VENATHEC
Ingénierie acoustique

INDUSTRIE | PARCS ÉOLIENS | ENVIRONNEMENT | ARCHITECTURE | AEROPORT

RAPPORT D'ETUDE
n°17-16-60-0319-CRE

ÉTUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE
Projet du Parc éolien de Marendeuil sur les communes de Sommereux et Le Mesnil-Conteville (60)

INTERVENANTS :

M. Kamal BOUBKOUR
M. Loïc MICLOT

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

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

VENATHEC
Ingénierie acoustique

INDUSTRIE PARCS ÉOLIENS ENVIRONNEMENT ARCHITECTURE AEROPORT

Référence du document n°17-16-60-0319-CRE

Client	
Établissement	VALECO
Adresse	188 rue Maurice Béjart - 34184 MONTPELLIER
Tél.	04 67 40 74 00
Fax	04 67 40 74 05

Interlocuteur	
Nom	Simon RITTER
Fonction	Chef de Projets
Courriel	simonritter@groupevaleco.com
Tél.	04 67 40 74 00

Diffusion	
Copie	1
Papier	
Informatique	X

Révision	2
Date	26/06/2017

Rédaction Cécile REVOL	Vérification Thierry MARTIN

La diffusion ou reproduction de ce document n'est autorisée que
sous la forme d'un fac-similé comprenant 65 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. 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
4. PRÉSENTATION DU PROJET 10
5. DEROULEMENT DU MESURAGE 15
5.1. Opérateurs concernés par le mesurage 15
5.2. Déroulement général 15
5.3. Méthodologie et appareillages de mesure 15
5.4. Conditions météorologiques rencontrées 17
6. ANALYSE DES MESURES 19
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 O-SO]195° ; 315°] 33
6.5. Indicateurs bruit résiduel NOCTURNES retenus - Secteur O-SO]195° ; 315°] 34
7. CONCLUSION SUR LA PHASE DE MESURAGE 35
8. ÉTUDE DE L'IMPACT ACOUSTIQUE ENGENDRÉ PAR L'ACTIVITÉ DU PARC ÉOLIEN 36
8.1. Rappel des objectifs 36
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
9. OPTIMISATION DU PROJET 43
9.1. Comment réduire le bruit de l'éolienne : le bridage 43
9.2. Plan de fonctionnement - Période diurne 44
9.3. Plan de fonctionnement - Période nocturne 44
9.4. Evaluation de l'impact sonore en période nocturne après optimisation en direction sud-ouest 46
10. NIVEAUX DE BRUIT SUR LE PERIMETRE DE L'INSTALLATION 47
11. TONALITE MARQUEE 48
12. CONCLUSION 51
13. ANNEXES 52

VENATHEC S.A.S. au capital de 750 000 € - RCS NANCY - SIRET 423 893 296 00016 - APE 7112B

1. OBJET DE L'ETUDE

Dans le cadre du projet d'implantation du Parc éolien de Marendeuil sur les communes de Sommereux et Le Mesnil-Conteville (60), la société VALECO 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 ;
- L'élaboration d'un plan de fonctionnement du parc permettant de satisfaire à la réglementation.

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.

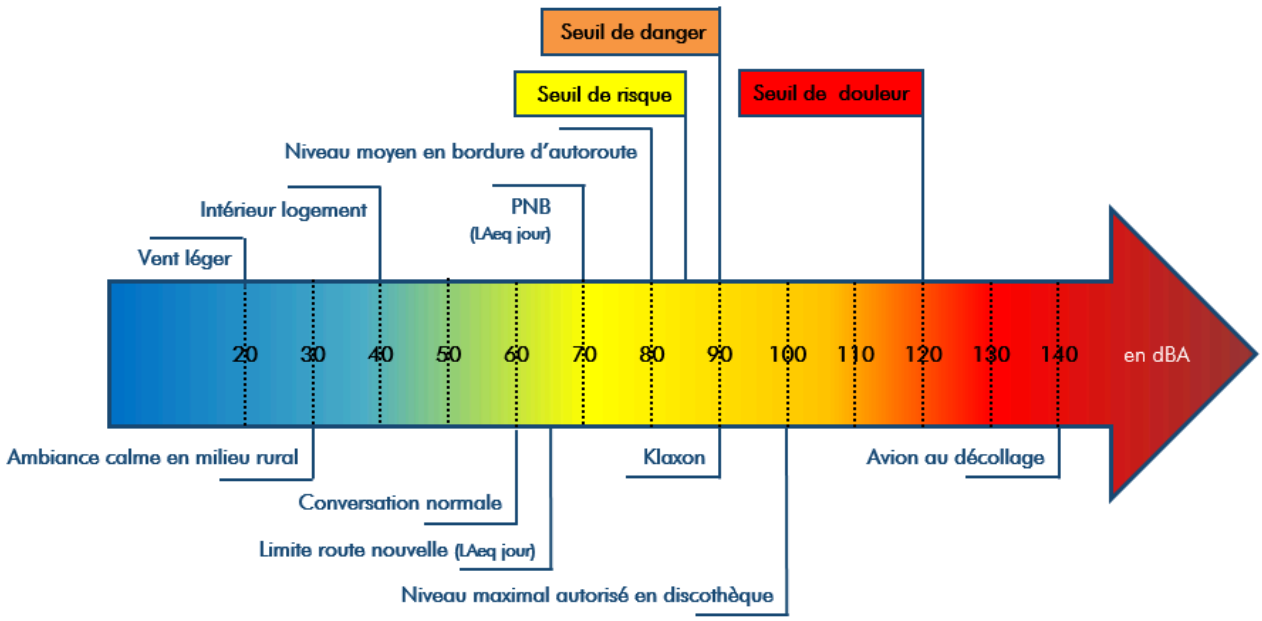
Le décibel pondéré A (dBA)

