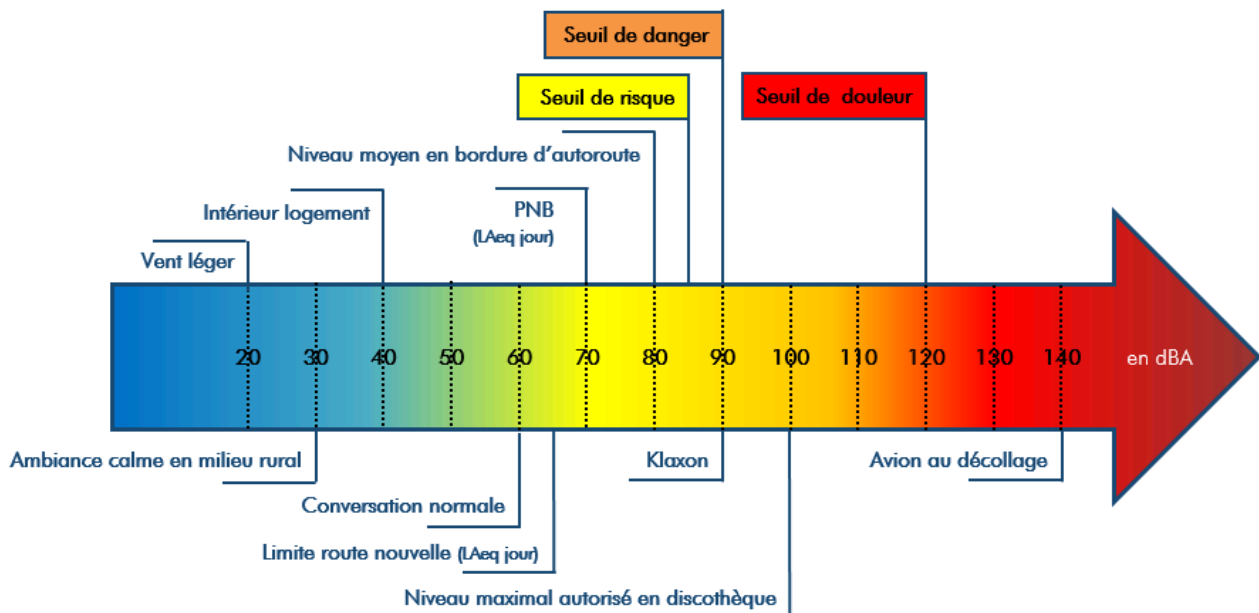
Pour traduire les unités physiques dB en unités physiologiques dBA représentant la courbe de réponse de l'oreille humaine, il est convenu de pondérer les niveaux sonores pour chaque bande d'octave. Le décibel est alors exprimé en décibels A : dBA.

A noter 2 règles simples :

L'oreille fait une distinction entre deux niveaux sonores à partir d'un écart de 3 dBA ;

Une augmentation du niveau sonore de 10 dBA est perçue par l'oreille comme un doublement de la puissance sonore.

Échelle sonore



Octave / Tiers d'octave

Intervalle de fréquence dont la plus haute fréquence (f_2) est le double de la plus basse (f_1) pour une octave et la racine cubique de 2 pour le tiers d'octave. L'analyse en fréquence par bande de tiers d'octave correspond à la résolution fréquentielle de l'oreille humaine.

1/1 octave	1/3 octave
$f_2 = 2 * f_1$	$f_2 = \sqrt[3]{2} * f_1$
$f_c = \sqrt{2} * f_1$	$\Delta f / f_c = 23\%$
$\Delta f / f_c = 71\%$	

f_c : fréquence centrale

$$\Delta f = f_2 - f_1$$

Niveau de bruit équivalent Leq

Niveau de bruit en dB intégré sur une période de mesure. L'intégration est définie par une succession de niveaux sonores intermédiaires mesurés selon un intervalle d'intégration. Généralement dans l'environnement, l'intervalle d'intégration est fixé à 1 seconde (appelé Leq court). Le niveau global équivalent se note Leq , il s'exprime en dB. Lorsque les niveaux sont pondérés selon la pondération A, on obtient un indicateur noté LA_{eq} .

Niveau résiduel

Le niveau résiduel caractérise le niveau de bruit obtenu dans les conditions environnementales initiales du site, c'est-à-dire en l'absence du bruit généré par les éoliennes (niveau de bruit avec éoliennes à l'arrêt).

Niveau ambiant

Le niveau ambiant caractérise le niveau de bruit obtenu en considérant l'ensemble des sources présentes dans l'environnement du site. En l'occurrence, ce niveau sera la somme entre le bruit résiduel et le bruit généré par les éoliennes (niveau de bruit avec éoliennes en fonctionnement).

