



PARC EOLIEN DE WARLUS

Commune de Warlus (80)

7-6. ETUDE ACOUSTIQUE



PARC EOLIEN de WARLUS
Groupe VALECO

Acoustique
Parcs éoliens

RAPPORT D'IMPACT ACOUSTIQUE
n°15-15-60-0387E-2-TMA Rev1

ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE PRE-IMPLANTATION
Projet de parc éolien
sur la commune de Warlus (80)

DOCUMENT EDITE PAR :



AGENCE EST - SIEGE SOCIAL

Centre d'Affaires Les Nations

B.P. 10101 54503 VANDOEUVRE-LES-NANCY

Tél. : +33 3 83 56 02 25

Fax : +33 3 83 56 04 08

Courriel : venathec@venathec.com

AGENCE ILE-DE-FRANCE NORD

95400 ARNOUVILLE

AGENCE ILE-DE-FRANCE SUD

94450 LIMEIL BREVANNES

AGENCE SUD

13857 AIX EN PROVENCE

INTERVENANTS :

M. Kamal BOUBKOUR
Mme Aroua BEN HASSINE
M. Thierry MARTIN

Référence du document : 15-15-60-0387E-2-TMA Rev1

Acoustique Parcs éoliens

Client

Établissement VALECO INGENIERIE
Adresse 188, rue Maurice Béjart
CS 57392- 34184 MONTPELLIER
Tél. 04 67 40 74 00

Interlocuteur

Nom M.Simon RITTER
Fonction Chef de projets
Courriel simonritter@groupevaleco.com

Diffusion

Copie 1
Papier
Informatique X

Révision

Date 1
15/06/2016

Rédaction
Thierry MARTIN



Vérification
Matthias LESNE



VENATHEC
Ingénierie acoustique

S.A.S au capital de 250 000€ - R.C.S. NANCY – SIRET 423 893 296 00016 – APE 7112 B

OPQIBi
L'INGÉNIERIE QUALIFIÉE
CERTIFICAT
N° 07 02 1865

La diffusion ou reproduction de ce document n'est autorisée que
sous la forme d'un fac-similé comprenant 57 pages

SOMMAIRE

1. OBJET DE L'ETUDE	4
2. GLOSSAIRE	5
3. CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE	8
3.1. Arrêté du 26 août 2011 - ICPE	8
3.2. Mise en application	8
3.3. Les changements	8
3.4. Critère d'émergence	8
3.5. Valeur limite à proximité des éoliennes	9
3.6. Tonalité marquée	9
3.7. Incertitudes	9
4. PRÉSENTATION DU PROJET	10
5. DEROULEMENT DU MESURAGE	15
5.1. Opérateur concerné par le mesurage	15
5.2. Déroulement général	15
5.3. Méthodologie et appareillages de mesure	15
5.4. Conditions météorologiques rencontrées	16
6. ANALYSE DES MESURES	18
6.1. Principe d'analyse	18
6.2. Choix des classes homogènes	18
6.3. Nuages de points - Comptage	20
6.4. Indicateurs bruit résiduel DIURNES retenus - Secteur SO]120° ; 300°]	31
6.5. Indicateurs bruit résiduel NOCTURNES retenus - Secteur SO]120° ; 300°]	32
7. CONCLUSION SUR LA PHASE DE MESURAGE	33
8. ÉTUDE DE L'IMPACT ACOUSTIQUE ENGENDRÉ PAR L'ACTIVITÉ DU PARC ÉOLIEN	34
8.1. Rappel des objectifs	34
8.2. Description des éoliennes	35
8.3. Hypothèses de calcul	35
8.4. Evaluation de l'impact sonore	36
8.5. Résultats prévisionnels en période diurne	37
8.6. Résultats prévisionnels en période nocturne	38
9. OPTIMISATION DU PROJET	39
9.1. Comment réduire le bruit de l'éolienne : le bridage	39
9.2. Plan de fonctionnement - Période diurne	40
9.3. Plan de fonctionnement - Période nocturne	40
9.4. Evaluation de l'impact sonore en période nocturne après optimisation en direction sud-ouest	42
10. NIVEAUX DE BRUIT SUR LE PERIMETRE DE L'INSTALLATION	43
11. TONALITE MARQUEE	44
12. CONCLUSION	45
13. ANNEXES	46

1. OBJET DE L'ETUDE

Dans le cadre du projet d'implantation d'un parc éolien sur la commune de Warlus (80), la société VALECO INGENIERIE a confié au bureau d'études acoustiques VENATHEC le volet bruit.

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 référents :

- Arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation ICPE ;
- Du 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 de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens actualisé en 2010 par le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer.

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.

2. GLOSSAIRE

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent :

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 :

- $40 \text{ dB} + 40 \text{ dB} = 43 \text{ dB}$;
- $40 \text{ dB} + 50 \text{ dB} \approx 50 \text{ dB}$.



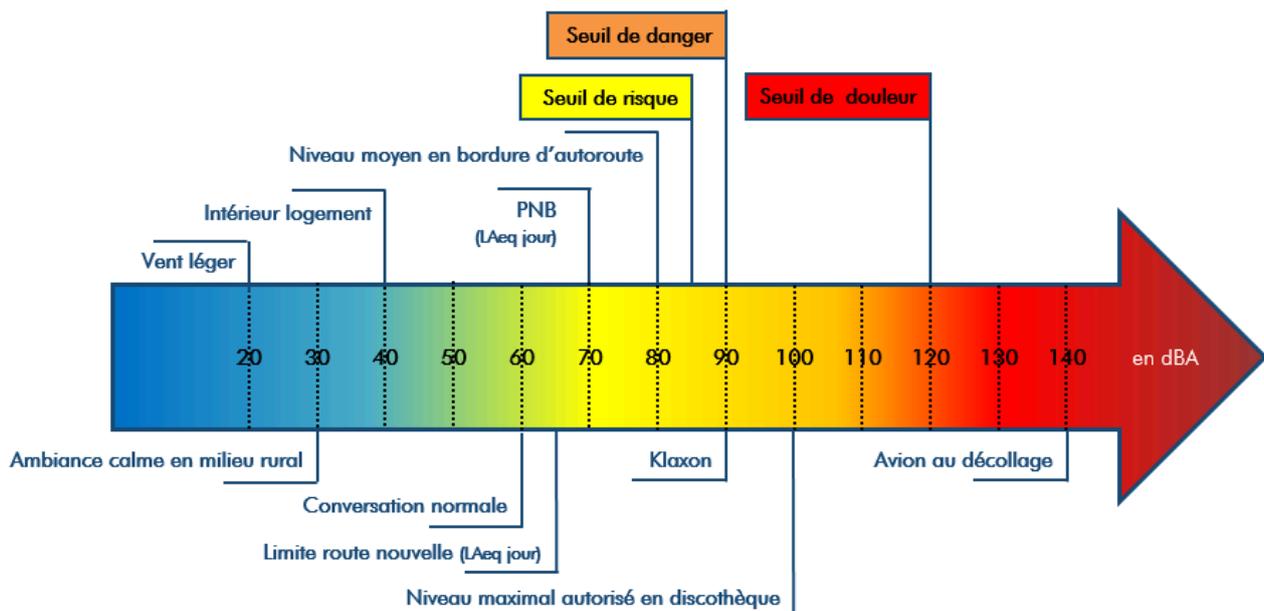
Le décibel pondéré A (dBA)

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.

Echelle 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 L_{eq}

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 L_{eq} court). Le niveau global équivalent se note L_{eq} , il s'exprime en dB. Lorsque les niveaux sont pondérés selon la pondération A, on obtient un indicateur noté $L_{A,eq}$.

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.

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

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 $L_{A,50}$ 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.

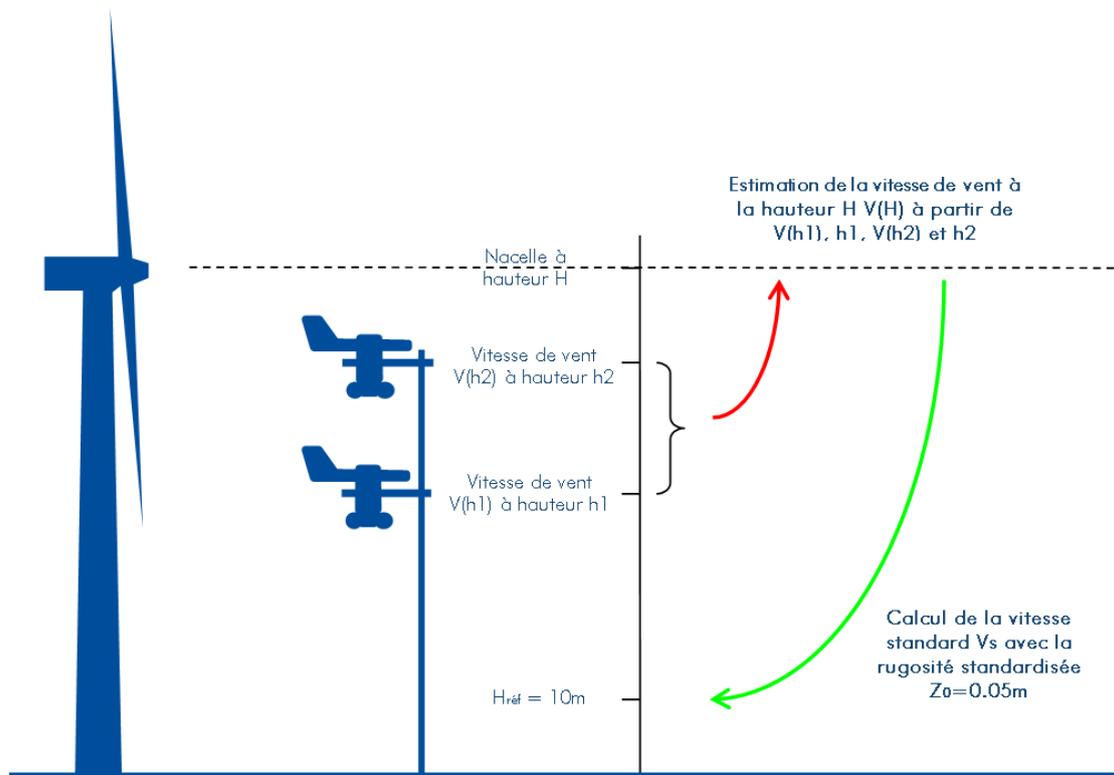
Vitesse de vent standardisée - Hauteur de référence : $H_{ref} = 10m$

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.

3. CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

3.1. 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.

3.2. Mise en application

« 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. »

« 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 1er janvier 2012** ; »

La section 6 correspondant à la section « Bruit ».

3.3. Les changements

Les principales évolutions apportées par ce nouveau cadre réglementaire sont :

- Modification du seuil déclenchant le critère d'émergence, fixé à 35 dBA ;
- Suppression des émergences spectrales limites à l'intérieur des habitations ;
- Instauration du critère de tonalité marquée ;
- Niveau sonore limite sur le périmètre de l'installation ;
- Valeur du correctif selon la durée d'apparition ;
- Respect des recommandations du projet de norme NFS 31-114 dans sa version de juillet 2011.

3.4. 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 réglementées lorsque le seuil de niveau ambiant est dépassé.

Niveau ambiant existant incluant le bruit de l'installation	Emergence maximale admissible	
	Jour (7h / 22 h)	Nuit (22h / 7h)
Lamb > 35 dBA	5 dBA	3 dBA

3.5. 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 : »

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

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

3.6. 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

3.7. Incertitudes

« 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 énonce la mise en place d'une incertitude :

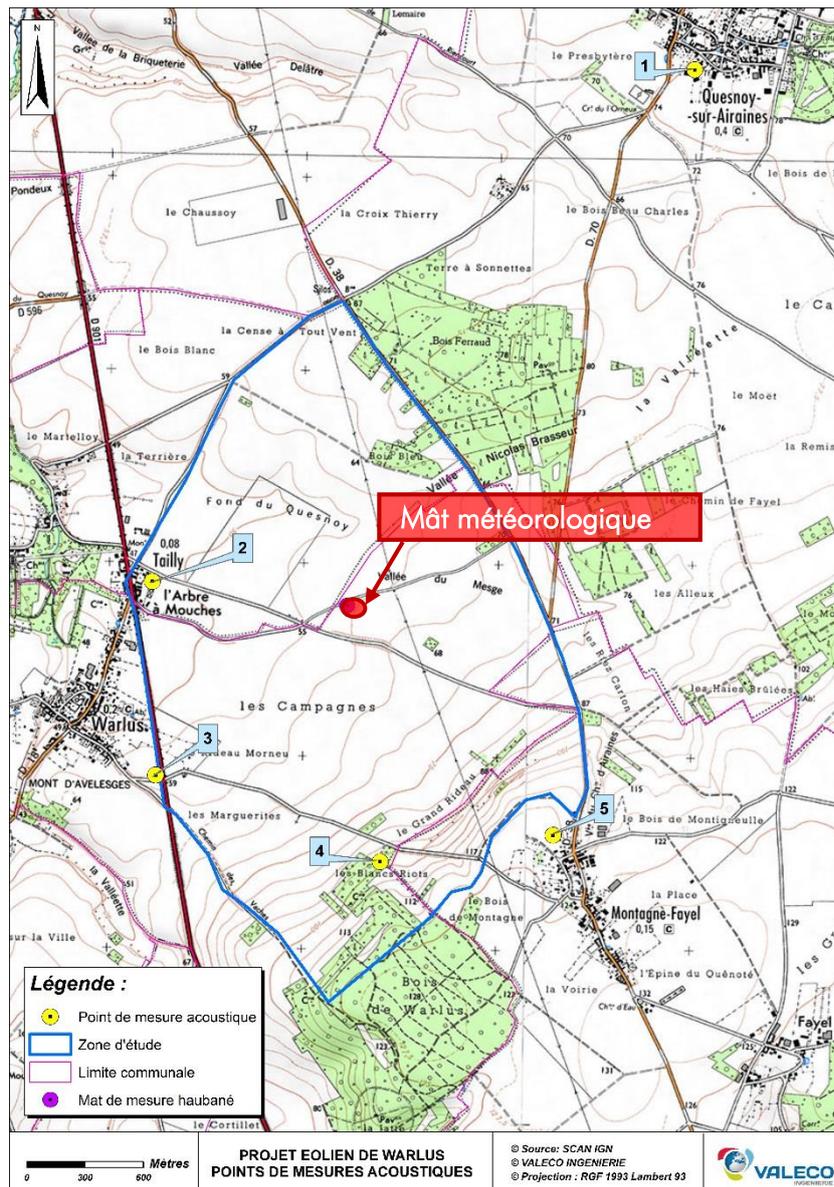
« L'incertitude totale sur l'indicateur de bruit associé à une classe homogène et à une classe de vitesse de vent est composée d'une incertitude (type A) due à la distribution d'échantillonnage de l'indicateur considéré et d'une incertitude métrologique (type B) sur les mesures des descripteurs acoustiques.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

4. PRÉSENTATION DU PROJET

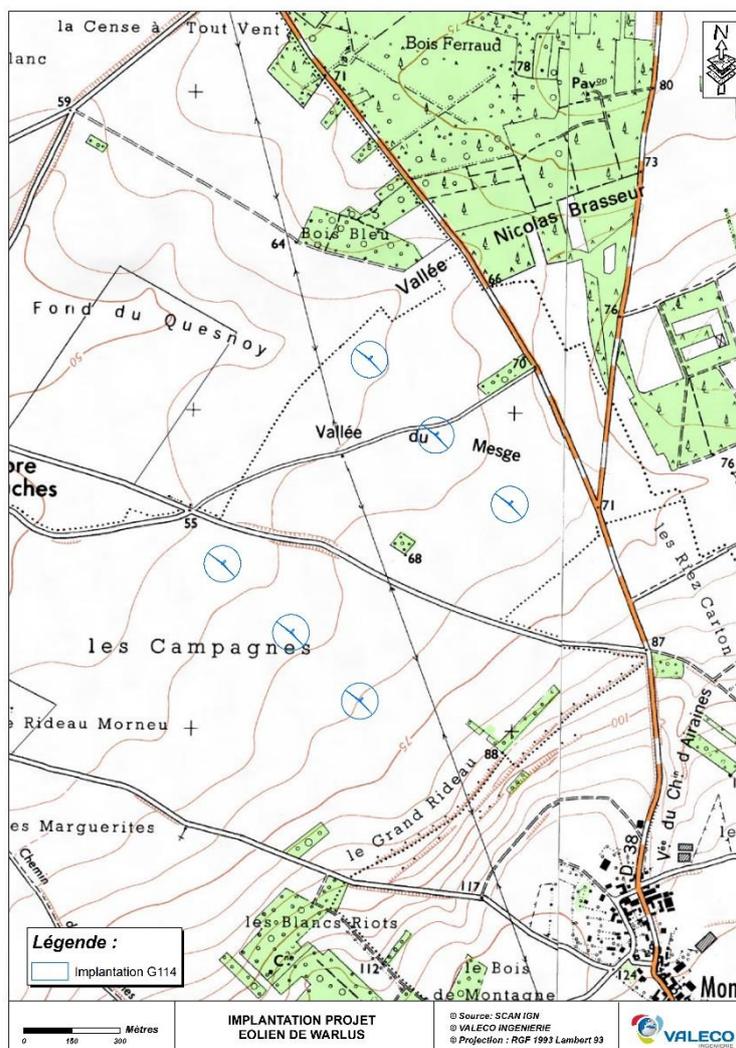
Le projet prévoit l'implantation d'éoliennes sur la commune de Warlus (80).