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 ($f2$) est le double de la plus basse ($f1$) 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
$f2 = 2 * f1$ $fc = \sqrt{2} * f1$ $\Delta f / fc = 71\%$	$f2 = \sqrt[3]{2} * f1$ $\Delta f / fc = 23\%$

fc : fréquence centrale
$\Delta f = f2 - f1$

Niveau de bruit équivalent Leq

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

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 = Leq ambiant – Leq résiduel
E = Leq éoliennes en fonctionnement – Leq éoliennes à l'arrêt
E = L_{eq} état futur prévisionnel – L_{eq} état actuel (initial)

Niveau fractile (Ln)

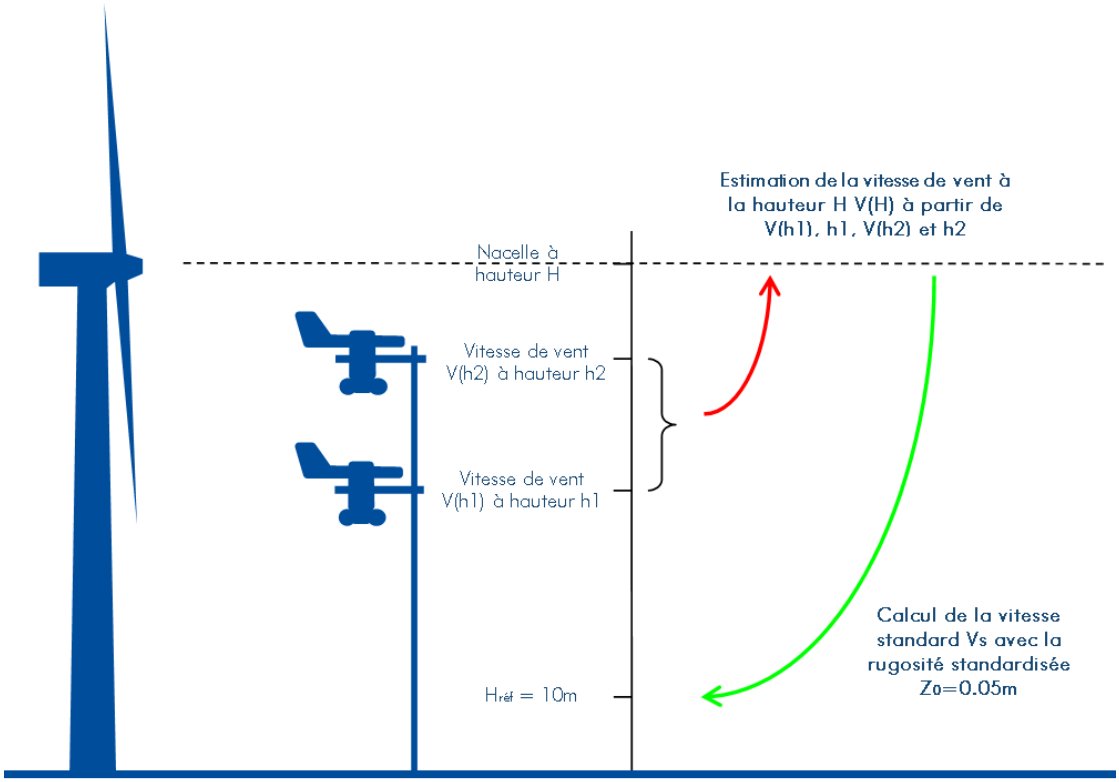
Anciennement appelé indice statistique percentile Ln.
Le niveau fractile Ln représente le niveau sonore qui a été dépassé pendant n % du temps du mesurage. L'indice $L_{A,50}$ employé dans le domaine éolien caractérise ainsi le niveau médian : dépassé pendant 50 % du temps de l'intervalle d'observation.

