



RAPPORT D'ETUDE  
n°17-16-60-2032-GBE

## ETUDE D'IMPACT PRE-IMPLANTATION Projet de parc éolien sur les communes de Bagneux, Clesles et Etreilles-sur-Aube (51-10)

### INTERVENANTS :

M. Kamal BOUBKOUR  
M. Thierry MARTIN  
Mme Clémence SABARTHÈS  
M. Matthias LESNE

Agence LORRAINE – Siège Social  
Centre d'affaires les Nations  
23 boulevard de l'Europe  
54503 VANDOEUVRE

Tél. : + 33 3 83 56 02 25  
Fax. : + 33 3 83 56 04 08  
Mail : [agence-lorraine@venathec.com](mailto:agence-lorraine@venathec.com)

VENATHEC SAS au capital de 750 000€  
23 Boulevard de l'Europe  
BP 10101  
54503 VANDŒUVRE-LÈS-NANCY Cedex  
Société enregistrée au RCS Nancy B sous le numéro 423 893 296 – APE 7112 B – N° TVA intracommunautaire : FR 06 423 893 296





## Référence du document n°17-16-60-2032-GBE

### Client

Établissement	Energie Team
Adresse	1 rue des énergies nouvelles
Tél.	03.22.61.10.80
Fax	03.22.60.52.95

### Interlocuteur



Nom	Mireille DUCAU
Fonction	Chef de projet
Courriel	mireille.ducau@energieteam.fr
Tél.	06.13.70.27.67

### Diffusion

Copie	1
Papier	
Informatique	X

### Révision

Date	07/07/2017
------	------------

Rédaction Gaël BEZARD	Vérification Kamal BOUBKOUR
	

## SOMMAIRE

<b>1. OBJET DE L'ETUDE</b>	<b>4</b>
<b>2. GLOSSAIRE</b>	<b>5</b>
<b>3. CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE</b>	<b>8</b>
3.1. Arrêté du 26 août 2011 – ICPE	8
3.2. Projet de Norme PR-S 31-114	8
3.3. Mise en application	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
3.8. Décret n° 2016-1110 du 11 août 2016	9
<b>4. PRÉSENTATION DU PROJET</b>	<b>10</b>
<b>5. DEROULEMENT DU MESURAGE</b>	<b>15</b>
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	17
<b>6. ANALYSE DES MESURES</b>	<b>19</b>
6.1. Principe d'analyse	19
6.2. Choix des classes homogènes	19
6.3. Nuages de points - Comptage	21
6.4. Indicateurs bruit résiduel DIURNES retenus - Secteur SO ]150° ; 330°]	34
6.5. Indicateurs bruit résiduel NOCTURNES retenus - Secteur SO ]150° ; 330°]	35
<b>7. CONCLUSION SUR LA PHASE DE MESURAGE</b>	<b>36</b>
<b>8. ÉTUDE DE L'IMPACT ACOUSTIQUE ENGENDRÉ PAR L'ACTIVITÉ DU PARC ÉOLIEN</b>	<b>37</b>
8.1. Rappel des objectifs	37
8.2. Description et emplacement des éoliennes	38
8.3. Hypothèses de calcul	39
8.4. Evaluation de l'impact sonore	40
8.5. Résultats prévisionnels en période diurne	41
8.6. Résultats prévisionnels en période nocturne	42
<b>9. NIVEAUX DE BRUIT SUR LE PERIMÈTRE DE L'INSTALLATION</b>	<b>43</b>
<b>10. TONALITE MARQUEE</b>	<b>44</b>
<b>11. CONCLUSION</b>	<b>46</b>
<b>12. ANNEXES</b>	<b>47</b>

## 1. OBJET DE L'ETUDE

---

Dans le cadre du projet d'implantation d'un parc éolien sur les communes de Bagneux (51), Clesles (51) et Estrelles sur Aube (10), la société Energieteam 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 dB + 40 dB = 43 dB ;
- 40 dB + 50 dB ≈ 50 dB.



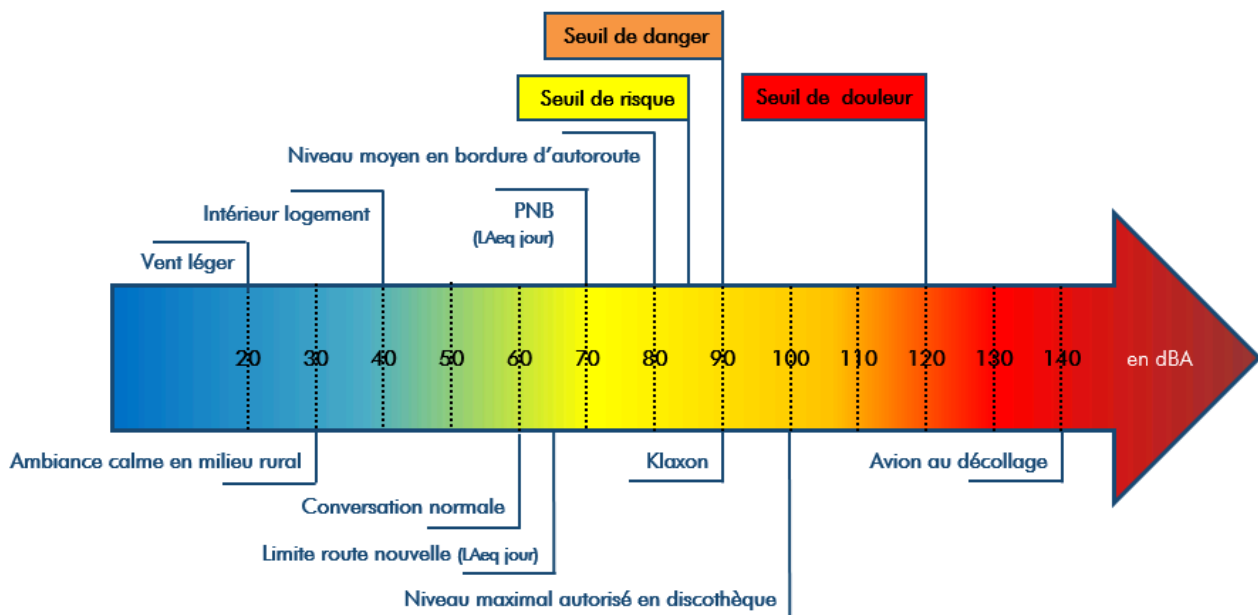
### Le décibel pondéré A (dBA)

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.

### 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.



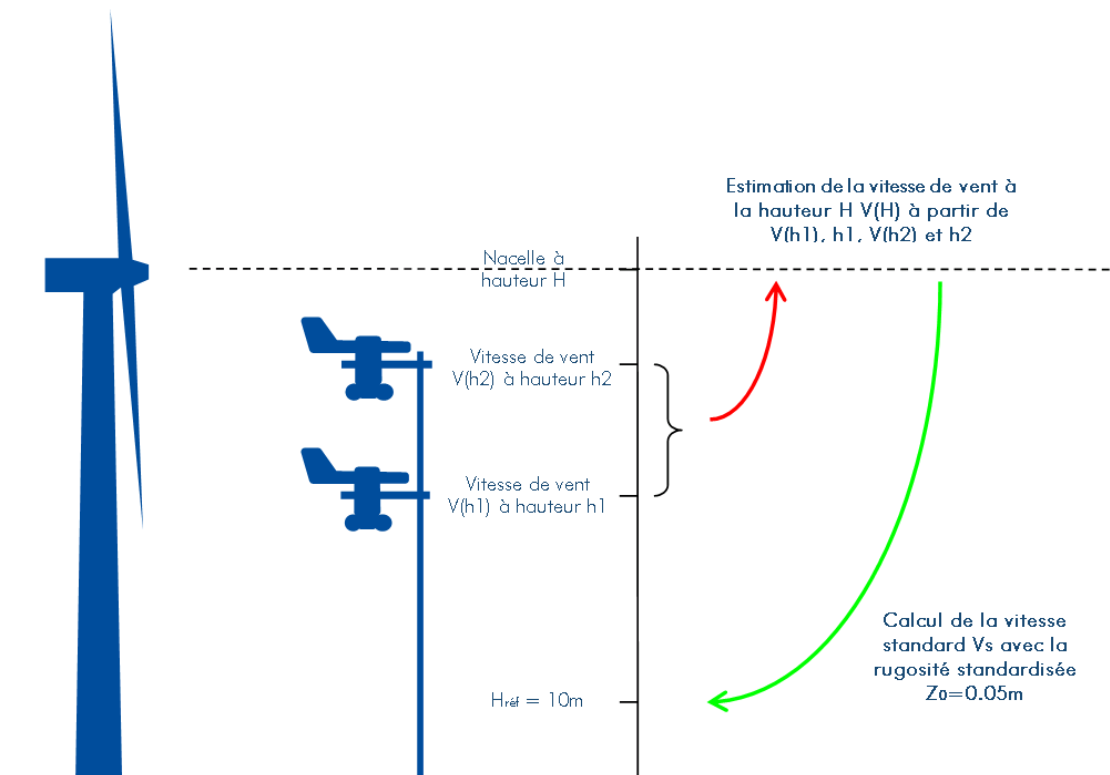
### Vitesse de vent standardisée - Hauteur de référence : $H_{ref} = 10m$

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. 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 également en cours de validation (norme NFS 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 dans sa version de juillet 2011. Les versions successives suivantes ont ainsi été datées de juillet 2011 et affectées d'un numéro de version.

#### 3.3. 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 correspondant à la section « Bruit » sont applicables au 1<sup>er</sup> janvier 2012 ; »

#### 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 décembre 2012. »

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. »

### 3.8. Décret n° 2016-1110 du 11 août 2016

Pour les installations relevant du titre Ier du livre V du présent code et les installations nucléaires de base relevant du titre IV de la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 modifiée relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire, cette description pourra être complétée dans le dossier de demande d'autorisation en application de l'article R. 512-3 et de l'article 8 du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 modifié relatif aux installations nucléaires de base et au contrôle, en matière de sûreté nucléaire, du transport de substances radioactives.

Une description des aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement et de leur évolution en cas de mise en œuvre du projet, dénommée " scénario de référence ", et un aperçu de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet, dans la mesure où les changements naturels par rapport au scénario de référence peuvent être évalués moyennant un effort raisonnable sur la base des informations environnementales et des connaissances scientifiques disponibles.

## 4. PRÉSENTATION DU PROJET

Le projet prévoit l'implantation de plusieurs éoliennes et se situe sur les communes de Bagnaux, Clesles (51) et Etreilles sur Aube (10).

La société Energie Team, en concertation avec VENATHEC, a retenu 6 points de mesure distincts représentant les habitations susceptibles d'être les plus exposées :

- Point n°1 : Saint-Oulph (Courte Durée) ;
- Point n°2 : Clesles ;
- Point n°2 bis : Clesles (Courte Durée) ;
- Point n°3 : Bagnaux ;
- Point n°4 : Bécheret ;
- Point n°5 : Etreilles-sur-Aube.


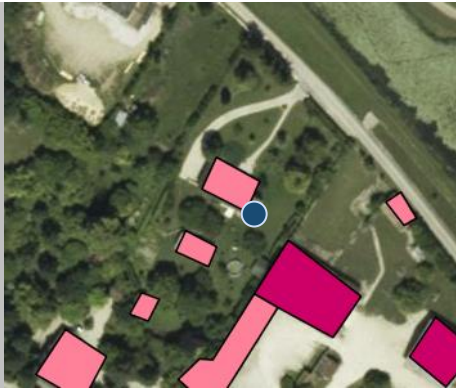

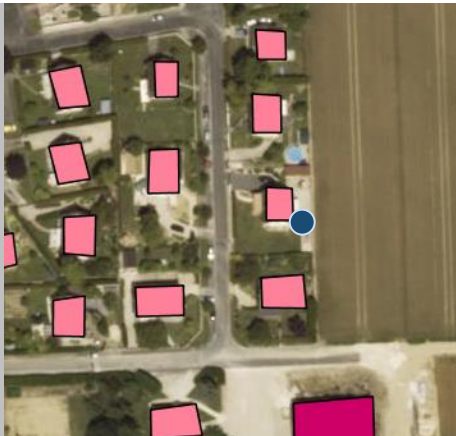
### Emplacement des points de mesures :



Dans la mesure du possible, les microphones ont été positionnés à l'abri :




- du vent, de sorte que son influence sur le microphone soit la plus négligeable possible ;
- de la végétation, pour refléter l'environnement sonore le plus indépendamment possible des saisons ;
- 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 CD	M. LAUTRIC 7 rue Maurice Dité 10170 SAINT OULPH		Route à proximité, Avifaune.
N°2	M. BERTHIER 19 rue du Paradis 51260 CLESLES		Route à proximité, Avifaune, Canal à proximité.
N°2 bis CD	M. CLEMENT 60 route de Saint- Oulph 51260 CLESLES		Route à proximité.
N°3	M. RICHOMME 15 rue Gustave Flaubert 51260 BAGNEUX		Route à proximité, Bruits de voisinage.

<p>N°4</p>	<p>M. HENOT 28 rue de la Sodoyère 51260 BAGNEUX</p>		<p>Végétation importante, Canal très proche, Avifaune.</p>
<p>N°5</p>	<p>M. CAZIN 3 rue des Quatre Vents 10170 ETRELLES SUR AUBE</p>		<p>Travaux, Climatisation extérieure.</p>

-  : Emplacement du microphone pendant la mesure
-  : Habitation
-  : Bâtiment non habité



## Représentativité du lieu de mesure par rapport à la zone d’habitations considérée :

Point	Observations
N°2, 3 et 5	L’environnement global de la zone d’habitations présente une végétation modérée. La mesure est réalisée en périphérie du village où les bruits de voisinage / d’activité humaine sont jugés moins importants. La mesure est réalisée dans la partie de la zone d’habitation la plus proche des éoliennes envisagées. Les sources sonores environnantes semblent caractéristiques de la zone d’habitations.
N°4	L’environnement global de la zone d’habitations présente une végétation très importante. La mesure est réalisée en périphérie du village où les bruits de voisinage / d’activité humaine sont jugés moins importants. La mesure est réalisée dans la partie de la zone d’habitation la plus proche des éoliennes envisagées. Les sources sonores environnantes semblent caractéristiques de la zone d’habitations.
N°1 et 2bis	Les points de mesure choisis correspondent à des habitations isolées

## Photographies des 6 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°2 bis



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. Matthias LESNE, 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](http://www.venathec.com)

### 5.2. Déroulement général

Période de mesure	Du 8 au 20 juin 2017
Durée de mesure	11 jours pour chacun des 4 points Longue Durée

### 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 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  $1^\circ$  et permettent une mesure fiable à  $360^\circ$  (sans trou de nord).