La société VALECO INGENIERIE, en concertation avec VENATHEC, a retenu 5 points de mesure distincts représentant les habitations susceptibles d'être les plus exposées :

- 📡 Point n°1 : M. WALPOEL Jérôme, 21 rue Plaisance, Quesnoy-Sur-Airaines ;
- 📡 Point n°2 : M. CALIPPE Sylviane, 2 rue Montagne Fayel, Tailly ;
- 📡 Point n°3 : M. LAINE Julien, Rue du Bois, Warlus ;
- 📡 Point n°4 : M. MERLIER Jean-Luc, terrain privé, Warlus ;
- 📡 Point n°5 : M. TURLOT Jean-Marie, 10 rue Lieutenant Verlingue, Montagne Fayel.

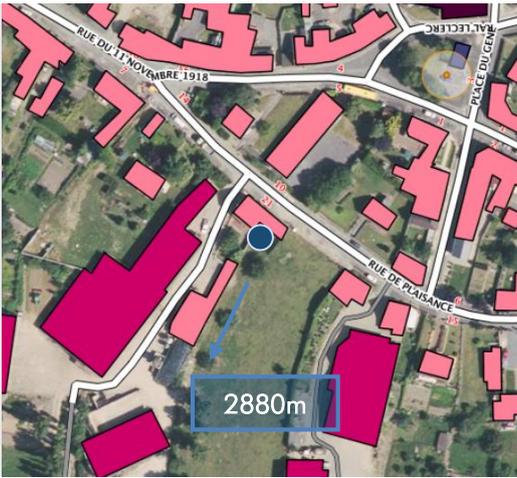


Vue aérienne du site



Emplacement des éoliennes prévues

L’emplacement des points de mesure a été choisi de sorte de se focaliser sur les zones d’habitations les plus proches du projet, susceptibles de développer le plus fort impact acoustique sur différentes directions de vent autour de celui-ci.

Point	Lieu	Vue aérienne	Sources sonores environnantes
N°1	M. WALPOEL Jérôme, 21 rue Plaisance, Quesnoy-Sur- Airaines		Bruit de végétation, Trafic routier des routes environnantes, Activités agricoles, Trafic ferroviaire, Avifaune, animaux.
N°2	M. CALIPPE Sylviane, 2 rue Montagne Fayel, Tailly		Bruit de végétation, Trafic routier des routes environnantes, Activités agricoles, Avifaune, Animaux.
N°3	M. LAINE Julien, Rue du Bois, Warlus		Bruit de végétation, Trafic routier des routes environnantes, Avifaune, Animaux.
N°4	M. MERLIER Jean-Luc, terrain privé de loisirs, Warlus		Bruit de végétation, Trafic routier des routes environnantes, Avifaune, Animaux.



- : Emplacement du microphone pendant la mesure
- : Habitation
- : Bâtiment non habité
- ➔ : Direction et distance à l'éolienne la plus proche

Photographies des 5 points de mesure



Emplacement du microphone pour la mesure au point n°1



Emplacement du microphone pour la mesure au point n°2



Emplacement du microphone pour la mesure au point n°3



Emplacement du microphone pour la mesure au point n°4



Emplacement du microphone pour la mesure au point n°5

5. DEROULEMENT DU MESURAGE

Les mesures ont été effectuées conformément :

- Au projet de norme NF S 31-114 « Acoustique – Mesurage du bruit dans l'environnement avec et sans activité éolienne » ;
- A la norme NF S 31-010 « Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement » ;
- À la note d'estimation de l'incertitude de mesurage décrite en annexe.

5.1. Opérateur concerné par le mesurage

- M. Kamal BOUBKOUR, ingénieur 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

5.2. Déroulement général

Période de mesure	Du 11 au 21 septembre 2015
Durée de mesure	10 jours pour 5 points

5.3. Méthodologie et appareillages de mesure

Mesure acoustique

Méthodologie

Les mesurages acoustiques ont été effectués à des emplacements 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.

La position des microphones a été choisie de manière à caractériser un lieu de vie.

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.

Un écart inférieur à 0,5 dB a été vérifié et atteste de la validité des mesures.

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

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

Mesure météorologique

Méthodologie

Les mesurages météorologiques sont effectués à proximité de l'implantation envisagée des éoliennes, à plusieurs hauteurs (72,5 m / 32,6m). Les vitesses de vent à hauteur de référence sont ensuite déduites à partir du gradient mesuré et d'une longueur de rugosité standard de 0,05 m, selon les recommandations normatives.

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

5.4. Conditions météorologiques rencontrées

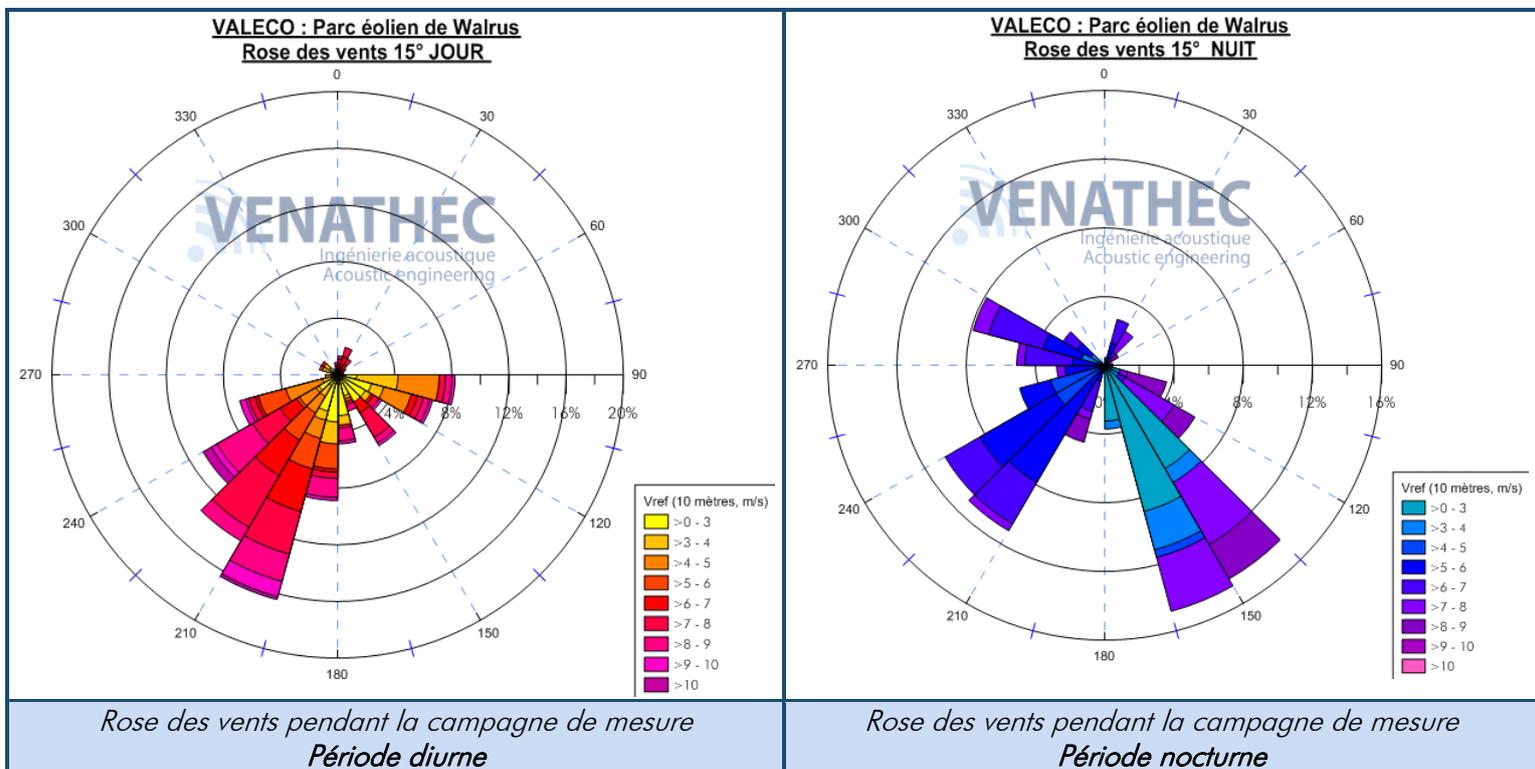
Description des conditions météorologiques

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) éloigné(e)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.

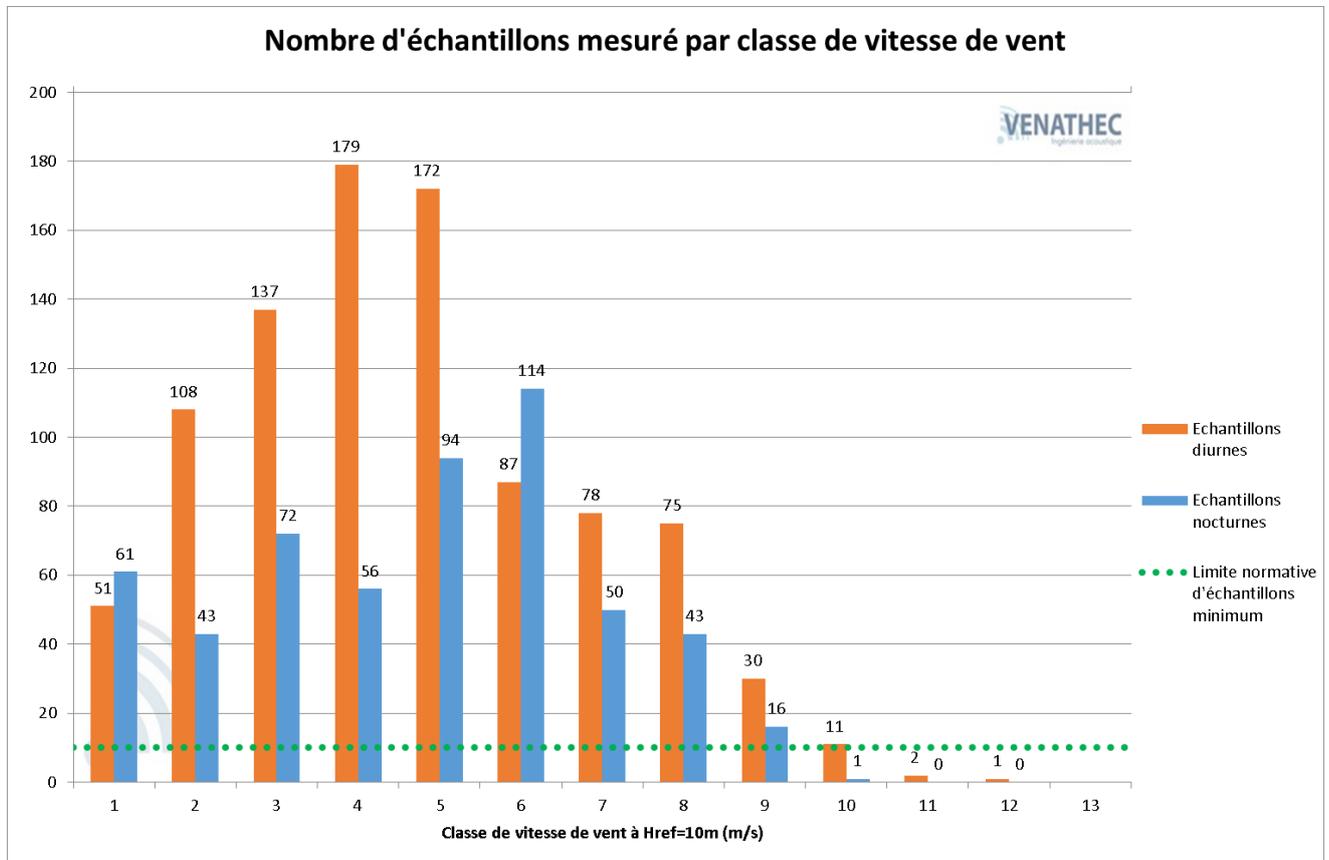
Conditions météorologiques rencontrées pendant le mesurage	Précipitations périodiques (périodes de pluie marquée retirées de l'analyse) Vitesse de vent jusqu'à 10 m/s à $H_{ref}=10m$ Direction dominante de vent : Sud-Ouest
Sources d'informations	Mât météorologique grande hauteur sur site – données utilisées à 60 et 100m (matériel VALECO ENERGIE) Données météo France (pluviométrie) Constatations de terrain

Roses des vents



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

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



Commentaire

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

6. ANALYSE DES MESURES

6.1. 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 $L_{A,50}$, déduit des niveaux $L_{Aeq,1s}$.

Classe homogène

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

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

Une ou plusieurs classes homogènes peuvent être nécessaires pour caractériser complètement une période particulière spécifiée dans des normes, des textes réglementaires ou contractuels.

Ainsi, une classe homogène peut être définie par l'association de plusieurs critères tels que les périodes jour / nuit ou plages horaires (7h-22h et 22h-7h), les secteurs de vent, les activités humaines...

Une analyse des directions observées lors de la campagne de mesure est réalisée sur chaque intervalle de référence.