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 juillets 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 1er 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 x (Hauteur de moyeu + 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'établie lorsque la différence :

L_{eq} sur la bande de 1/3 octave considérée - L_{eq} 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. »

4. PRÉSENTATION DU PROJET

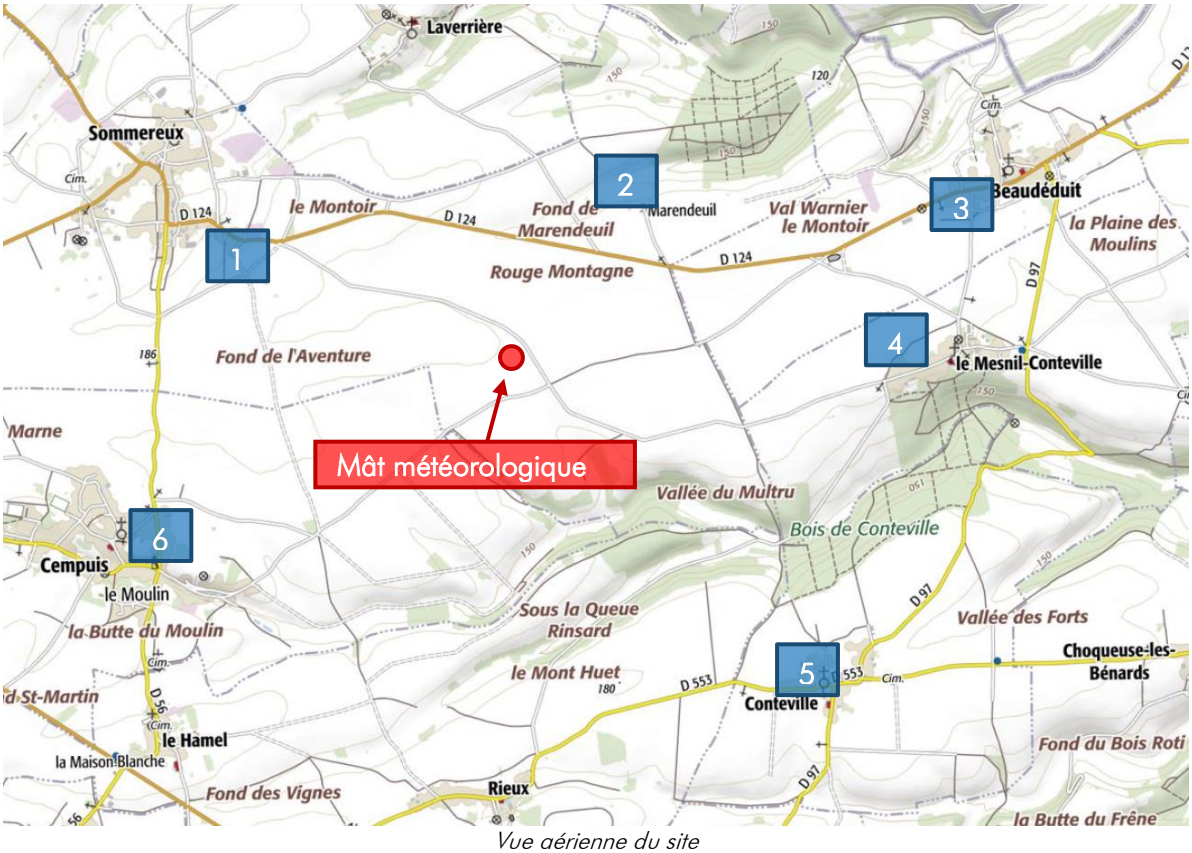
Le projet prévoit l'implantation de 8 éoliennes de type N100 de chez Nordex d'une hauteur de moyeu de 75 mètres et se situe sur la commune de Sommereux (60).

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

- Point n°1 : Sommereux ;
- Point n°2 : Ferme de Marendeuil ;
- Point n°3 : Beaudéduit ;
- Point n°4 : Le Mesnil-Conteville ;
- Point n°5 : Conteville ;
- Point n°6 : Cempuis ;

<u>Emplacement des points de mesures :</u>
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

Remarque
La Ferme de Marendeuil au point 2 n'est plus habitée, il n'a donc pas été possible d'installer un sonomètre sur toute la durée de la campagne de mesure.
Cependant, une mesure de courte durée a été réalisée à proximité. Les résultats seront mis en corrélation avec un point proche similaire. Cela permettra d'attribuer des niveaux sonores représentatifs à cette habitation et de pouvoir estimer l'impact acoustique du projet en son droit.

Point	Lieu	Vue aérienne	Sources sonores environnantes
N°1	M. VERSCHUERE Jean-Michel 20 rue d'en bas 60210 SOMMEREUX		Bruit de végétation, Trafic routier sur la D124 Activité agricole habituelle, Avifaune, animaux.
N°2	Ferme de Marendeuil 60210 SOMMEREUX		Bruit de végétation, Trafic routier sur la D124 Activité agricole habituelle, Avifaune, bovins.
N°3	M. HOUPIN Hubert 37 rue de Grandvillers 60210 BEAUDEDUIT		Bruit de végétation, Trafic routier sur la D124 Activité agricole proche, Avifaune.
N°4	M. BECQUET 5 Grande Rue 60210 LE MESNIL-CONTEVILLE		Bruit de végétation, Trafic routier sur Grande Rue, Avifaune.
N°5	M. VANDECAVEYE 8 rue cour marin 60360 CONTEVILLE		Bruit de végétation, Activité agricole ponctuelle (engins entrant et sortant), Trafic routier faible de la D553, Avifaune, animaux.