*Photographie du mât météorologique*

## 5.4. Conditions météorologiques rencontrées

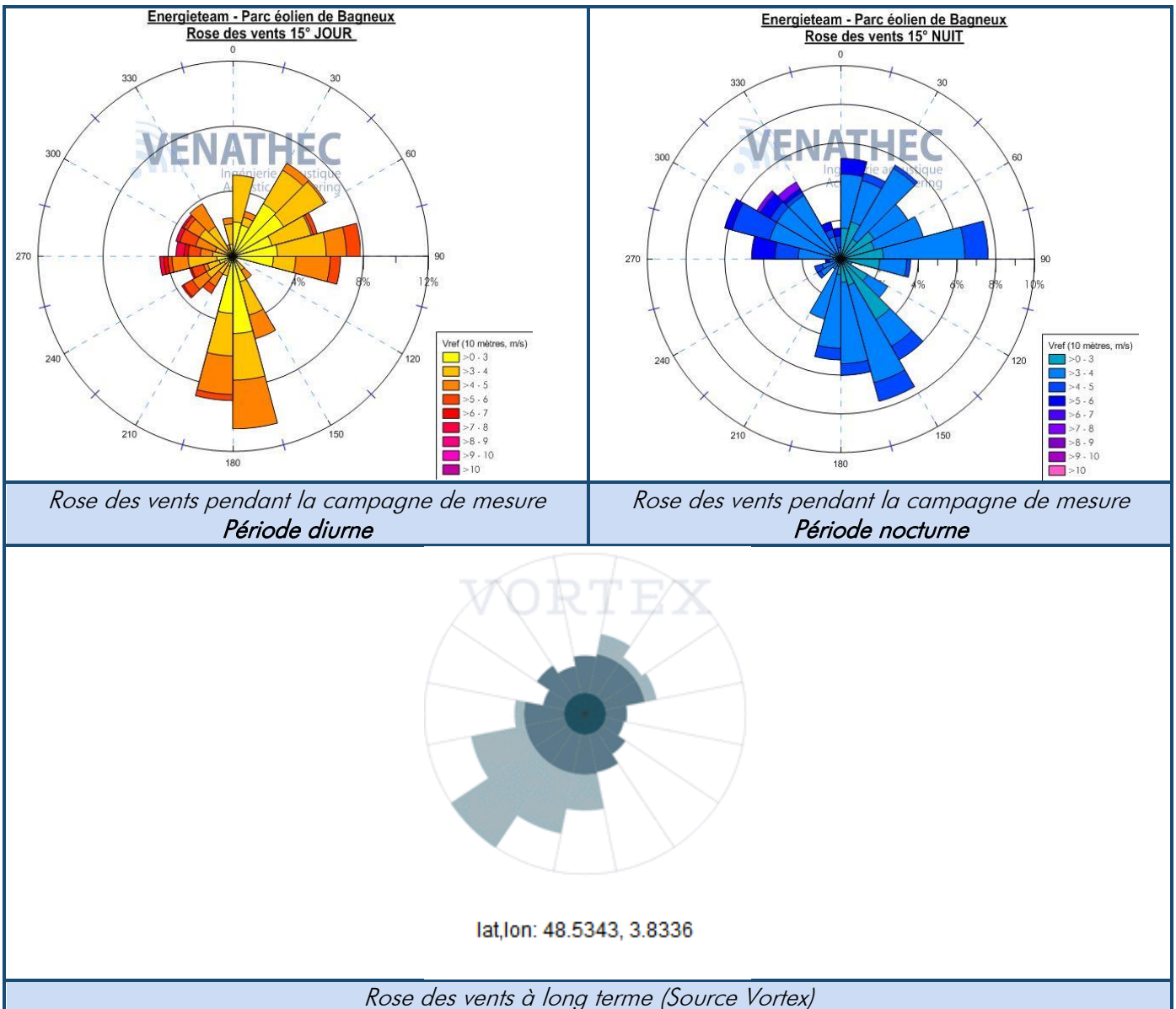
### Description des conditions météorologiques

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) 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.

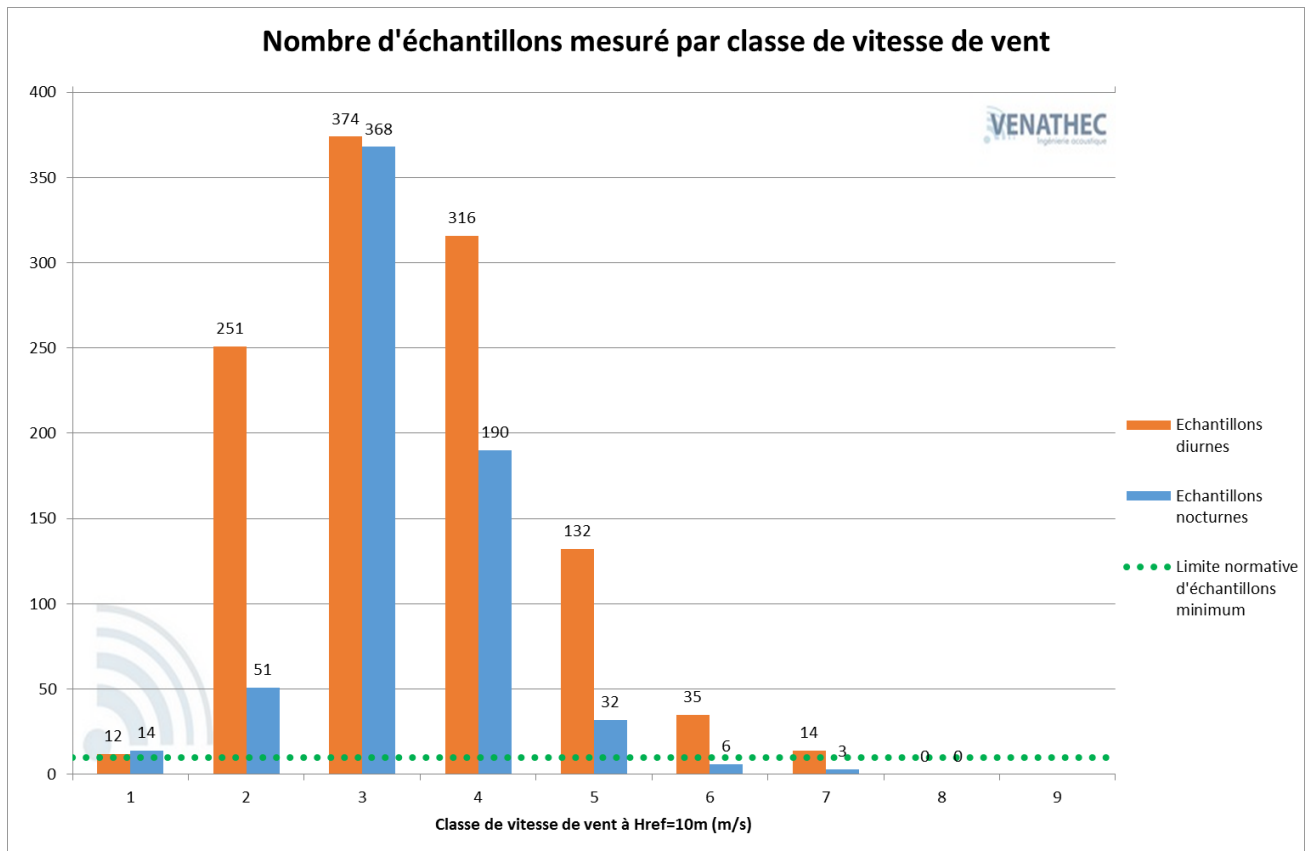
Conditions météorologiques rencontrées pendant le mesurage	Aucune précipitation Vitesse de vent jusqu'à 7 m/s à $H_{ref}=10m$ Direction dominante de vent : Sud-Ouest
Sources d'informations	Mât météorologique à $H=10 m$ (matériel VENATHEC) Données météo France (pluviométrie) Constatations de terrain

### 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 5 m/s en période diurne et 5 m/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...

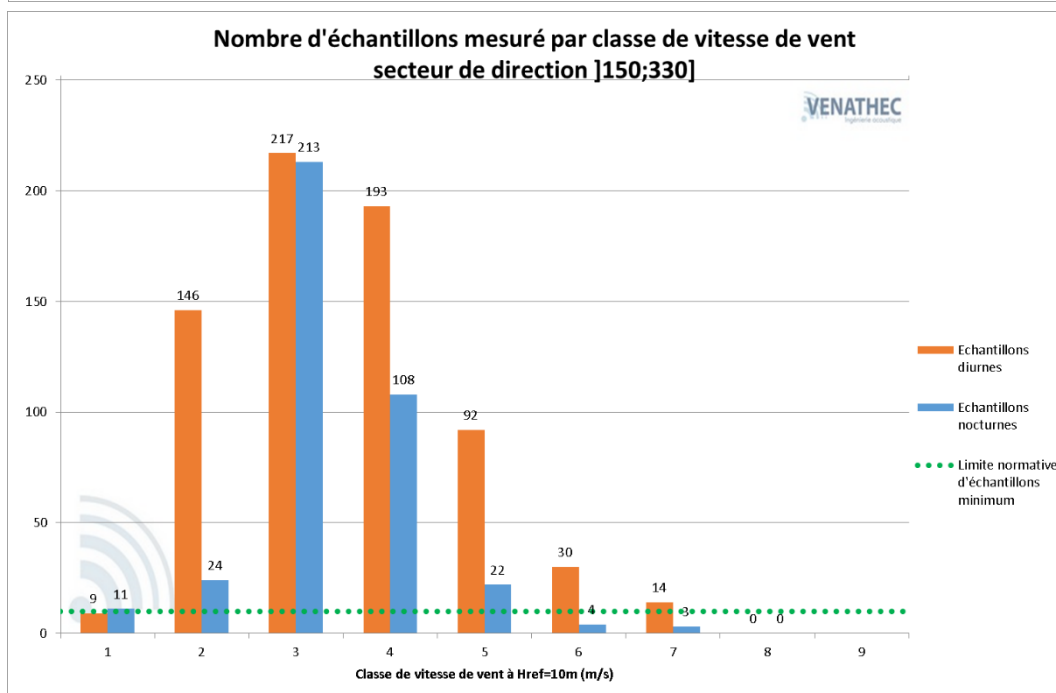
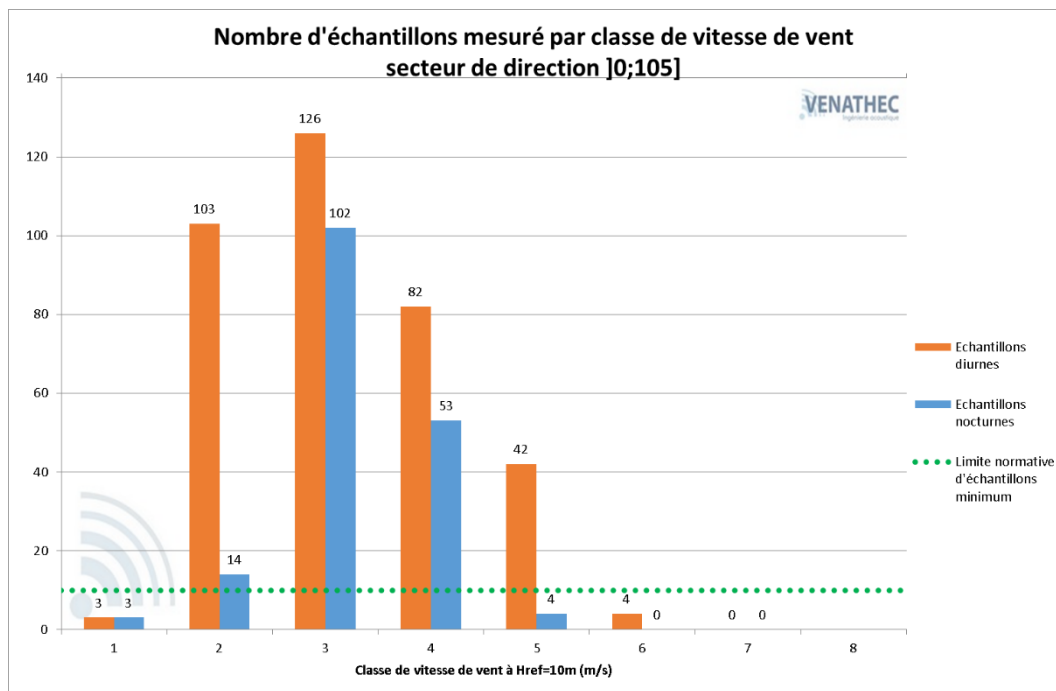
Une analyse des directions observées lors de la campagne de mesure est réalisée sur chaque intervalle de référence.

### 6.2. Choix des classes homogènes

Les roses des vents présentées précédemment nous ont permis de définir deux directions de vent principales pendant la campagne de mesures :

- Direction centrée sur le secteur ]0° ; 105°] - NE ;
- Direction centrée sur le secteur ]150° ; 330°] – SO.

Les graphiques ci-dessous présentent le comptage des échantillons collectés en période diurne et nocturne, en distinguant les deux secteurs de directions définis précédemment.



### Commentaires

Cette analyse a montré que le secteur ]0° ; 150°] présentait trop peu d'occurrence en moyennes et hautes vitesses pour pouvoir être analysé.

### 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 ]150° ; 330°] - SO en période diurne estivale de 7h à 22h ;
- Classe homogène 2 : Secteur ]150° ; 330°] - SO en période nocturne estivale 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.

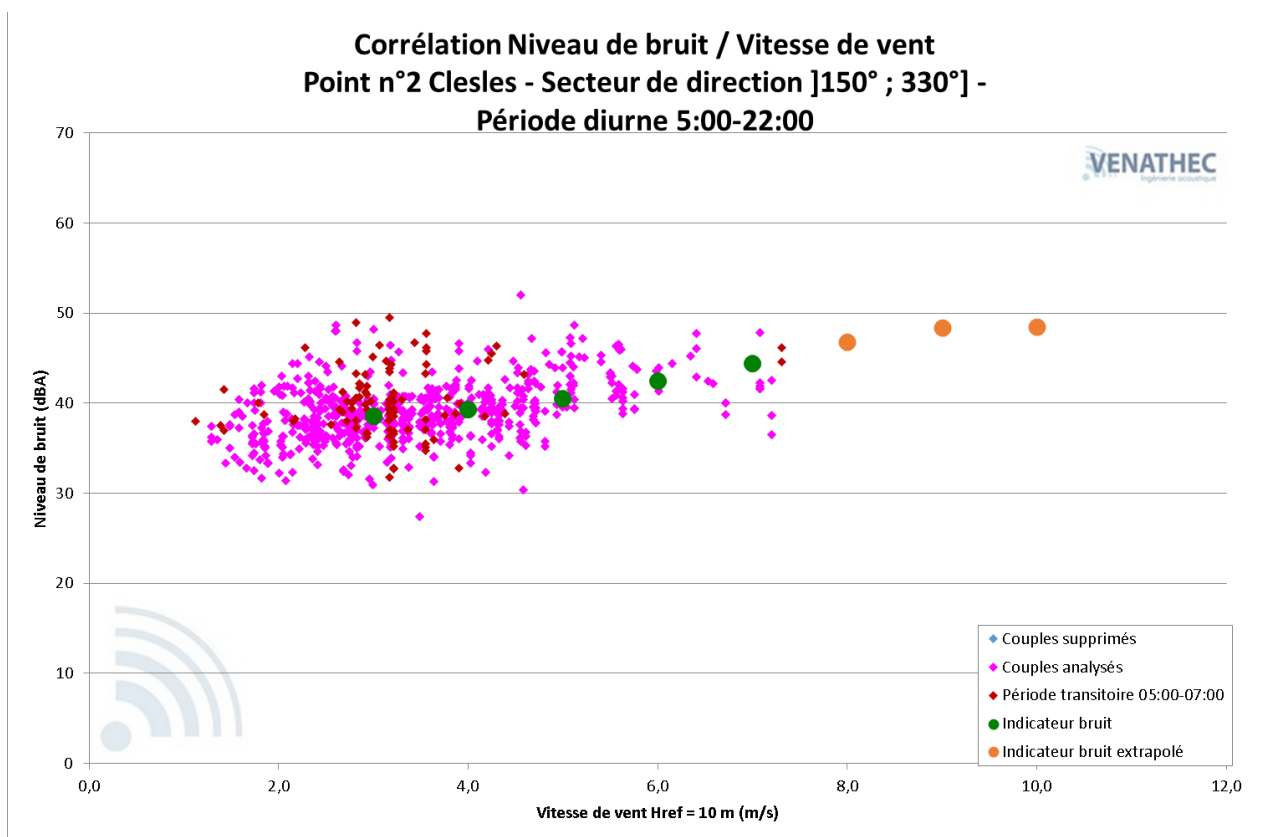
Afin d'obtenir des résultats indépendants de la hauteur de moyeu des machines, et comme le préconise le guide d'impact sur l'environnement des parcs éoliens de 2010 (cf. Annexe *Choix des paramètres retenus*), les vitesses de vent utilisées correspondent aux vitesses standardisées (hauteur de référence 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 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°2 : Clesles****En période diurne**