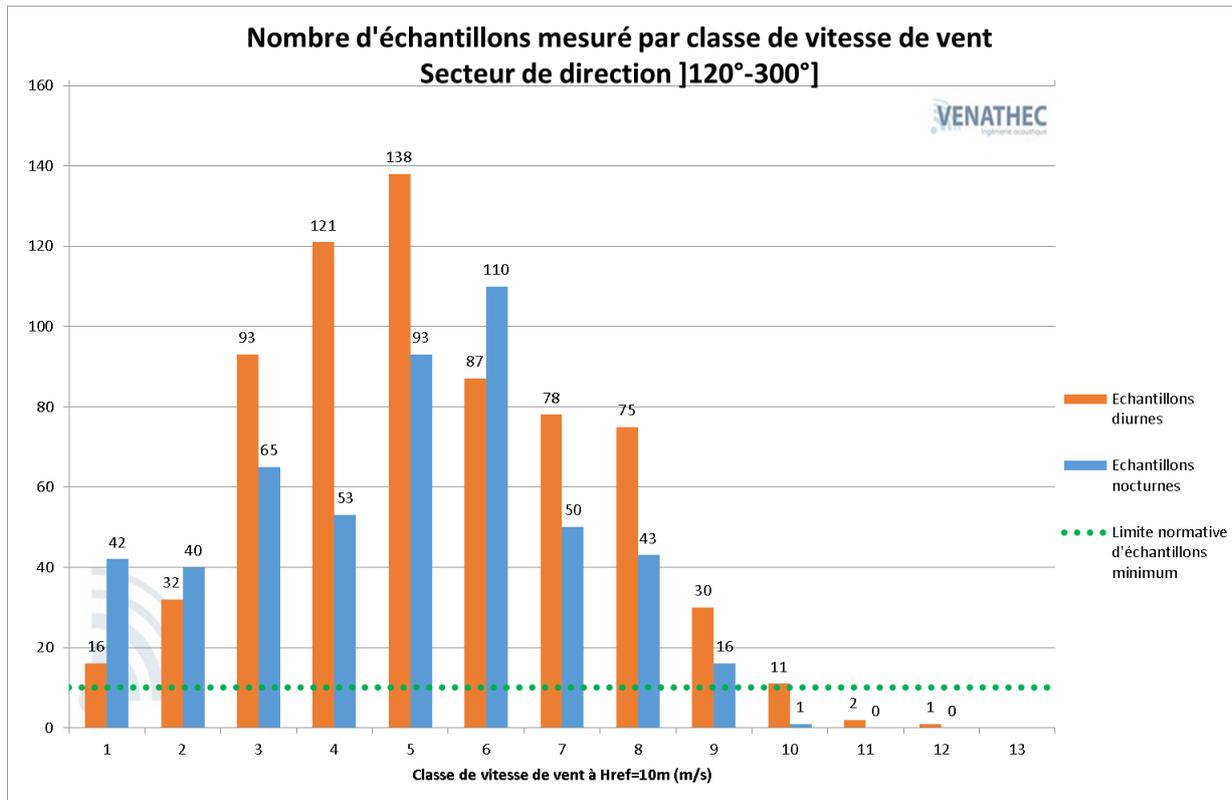
6.2. Choix des classes homogènes

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

- Direction centrée sur le secteur]120° ; 300°] - SO.

Les données récupérées dans le secteur Sud-Est ne sont pas suffisantes pour pouvoir caractériser ce secteur. Seul le secteur Sud-Ouest sera étudié, direction dominante pour laquelle il y a suffisamment d'occurrence.

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



Commentaires

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

Classes homogènes retenues pour l'analyse

A la vue des résultats précédents, il a donc été retenu deux classes homogènes pour l'analyse :

- Classe homogène 1 : Secteur]120° ; 300°] - SO en période diurne hivernale de 7h à 22h ;
- Classe homogène 2 : Secteur]120° ; 300°] - SO en période nocturne hivernale de 22h à 7h.

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

6.3. Nuages de points - Comptage

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

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

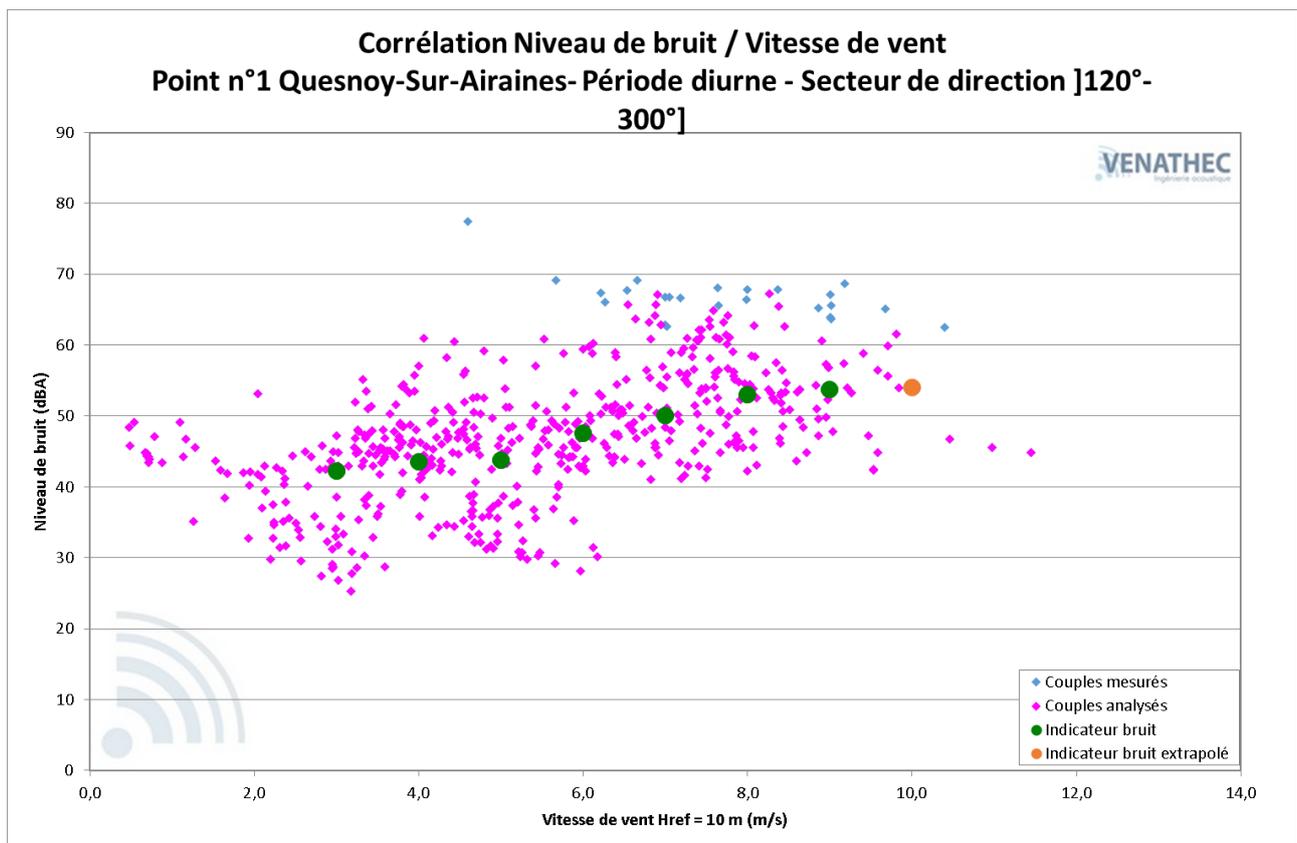
Il est appelé **indicateur de bruit** de la classe de vitesse de vent.

Pour chaque point de mesure et pour les périodes diurne et nocturne respectivement, 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 de mesure (le calcul est réalisé suivant les recommandations du projet de norme NFS 31-114 ; la méthode de calcul est définie en annexes).
- Les **nuages de points** permettant de visualiser les évolutions des niveaux sonores en fonction des vitesses de vent. Nous représentons **en bleu les couples** « Niveau de bruit/Vitesse de vent » **supprimés** et **en rose les couples analysés**.
L'**indicateur de bruit** par classe de vitesses de vent est représenté par des **points verts**.
Des **indicateurs de bruit théoriques** sont représentés par des **points orange**. Ces points indiquent les niveaux de bruit extrapolés en fonction des niveaux mesurés sur la classe de vitesses de vent étudiée et sur les classes de vitesses contiguës. Ces indicateurs visent à établir une certaine évolution théorique des niveaux sonores avec la vitesse de vent.

Point n°1 : M.WALPOEL Jérôme, 21 rue Plaisance, Quesnoy-Sur-Airaines**En période diurne**

Classe de vitesse de vent standardisée à $H_{ref} = 10m$	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	66	86	85	75	70	69	22	9
Indicateur de bruit retenu	42,5	43,5	44,0	47,5	50,0	53,0	53,5	54,0
Incertitude $U_c(Res)$	1,8	1,4	1,8	1,6	1,8	1,6	1,7	5,3

**Commentaires**

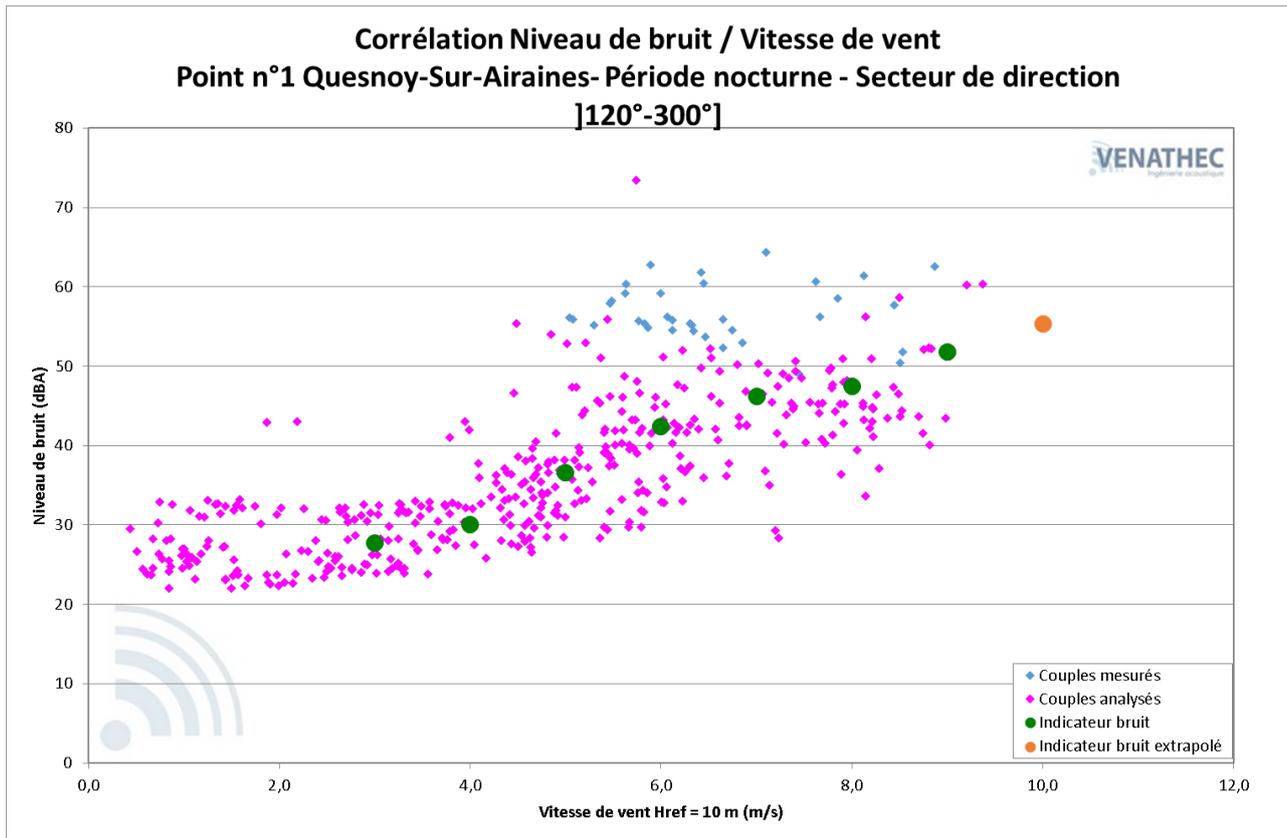
Les couples $(L_{res} - \text{Vitesse de vent})_{10 \text{ minutes}}$ mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 9 m/s à $H_{ref}=10 \text{ m}$ sont suffisants pour établir une estimation de niveaux résiduels représentatifs de la situation sonore du site. Le niveau retenu pour la vitesse de 10 m/s à $H_{ref}=10 \text{ m}$ est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

L'évolution des niveaux sonores en fonction de la vitesse du vent est cohérente et significative.

Les points bleus correspondent à des périodes d'activités humaines et des périodes de pluies importantes et ne sont pas représentatifs de l'environnement sonore du site. Ils ont donc été écartés de l'analyse.

En période nocturne

Classe de vitesse de vent standardisée à $H_{ref} = 10m$	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	58	46	83	60	35	39	11	1
Indicateur de bruit retenu	28,0	30,0	36,5	42,5	46,0	47,5	52,0	55,5
Incertitude $U_c(Res)$	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,4	3,0	--



Commentaires

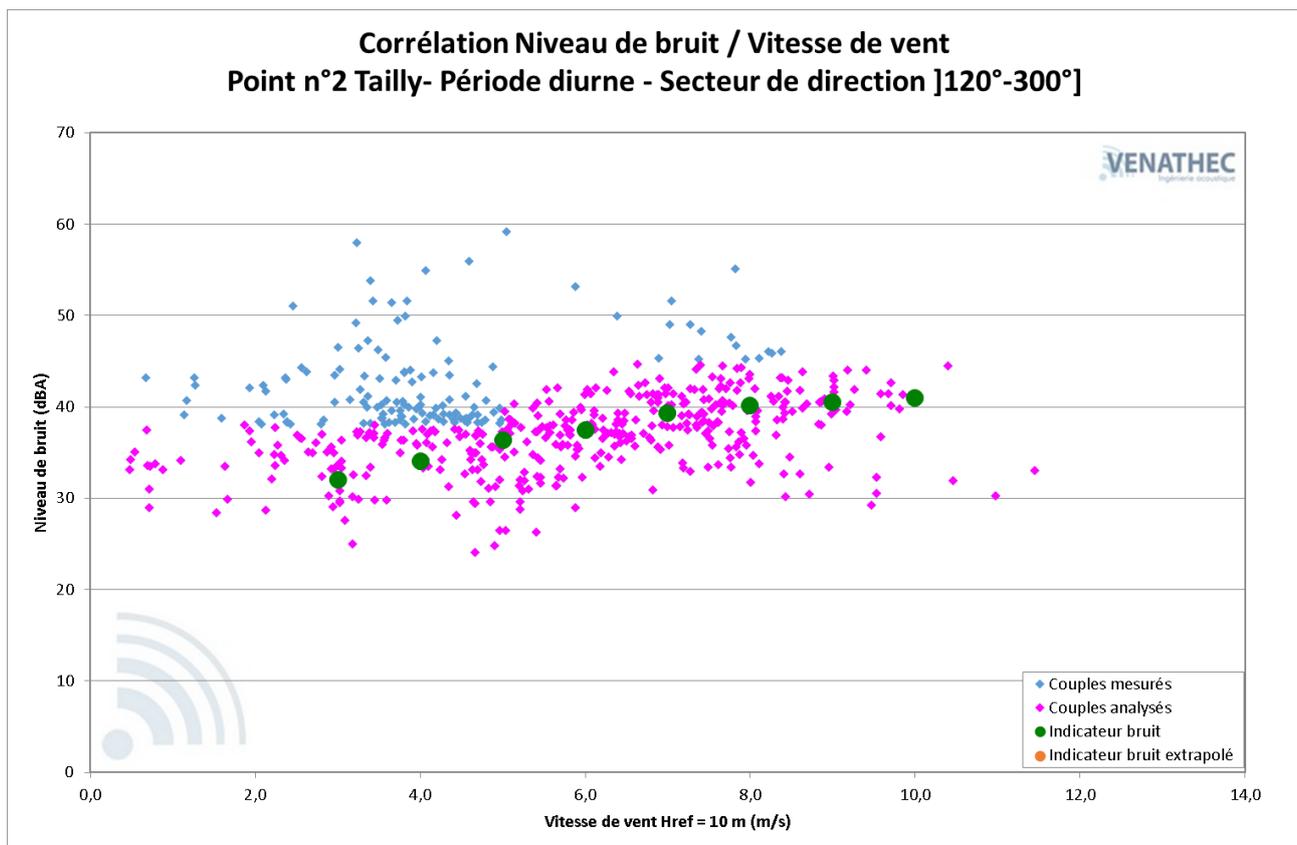
Les couples $(L_{res} - \text{Vitesse de vent})_{10 \text{ minutes}}$ mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 9 m/s à $H_{ref} = 10 m$ sont suffisants pour établir une estimation de niveaux résiduels représentatifs de la situation sonore du site. Le niveau retenu pour la vitesse de 10 m/s à $H_{ref} = 10 m$ est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

L'évolution des niveaux sonores en fonction de la vitesse du vent est cohérente et significative à partir de 3 m/s.