N°6	M. PREVOT Mathieu 20 rue Sommereux 60210 CEMPUIS		Bruit de végétation, Trafic routier faible de la D56, Avifaune, animaux.

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

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

Point	Observations
N°1 / 3 / 5	L'environnement global de la zone d'habitations présente une végétation modérée. La mesure est réalisée en périphérie du village. L'activité agricole y est proche. 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°2 / 4 / 6	L'environnement global de la zone d'habitations présente une végétation modérée. La mesure est réalisée en périphérie du village. L'activité agricole y est éloignée. 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.

Photographies des 6 points de mesure

Photo non exploitable (prise de nuit) 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

Photo non exploitable (prise de nuit)

Emplacement du microphone
pour la mesure au point n°4

Emplacement du microphone
pour la mesure au point n°5

Emplacement du microphone
pour la mesure au point n°6

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. Opérateurs concernés par le mesurage

- M. Kamal BOUBKOUR, ingénieur acousticien ;
- M. Loïc MICLOT, technicien 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 14 au 24 octobre 2016
Durée de mesure	10 jours pour chacun des 5 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 calibreur conforme à la norme EN CEI 60-942.
Un écart inférieur à 0,5 dB a été vérifié et atteste de la validité des mesures.

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

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

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 ± 2°, dotées d'une résolution de 1° et permettent une mesure fiable à 360° (sans trou de nord).

Illustration d'implantation du mât météorologique

5.4. Conditions météorologiques rencontrées

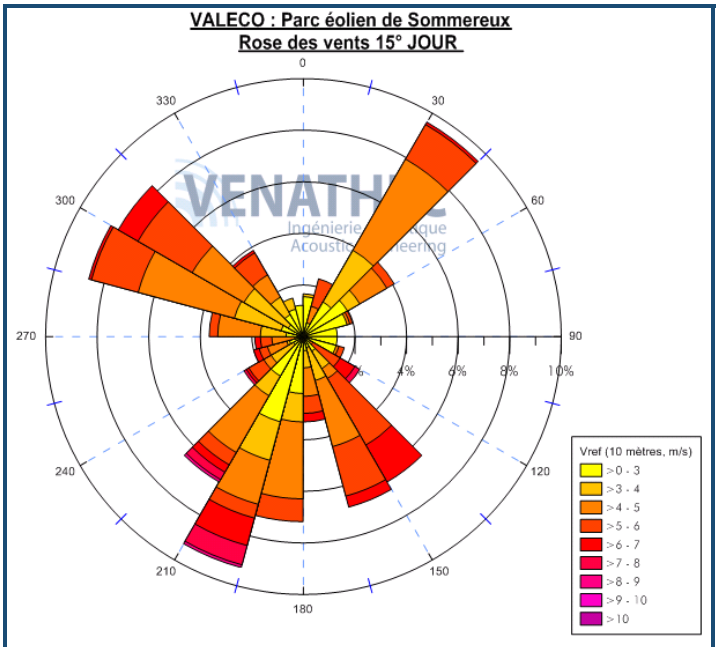
Description des conditions météorologiques

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

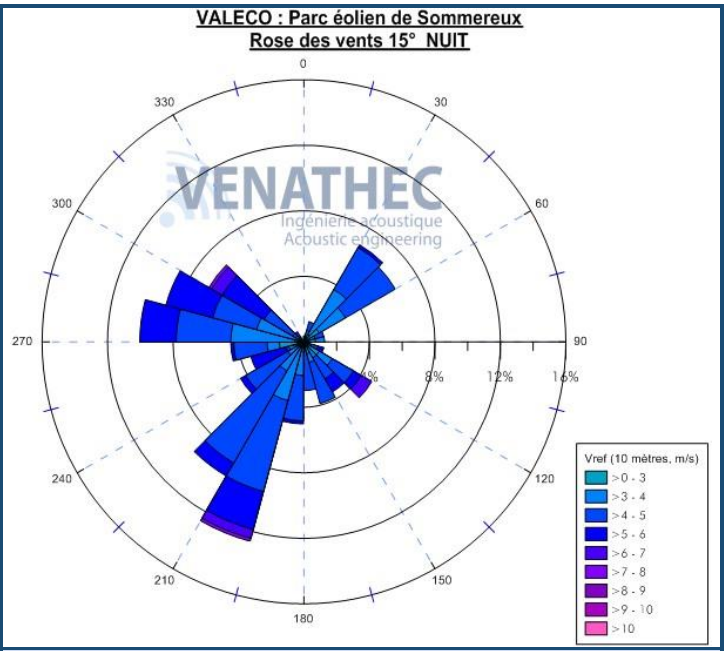
- par perturbation du mesurage, en particulier par action sur le microphone, il convient donc de ne pas faire de mesurage en cas de pluie marquée ;
- lorsque la (les) source(s) de bruit est (sont) éloignée(s), le niveau de pression acoustique mesuré est fonction des conditions de propagation liées à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