Classe de vitesse de vent standardisée à 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	272	179	80	30	16	0	0	0
Indicateur de bruit retenu	38,5	39,5	40,5	42,5	44,5	47,0	48,5	48,5
Incertitude Uc(Res)	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	--	--	--

**Commentaires**

Les couples ( $L_{res}$  – Vitesse de vent)<sub>10 minutes</sub> mesurés pour les vitesses de vent de 3 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 pour les vitesses de 8 et 10 m/s à  $H_{ref}=10$  m sont issus d'extrapolations réalisées à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

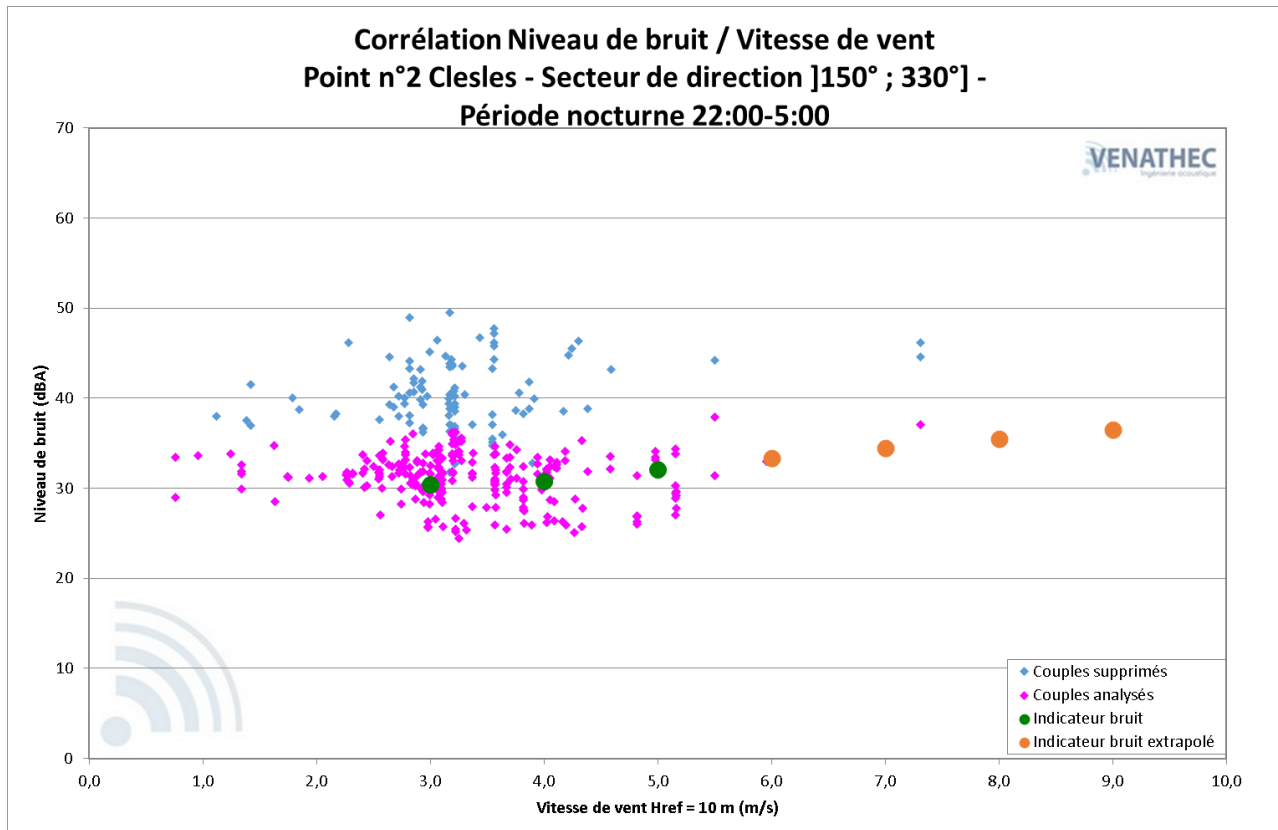
L'évolution des niveaux sonores en fonction de la vitesse du vent est cohérente et significative.

Les points rouges correspondent à une période transitoire nocturne vers diurne de 05h00 à 07h00. Initialement en période nocturne, les niveaux de bruit étaient plus représentatifs de la période diurne (chorus matinal). Ils ont donc été déplacés pour être analysés en période diurne.



## En période nocturne

Classe de vitesse de vent standardisée à 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	130	70	20	3	1	0	0	0
Indicateur de bruit retenu	30,5	30,5	32,0	33,5	34,5	35,5	36,5	37,0
Incertitude Uc(Res)	1,3	1,3	1,7	--	--	--	--	--

**Commentaires**

Les couples ( $L_{res}$  – Vitesse de vent)<sub>10 minutes</sub> 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 pour les vitesses de 6 à 10 m/s à  $H_{ref}=10$  m sont issus d'extrapolations réalisées à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

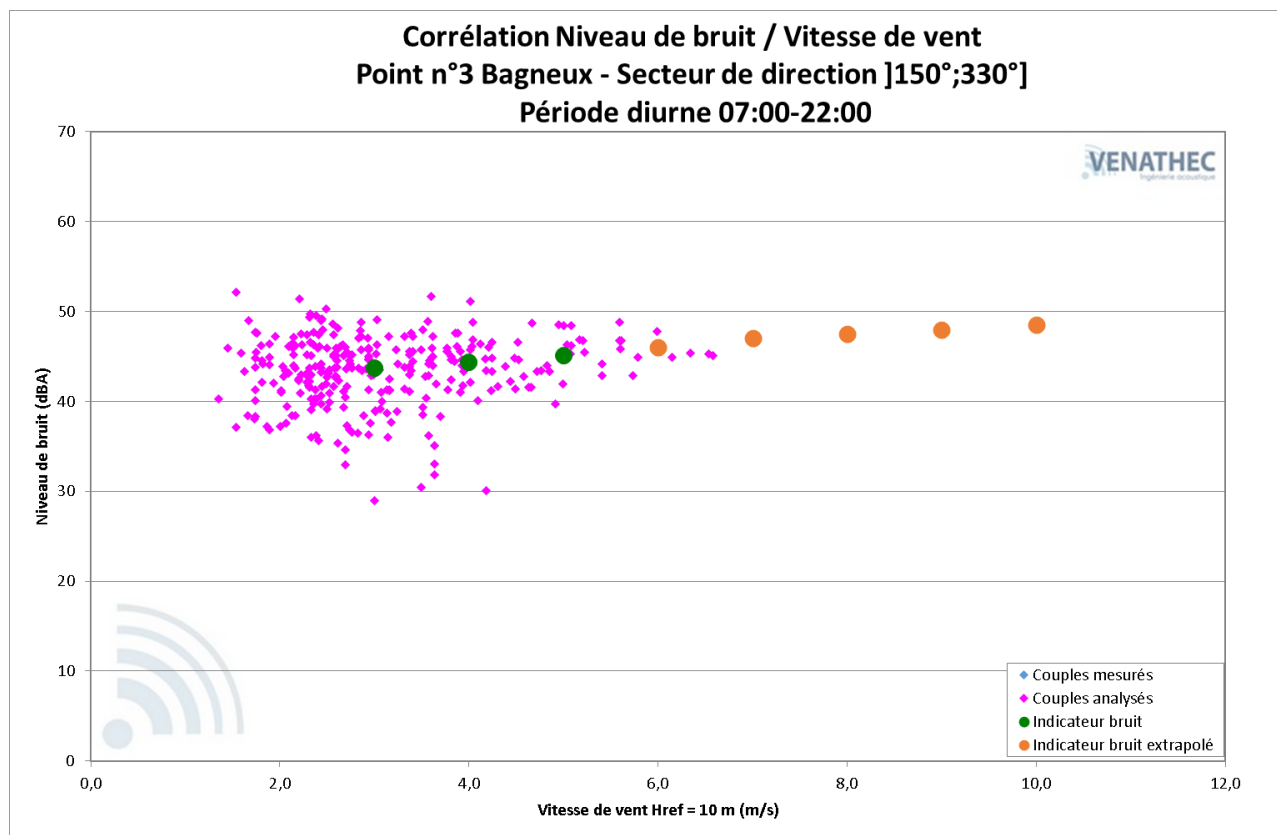
L'évolution des niveaux sonores en fonction de la vitesse du vent est cohérente et significative.

Les points bleus correspondent à des périodes transitoires. Ils ont donc été reportés sur l'analyse diurne.

**Point n°3 : Bagnaux**

En période diurne

Classe de vitesse de vent standardisée à 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	105	58	25	9	2	0	0	0
Indicateur de bruit retenu	43,5	44,5	45,0	46,0	47,0	47,5	48,0	48,5
Incertitude Uc(Res)	1,3	1,3	1,4	--	--	--	--	--

**Commentaires**

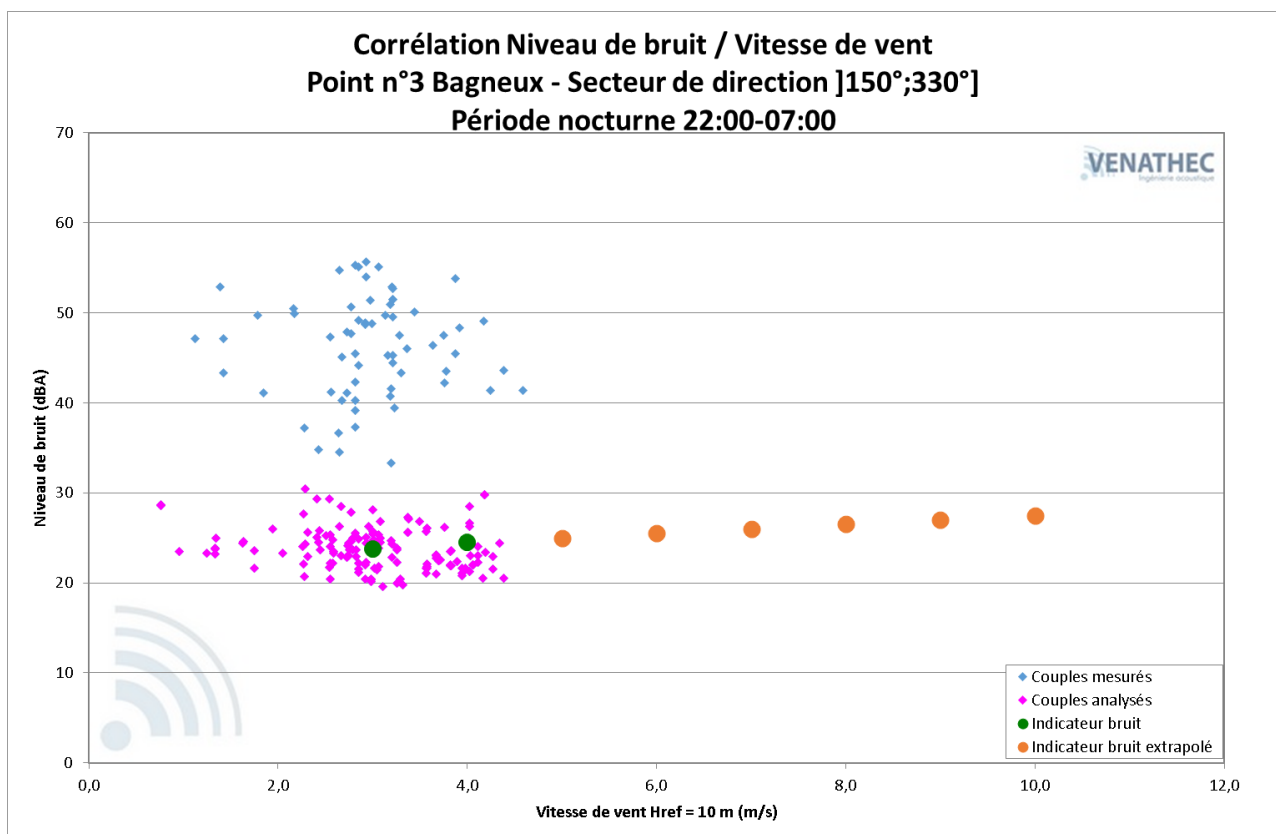
Les couples  $(L_{res} - \text{Vitesse de vent})_{10 \text{ minutes}}$  mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 5 m/s à  $H_{ref}=10 \text{ m}$  sont suffisants pour établir une estimation de niveaux résiduels représentatifs de la situation sonore du site.

Les niveaux retenus pour les vitesses de 6 et 10 m/s à  $H_{ref}=10 \text{ m}$  sont issus d'extrapolations réalisées 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.