Les points bleus correspondent à des périodes d'activités humaines et des périodes de pluies importantes et ne sont pas représentatifs de l'environnement sonore du site. Ils ont donc été écartés de l'analyse.

Point n°2 : M. CALIPPE Sylviane, 2 rue Montagne Fayel, Tailly**En période diurne**

Classe de vitesse de vent standardisée à $H_{ref} = 10m$	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	39	29	66	76	71	66	28	11
Indicateur de bruit retenu	32,0	34,0	36,5	37,5	39,5	40,0	40,5	41,0
Incertitude $U_c(Res)$	1,5	1,3	1,4	1,3	1,3	1,4	1,3	2,1

**Commentaires**

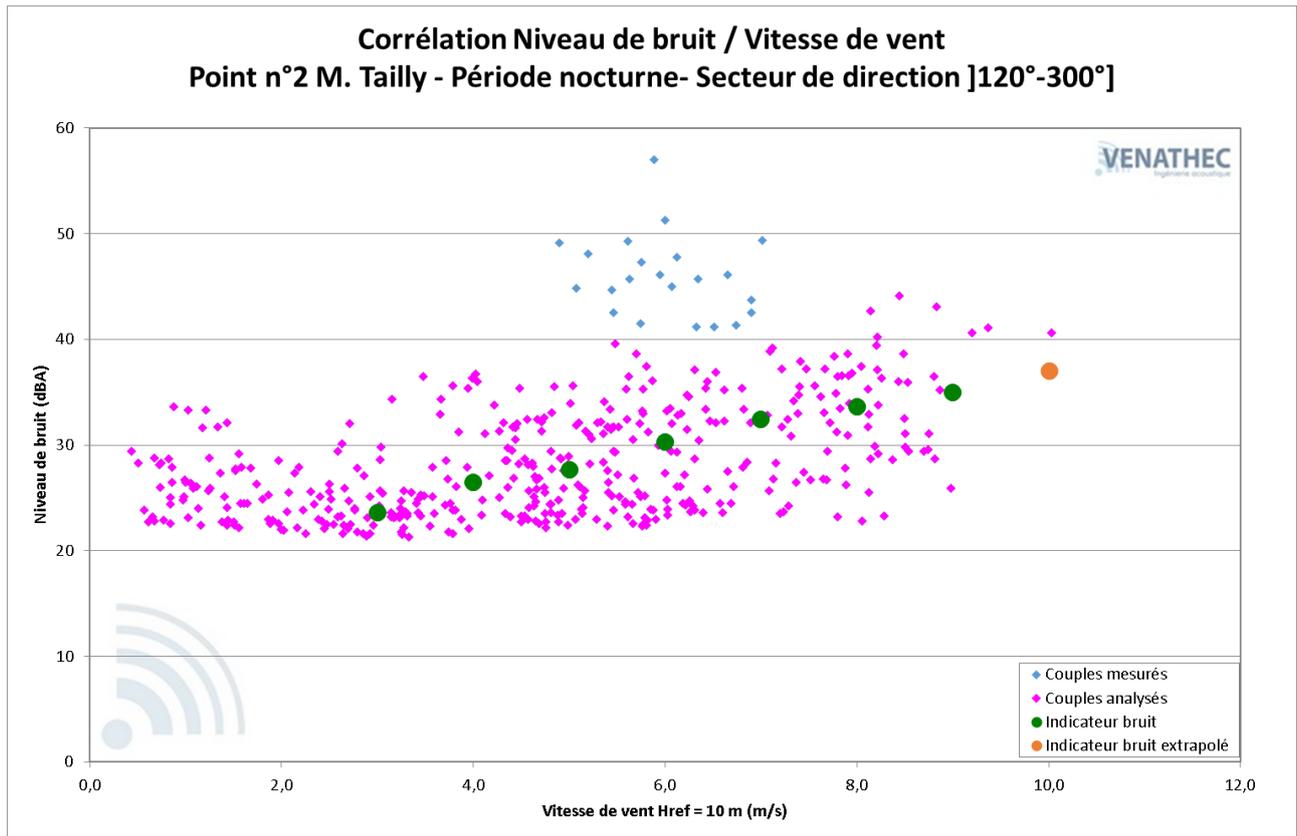
Les couples $(L_{res} - \text{Vitesse de vent})_{10 \text{ minutes}}$ mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 10 m/s à $H_{ref} = 10 m$ sont suffisants pour établir une estimation de niveaux résiduels représentatifs de la situation sonore du site.

L'évolution des niveaux sonores en fonction de la vitesse du vent est cohérente et significative.

Les points bleus correspondent à des périodes d'activités humaines et des périodes de pluies importantes et ne sont pas représentatifs de l'environnement sonore du site. Ils ont donc été écartés de l'analyse.

En période nocturne

Classe de vitesse de vent standardisée à $H_{ref} = 10m$	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	58	46	83	65	35	44	14	1
Indicateur de bruit retenu	23,5	26,5	27,5	30,5	32,5	33,5	35,0	37,0
Incertitude $U_c(Res)$	1,3	1,6	1,4	1,6	2,0	1,6	2,2	--



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 10 m/s à $H_{ref}=10m$ est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

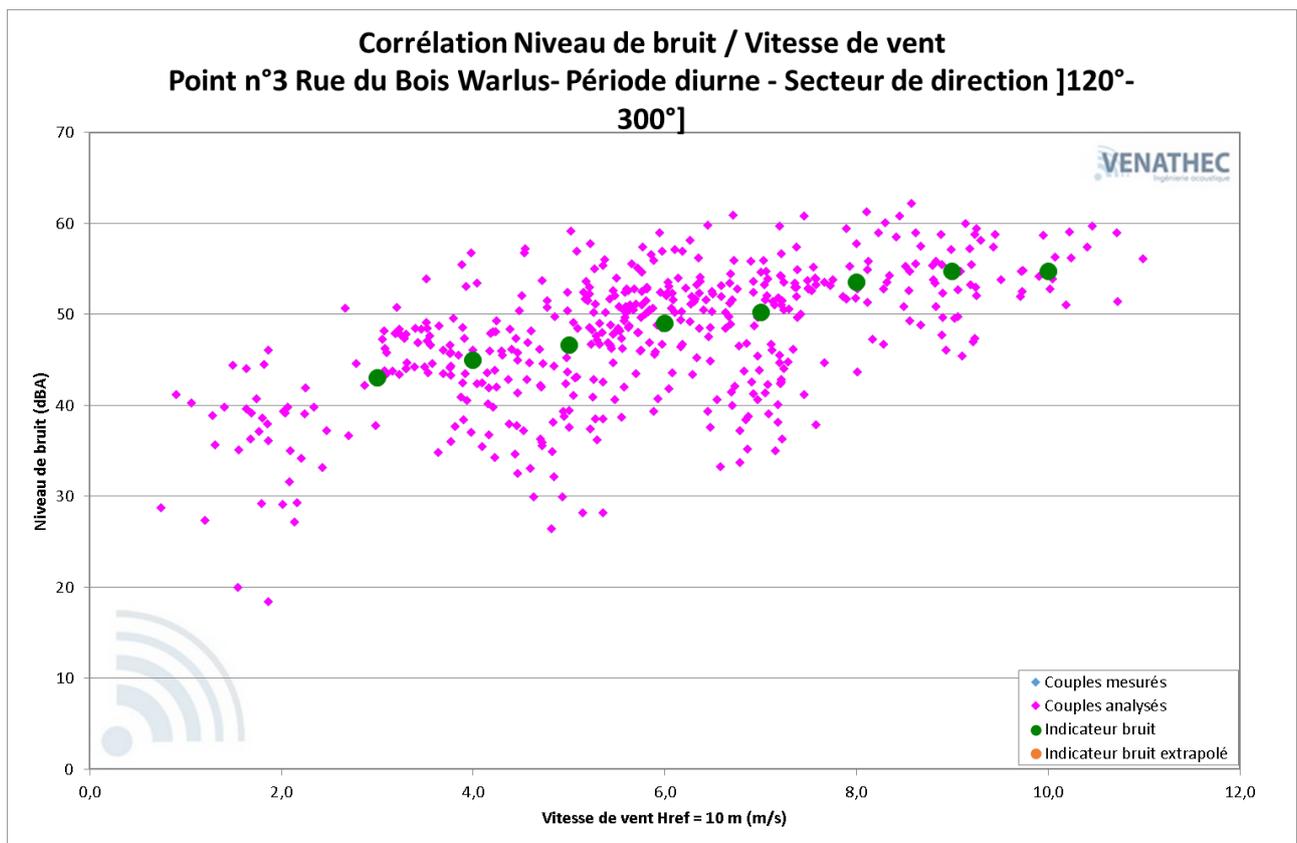
L'évolution des niveaux sonores en fonction de la vitesse du vent est cohérente et significative à partir de 5 m/s.

Les points bleus correspondent à des périodes d'activités humaines et des périodes de pluies importantes et ne sont pas représentatifs de l'environnement sonore du site. Ils ont donc été écartés de l'analyse.

Point n° 3: M. LAINE Julien, Rue du Bois, Warlus

En période diurne

Classe de vitesse de vent standardisée à $H_{ref} = 10m$	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	31	65	86	97	87	32	39	15
Indicateur de bruit retenu	43,0	45,0	46,5	49,0	50,0	53,5	54,5	54,5
Incertitude $U_c(Res)$	1,5	1,4	1,6	1,3	1,5	1,4	1,5	1,6

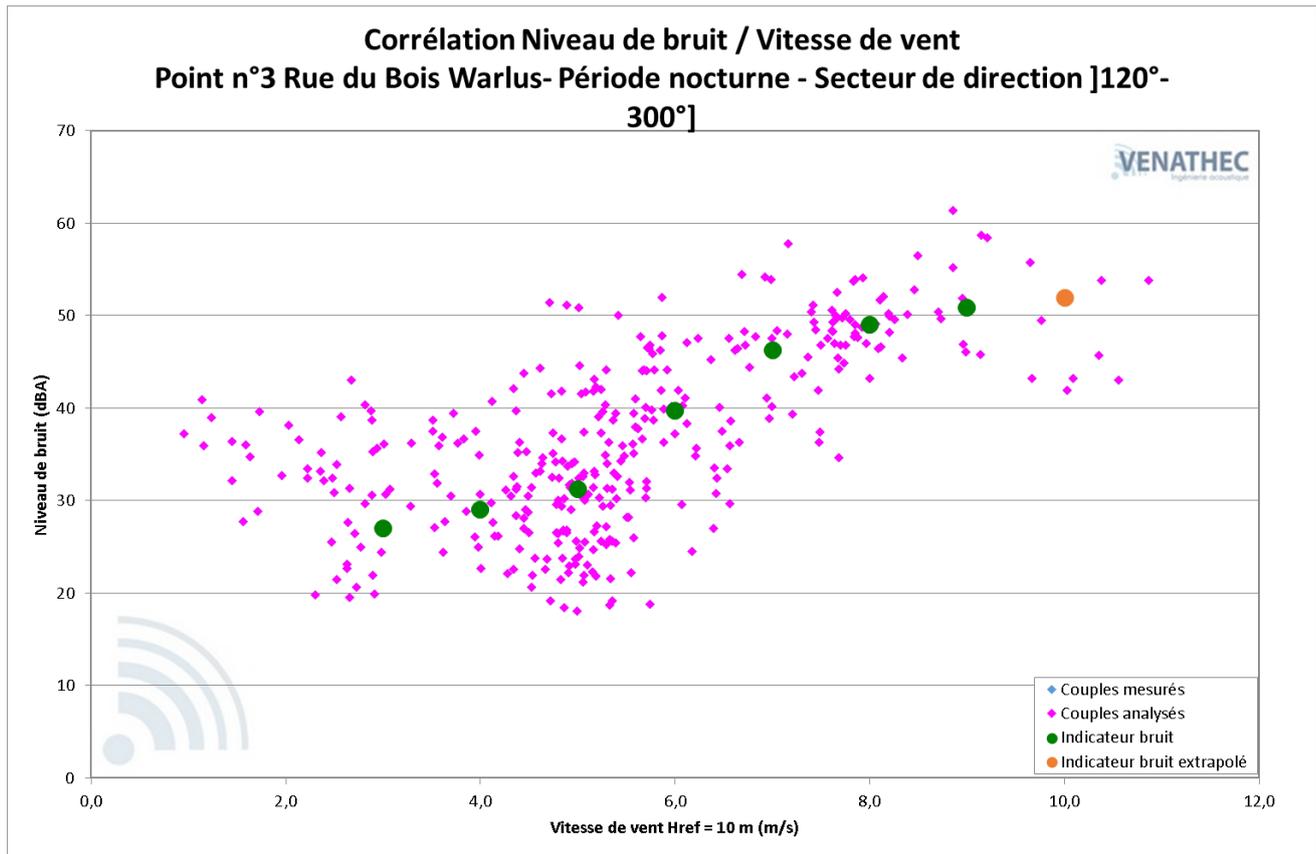
**Commentaires**

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

L'évolution des niveaux sonores en fonction de la vitesse du vent est cohérente et significative.

En période nocturne

Classe de vitesse de vent standardisée à $H_{ref} = 10m$	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	46	112	57	34	42	10	7
Indicateur de bruit retenu	27,0	29,0	31,0	39,5	46,5	49,0	51,0	52,0
Incertitude $U_c(Res)$	2,4	1,7	1,7	2,1	2,0	1,4	3,3	3,4



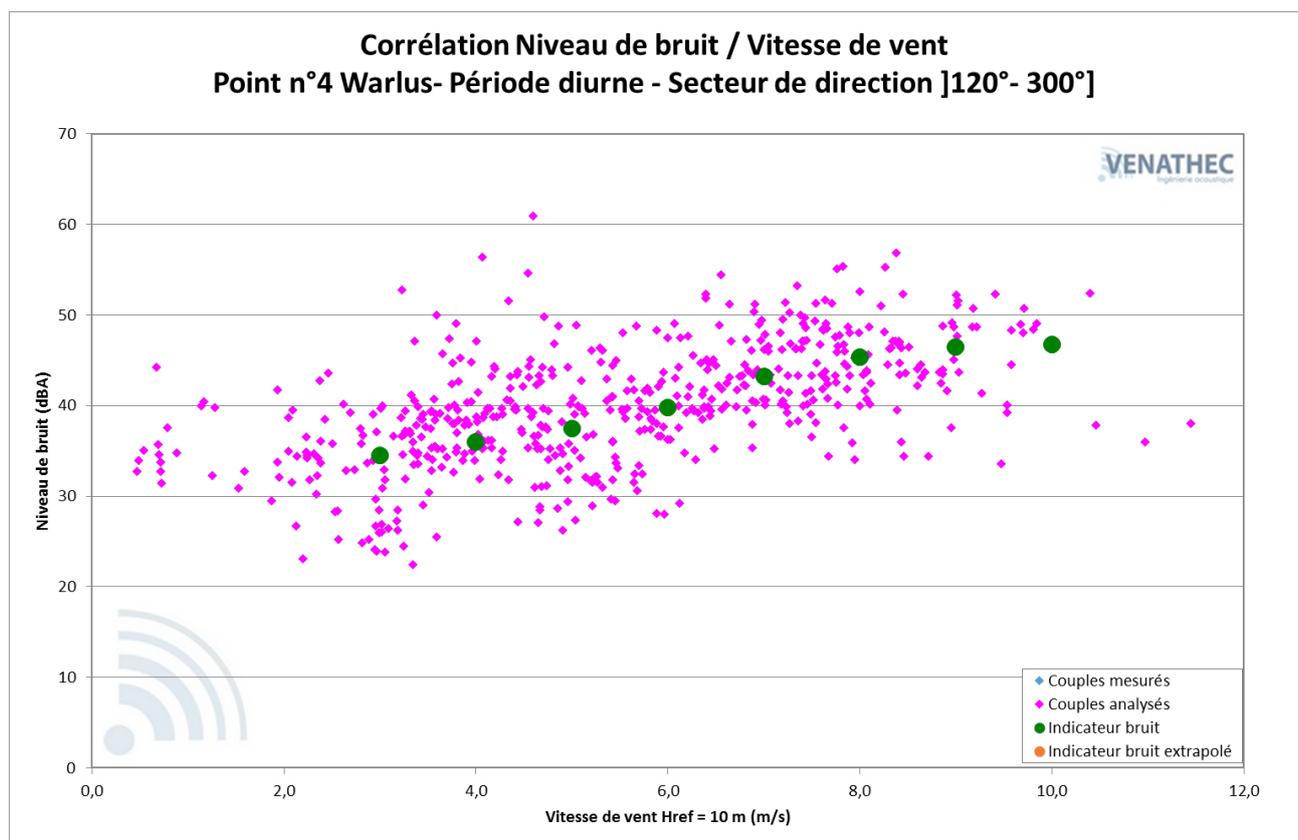
Commentaires

Les couples $(L_{res} - \text{Vitesse de vent})_{10 \text{ minutes}}$ 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 10 m/s à $H_{ref} = 10 m$ est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

L'évolution des niveaux sonores en fonction de la vitesse du vent est cohérente et significative à partir de 3 m/s.