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

Roses des vents



Rose des vents pendant la campagne de mesure
Période diurne

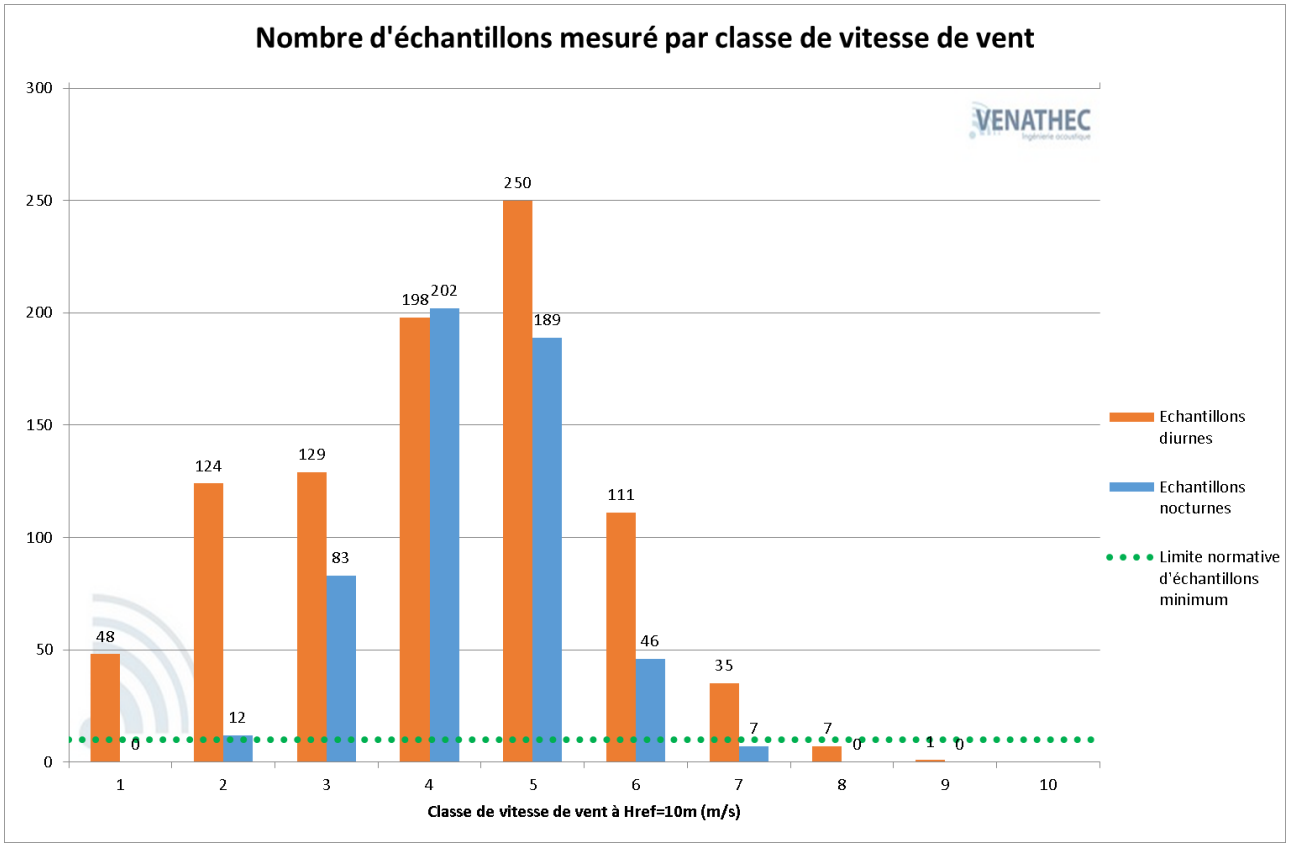


Rose des vents pendant la campagne de mesure
Période nocturne

Rose des vents à long terme (source : site Vortex)

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 7 m/s en période diurne et 6 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.