## En période nocturne

Classe de vitesse de vent standardisée à 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	69	46	0	0	0	0	0	0
Indicateur de bruit retenu	24,0	24,5	25,0	25,5	26,0	26,5	27,0	27,5
Incertitude Uc(Res)	1,3	1,3	--	--	--	--	--	--

**Commentaires**

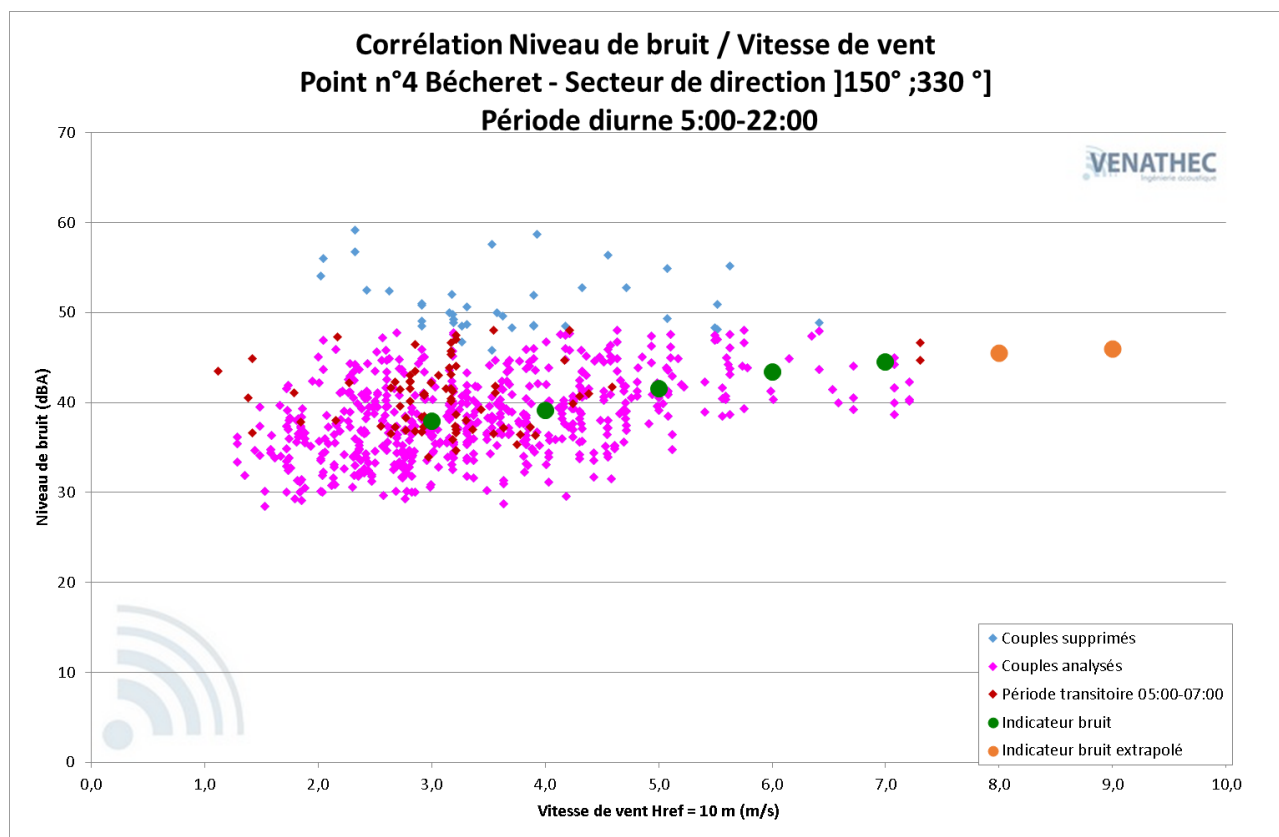
Les couples ( $L_{res}$  – Vitesse de vent)<sub>10 minutes</sub> mesurés pour les vitesses de vent de 3 et 4 m/s à  $H_{ref}=10$  m sont suffisants pour établir une estimation de niveaux résiduels représentatifs de la situation sonore du site. Les niveaux retenus pour les vitesses de 5 à 10 m/s à  $H_{ref}=10$  m sont issus d'extrapolations réalisées 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.

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

**Point n°4 : Bécheret****En période diurne**

Classe de vitesse de vent standardisée à 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	247	159	75	26	16	0	0	0
Indicateur de bruit retenu	38,0	39,0	41,5	43,5	44,5	45,5	46,0	46,5
Incertitude Uc(Res)	1,3	1,3	1,4	1,6	1,5	--	--	--

**Commentaires**

Les couples ( $L_{res}$  – Vitesse de vent)<sub>10 minutes</sub> mesurés pour les vitesses de vent de 3 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 pour les vitesses de 8 à 10m/s à  $H_{ref}=10$ m sont issus d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

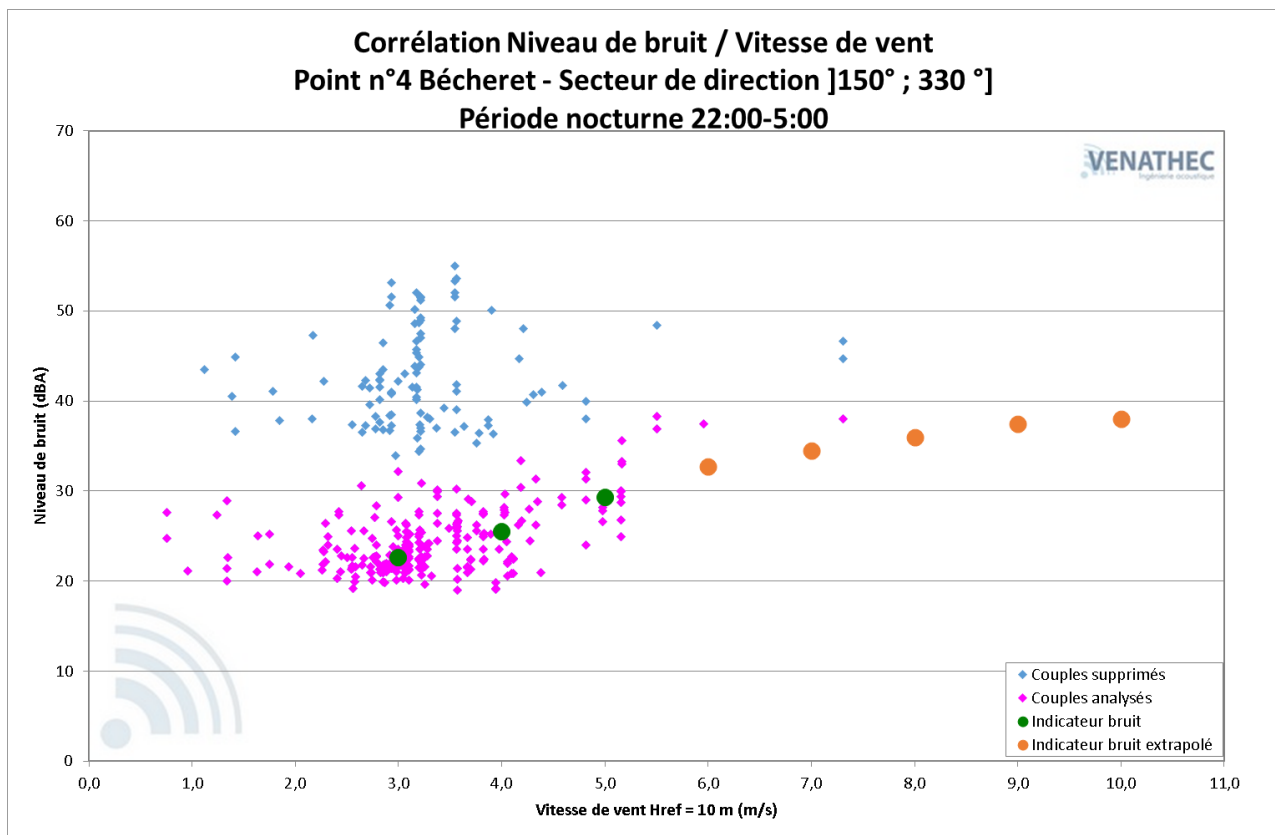
La dispersion des points sur le graphique est due à l'activité humaine, prépondérante en période diurne (activité agricole).

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

Les points rouges correspondent à une période transitoire nocturne vers diurne de 05h00 à 07h00. Initialement en période nocturne, les niveaux de bruit étaient plus représentatifs de la période diurne (chorus matinal). Ils ont donc été déplacés pour être analysés en période diurne.

**En période nocturne**

Classe de vitesse de vent standardisée à 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	129	71	18	3	1	0	0	0
Indicateur de bruit retenu	22,5	25,5	29,5	32,5	34,5	36,0	37,5	38,0
Incertitude Uc(Res)	1,3	1,4	1,7	--	--	--	--	--

**Commentaires**

Les couples  $(L_{res} - \text{Vitesse de vent})_{10 \text{ minutes}}$  mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 5 m/s à  $H_{ref}=10 \text{ m}$  sont suffisants pour établir une estimation de niveaux résiduels représentatifs de la situation sonore du site. Les niveaux retenus pour la vitesse de 6 à 10 m/s à  $H_{ref}=10 \text{ m}$  sont issus d'extrapolations réalisées à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

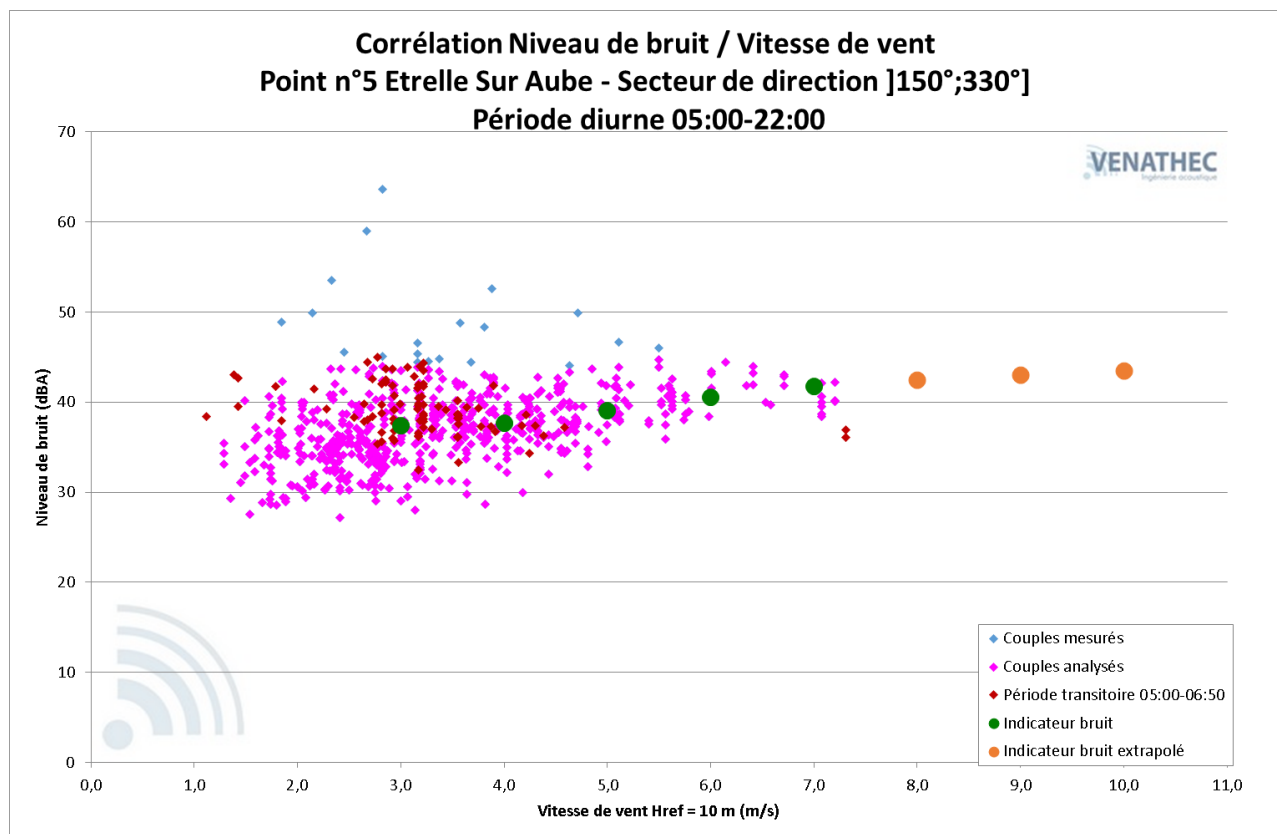
L'évolution des niveaux sonores en fonction de la vitesse du vent est cohérente et significative.

Les points bleus correspondent à des périodes transitoires. Ils ont donc été reportés sur l'analyse diurne.

**Point n°5 : Etreilles-sur-Aube**

En période diurne

Classe de vitesse de vent standardisée à 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	260	164	73	30	16	0	0	0
Indicateur de bruit retenu	37,5	37,5	39,0	40,5	41,5	42,5	43,0	43,5
Incertitude Uc(Res)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	--	--	--

**Commentaires**

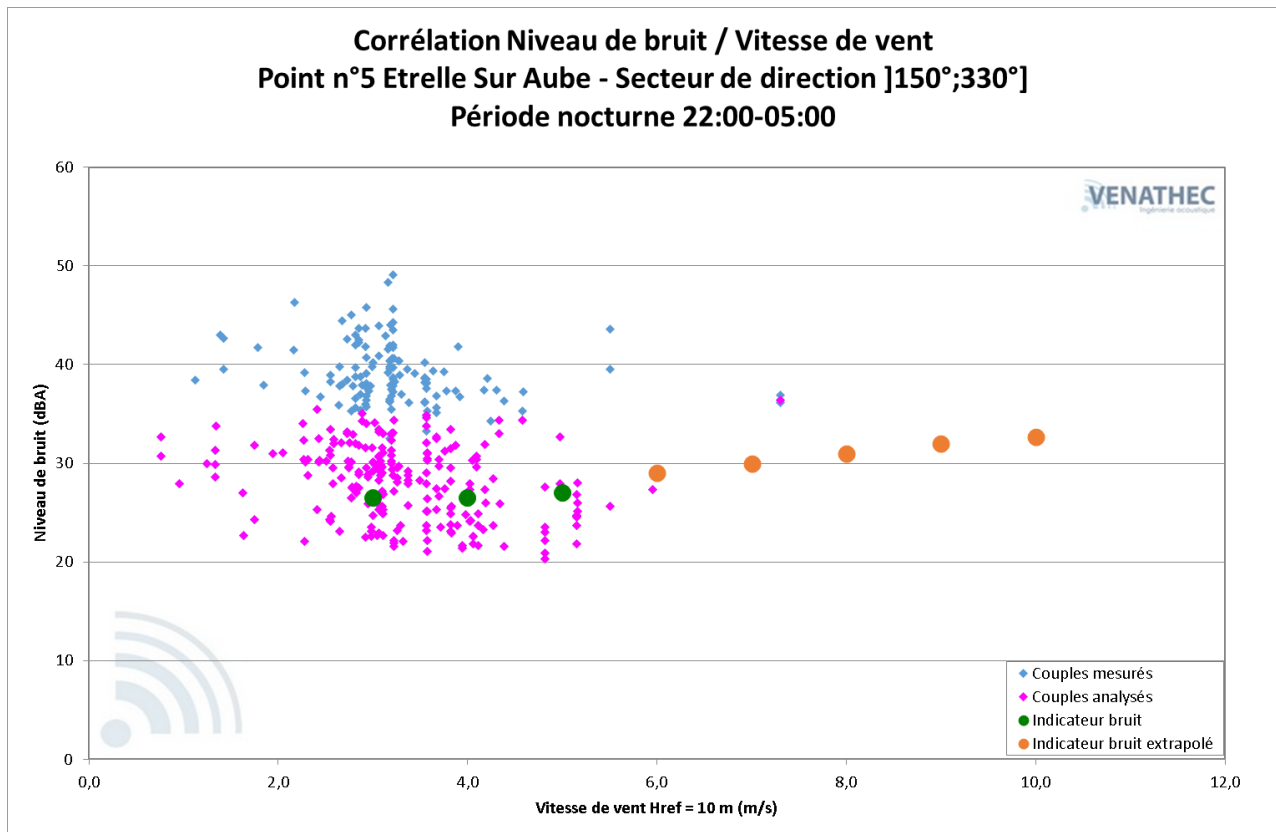
Les couples  $(L_{res} - \text{Vitesse de vent})_{10 \text{ minutes}}$  mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 7 m/s à  $H_{ref}=10 \text{ m}$  sont suffisants pour établir une estimation de niveaux résiduels représentatifs de la situation sonore du site. Les niveaux retenus pour les vitesses de 8 et 10 m/s à  $H_{ref}=10 \text{ m}$  sont issus d'extrapolations réalisées 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.

Les points rouges correspondent à une période transitoire nocturne vers diurne de 05h00 à 07h00. Initialement en période nocturne, les niveaux de bruit étaient plus représentatifs de la période diurne (chorus matinal). Ils ont donc été déplacés pour être analysés en période diurne.

**Période nocturne**

Classe de vitesse de vent standardisée à 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	113	68	19	2	1	0	0	0
Indicateur de bruit retenu	26,5	26,5	27,0	29,0	30,0	31,0	32,0	32,5
Incertitude Uc(Res)	1,3	1,5	1,6	--	--	--	--	--

**Commentaires**

Les couples ( $L_{res}$  – Vitesse de vent)<sub>10 minutes</sub> 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 pour la vitesse de 6 et 9 m/s à  $H_{ref}=10$ m sont issus d'extrapolations réalisées 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.