Point n°4 : M. MERLIER Jean-Luc, 7 rue Général Leclerc, Warlus**En période diurne**

Classe de vitesse de vent standardisée à $H_{ref} = 10m$	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	67	89	91	78	77	74	28	11
Indicateur de bruit retenu	34,5	36,0	37,5	40,0	43,0	45,5	46,5	46,5
Incertitude $U_c(Res)$	1,6	1,4	1,6	1,4	1,5	1,4	1,7	2,0

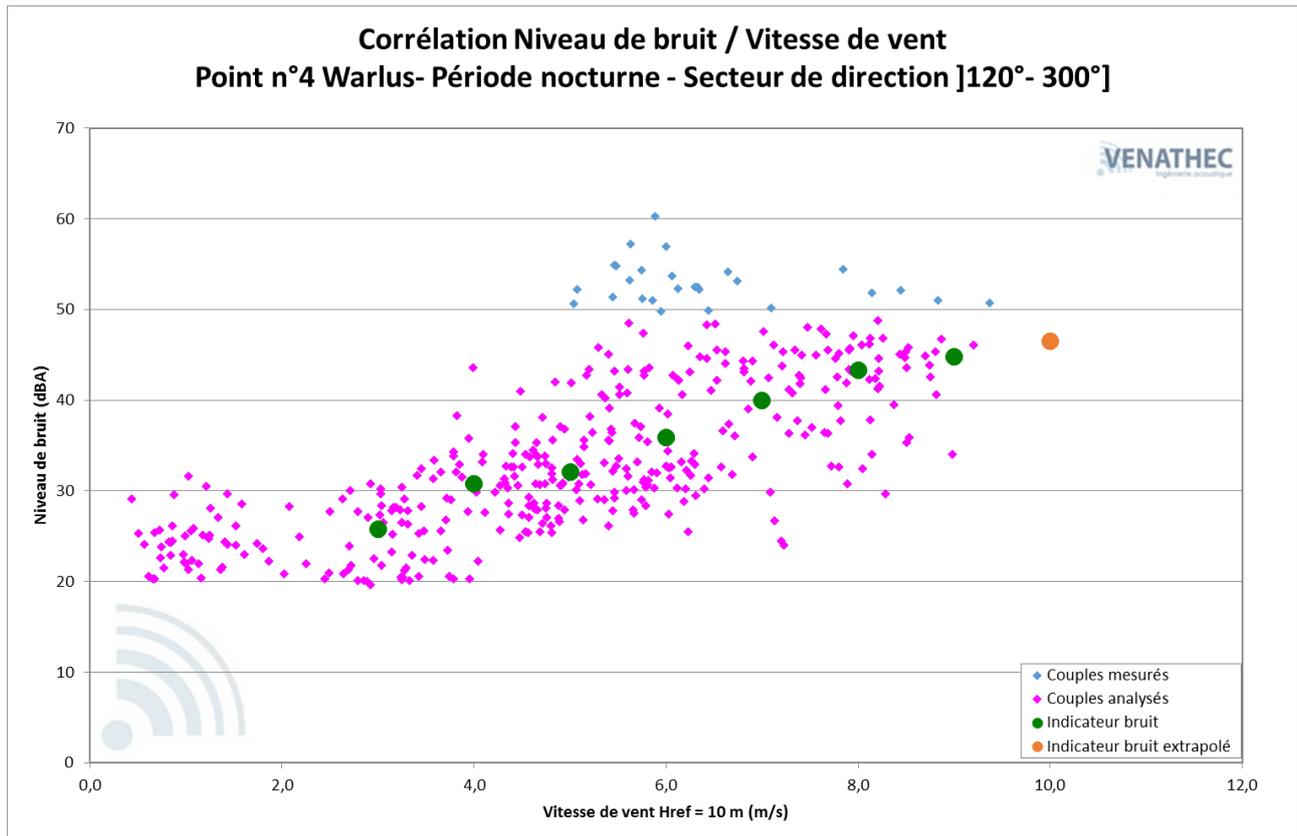
**Commentaires**

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

L'évolution des niveaux sonores en fonction de la vitesse du vent est cohérente et significative.

En période nocturne

Classe de vitesse de vent standardisée à $H_{ref} = 10m$	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	48	44	83	62	38	41	12	1
Indicateur de bruit retenu	26,0	31,0	32,0	36,0	40,0	43,5	45,0	46,5
Incertitude $U_c(Res)$	1,6	1,5	1,4	1,6	1,8	1,5	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 10 m/s à $H_{ref}=10m$ est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

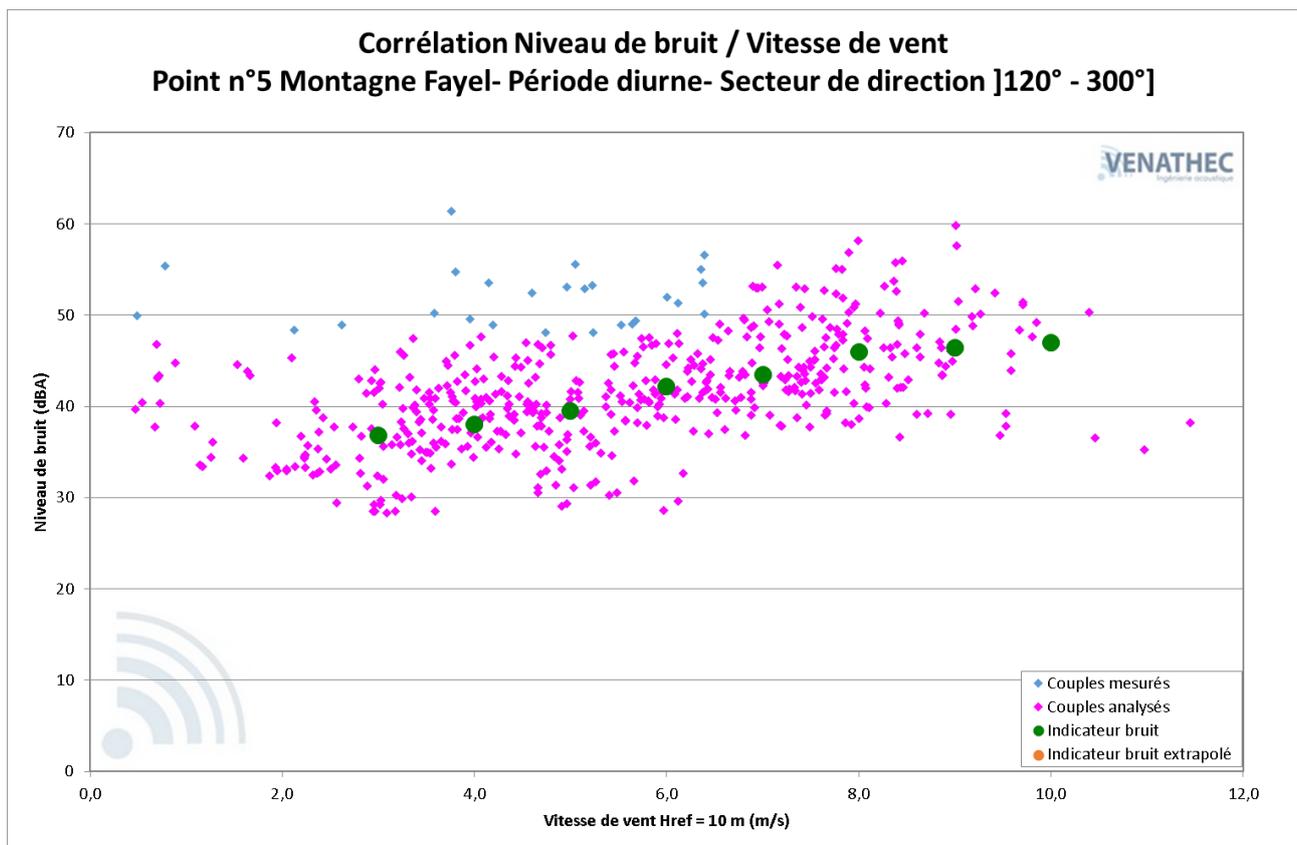
L'évolution des niveaux sonores en fonction de la vitesse du vent est cohérente et significative à partir de 3 m/s.

Les points bleus correspondent à des périodes d'activités humaines et des périodes de pluies importantes et ne sont pas représentatifs de l'environnement sonore du site. Ils ont donc été écartés de l'analyse.

Point n°5 : M. TURLLOT Jean-Marie, 10 rue Lieutenant Verlingue, Montagne Fayel

En période diurne

Classe de vitesse de vent standardisée à $H_{ref} = 10m$	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	59	78	73	69	77	74	28	11
Indicateur de bruit retenu	37,0	38,0	39,5	42,0	43,5	46,0	46,5	47,0
Incertitude $U_c(Res)$	1,6	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,6	2,6

**Commentaires**

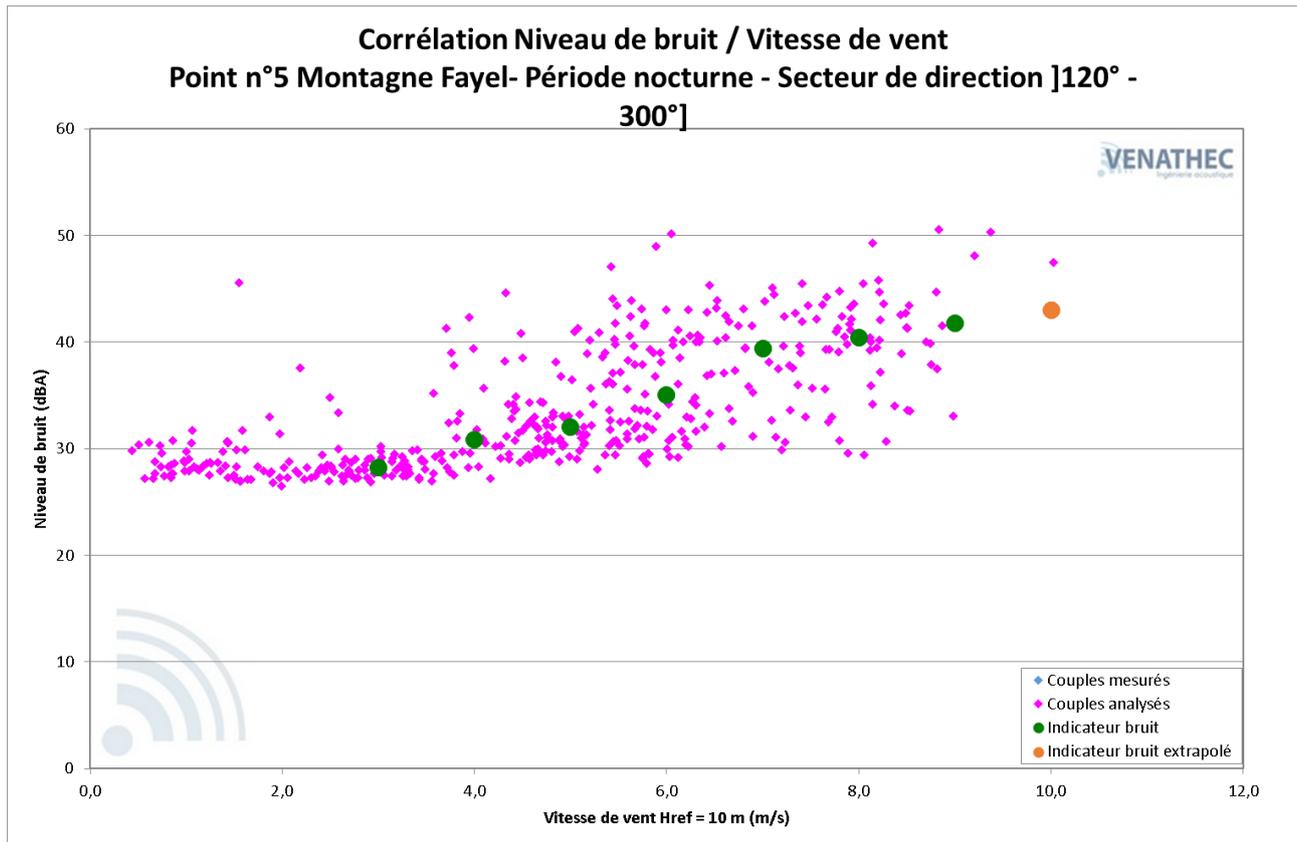
Les couples (L_{res} – Vitesse de vent)_{10 minutes} mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 10 m/s à $H_{ref}=10 m$ sont suffisants pour établir une estimation de niveaux résiduels représentatifs de la situation sonore du site.

L'évolution des niveaux sonores en fonction de la vitesse du vent est cohérente et significative.

Les points bleus correspondent à des périodes d'activités humaines et des périodes de pluies importantes et ne sont pas représentatifs de l'environnement sonore du site. Ils ont donc été écartés de l'analyse.

En période nocturne

Classe de vitesse de vent standardisée à $H_{ref} = 10m$	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	58	46	88	76	41	44	14	1
Indicateur de bruit retenu	28,0	31,0	32,0	35,0	39,5	40,5	42,0	43,0
Incertitude $U_c(Res)$	1,3	1,4	1,3	1,6	1,6	1,4	2,4	--



Commentaires

Les couples $(L_{res} - \text{Vitesse de vent})_{10 \text{ minutes}}$ 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 10 m/s à $H_{ref} = 10 m$ est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

L'évolution des niveaux sonores en fonction de la vitesse du vent est cohérente et significative à partir de 3 m/s.

6.4. Indicateurs bruit résiduel DIURNES retenus - Secteur SO]120° ; 300°]

Indicateurs de bruit résiduel en dBA en fonction de la vitesse de vent Secteur SO :]120° ; 300°] 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 Quesnoy-Sur-Airaines	42,5	43,5	44,0	47,5	50,0	53,0	53,5	<i>54,0</i>
Point n°2 Tailly	32,0	34,0	36,5	37,5	39,5	40,0	40,5	41,0
Point n°3 Rue du Bois, Warlus	43,0	45,0	46,5	49,0	50,0	53,5	54,5	54,5
Point n°4 Warlus	34,5	36,0	37,5	40,0	43,0	45,5	46,5	46,5
Point n°5 Montagne Fayel	37,0	38,0	39,5	42,0	43,5	46,0	46,5	47,0

Les points de mesures peuvent être consultés sur le plan de situation situé en partie 4 « Présentation du projet ».
Les valeurs sont arrondies à 0,5 dBA près.
Les valeurs en italique sont issues d'une extrapolation.