Emergence acoustique (E)

L'émergence acoustique est fondée sur la différence entre le niveau de bruit équivalent pondéré A du bruit ambiant comportant le bruit particulier de l'équipement en fonctionnement (en l'occurrence celui des éoliennes) et celui du résiduel.

$E = Leq_{ambiant} - Leq_{résiduel}$
$E = Leq_{éoliennes \text{ en fonctionnement}} - Leq_{éoliennes \text{ à l'arrêt}}$
$E = L_{eq \text{ état futur prévisionnel}} - L_{eq \text{ état actuel (initial)}}$

Niveau fractile (L_n)

Anciennement appelé indice statistique percentile L_n .

Le niveau fractile L_n représente le niveau sonore qui a été dépassé pendant n % du temps du mesurage. L'indice LA_{50} employé dans le domaine éolien caractérise ainsi le niveau médian : dépassé pendant 50 % du temps de l'intervalle d'observation.

Niveau de puissance acoustique

Ce niveau caractérise l'énergie acoustique d'une source sonore. Elle est exprimée en dBA et permet d'évaluer le niveau de bruit émis par un équipement indépendamment de son environnement.

Vitesse de vent standardisée - Hauteur de référence : $H_{ref} = 10m$

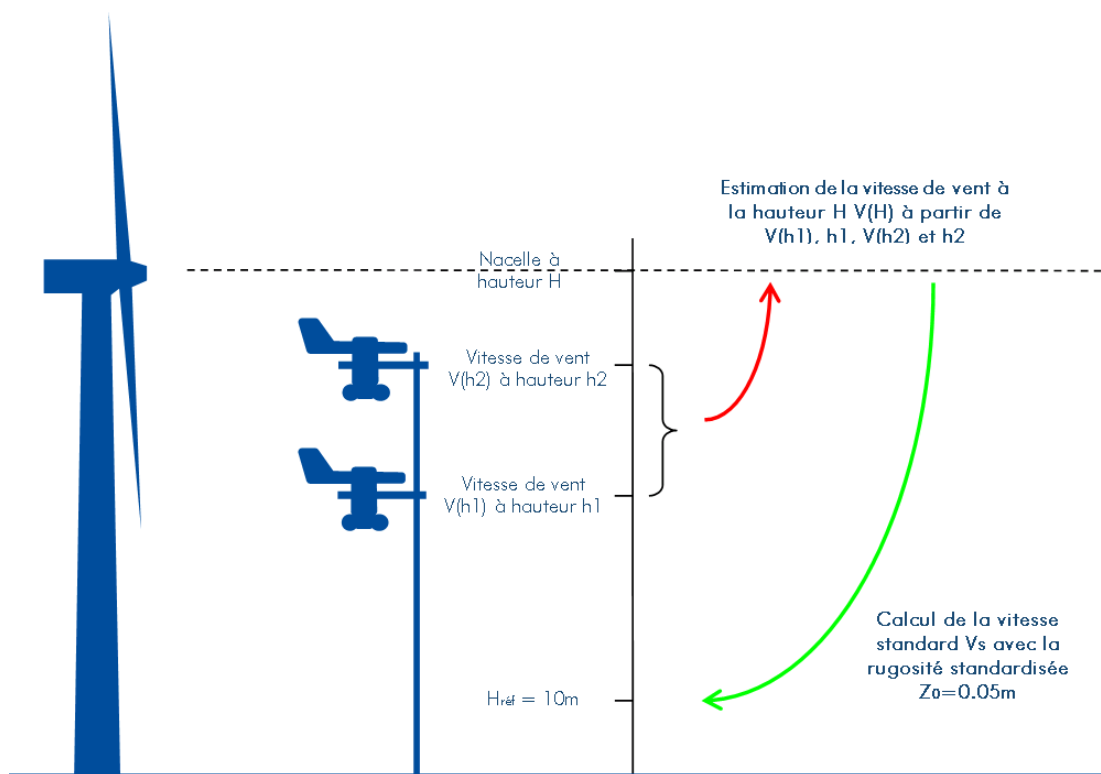
La corrélation des niveaux de bruit avec la vitesse de vent s'effectue à la hauteur de référence fixée à 10m. Cette vitesse de vent correspond à la vitesse de vent dite « standardisée » qui est égale à la vitesse calculée à 10m de haut sur un sol présentant une longueur de rugosité de référence fixée à 0,05m.

Cette vitesse se calcule à partir de la vitesse « réelle » à hauteur de nacelle des éoliennes (soit la vitesse est mesurée directement à hauteur de moyeu (anémomètre nacelle), soit elle est extrapolée à hauteur de moyeu à partir des

vitesses et du gradient de vent mesurés à différentes hauteurs) qui est ensuite convertie à la hauteur de référence (10m) à l'aide d'une longueur de rugosité standardisée à 0,05m et selon un profil de variation en loi logarithmique.