Les points bleus correspondent à des périodes transitoires. Ils ont donc été reportés sur l'analyse diurne.

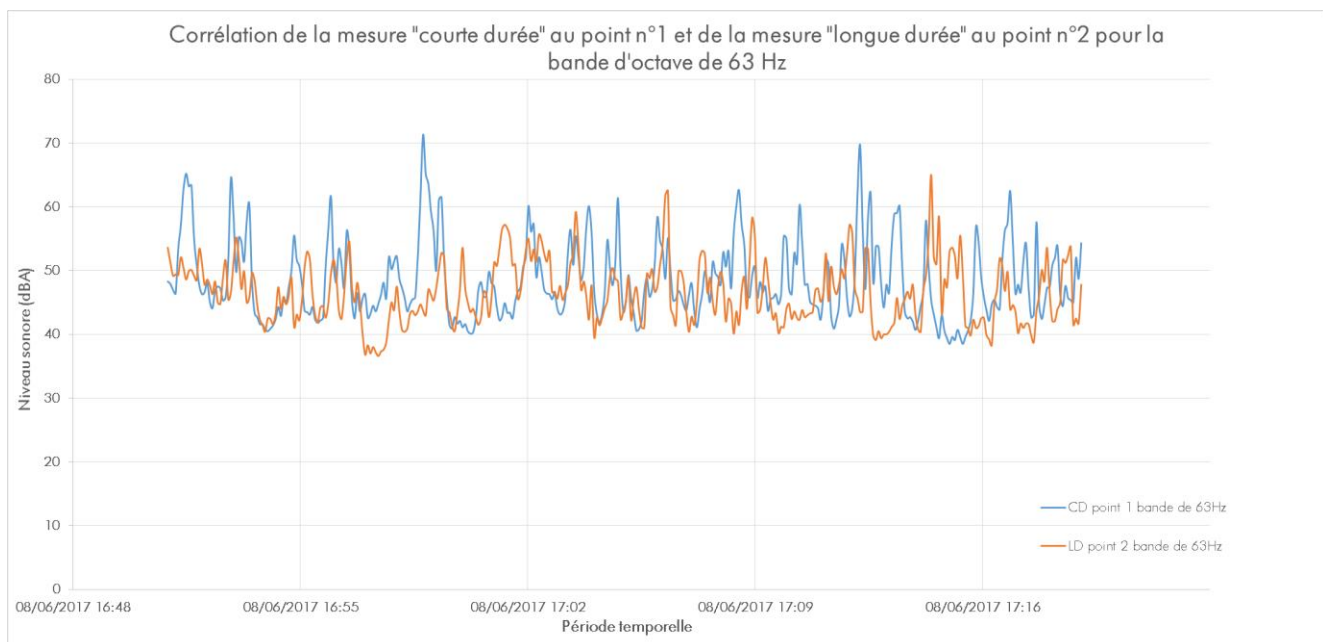
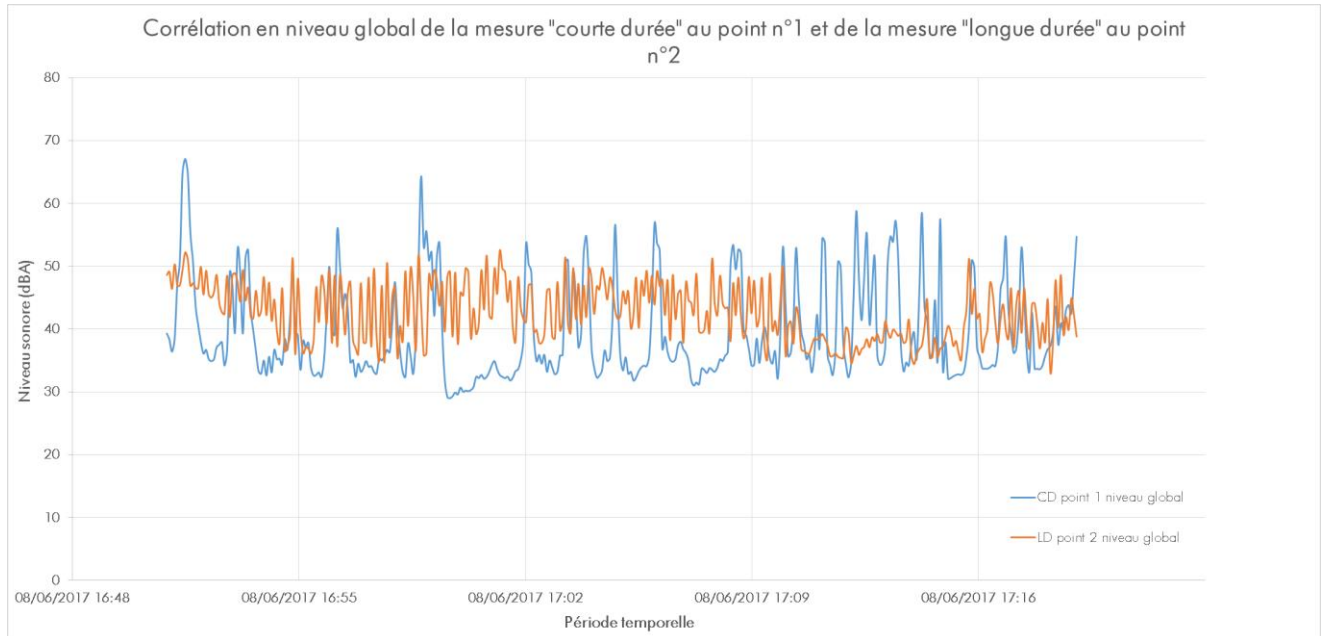


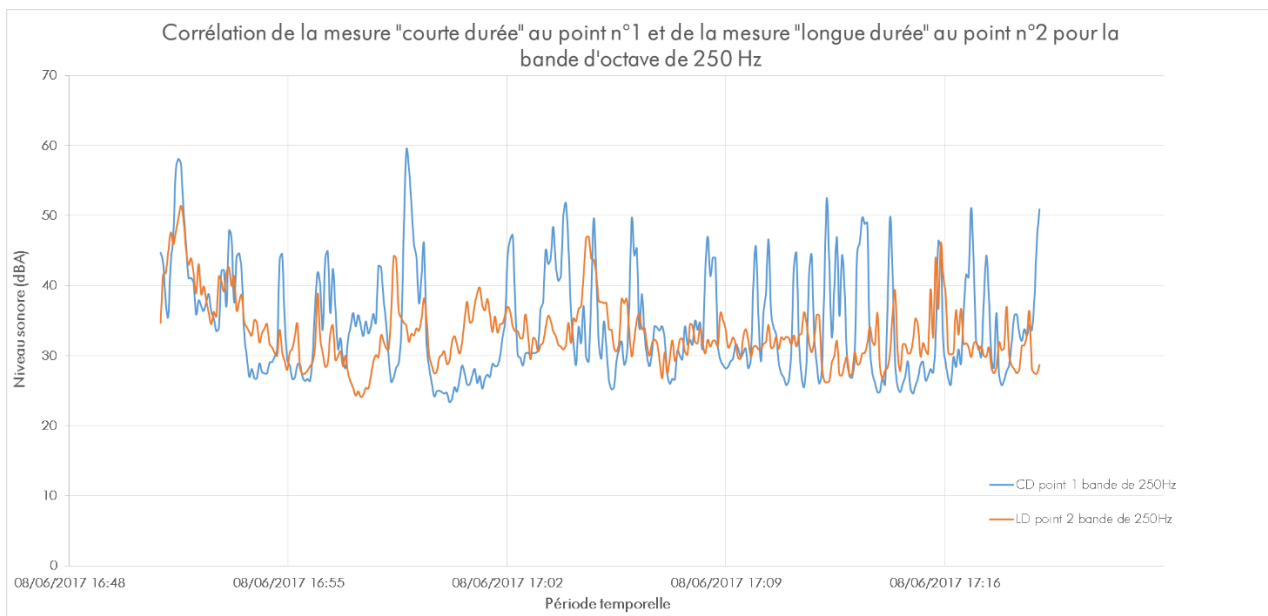
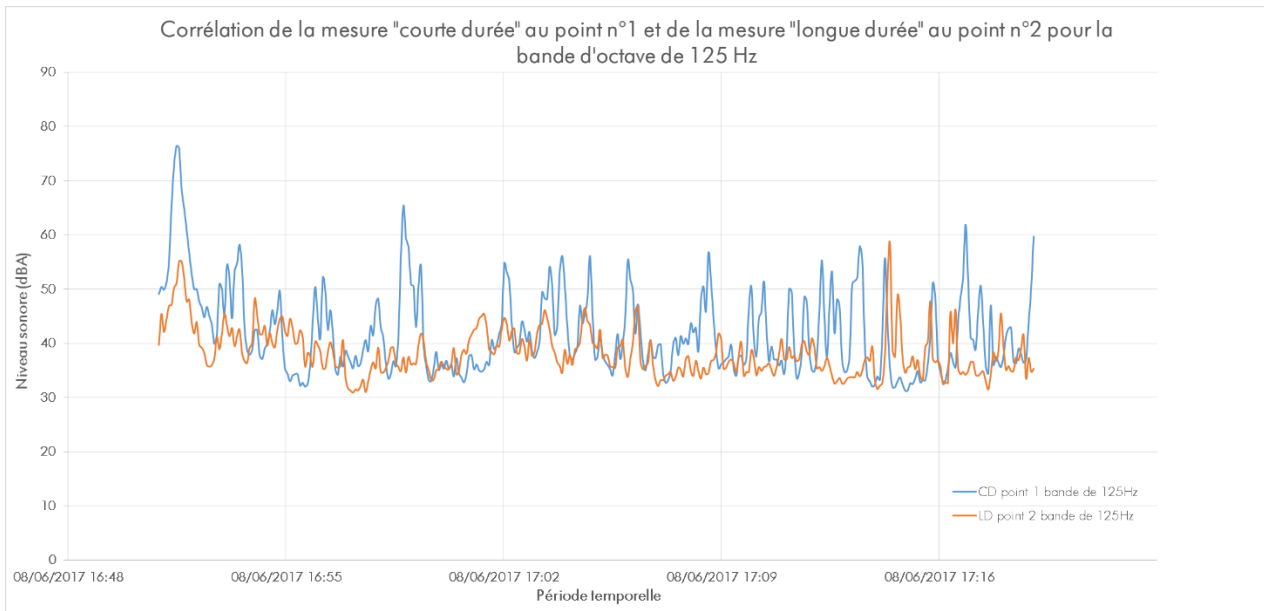
## Cas particulier de la mesure courte durée

### Point n°1 : 7 rue Maurice Dité, Saint Oulph

Le riverain étant absent, nous n'avons pas pu effectuer une mesure de bruit au sein de sa propriété. Nous avons réalisé une mesure dite « courte durée » aux abords de celle-ci, en simultanément avec les autres points.

Nous présentons ci-dessous les évolutions temporelles en niveau global, et sur les bandes d'octave centrées sur 63, 125 et 250 Hz du point n°1 dit « courte durée » et du point n°2 dit « longue durée » :





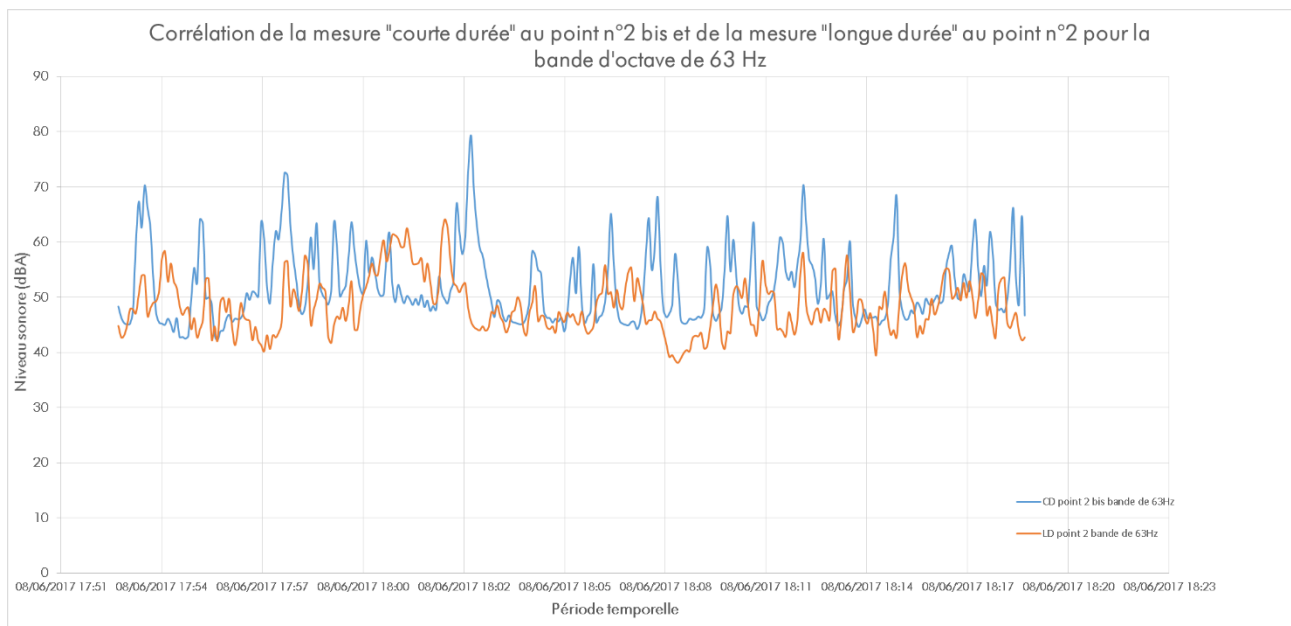
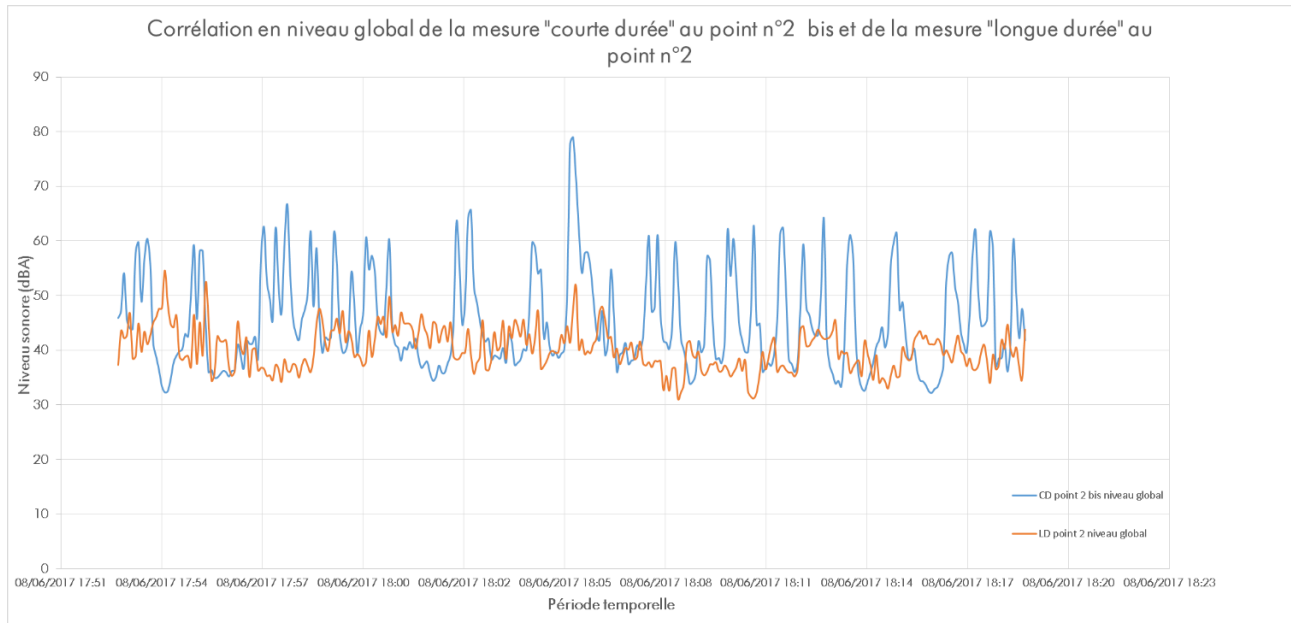
### Commentaires :