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.
- Les indicateurs de bruit théoriques (issus d'extrapolation ou recalage), sont affichés en italique.
- Ces estimations sont soumises à une incertitude de mesurage.

6.5. Indicateurs bruit résiduel NOCTURNES retenus - Secteur SO [120° ; 300°]

Indicateurs de bruit résiduel en dBA en fonction de la vitesse de vent Secteur SO :]120° ; 300°] 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 Quesnoy-Sur-Airaines	28,0	30,0	36,5	42,5	46,0	47,5	52,0	<i>55,5</i>
Point n°2 Tailly	23,5	26,5	27,5	30,5	32,5	33,5	35,0	<i>37,0</i>
Point n°3 Rue du Bois, Warlus	27,0	29,0	31,0	39,5	46,5	49,0	51,0	<i>52,0</i>
Point n°4 Warlus	26,0	31,0	32,0	36,0	40,0	43,5	45,0	<i>46,5</i>
Point n°5 Montagne Fayel	28,0	31,0	32,0	35,0	39,5	40,5	42,0	<i>43,0</i>

Les points de mesures peuvent être consultés sur le plan de situation situé en partie 4 « Présentation du projet ».
Les valeurs sont arrondies à 0,5 dBA près.
Les valeurs en italique sont issues d'une extrapolation.

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.
- Les indicateurs de bruit théoriques (issus d'extrapolation ou recalage), sont affichés en italique.
- Ces estimations sont soumises à une incertitude de mesurage.

7. CONCLUSION SUR LA PHASE DE MESURAGE

Nous avons effectué des mesures de niveaux résiduels en cinq lieux distincts sur une période de 10 jours, pour des vitesses de vent jusqu'à 10m/s à $H_{ref} = 10$ m, afin de qualifier l'état initial acoustique du site de Warlus (80).

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]120° ; 300°] - SO en période diurne de 7h à 22h ;
- Classe homogène 2 : Secteur]120° ; 300°] - SO en période nocturne de 22h à 7h.

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

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 4 et 7 m/s à $H_{ref} = 10$ m. 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 fin d'été début d'automne, saison où la végétation est abondante, et l'activité humaine accrue. À cette période de l'année, les niveaux sonores résiduels sont relativement élevés.

À l'inverse, en saison hivernale, il est possible que les niveaux résiduels soient 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.

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

8.1. Rappel des objectifs

Le but étant d'évaluer l'impact sonore engendré par l'activité du parc éolien, 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.

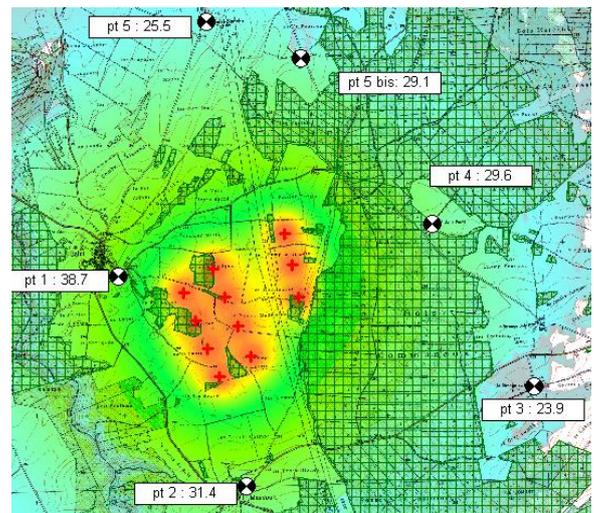
Notre retour d'expérience, et notamment notre travail relatif aux études post-implantation des éoliennes, nous ont permis de nous conforter dans les paramètres et codes de calculs utilisés et ainsi de fiabiliser nos estimations.

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.

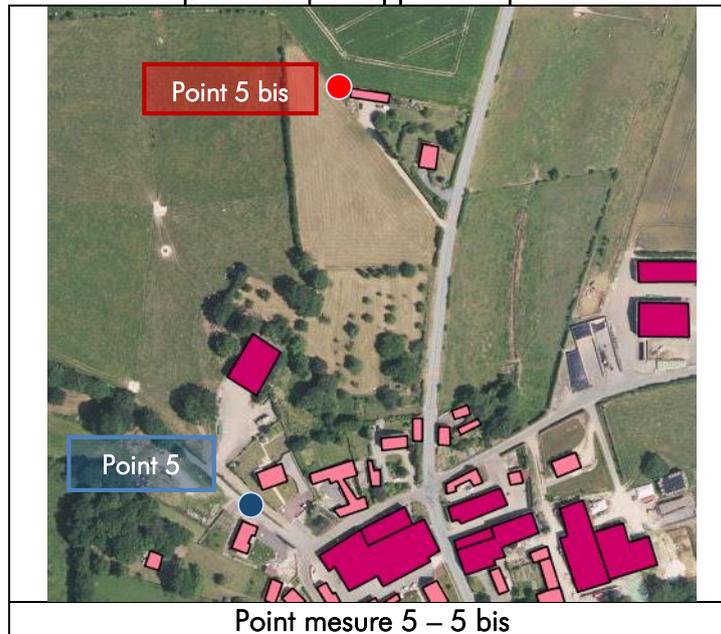
La conformité acoustique du site devra ensuite être validée, une fois la mise en fonctionnement des aérogénérateurs sur le site, par la réalisation de mesures de bruit respectant la norme de mesurage NFS 31-114 « Acoustique - Mesurage du bruit dans l'environnement avec et sans activité éolienne ».

Pour chaque zone d'habitations ayant fait l'objet de mesurage un point de calcul sera positionné au niveau de la façade la plus exposée au parc éolien et des points bis seront ajoutés afin de prendre en compte les zones constructibles définies dans les documents d'urbanisme lorsqu'ils existent.



Exemple : CadnaA - Cartographie sonore

Vue aérienne des emplacements des points bis par rapport aux points de mesure :



L'ensemble des 6 points de mesure est suffisant pour caractériser l'impact acoustique du projet de parc de Warlus sur toutes les zones d'habitations à proximité.

8.2. Description 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).

Le niveau de puissance acoustique (L_{wA}) d'une éolienne est fonction de la vitesse du vent sur ses pales. Les caractéristiques acoustiques de l'éolienne de type GAMESA G114 (93 m de hauteur de moyeu et d'une puissance de 2,5 MW) sont reprises dans le tableau suivant :

G114 – 2,5 MW – HH=93m								
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
L_{wA} en dBA	95,1	97,5	102,8	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0

Ces données sont issues du document n° GD181659-en-R3 du 22 octobre 2015, établi par la société GAMESA. Elles sont conformes à la norme IEC 61400-11. Les mesures ont été réalisées pour des machines dont la puissance nominale est de 2,5 MW.

Les valeurs garanties par GAMESA requièrent de prendre en compte une valeur de +/- 1dBA d'incertitude par rapport aux valeurs présentées dans le document. Dans le cadre de la modélisation, +1dBA a été rajouté aux valeurs ci-dessus.

8.3. Hypothèses de calcul

Le calcul des niveaux de pression acoustique de l'installation a tenu compte des différents points 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 : 0,68, correspondant à une zone non urbaine (champ, surface labourée...) ;
- Température de 10°C ;
- Humidité relative 70%.

Le calcul prend en compte le fonctionnement simultané de l'ensemble des éoliennes du parc, considérant une vitesse et direction de vent identiques en chaque mât (aucune perte de sillage).

8.4. Evaluation de l'impact sonore

Rappel de la réglementation

Niveau ambiant existant incluant le bruit de l'installation	Emergence 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	Evaluation 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}
Emergence 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 réglementaires (= 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 (C_A)	$= L_{amb} - C_A$	D_A
Dépassement vis-à-vis de la valeur limite d'émergence (E_{max})	$= E - E_{max}$	D_e
Dépassement retenu (D)	$= \text{minimum}(D_A ; D_e)$	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 réglementaires 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.

8.5. Résultats prévisionnels en période diurne

Echelle de risque utilisée :

	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
- Emergence limite réglementaire de jour : $E_{max}=5$ dBA

Impact prévisionnel par classe de vitesse de vent - Période diurne										
Vitesses de vent standardisées à Href=10m		3ms	4ms	5ms	6ms	7ms	8ms	9ms	10ms	Risque
Pt1 Quesnoy-Sur-Airaines	Lamb	42,5	43,5	44,0	47,5	50,0	53,0	53,5	54,0	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	
Pt2 Tailly	Lamb	33,5	35,5	39,0	41,5	42,0	42,5	43,0	43,0	FAIBLE
	E	1,5	1,5	2,5	4,0	2,5	2,5	2,5	2,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Pt3 rue du Bois, Warlus	Lamb	43,0	45,0	47,0	49,5	50,5	53,5	54,5	54,5	FAIBLE
	E	0,0	0,0	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	
Pt4 Warlus	Lamb	36,0	37,5	40,5	43,5	45,0	47,0	47,5	47,5	FAIBLE
	E	1,5	1,5	3,0	3,5	2,0	1,5	1,0	1,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Pt5 Montagne Fayel	Lamb	37,5	39,0	41,5	44,0	45,0	47,0	47,5	48,0	FAIBLE
	E	0,5	1,0	2,0	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Pt5 bis Montagne Fayel	Lamb	37,5	39,0	41,5	44,0	45,0	47,0	47,5	47,5	FAIBLE
	E	0,5	1,0	2,0	2,0	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	

Interprétations des résultats pour la période diurne :

Selon nos estimations et hypothèses retenues, aucun dépassement des seuils réglementaires diurnes n'est relevé sur les zones d'habitations étudiées.

8.6. Résultats prévisionnels en période nocturne

Echelle de risque utilisée :

	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'urgence : $C_A = 35$ dBA
- Emergence limite réglementaire de nuit : $E_{max} = 3$ dBA

Impact prévisionnel par classe de vitesse de vent - Période nocturne

Vitesses de vent standardisées à Href=10m		3ms	4ms	5ms	6ms	7ms	8ms	9ms	10ms	Risque
Pt1 Quesnoy-Sur-Airaines	Lamb	28,5	30,5	37,0	42,5	46,0	47,5	52,0	55,5	FAIBLE
	E	0,5	0,5	0,5	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	
Pt2 Tailly	Lamb	29,5	32,0	36,5	39,5	40,0	40,0	40,5	41,0	TRES PROBABLE
	E	6,0	5,5	9,0	9,0	7,5	6,5	5,5	4,0	
	D	0,0	0,0	1,5	4,5	4,5	3,5	2,5	1,0	
Pt3 rue du Bois, Warlus	Lamb	30,5	33,0	37,0	42,5	47,0	49,5	51,5	52,0	PROBABLE
	E	3,5	4,0	6,0	3,0	0,5	0,5	0,5	0,0	
	D	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Pt4 Warlus	Lamb	31,5	34,5	38,5	42,0	43,5	45,5	46,5	47,5	TRES PROBABLE
	E	5,5	3,5	6,5	6,0	3,5	2,0	1,5	1,0	
	D	0,0	0,0	3,5	3,0	0,5	0,0	0,0	0,0	
Pt5 Montagne Fayel	Lamb	31,5	34,5	38,0	41,0	43,0	43,5	44,0	45,0	TRES PROBABLE
	E	3,5	3,5	6,0	6,0	3,5	3,0	2,0	2,0	
	D	0,0	0,0	3,0	3,0	0,5	0,0	0,0	0,0	
Pt5 bis Montagne Fayel	Lamb	31,5	34,0	38,0	41,0	42,5	43,0	44,0	44,5	PROBABLE
	E	3,5	3,0	6,0	6,0	3,0	2,5	2,0	1,5	
	D	0,0	0,0	3,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

Interprétations des résultats pour la période nocturne :

Selon nos estimations et hypothèses retenues, des dépassements des seuils réglementaires nocturnes sont relevés sur cinq zones d'habitations :

- Point n°2 : Tailly ;
- Point n°3 : rue du Bois, Warlus ;
- Point n°4 : Warlus ;
- Point n°5 : Montagne Fayel ;
- Point n°5 bis : Montagne Fayel.

Les points n°2, n°4 et n°5 présentent des dépassements des seuils réglementaires sur les vitesses de 5 à 10 m/s à H= 10m. Ces dépassements sont de l'ordre de 0,5 à 4,5 dBA. Le risque acoustique sur ces points est considéré comme **très probable**.

Les points n°3 et n°5 bis présentent des dépassements des seuils réglementaires sur les vitesses de 5 à 6 m/s à H= 10m. Ces dépassements sont de l'ordre de 2,0 à 3,0 dBA. Le risque acoustique sur ces points est considéré comme **probable**.

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

9. OPTIMISATION DU PROJET

9.1. 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 huit 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.

G114 – 2,5 MW – HH=93m								
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
L _{wA} en dBA – Pleine puissance	95,1	97,5	102,8	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0
L _{wA} en dBA – Mode N1	95,1	97,5	102,8	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0
L _{wA} en dBA – Mode N2	95,1	97,5	102,8	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0
L _{wA} en dBA – Mode N3	95,1	97,5	102,8	103,0	103,0	103,0	103,0	103,0
L _{wA} en dBA – Mode N4	95,1	97,5	102,0	102,0	102,0	102,0	102,0	102,0
L _{wA} en dBA – Mode N5	95,1	97,5	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0
L _{wA} en dBA – Mode NRS A	95,1	96,5	101,8	105,9	106,0	106,0	106,0	106,0
L _{wA} en dBA – Mode NRS B	95,1	95,5	100,8	105,0	106,0	106,0	106,0	106,0
L _{wA} en dBA – Mode NRS C	95,1	95,1	99,8	103,9	106,0	106,0	106,0	106,0

Ces données sont issues des documents n° GD181659-en-R3 du 22 octobre 2015 et n° GD181659-en-R2 du 25 novembre 2014 établi par la société GAMESA. Elles sont réalisées conformément aux normes IEC 61400-11. Ces mesures ont été réalisées pour des machines dont la puissance nominale est de 2,5 MW.

Les valeurs garanties par GAMESA requièrent de prendre en compte une valeur de +/- 1 dBA d'incertitude par rapport aux valeurs présentées dans le document. Dans le cadre de la modélisation et des plans de bridage, +1 dBA a été rajouté aux valeurs ci-dessus.

- **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. A 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.

9.2. Plan de fonctionnement - Période diurne

Plan d'arrêts et de bridages des machines 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
Eol n°1	Pleine Puissance							
Eol n°2	Pleine Puissance							
Eol n°3	Pleine Puissance							
Eol n°4	Pleine Puissance							
Eol n°5	Pleine Puissance							
Eol n°6	Pleine Puissance							

Interprétation des résultats

Quelle que soit la direction de vent, les hypothèses de calcul ne mettent pas en avant de dépassement des seuils réglementaires en période diurne.
En conséquence, un fonctionnement normal de l'ensemble des éoliennes est prévu sur cette période.

9.3. Plan de fonctionnement - Période nocturne

En période nocturne, la configuration actuelle à 6 aérogénérateurs 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 d'une direction de vent spécifique, c'est pourquoi nous réalisons un plan d'optimisation du fonctionnement pour la direction dominante du site.

L'ambiance sonore étant fonction de la direction du vent, cette hypothèse nécessaire aux calculs, donne lieu à une incertitude supplémentaire. Le plan correspondant devra donc être considéré avec précaution.

Nous avons utilisé, via le logiciel CadnaA, deux types de code de calculs : ISO 96-13 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.

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 validés ou infirmés lors de mesures de réception sur site qui, elles seules, permettront de déterminer le/les plan(s) d'optimisation à mettre en œuvre selon les plages de vitesse et les directions de vent.