Remarques

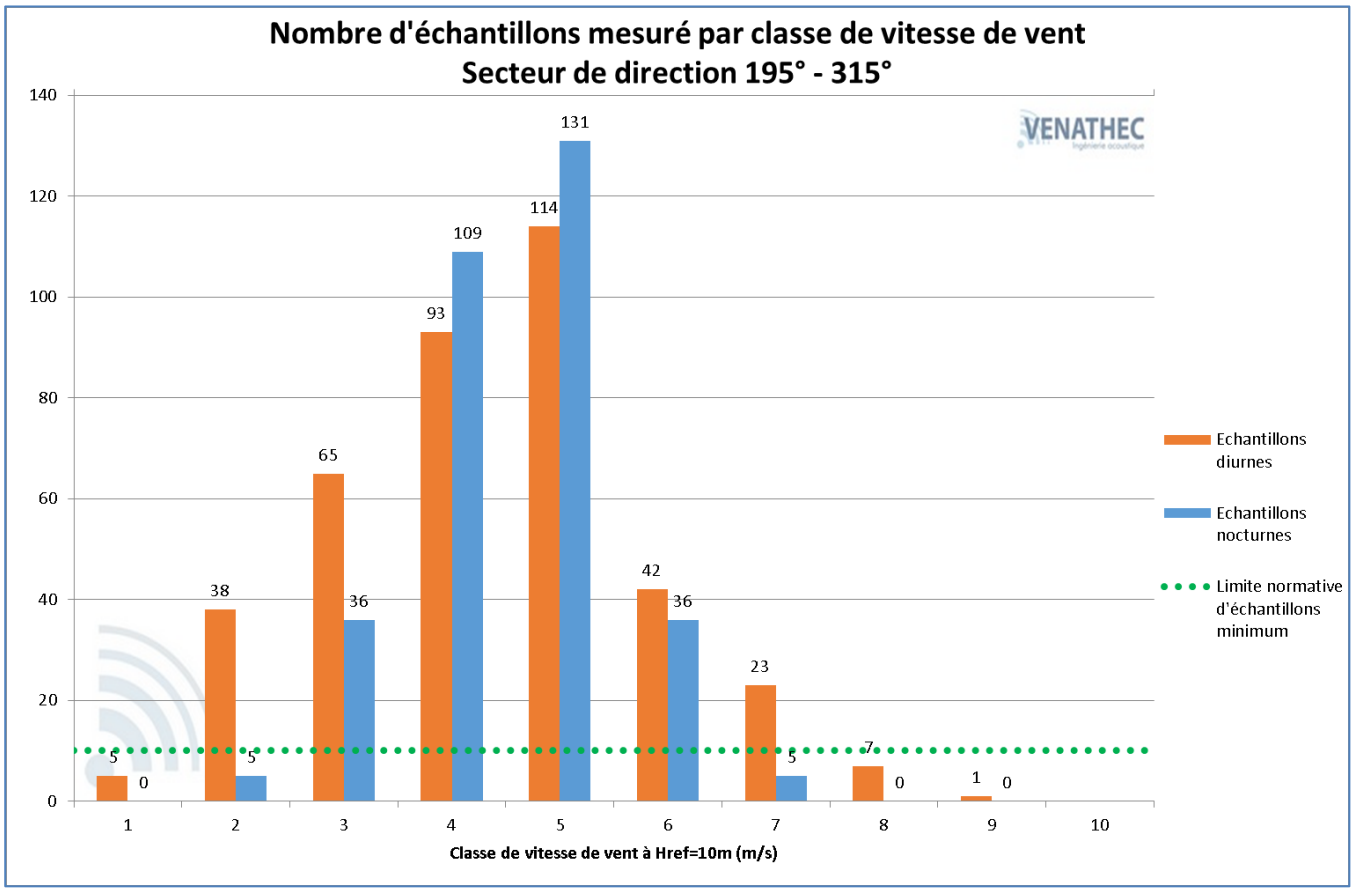
Nous avons porté un intérêt particulier dans l'analyse des périodes transitoires entre le jour et la nuit et inversement qui, sur certaines mesures, ont une influence.

6.2. Choix des classes homogènes

La rose des vents long terme met en évidence une majorité de l'énergie éolienne dans le secteur ouest et sud-ouest. La rose des vents enregistré pendant la campagne de mesure acoustique met également en évidence cela. La campagne est donc représentative en termes de direction de vent. Nous choisirons un secteur large de 195° à 315° représentatif :

- Direction centrée sur le secteur]195° ; 315°] – O / SO.

Les graphiques ci-dessous présentent le comptage des échantillons collectées en période diurne et nocturne, en distinguant le secteur de directions défini précédemment.



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]195° ; 315°] – O/SO en période diurne automnale de 7h à 22h ;
- Classe homogène 2 : Secteur]195° ; 315°] – O/SO en période nocturne automnale 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 C*hoix 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.