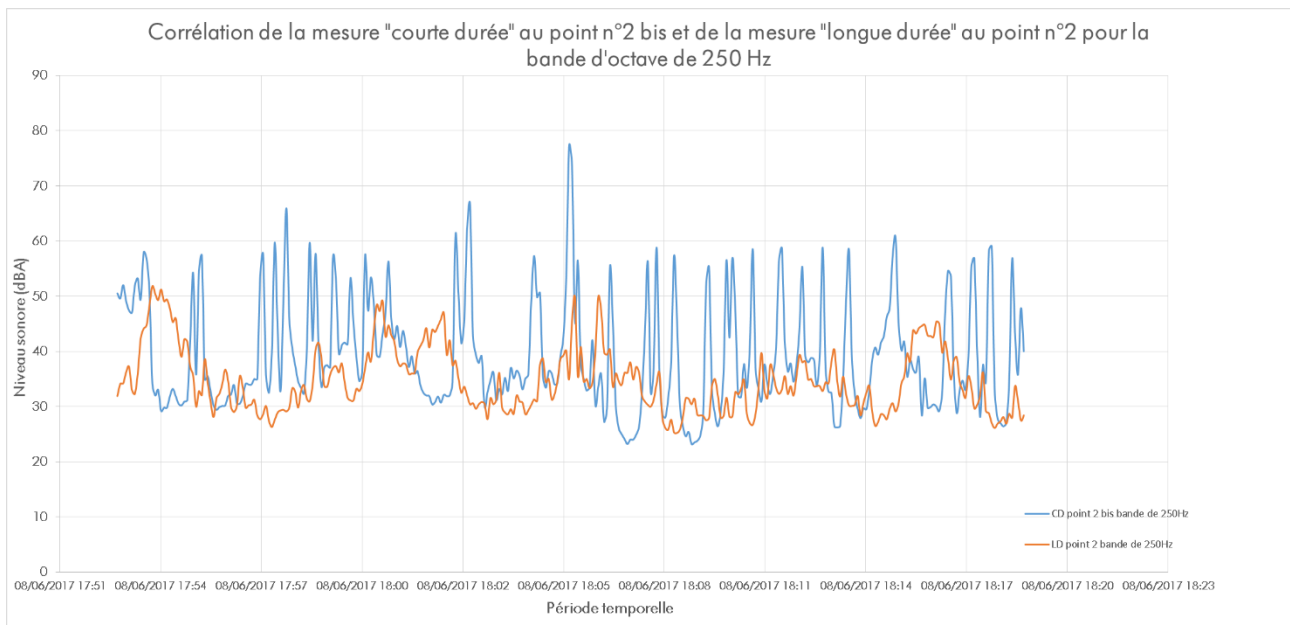
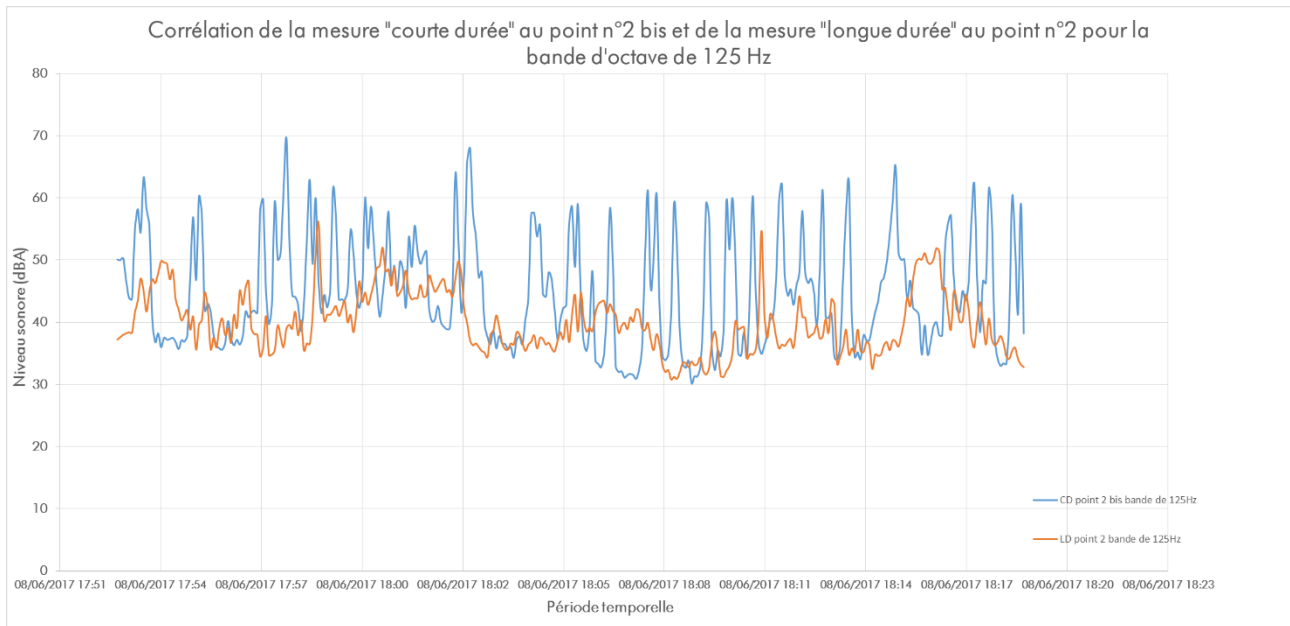
Les niveaux globaux des deux évolutions temporelles sont peu cohérents entre eux. Cependant, on remarque une similitude de signal à partir de 17h10 et une bonne cohérence sur les basses fréquences qui vont constituer majoritairement le bruit de fond du point de mesure. En effet, les niveaux résiduels qui ont été caractérisés précédemment reflètent surtout le bruit de fond d'un point de mesure (L50, perturbation à moyen terme et non les signaux de type impulsion etc...). Ainsi, par similitude entre le point de courte durée et le point n°2 sur les basses fréquences, nous nous servirons par conséquent des niveaux de bruit mesurés au point n°2 afin d'évaluer les émergences sonores prévisionnelles au point n°1.

**Point n°2 bis : 60 route de Saint-Oulph, Clesles**

Une mesure dite « courte durée » a été effectuée aux abords de l'emplacement du point n°2 bis afin de caractériser l'environnement sonore du point, en simultané avec les autres points « longue durée ».

Nous présentons ci-dessous les évolutions temporelles en niveau global, et sur les bandes d'octave centrées sur 63, 125 et 250 Hz du point n°2 bis dit « courte durée » et du point n°2 dit « longue durée » :





### Commentaires :

L'évolution temporelle montre une bonne corrélation entre les niveaux de bruit enregistrés au point n°2 bis et ceux enregistrés au point n°2, malgré des perturbations temporaires au point de courte durée essentiellement dues au passage de voitures devant le point de mesure n°2 bis. Nous nous servirons par conséquent des niveaux de bruit mesurés au point n°2 afin d'évaluer les émergences sonores prévisionnelles au point n°2 bis.

## 6.4. Indicateurs bruit résiduel DIURNES retenus - Secteur SO ]150° ; 330°]

Indicateurs de bruit résiduel en dBA en fonction de la vitesse de vent Secteur SO : ]150° ; 330°] Période DIURNE								
Point de mesure	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10m/s
Point n°1 Saint Oulph	<i>38,5</i>	<i>39,5</i>	<i>40,5</i>	<i>42,5</i>	<i>44,5</i>	<i>47,0</i>	<i>48,5</i>	<i>48,5</i>
Point n°2 Clesles	<i>38,5</i>	<i>39,5</i>	<i>40,5</i>	<i>42,5</i>	<i>44,5</i>	<i>47,0</i>	<i>48,5</i>	<i>48,5</i>
Point n°2 bis Clesles	<i>38,5</i>	<i>39,5</i>	<i>40,5</i>	<i>42,5</i>	<i>44,5</i>	<i>47,0</i>	<i>48,5</i>	<i>48,5</i>
Point n°3 Bagnaux	43,5	44,5	45,0	46,0	47,0	47,5	48,0	48,5
Point n°4 Bécheret	38,0	39,0	41,5	43,5	44,5	45,5	46,0	46,5
Point n°5 Etreilles-sur-Aube	37,5	37,5	39,0	40,5	41,5	42,5	43,0	43,5

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.
- En l'absence de vitesses de vent supérieures à 7 m/s, une extrapolation a été effectuée. Les niveaux correspondants seront à considérer avec précaution.
- Ces estimations sont soumises à une incertitude de mesurage.

## 6.5. Indicateurs bruit résiduel NOCTURNES retenus - Secteur SO ]150° ; 330°]

Indicateurs de bruit résiduel en dBA en fonction de la vitesse de vent Secteur SO : ]150° ; 330°] Période NOCTURNE								
Point de mesure	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10m/s
Point n°1 Saint Oulph	<i>30,5</i>	<i>30,5</i>	<i>32,0</i>	<i>33,5</i>	<i>34,5</i>	<i>35,5</i>	<i>36,5</i>	<i>37,0</i>
Point n°2 Clesles	<i>30,5</i>	<i>30,5</i>	<i>32,0</i>	<i>33,5</i>	<i>34,5</i>	<i>35,5</i>	<i>36,5</i>	<i>37,0</i>
Point n°2 bis Clesles	<i>30,5</i>	<i>30,5</i>	<i>32,0</i>	<i>33,5</i>	<i>34,5</i>	<i>35,5</i>	<i>36,5</i>	<i>37,0</i>
Point n°3 Bagneux	24,0	24,5	25,0	25,5	26,0	26,5	27,0	27,5
Point n°4 Bécheret	22,5	25,5	29,5	32,5	34,5	36,0	37,5	38,0
Point n°5 Etreilles-sur-Aube	26,5	26,5	27,0	29,0	30,0	31,0	32,0	32,5

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.
- En l'absence de vitesses de vent supérieures à 6 m/s, une extrapolation a été effectuée. Les niveaux correspondants seront à considérer avec précaution.
- 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 quatre lieux distincts sur une période de 11 jours, pour des vitesses de vent comprises entre 0 et 7 m/s à  $H_{ref} = 10$  m, afin de qualifier l'état initial acoustique du site de Bagneux (51).

En complément, afin de permettre une étude la plus complète possible, deux mesures dites « courte durée » ont été effectuées aux emplacements n°1 et n°2 bis. Ces mesures ont été corrélées avec les mesures « longue durée » réalisées en simultanée.

**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 7 m/s sur deux classes homogènes de bruit :**

- Classe homogène 1 : Secteur ]150° ; 330°] - SO en période diurne estivale ;
- Classe homogène 2 : Secteur ]150° ; 330°] - SO en période nocturne estivale.

Compte tenu des incertitudes des mesurages calculées, les indicateurs de bruit présentant plus de 10 échantillons semblent relativement 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. Les valeurs correspondantes seront 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 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 été, 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.

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

En application du **Décret n° 2016-1110 du 11 août 2016 relatif à la modification des règles applicables à l'évaluation environnementale des projets, plans et programmes** il ne nous a pas été fourni de données environnementales nécessaires et suffisantes permettant l'évaluation probable de l'environnement sonore en l'absence de mise en œuvre du projet.

Notons que cette évaluation ne peut être réalisée qu'à partir de données prospectives au niveau des POS et PLU des zones concernées, notamment sur des projets validés, ainsi qu'au niveau des TMJA routiers des infrastructures de transport. A la date de rédaction des présentes, ces données ne nous ont pas été fournies, ce qui ne nous permet pas de répondre scientifiquement aux principes énoncés dans le décret susvisé.



## 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 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.

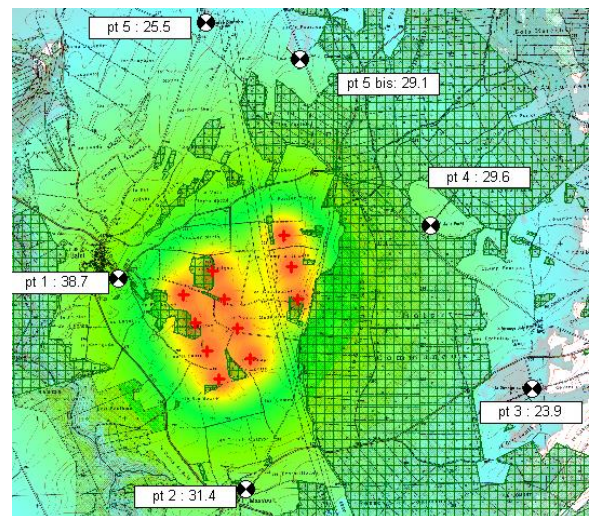
Notre retour d'expérience, et notamment notre travail relatif aux études post-implantation des éoliennes, nous ont permis de nous conforter dans les paramètres et codes de calculs utilisés et ainsi de fiabiliser nos estimations.

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.



Exemple : CadnaA - Cartographie sonore

## 8.2. Description et emplacement des éoliennes

Le projet prévoit l'implantation de 7 éoliennes illustrées ci-dessous :



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 NORDEX N131 (99 m de hauteur de moyeu et d'une puissance de 3,0 MW) sont reprises dans le tableau suivant :

L <sub>wA</sub> (en dBA) – N131 - 3,0 MW – HH=99m								
Vitesse de vent à H <sub>ref</sub> =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
<b>Mode normal</b>	92,0	95,0	100,0	101,0	101,5	101,5	101,5	101,5

Ces données sont issues du document n°E0003089957 Revision 00 F008\_263\_A14\_EN\_R00 du 05 août 2016, établi par la société NORDEX. Elles sont conformes à la norme IEC 61400-11. Les mesures ont été réalisées pour des machines dont la puissance nominale est de 3 MW.

### 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 à l'étude, 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	<b>RISQUE FAIBLE</b>
	0,0 < Dépassement ≤ 1,0 dBA	<b>RISQUE MODÉRÉ</b>
	1,0 < Dépassement ≤ 3,0 dBA	<b>RISQUE PROBABLE</b>
	Dépassement > 3,0 dBA	<b>RISQUE TRES PROBABLE</b>

- 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_Saint Oulph	Lamb	38,5	39,5	40,5	42,5	44,5	47,0	48,5	48,5	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	
Pt2_Clesles	Lamb	38,5	39,5	40,5	42,5	44,5	47,0	48,5	48,5	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	
Pt2bis_Clesles	Lamb	38,5	39,5	41,0	43,0	44,5	47,0	48,5	48,5	FAIBLE
	E	0,0	0,0	0,5	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	
Pt3_Bagneux	Lamb	43,5	44,5	45,0	46,0	47,0	47,5	48,0	48,5	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	
Pt4_Becheret	Lamb	38,0	39,0	41,5	43,5	44,5	45,5	46,0	46,5	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	
Pt5_Etreilles sur Aube	Lamb	37,5	37,5	39,5	41,0	42,0	43,0	43,0	43,5	FAIBLE
	E	0,0	0,0	0,5	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	

Interprétations des résultats pour la période diurne :

Selon nos estimations et hypothèses retenues, aucun dépassement des seuils réglementaires diurnes n'ont été relevés au niveau des six zones d'habitations étudiées.