Ces vitesses de vent standardisées, considérées pour les études acoustiques peuvent être assimilées à des vitesses « virtuelles », représentant les vitesses de vent reçues par l'éolienne, auxquelles est appliqué un facteur K = constante qui est fonction d'un type de sol standard.

Pour ces raisons, les vitesses standardisées (à hauteur de référence) sont différentes des vitesses mesurées à 10m.



(Source: Projet de norme NFS 31-114)

Norme NFS 31-010

La norme NF S 31-010 « Acoustique – Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement – Méthodes particulières de mesurage » de 1996 a été élaborée au sein de la Commission de Normalisation S30J « Bruit dans l'environnement » d'AFNOR. Elle est utilisée dans le cadre de la réglementation « Bruit de voisinage ». Elle indique la méthodologie à appliquer concernant la réalisation de la mesure.

Projet de Norme NFS 31-114

Le projet de norme intitulé « Acoustique – Mesurage du bruit dans l'environnement avec et sans activité éolienne » indique la méthodologie à appliquer en prenant en considération la problématique éolienne, notamment celle posée par le mesurage en présence de vent.

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT

Arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement

NOR : *DEV1119348A*

La ministre de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement,

Vu la directive 2006/42/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 mai 2006 relative aux machines ;

Vu le code de l'environnement, notamment le titre I^{er} de son livre V ;

Vu le code de l'aviation civile ;

Vu le code des transports ;

Vu le code de la construction et de l'habitation ;

Vu l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement ;

Vu l'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation ;

Vu l'arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation ;

Vu l'arrêté du 10 octobre 2000 fixant la périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques au titre de la protection des travailleurs ainsi que le contenu des rapports relatifs aux dites vérifications ;

Vu l'avis des organisations professionnelles concernées ;

Vu l'avis du Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques du 28 juin 2011 ;

Vu l'avis du Conseil supérieur de l'énergie du 8 juillet 2011,

Arrête :

Art. 1^{er}. – Le présent arrêté est applicable aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées.

L'ensemble des dispositions du présent arrêté s'appliquent aux installations pour lesquelles une demande d'autorisation est déposée à compter du lendemain de la publication du présent arrêté ainsi qu'aux extensions ou modifications d'installations existantes régulièrement mises en service nécessitant le dépôt d'une nouvelle demande d'autorisation en application de l'article R. 512-33 du code de l'environnement au-delà de cette même date. Ces installations sont dénommées « nouvelles installations » dans la suite du présent arrêté.

Pour les installations ayant fait l'objet d'une mise en service industrielle avant le 13 juillet 2011, celles ayant obtenu un permis de construire avant cette même date ainsi que celles pour lesquelles l'arrêté d'ouverture d'enquête publique a été pris avant cette même date, dénommées « installations existantes » dans la suite du présent arrêté :

- les dispositions des articles de la section 4, de l'article 22 et des articles de la section 6 sont applicables au 1^{er} janvier 2012 ;
- les dispositions des articles des sections 2, 3 et 5 (à l'exception de l'article 22) ne sont pas applicables aux installations existantes.

Section 1

Généralités

Art. 2. – Au sens du présent arrêté, on entend par :

Point de raccordement : point de connexion de l'installation au réseau électrique. Il peut s'agir entre autres d'un poste de livraison ou d'un poste de raccordement. Il constitue la limite entre le réseau électrique interne et externe.

Mise en service industrielle : phase d'exploitation suivant la période d'essais et correspondant à la première fois que l'installation produit de l'électricité injectée sur le réseau de distribution.

Survitesse : vitesse de rotation des parties tournantes (rotor constitué du moyeu et des pales ainsi que la ligne d'arbre jusqu'à la génératrice) supérieure à la valeur maximale indiquée par le constructeur.

Aérogénérateur : dispositif mécanique destiné à convertir l'énergie du vent en électricité, composé des principaux éléments suivants : un mât, une nacelle, le rotor auquel sont fixées les pales, ainsi que, le cas échéant, un transformateur.

Émergence : la différence entre les niveaux de pression acoustiques pondérés « A » du bruit ambiant (installation en fonctionnement) et du bruit résiduel (en l'absence du bruit généré par l'installation).