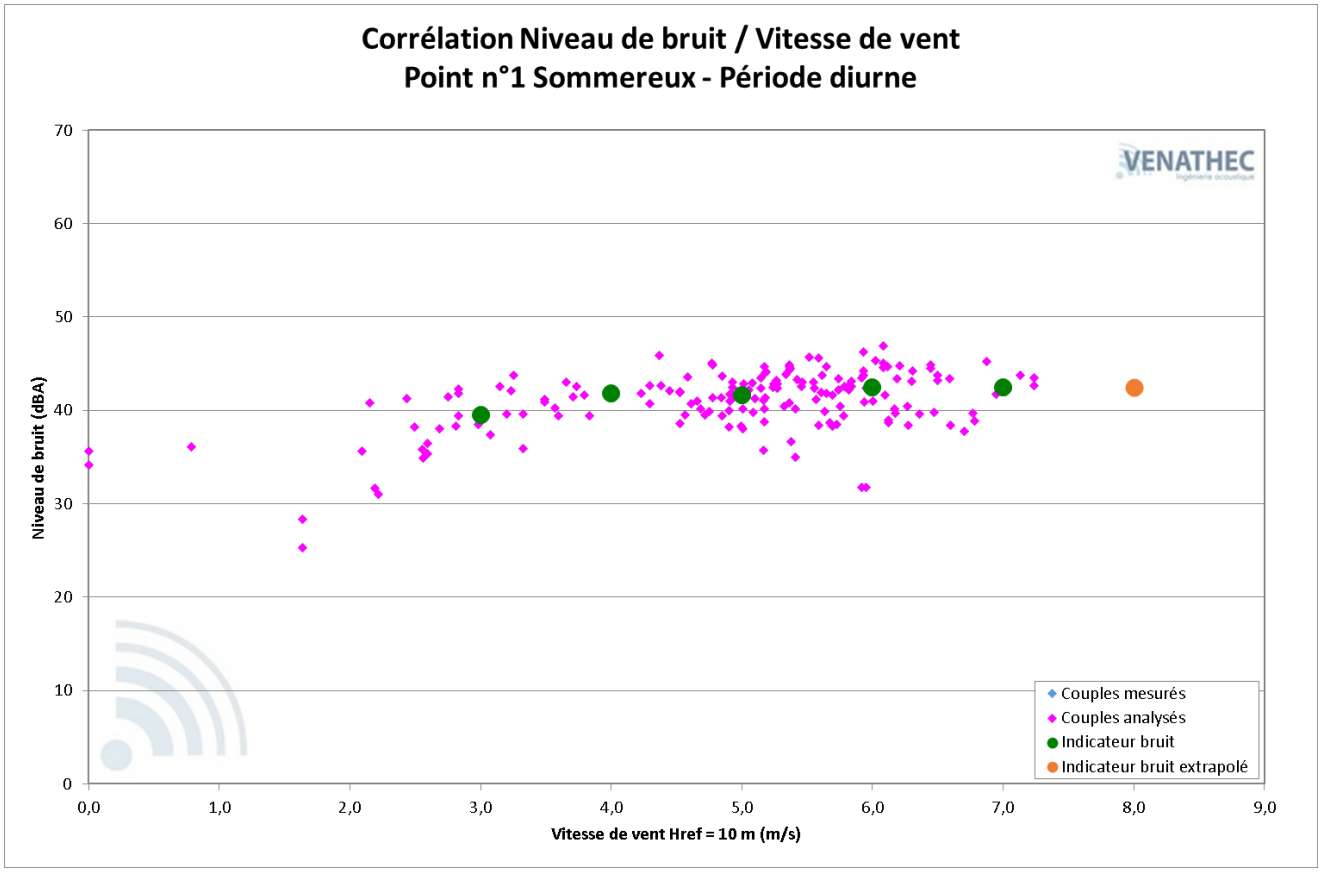
- L'incertitude de mesure (le calcul est réalisé suivant les recommandations du projet de norme NFS 31-114 ; la méthode de calcul est définie en annexes).

- 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°1 : Sommereux

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
Nombre de couples analysés	20	13	60	56	10	0
Indicateur de bruit retenu	39,5	42,0	41,5	42,5	42,5	*42,5*
Incertitude Uc(Res)	1,6	1,3	1,3	1,3	1,8	--