## 8.6. Résultats prévisionnels en période nocturne

Echelle de risque utilisée :

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

- 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_Saint Oulph	Lamb	31,0	31,0	33,0	34,5	35,5	36,0	37,0	37,5	FAIBLE
	E	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Pt2_Clesles	Lamb	30,5	31,0	33,0	34,5	35,5	36,0	37,0	37,5	FAIBLE
	E	0,0	0,5	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Pt2bis_Clesles	Lamb	31,0	31,5	34,0	35,5	36,5	37,0	37,5	38,0	FAIBLE
	E	0,5	1,0	2,0	2,0	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	
Pt3_Bagneux	Lamb	24,5	25,5	27,0	27,5	28,0	28,5	28,5	29,0	FAIBLE
	E	0,5	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,5	1,5	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Pt4_Becheret	Lamb	23,5	26,5	30,5	33,0	35,0	36,5	37,5	38,0	FAIBLE
	E	1,0	1,0	1,0	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	
Pt5_Etreilles sur Aube	Lamb	27,5	28,5	31,0	32,5	33,5	34,0	34,0	34,5	FAIBLE
	E	1,0	2,0	4,0	3,5	3,5	3,0	2,0	2,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

Interprétations des résultats pour la période nocturne :

Selon nos estimations et hypothèses retenues, aucun dépassement des seuils réglementaires nocturnes n'ont été relevés au niveau des six zones d'habitations étudiées.

## 9. NIVEAUX DE BRUIT SUR LE PERIMETRE DE L'INSTALLATION

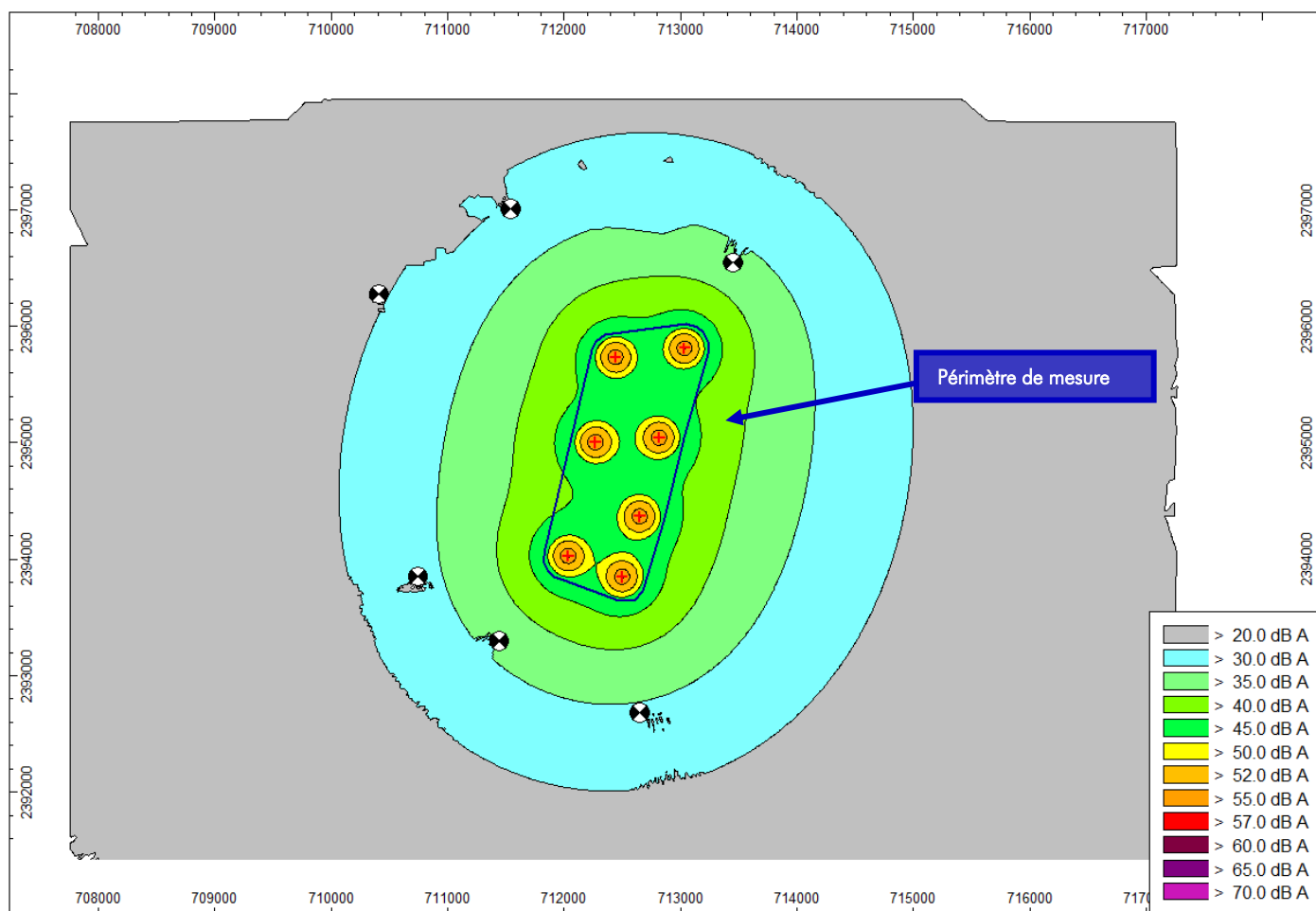
L'arrêté du 26 août 2011 impose un niveau de bruit à ne pas dépasser sur le périmètre de l'installation, en périodes diurne (70 dBA) et nocturne (60 dBA).

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 : »

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

$$\text{soit } R = 1,2 \times (99 + 65,5) = 197,4 \text{ mètres}$$

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 200m 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 7 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 45 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 48 dBA et donc inférieurs au seuil le plus restrictif.



## 10. TONALITE MARQUEE

Une analyse du critère de tonalité est effectuée à partir des documents fournis par la société NORDEX pour les machines de type N131, référencé F008\_263\_A17\_EN\_R00 daté du 05 août 2016. Cette analyse est réalisée pour les vitesses de vent de 3 à 10 m/s (à Href=10m) 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.

Classe de vitesse de vent standardisée		3 m/s		4 m/s		5 m/s		6m/s	
f (Hz)	Limite ICPE (dB)	Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE
31,5	--	98,7		101,7		104,6		105,6	
40	--	98,6		101,6		103,5		104,5	
50	10	96,1	NON	99,1	NON	102,5	NON	103,5	NON
63	10	96,6	NON	99,6	NON	102,3	NON	103,3	NON
80	10	94,7	NON	97,7	NON	102,0	NON	103,0	NON
100	10	93,4	NON	96,4	NON	102,4	NON	103,4	NON
125	10	93,2	NON	96,2	NON	99,7	NON	100,7	NON
160	10	92,0	NON	95,0	NON	98,1	NON	99,1	NON
200	10	90,7	NON	93,7	NON	97,4	NON	98,4	NON
250	10	89,3	NON	92,3	NON	96,2	NON	97,2	NON
315	10	88,1	NON	91,1	NON	95,5	NON	96,5	NON
400	5	85,5	NON	88,5	NON	93,3	NON	94,3	NON
500	5	83,4	NON	86,4	NON	91,4	NON	92,4	NON
630	5	82,5	NON	85,5	NON	91,1	NON	92,1	NON
800	5	80,7	NON	83,7	NON	89,3	NON	90,3	NON
1000	5	80,5	NON	83,5	NON	89,6	NON	90,6	NON
1250	5	79,2	NON	82,2	NON	88,5	NON	89,5	NON
1600	5	78,5	NON	81,5	NON	87,6	NON	88,6	NON
2000	5	77,7	NON	80,7	NON	86,5	NON	87,5	NON
2500	5	76,7	NON	79,7	NON	85,8	NON	86,8	NON
3150	5	75,8	NON	78,8	NON	84,1	NON	85,1	NON
4000	5	76,4	NON	79,4	NON	82,3	NON	83,3	NON
5000	5	75,1	NON	78,1	NON	80,4	NON	81,4	NON
6300	5	72,1	NON	75,1	NON	78,0	NON	79,0	NON
8000	5	66,5	Données insuffisantes	69,5	Données insuffisantes	73,1	Données insuffisantes	74,1	Données insuffisantes
10000	--	63,8		66,8		68,8		69,8	
12500	--	ND*		ND*		ND*		ND*	

\* ND: Non disponible

Classe de vitesse de vent standardisée	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
--	-------	-------	-------	--------

f (Hz)	Limite ICPE (dB)	Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE
31,5	--	106,1		106,1		108,7		108,7	
40	--	105,0		105,0		107,0		107,0	
50	10	104,0	NON	104,0	NON	106,2	NON	106,2	NON
63	10	103,8	NON	103,8	NON	105,4	NON	105,4	NON
80	10	103,5	NON	103,5	NON	104,2	NON	104,2	NON
100	10	103,9	NON	103,9	NON	104,1	NON	104,1	NON
125	10	101,2	NON	101,2	NON	100,8	NON	100,8	NON
160	10	99,6	NON	99,6	NON	99,4	NON	99,4	NON
200	10	98,9	NON	98,9	NON	98,2	NON	98,2	NON
250	10	97,7	NON	97,7	NON	96,1	NON	96,1	NON
315	10	97,0	NON	97,0	NON	94,7	NON	94,7	NON
400	5	94,8	NON	94,8	NON	92,4	NON	92,4	NON
500	5	92,9	NON	92,9	NON	91,7	NON	91,7	NON
630	5	92,6	NON	92,6	NON	91,0	NON	91,0	NON
800	5	90,8	NON	90,8	NON	90,1	NON	90,1	NON
1000	5	91,1	NON	91,1	NON	90,8	NON	90,8	NON
1250	5	90,0	NON	90,0	NON	89,9	NON	89,9	NON
1600	5	89,1	NON	89,1	NON	89,2	NON	89,2	NON
2000	5	88,0	NON	88,0	NON	89,3	NON	89,3	NON
2500	5	87,3	NON	87,3	NON	90,2	NON	90,2	NON
3150	5	85,6	NON	85,6	NON	88,8	NON	88,8	NON
4000	5	83,8	NON	83,8	NON	87,3	NON	87,3	NON
5000	5	81,9	NON	81,9	NON	85,7	NON	85,7	NON
6300	5	79,5	NON	79,5	NON	82,0	NON	82,0	NON
8000	5	74,6	Données insuffisantes	74,6	Données insuffisantes	74,3	Données insuffisantes	74,3	Données insuffisantes
10000	--	70,3		70,3		69,5		69,5	
12500	--	ND*		ND*		ND*		ND*	

\* ND: Non disponible

#### Analyse des résultats :

A 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.

## 11. 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 7 éoliennes de type N131 de chez NORDEX (hauteur de moyeu 99m et d'une puissance de 3,0 MW) sur les communes de Bagneux, Clesles et Etreilles sur Aube (51-10) 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 **faible 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.**

**A 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.**

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 la direction de vent dominante du site.

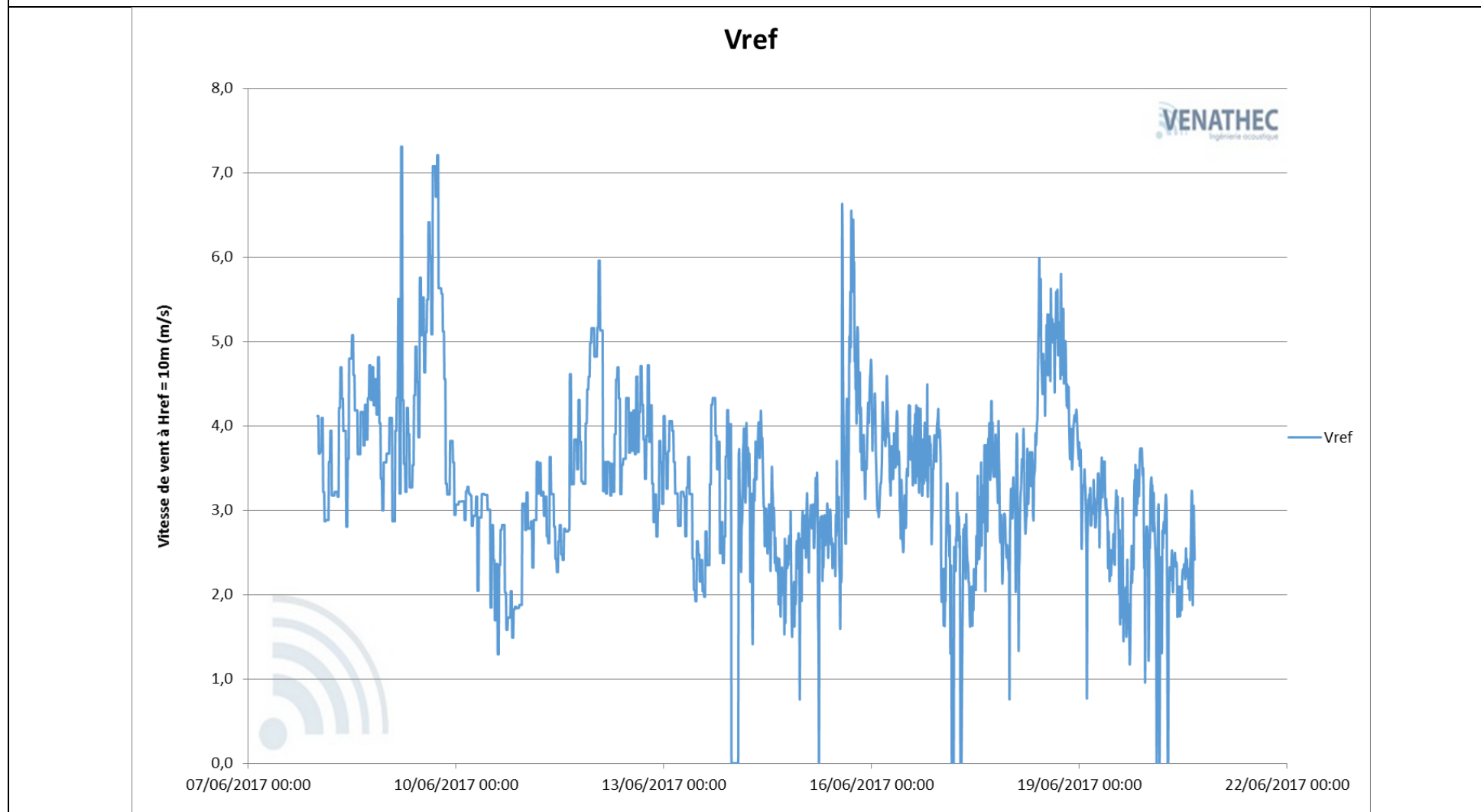
## 12. ANNEXES

---

ANNEXE A : CONDITIONS METEOROLOGIQUES RENCONTREES SUR SITE .....	48
ANNEXE B : CARACTERISTIQUES DES EOLIENNES .....	49
ANNEXE C : APPAREILS DE MESURE .....	50
ANNEXE D : CHOIX DES PARAMETRES RETENUS .....	51
ANNEXE E : EVOLUTION TEMPORELLE DES LAEQ .....	52
ANNEXE F : INCERTITUDE DE MESURAGE .....	54
ANNEXE G : ARRÊTE DU 26 AOÛT 2011 .....	56