Zones à émergence réglementée :

- l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers, existant à la date de l'autorisation pour les installations nouvelles ou à la date du permis de construire pour les installations existantes, et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cour, jardin, terrasse) ;
- les zones constructibles définies par des documents d'urbanisme opposables aux tiers et publiés à la date de l'autorisation pour les installations nouvelles ou à la date du permis de construire pour les installations existantes ;
- l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers qui ont fait l'objet d'une demande de permis de construire, dans les zones constructibles définies ci-dessus, et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cour, jardin, terrasse), à l'exclusion de celles des immeubles implantés dans les zones destinées à recevoir des activités artisanales ou industrielles, lorsque la demande de permis de construire a été déposée avant la mise en service industrielle de l'installation.

Périmètre de mesure du bruit de l'installation : périmètre correspondant au plus petit polygone dans lequel sont inscrits les disques de centre chaque aérogénérateur et de rayon R défini comme suit :

$$R = 1,2 \times (\text{hauteur de moyeu} + \text{longueur d'un demi-rotor})$$

Section 6

Bruit

Art. 26. - L'installation est construite, équipée et exploitée de façon telle que son fonctionnement ne puisse être à l'origine de bruits transmis par voie aérienne ou solidienne susceptibles de compromettre la santé ou la sécurité du voisinage.

Les émissions sonores émises par l'installation ne sont pas à l'origine, dans les zones à émergence réglementée, d'une émergence supérieure aux valeurs admissibles définies dans le tableau suivant :

NIVEAU DE BRUIT AMBIANT EXISTANT dans les zones à émergence réglementée incluant le bruit de l'installation	ÉMERGENCE ADMISSIBLE POUR LA PÉRIODE allant de 7 heures à 22 heures	ÉMERGENCE ADMISSIBLE POUR LA PÉRIODE allant de 22 heures à 7 heures
Sup à 35 dB (A)	5 dB (A)	3 dB (A)

Les valeurs d'émergence mentionnées ci-dessus peuvent être augmentées d'un terme correctif en dB (A), fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit de l'installation égal à :

- Trois pour une durée supérieure à vingt minutes et inférieure ou égale à deux heures ;
- Deux pour une durée supérieure à deux heures et inférieure ou égale à quatre heures ;
- Un pour une durée supérieure à quatre heures et inférieure ou égale à huit heures ;
- Zéro pour une durée supérieure à huit heures.

En outre, le niveau de bruit maximal est fixé à 70 dB (A) pour la période jour et de 60 dB (A) pour la période nuit. Ce niveau de bruit est mesuré en n'importe quel point du périmètre de mesure du bruit défini à l'article 2. Lorsqu'une zone à émergence réglementée se situe à l'intérieur du périmètre de mesure du bruit, le niveau de bruit maximal est alors contrôlé pour chaque aérogénérateur de l'installation à la distance R définie à l'article 2. Cette disposition n'est pas applicable si le bruit résiduel pour la période considérée est supérieur à cette limite.

Dans le cas où le bruit particulier de l'établissement est à tonalité marquée au sens du point 1.9 de l'annexe à l'arrêté du 23 janvier 1997 susvisé, de manière établie ou cyclique, sa durée d'apparition ne peut excéder 30 % de la durée de fonctionnement de l'établissement dans chacune des périodes diurne ou nocturne définies dans le tableau ci-dessus.

Lorsque plusieurs installations classées, soumises à autorisation au titre de rubriques différentes, sont exploitées par un même exploitant sur un même site, le niveau de bruit global émis par ces installations respecte les valeurs limites ci-dessus.

Art. 27. – Les véhicules de transport, les matériels de manutention et les engins de chantier utilisés à l'intérieur de l'installation sont conformes aux dispositions en vigueur en matière de limitation de leurs émissions sonores. En particulier, les engins de chantier sont conformes à un type homologué.

L'usage de tous appareils de communication par voie acoustique (par exemple sirènes, avertisseurs, haut-parleurs), gênant pour le voisinage, est interdit, sauf si leur emploi est exceptionnel et réservé à la prévention et au signalement d'incidents graves ou d'accidents.

Art. 28. – Lorsque des mesures sont effectuées pour vérifier le respect des présentes dispositions, elles sont effectuées selon les dispositions de la norme NF 31-114 dans sa version en vigueur six mois après la publication du présent arrêté ou à défaut selon les dispositions de la norme NFS 31-114 dans sa version de juillet 2011.

Art. 29. – Après le deuxième alinéa de l'article 1^{er} de l'arrêté du 23 janvier 1997 susvisé, il est inséré un alinéa rédigé comme suit :

« – des installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 mentionnées par l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement. »

Art. 30. – Après le neuvième alinéa de l'article 1^{er} de l'arrêté du 2 février 1998 susvisé, il est inséré un alinéa rédigé comme suit :

« – des installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent ; ».

Art. 31. – Le directeur général de la prévention des risques est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait le 26 août 2011.

Pour la ministre et par délégation :
*Le directeur général
de la prévention des risques,*
L. MICHEL