Plan de fonctionnement en période nocturne en direction sud-ouest

Plan d'arrêts et de bridages des machines en période nocturne - Optimisation SO								
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
Eol n°1	Pleine Puissance		Mode N5	Mode N4		Mode N5	Mode N3	Pleine Puissance
Eol n°2	Pleine Puissance		Mode NRS C	Mode N3	Mode N5	Mode N2	Pleine Puissance	
Eol n°3	Pleine Puissance		Arrêt	Mode N5	Mode N2	Pleine Puissance		
Eol n°4	Pleine Puissance							
Eol n°5	Pleine Puissance							
Eol n°6	Pleine Puissance			Mode N1	Pleine Puissance			

9.4. Evaluation de l'impact sonore en période nocturne après optimisation en direction sud-ouest

Période nocturne – Niveaux sonores après optimisation – Direction sud-ouest :

Résultats après optimisation - Période nocturne – Secteur SO										
Vitesses de vent standardisées à Href= 10m		3ms	4ms	5ms	6ms	7ms	8ms	9ms	10ms	Risque
Pt1 Quesnoy-Sur-Airaines	Lamb	28,5	30,5	36,5	42,5	46,0	47,5	52,0	55,5	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	
Pt2 Tailly	Lamb	28,5	31,0	34,0	35,0	35,5	36,5	38,0	40,0	FAIBLE
	E	5,0	4,5	6,5	4,5	3,0	3,0	3,0	3,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Pt3 rue du Bois, Warlus	Lamb	30,0	32,0	34,0	40,0	46,5	49,0	51,0	52,0	FAIBLE
	E	3,0	3,0	3,0	0,5	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	
Pt4 Warlus	Lamb	31,0	34,5	35,0	39,0	41,5	45,0	46,0	47,5	FAIBLE
	E	5,0	3,5	3,0	3,0	1,5	1,5	1,0	1,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Pt5 Montagne Fayel	Lamb	31,0	33,5	34,5	38,0	41,0	42,5	43,5	44,0	FAIBLE
	E	3,0	2,5	2,5	3,0	1,5	2,0	1,5	1,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Pt5 bis Montagne Fayel	Lamb	31,0	34,0	35,0	38,0	41,5	42,5	43,5	44,0	FAIBLE
	E	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	1,5	1,0	
	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.

10. NIVEAUX DE BRUIT SUR LE PERIMETRE DE L'INSTALLATION

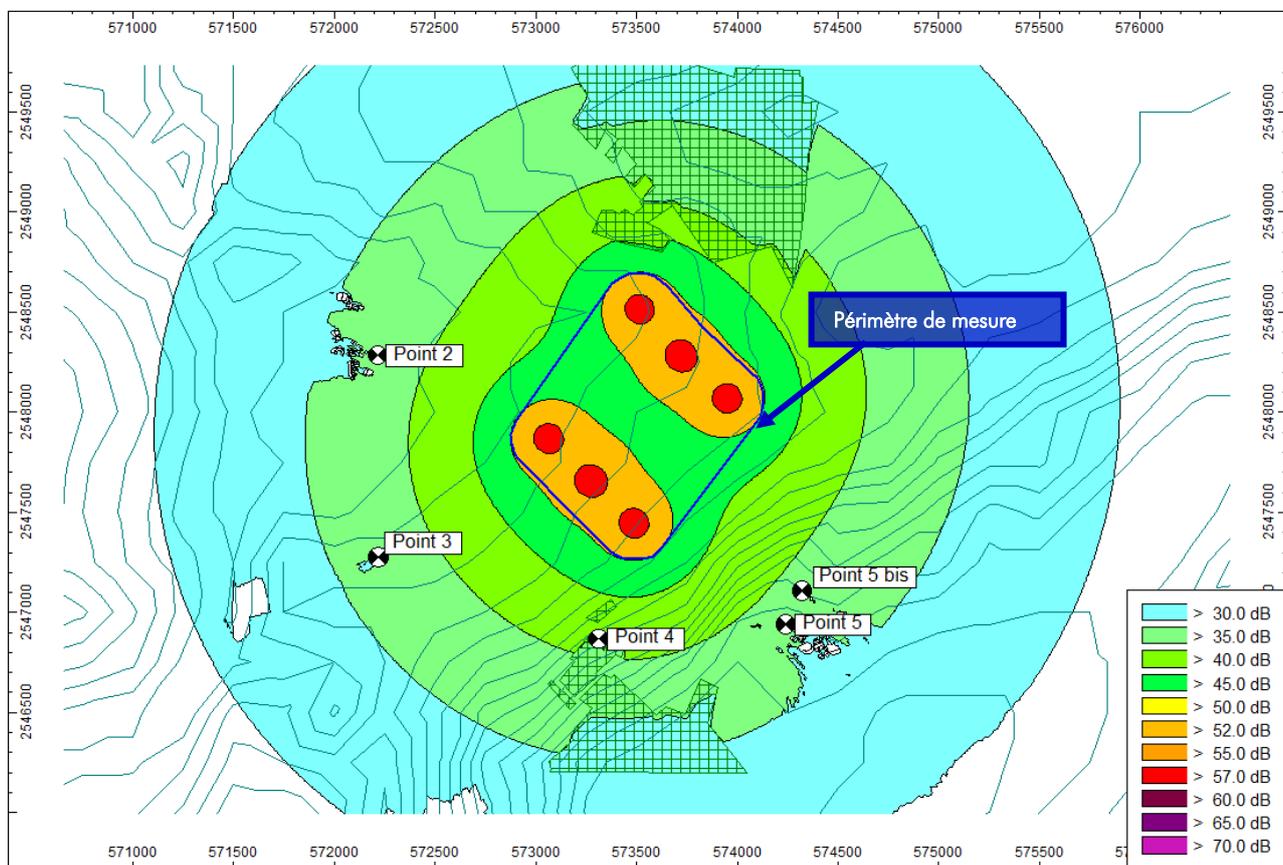
L'arrêté du 26 août 2011 impose un niveau de bruit à ne pas dépasser sur le périmètre de l'installation, en périodes diurne (70 dBA) et nocturne (60 dBA).

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 : »

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

$$\text{soit } R = 1,2 \times (93 + 57) = 180 \text{ mètres}$$

Des simulations numériques ont permis une estimation du niveau de bruit généré dans l'environnement proche des éoliennes et permettent de comparer aux seuils réglementaires fixés sur le périmètre de mesure (considérant une distance de 180m 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 présentées 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 en limites de propriété du parc éolien

Commentaires :

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

En effet les niveaux sont globalement estimés à 55 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 58 dBA et donc inférieurs au seuil le plus restrictif.

11. TONALITE MARQUEE

Les données dont nous disposons, relatives aux puissances acoustiques des éoliennes en fonctionnement, ne nous permettent pas de procéder à l'étude de la tonalité marquée.

En effet les essais acoustiques réalisés sur les machines n'indiquent que des puissances sonores en niveaux globaux et/ou en niveaux en bandes d'octaves alors que l'étude de la tonalité marquée s'effectue sur la différence de niveaux entre bande de tiers d'octave.

Malgré l'absence de documents techniques relatant le spectre en bande de tiers d'octave de l'éolienne de type G114 – 2,5MW, les éoliennes de type similaire ou de même ancienneté n'ont montré aucune tonalité marquée. En réception, l'analyse de tonalités marquées sera développée à partir des mesures chez les riverains les plus proches, prises en tiers d'octave.

12. CONCLUSION

A partir de l'analyse des niveaux résiduels mesurés et de l'estimation de l'impact sonore, une évaluation des dépassements prévisionnels liés à l'implantation de 6 éoliennes de type G114 de chez GAMESA (hauteur de moyeu 93m et d'une puissance de 2,5 MW) sur la commune de Warlus (80) a été entreprise.

Les résultats obtenus, sans restriction de fonctionnement des machines, présentent un risque de non-respect des impératifs fixés par l'arrêté du 26 août 2011, jugé **faible en période diurne** et **très probable en période nocturne**.

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

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.

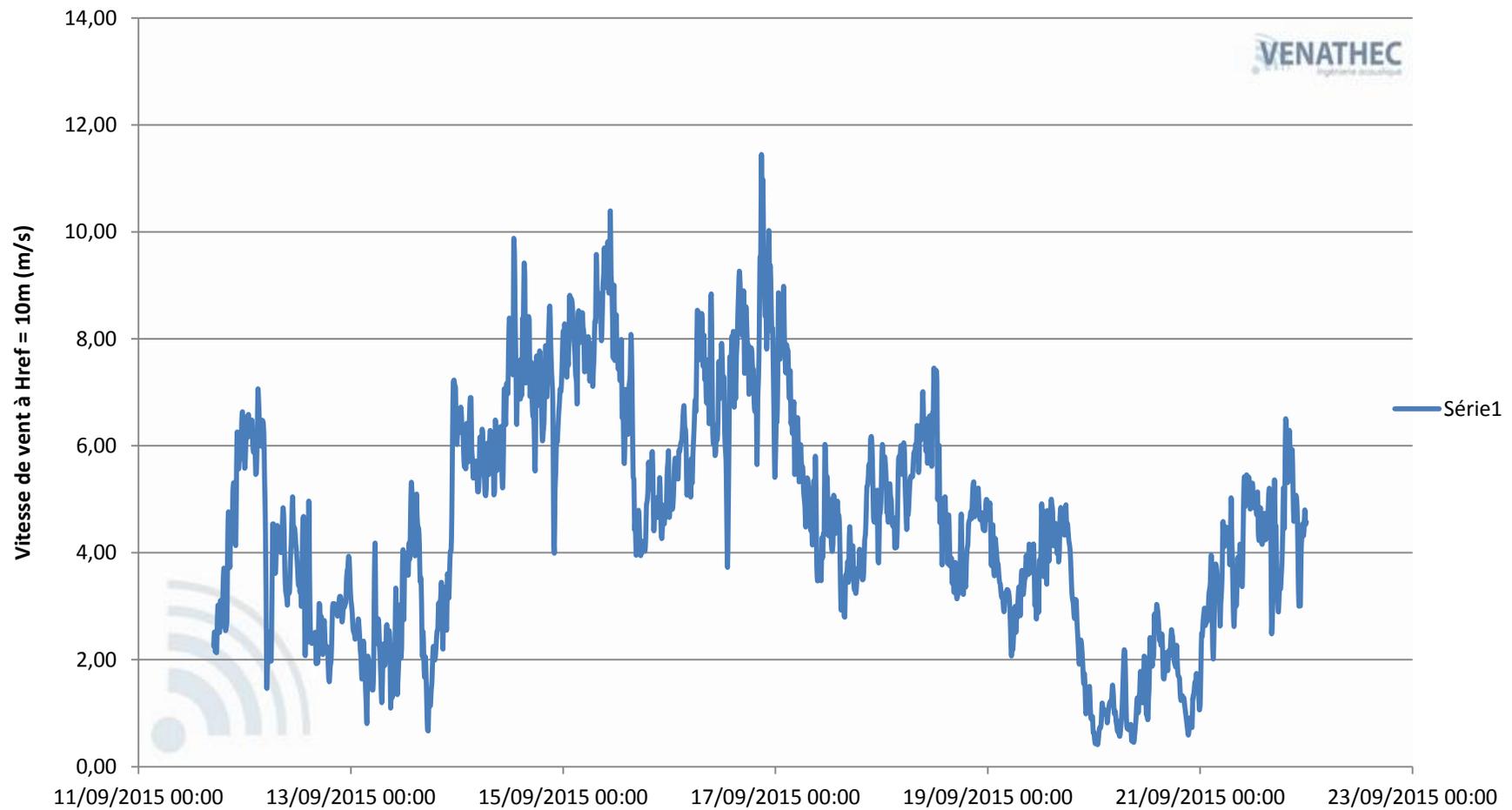
Ces mesures devront être réalisées selon la norme de mesurage NFS 31-114 « Acoustique - Mesurage du bruit dans l'environnement avec et sans activité éolienne », et pour les deux directions de vent dominantes du site.

13. ANNEXES

ANNEXE A : CONDITIONS METEOROLOGIQUES RENCONTREES SUR SITE	47
ANNEXE B : CARACTERISTIQUES DES EOLIENNES	48
ANNEXE C : APPAREILS DE MESURE	51
ANNEXE D : EVOLUTION TEMPORELLE DES LAEQ	52
ANNEXE E : INCERTITUDE DE MESURAGE	54
ANNEXE F : ARRÊTE DU 26 AOÛT 2011	56

ANNEXE A : CONDITIONS METEOROLOGIQUES RENCONTREES SUR SITE

Données de vent durant la période du 11 au 21 septembre 2015 sur le site de Warlus



ANNEXE B : CARACTERISTIQUES DES EOLIENNES

Coordonnées des éoliennes

Lambert 93		
Description	X	Y
E1	625390,9294	6981371,863
E2	625604,3081	6981155,339
E3	625819,4267	6980939,689
E4	625849,7234	6982014,137
E5	626056,4184	6981775,803
E6	626287,1351	6981558,855

Données acoustiques des éoliennes de type G114 de chez GAMESA

 GENERAL CHARACTERISTICS MANUAL (GCM)		Confidentiality: 3 / CLIENT INFORMATION	
		Code: GD181659-en	Rev: 3
Title: G114 IIA 2.5MW 50/60 Hz Wind Turbine Power Curve and noise emission level		Date: 22/10/2015	Page: 7 of 7

5.4 NOISE LEVELS

Below is given and estimate of aero-acoustic noise emitted by the rotor of the G114 IIA 2.5MW wind turbine, simulated for different tower heights (H) and wind speeds at 10m above ground level (W_{10}).

Because the relationship between the wind speed at 10m height (W_{10}) and the wind speed at hub height (W_s) is very dependent on the local wind profile and wind shear, it needs to be mentioned that the tables below are calculated with a wind shear power law coefficient of 0.16.

Table 6 includes the numerical values for the estimated L_w noise level in dB(A) for the different wind speeds, from the start-up speed, 3m/s.

W_{10}	H = 68m		H = 80m		H = 93m		H = 125m	
	W_s	SPL	W_s	SPL	W_s	SPL	W_s	SPL
[m/s]	[m/s]	[dB(A)]	[m/s]	[dB(A)]	[m/s]	[dB(A)]	[m/s]	[dB(A)]
3	4.1	95.1	4.2	95.1	4.3	95.1	4.5	95.1
3.5	4.8	95.1	4.9	95.1	5.0	95.1	5.2	95.1
4	5.4	96.3	5.6	96.9	5.7	97.5	6.0	98.6
4.5	6.1	99.1	6.3	99.7	6.4	100.3	6.7	101.4
5	6.8	101.6	7.0	102.2	7.1	102.8	7.5	103.8
5.5	7.5	103.8	7.7	104.4	7.9	104.9	8.2	105.9
6	8.2	105.8	8.4	106.0	8.6	106.0	9.0	106.0
6.5	8.8	106.0	9.1	106.0	9.3	106.0	9.7	106.0
7	9.5	106.0	9.8	106.0	10.0	106.0	10.5	106.0
7.5	10.2	106.0	10.5	106.0	10.7	106.0	11.2	106.0
8	10.9	106.0	11.2	106.0	11.4	106.0	12.0	106.0
8.5	11.6	106.0	11.9	106.0	12.1	106.0	12.7	106.0
9	12.2	106.0	12.6	106.0	12.9	106.0	13.5	106.0
9.5	12.9	106.0	13.3	106.0	13.6	106.0	14.2	106.0
10	13.6	106.0	13.9	106.0	14.3	106.0	15.0	106.0

Table 6: Noise levels of the G114 IIA 2.5MW wind turbine for different H [m], W_{10} [m/s] and W_s [m/s].
(ref: 20152210G114AERPC2p5MW)

Confidentiality: 3 / CUSTOMER INFORMATION

	GENERAL CHARACTERISTICS MANUAL	Code: GD181660-en	Rev: 1
		Date: 25/11/2014	Pg. 12 of 13
Title: G114 IIA 2.5MW 50/60 Hz Power and Noise curves for low noise operating mode (NRS)			

5.3 NOISE CURVES

Table 12 represents the noise curves of the G114 IIA 2.5MW wind turbine for different noise reduction modes in function of W_{10} [m/s] and W_8 [m/s] for the 80m tower.