### ANNEXE A : CONDITIONS METEOROLOGIQUES RENCONTREES SUR SITE

Données de vent durant la période du 8 juin au 20 juin 2017 sur le site de BAGNEUX (Hauteur du mât météorologique Href=10m)



**ANNEXE B : CARACTERISTIQUES DES EOLIENNES**Coordonnées des éoliennes

Lambert II étendu		
Description	X	Y
E1	712441	2395736
E2	712268	2395006
E3	712033	2394029
E4	713034	2395812
E5	712815	2395045
E6	712648	2394368
E7	712498	2393849

Données acoustiques des éoliennes de type N131 de chez NORDEX

Frequency	Octave sound power levels at standardized wind speeds $v_s$ in dB(A)									
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
31.5 Hz	65.8	68.8	71.0	72.0	72.5	72.5	74.9	74.9	74.9	74.9
63 Hz	75.0	78.0	81.7	82.7	83.2	83.2	84.4	84.4	84.4	84.4
125 Hz	81.8	84.8	88.7	89.7	90.2	90.2	90.1	90.1	90.1	90.1
250 Hz	85.5	88.5	92.5	93.5	94.0	94.0	92.4	92.4	92.4	92.4
500 Hz	85.3	88.3	93.4	94.4	94.9	94.9	93.2	93.2	93.2	93.2
1000 Hz	84.8	87.8	93.9	94.9	95.4	95.4	95.0	95.0	95.0	95.0
2000 Hz	83.6	86.6	92.6	93.6	94.1	94.1	95.5	95.5	95.5	95.5
4000 Hz	81.5	84.5	88.3	89.3	89.8	89.8	93.2	93.2	93.2	93.2
8000 Hz	73.2	76.2	79.1	80.1	80.6	80.6	82.6	82.6	82.6	82.6
Total sound power level	<b>92.0</b>	<b>95.0</b>	<b>100.0</b>	<b>101.0</b>	<b>101.5</b>	<b>101.5</b>	<b>101.5</b>	<b>101.5</b>	<b>101.5</b>	<b>101.5</b>

**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	60539 61300 65677 10115
		DUO	10115
		CUBE	10635
Calibreur	01dB	CAL 9	34565081
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 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 PARAMETRES 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 pâles, 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 »,
- Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens actualisé en 2010 par le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer,

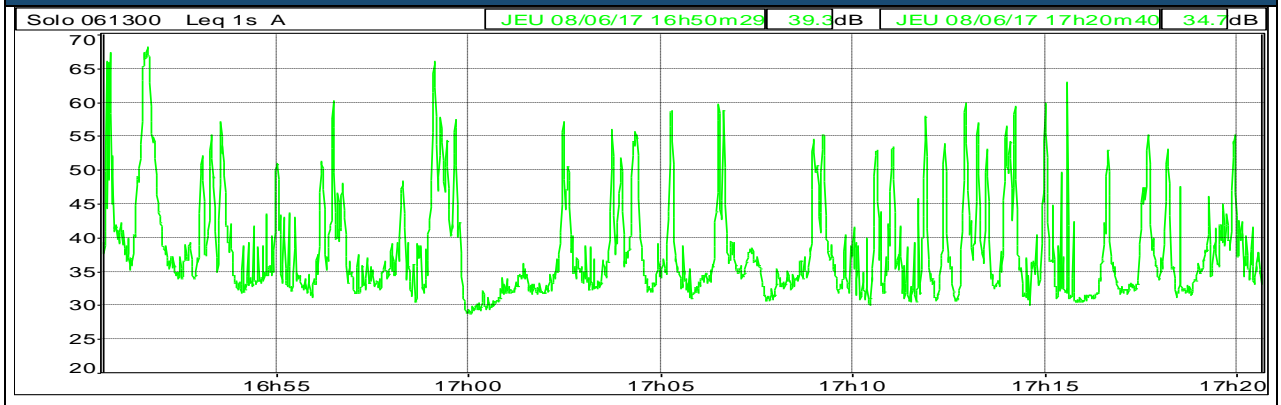
l'objectif est de calculer la vitesse « réelle » à hauteur de nacelle des éoliennes puis de la convertir à la hauteur de référence (fixée à 10m) à l'aide d'une longueur de rugosité standardisée à 0,05m.

C'est pourquoi, nous avons développé un calcul de vitesse de vent à Hauteur de référence :  $H_{ref}$  permettant, à partir des relevés de vitesse à 10 m, d'extrapoler la vitesse de vent à  $H_{ref}$ .

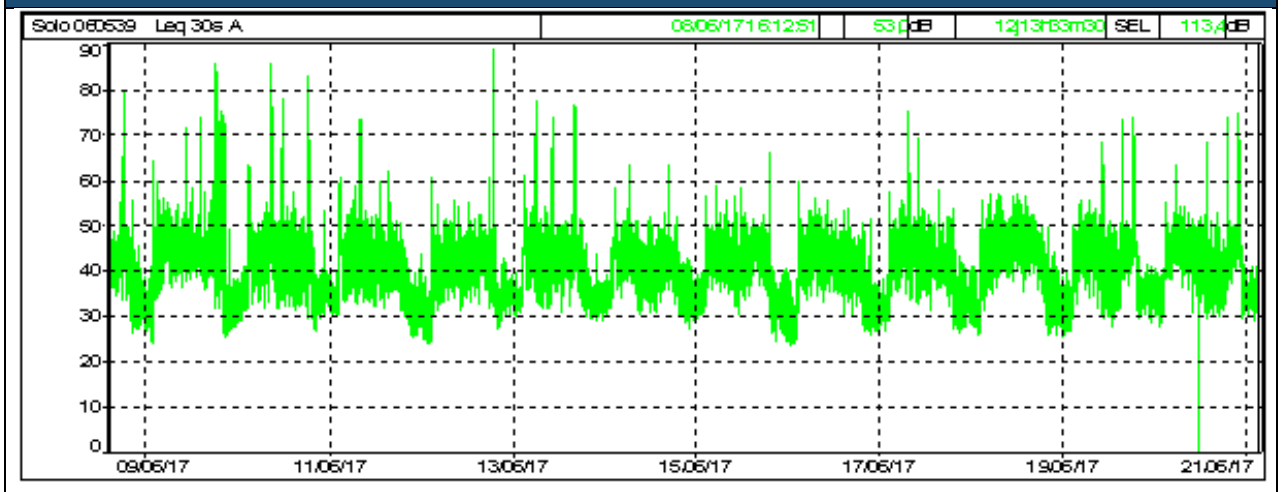
Ce calcul est basé sur les données connues du site concerné (cisaillement moyen diurne / nocturne), sur une analyse qualitative, ainsi que sur des relevés météorologiques annuels de plusieurs sites, et nous permet de **prendre en compte une tendance horaire moyenne de l'évolution de l'exposant de cisaillement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

**ANNEXE E : EVOLUTION TEMPORELLE DES LAEQ**

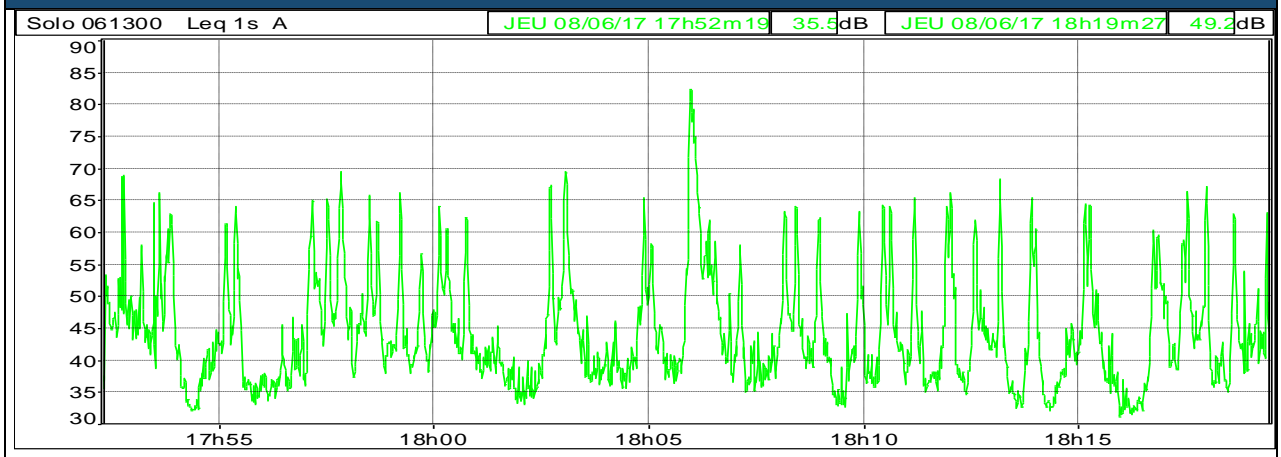
Evolution temporelle du  $L_{Aeq}$  au point n°1- CD – 7 rue Maurice Dité, SAINT-LOULPH



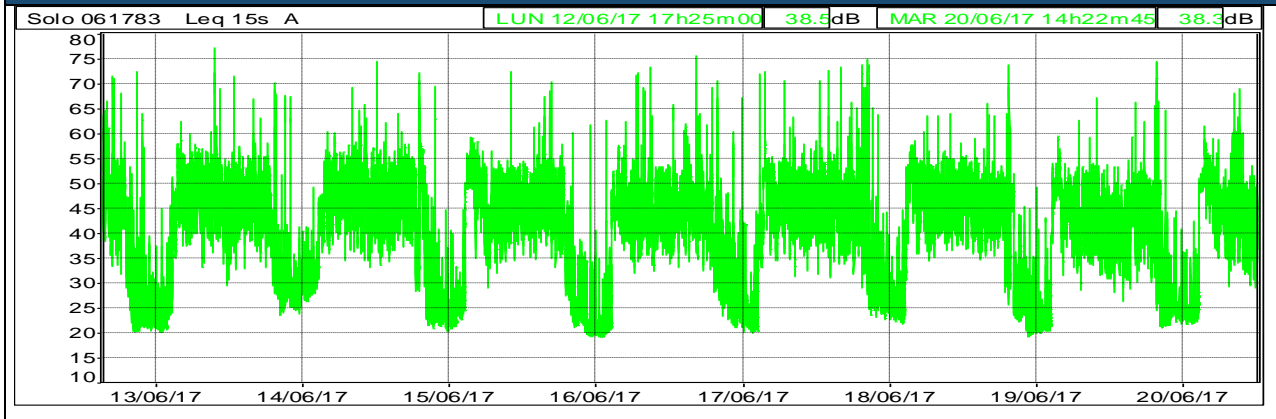
Evolution temporelle du  $L_{Aeq}$  au point n°2 – 19 rue de Paradis, CLESLES



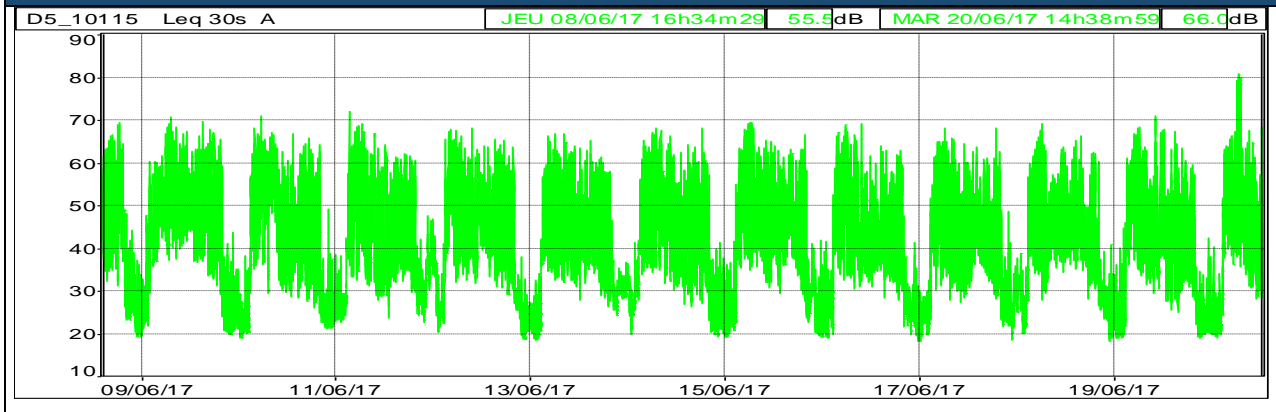
Evolution temporelle du  $L_{Aeq}$  au point n°2 bis - CD – 60 route de Saint Oulph, CLESLES



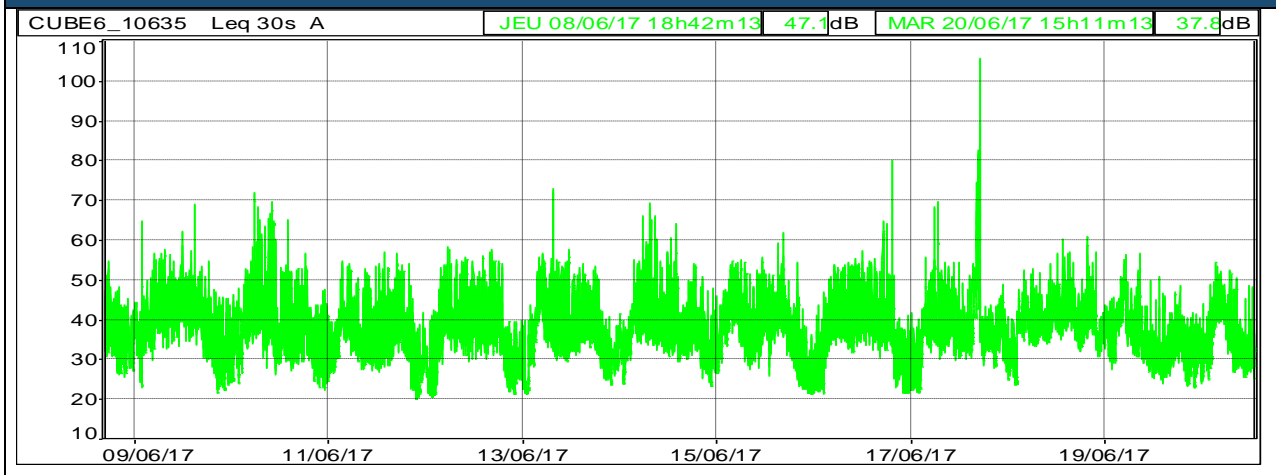
### Evolution temporelle du $L_{Aeq}$ au point n°3- 15 rue de Flaubert, BAGNEUX



### Evolution temporelle du $L_{Aeq}$ au point n°4 – 28 rue de la Sodoyère, BAGNEUX



### Evolution temporelle du $L_{Aeq}$ au point n°5- 3 rue des 4 vents, ERELLES SUR AUBE



## 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 :

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 G : 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<sup>er</sup> 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 23 juin 2011 ;  
Vu l'avis du Conseil supérieur de l'énergie du 8 juillet 2011,

Arrête :

**Art. 1<sup>er</sup>.** – 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<sup>er</sup> 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*