H = 80m									
W_{10} [m/s]	W_8 [m/s]	N1 [dB(A)]	N2 [dB(A)]	N3 [dB(A)]	N4 [dB(A)]	N5 [dB(A)]	NRS A [dB(A)]	NRS B [dB(A)]	NRS C [dB(A)]
3	4.2	95.1	95.1	95.1	95.1	95.1	95.1	95.1	95.1
3.5	4.9	95.1	95.1	95.1	95.1	95.1	95.1	95.1	95.1
4	5.8	96.9	96.9	96.9	96.9	96.9	96.0	95.1	95.1
4.5	6.3	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	98.8	97.8	96.7
5	7.0	102.2	102.2	102.2	102.0	101.0	101.3	100.3	99.2
5.5	7.7	104.4	104.0	103.0	102.0	101.0	103.5	102.5	101.4
6	8.4	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	105.4	104.5	103.4
6.5	9.1	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	106.0	106.0	105.2
7	9.8	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	106.0	106.0	106.0
7.5	10.5	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	106.0	106.0	106.0
8	11.2	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	106.0	106.0	106.0
8.5	11.9	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	106.0	106.0	106.0
9	12.6	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	106.0	106.0	106.0
9.5	13.3	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	106.0	106.0	106.0
10	13.9	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	106.0	106.0	106.0

Table 12 Noise curves of the G114 IIA 2.5MW wind turbine for a tower height of 80m (ref.: 20141021G114NRS2p5MW)

Table 13 represents the noise curves of the G114 IIA 2.5MW wind turbine for different noise reduction modes in function of W_{10} [m/s] and W_8 [m/s] for the 93m tower.

H = 93m									
W_{10} [m/s]	W_8 [m/s]	N1 [dB(A)]	N2 [dB(A)]	N3 [dB(A)]	N4 [dB(A)]	N5 [dB(A)]	NRS A [dB(A)]	NRS B [dB(A)]	NRS C [dB(A)]
3.0	4.3	95.1	95.1	95.1	95.1	95.1	95.1	95.1	95.1
3.5	5.0	95.1	95.1	95.1	95.1	95.1	95.1	95.1	95.1
4.0	5.7	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	96.5	95.5	95.1
4.5	6.4	100.3	100.3	100.3	100.3	100.3	99.4	98.4	97.3
5.0	7.1	102.8	102.8	102.8	102.0	101.0	101.8	100.8	99.8
5.5	7.9	104.9	104.0	103.0	102.0	101.0	104.0	103.0	102.0
6.0	8.6	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	105.9	105.0	103.9
6.5	9.3	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	106.0	106.0	105.7
7.0	10.0	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	106.0	106.0	106.0
7.5	10.7	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	106.0	106.0	106.0
8.0	11.4	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	106.0	106.0	106.0
8.5	12.1	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	106.0	106.0	106.0
9.0	12.9	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	106.0	106.0	106.0
9.5	13.6	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	106.0	106.0	106.0
10.0	14.3	105.0	104.0	103.0	102.0	101.0	106.0	106.0	106.0

Table 13 Noise curves of the G114 IIA 2.5MW wind turbine for a tower height of 93m (ref.: 20131203G1142p5MWNR)

IRE-1-001-R01 (en) Edition 2

ANNEXE C : APPAREILS DE MESURE

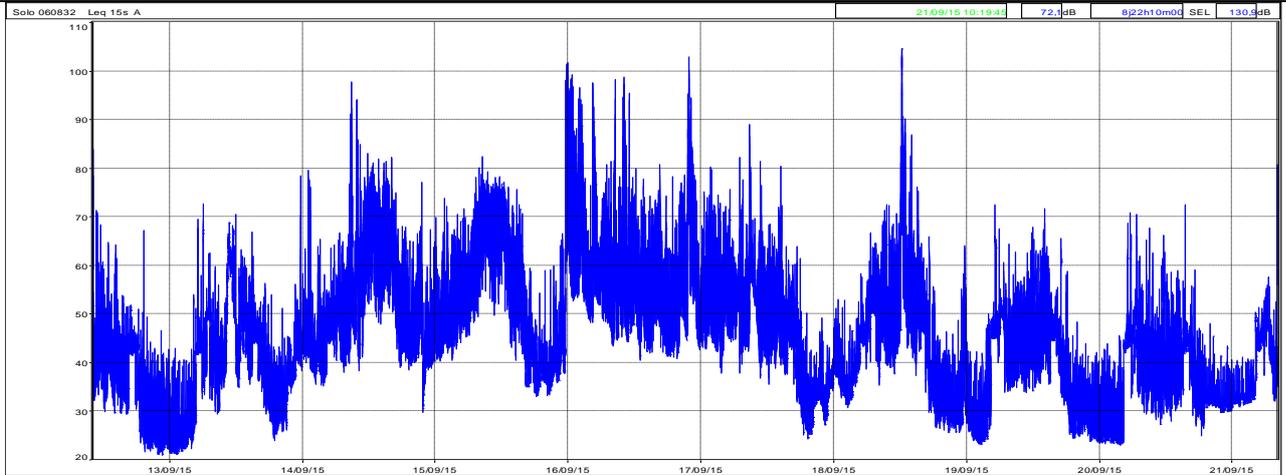
Le tableau ci-dessous récapitule l'ensemble des éléments de la chaîne de mesure :

Nature	Marque	Type	N° de série
Sonomètre	01dB	SOLO	60832 65676 60165
		DUO	10024
		CUBE	10637
Calibreur	01dB	CAL 21	50241686
Préamplificateur	PRE 21 S	PRE 21 S	<i>Associé au sonomètre*</i>
Microphone	GRAS 40AE	MC E 212	<i>Associé au sonomètre*</i>
Câble	LEMO	LEMO 7 (solo)	
Informatique	TOSHIBA		

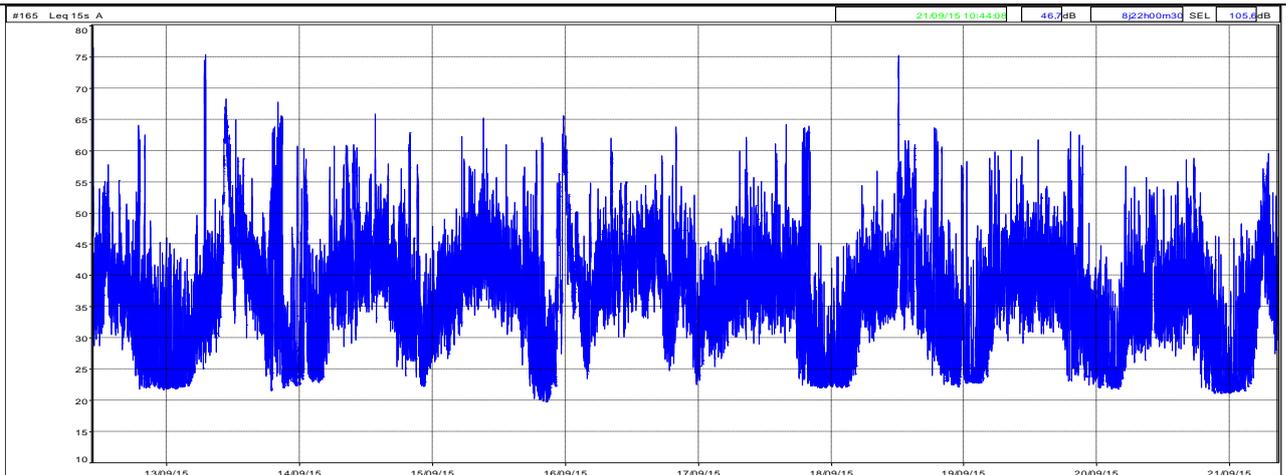
*A chaque sonomètre sont associés un préamplificateur et un microphone qui restent inchangés. Le détail des numéros de série est disponible à la demande.

ANNEXE D : EVOLUTION TEMPORELLE DES LAEQ

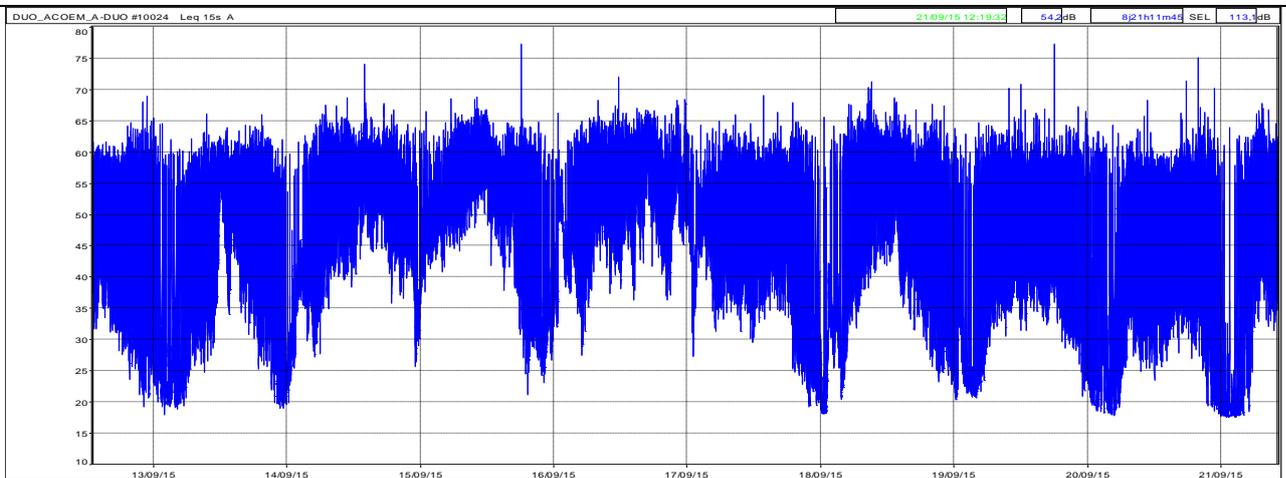
Evolution temporelle du L_{Aeq} au point n°1



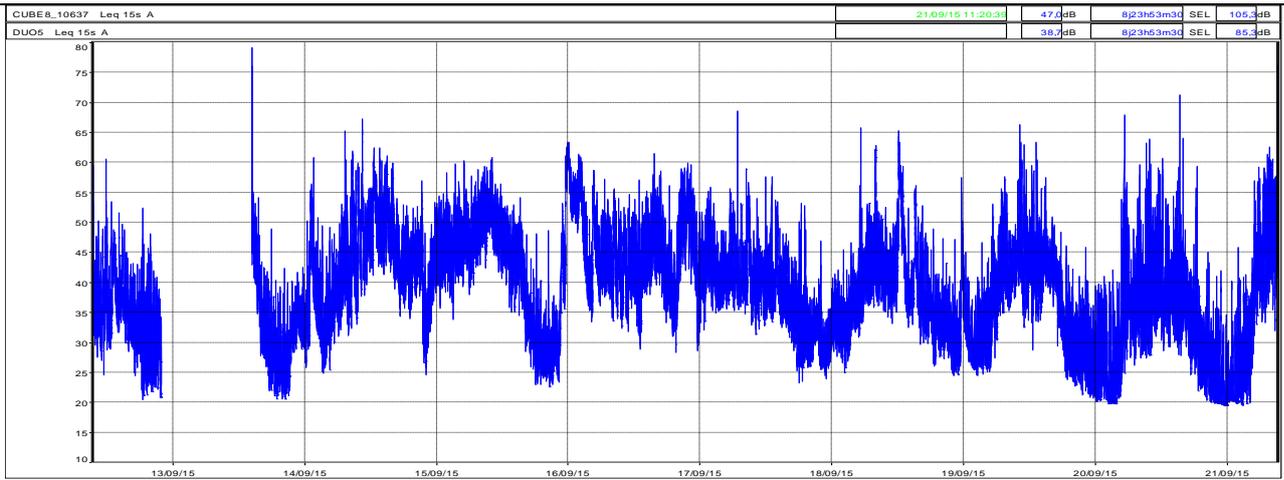
Evolution temporelle du L_{Aeq} au point n°2



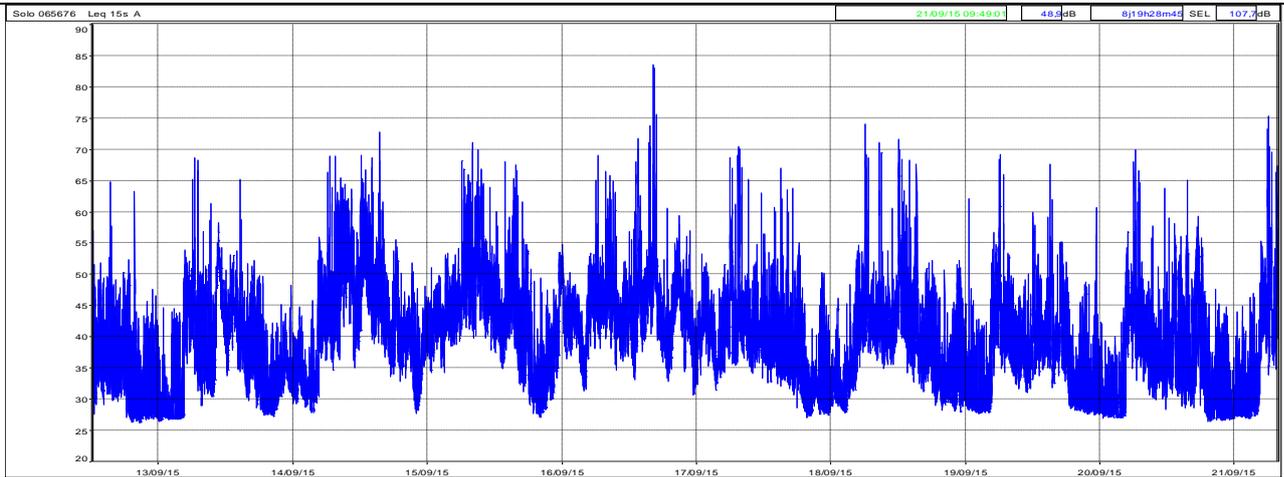
Evolution temporelle du L_{Aeq} au point n°3



Evolution temporelle du L_{Aeq} au point n°4



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



ANNEXE E : 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 :

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

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

Le tableau suivant permettra d'évaluer les $U_{Bk}(L_{Amb(j)})$.

U_{Bk}	Composante	U (Ambiant) ou (Résiduel) ou U(Émergence)	Incertitude type	Condition
U_{B1}	Calibrage	L amb - res	0,20 dB ; 0,20 dBA	Durée maximale entre deux calibrages : 15 jours
		E	Négligeable	
U_{B2}	Appareillage	L amb - res	0,20 dB ; 0,20 dBA	
		E	Négligeable	
U_{B3}	Directivité	L amb - res et E	0,52 dBA	Direction de référence du microphone verticale
U_{B4}	Linéarité en fréquence et pondération fréquentielle	L amb - res	1,05 dBA	
		E	$1,05 \sqrt{2} \cdot 2 \cdot 10^{-E/10}$ dBA	
U_{B5}	Température et humidité	L amb - res	0,15 dB ; 0,15 dBA	
		E	0,22 dB ; 0,22 dBA	
U_{B6}	Pression statique pour une classe homogène	L amb - res	0,25 dB ; 0,25 dBA	
		E	0,24 dB ; 0,24 dBA	
U_{B7}	Impact du vent sur le microphone (en dBA)	L amb - res	Fonction de V et de L_{omb}	
		E	Négligeable	
U_{Bvent}	Impact de la mesure du vent	L amb - res	Incertitudes métrologiques indirectes*	
		E	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 U_B 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 F : ARRÊTE DU 26 AOÛT 2011

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: DEVP1119348A

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 auxdites 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.

Emergence : 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 induisant 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.

Fait le 26 août 2011.

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