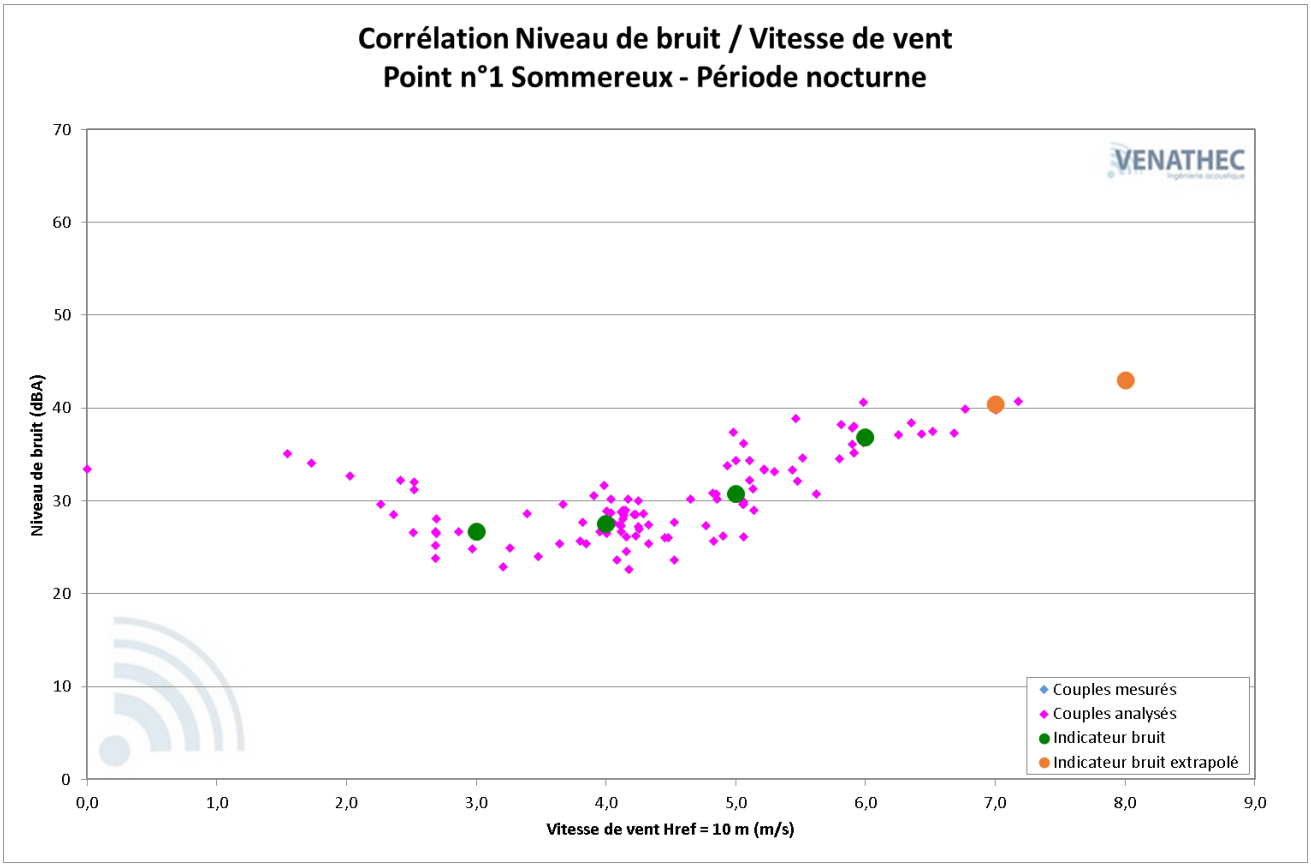
Commentaires

Les couples (L_{res}– Vitesse de vent)$_{10\ minutes}$ 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.
Le niveau retenu pour la vitesse de 8 m/s à Href=10m est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

La dispersion des points sur le graphique n'est pas forte, les niveaux peuvent être considérés comme suffisamment représentatifs.

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
Nombre de couples analysés	14	41	27	14	5	0
Indicateur de bruit retenu	26,5	27,5	30,5	37,0	*40,5*	*43,0*
Incertitude Uc(Res)	1,6	1,3	1,7	1,6	1,6	--



Commentaires

Les couples (L_{res}– Vitesse de vent)$_{10\ minutes}$ mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 6 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 les vitesses de 7 à 8 m/s à Href=10m est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

La dispersion des points sur le graphique n'est pas forte, les niveaux peuvent être considérés comme suffisamment représentatifs.

Le nombre de couples est moins élevé que sur les autres points. En effet, en cours de campagne, un chien a sectionné le câble du microphone. Cependant, les premiers jours de mesure correspondent aux données les plus intéressantes, elles ont été enregistrées. Les niveaux enregistrés sont représentatifs.

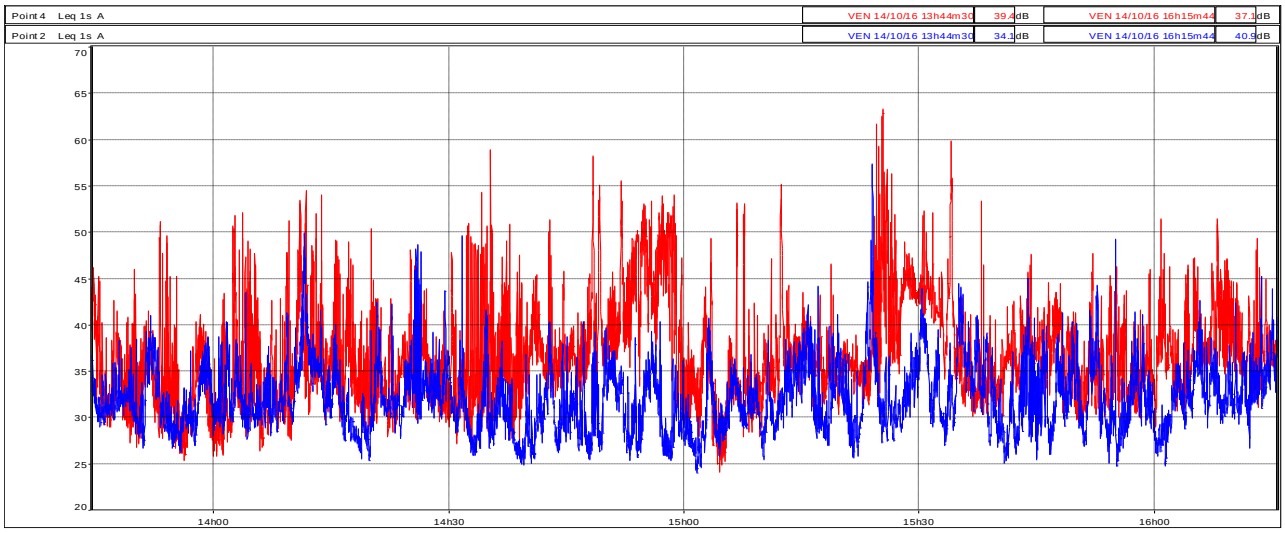
L'évolution des niveaux sonores en fonction de la vitesse du vent est cohérente et significative à partir de 3 m/s.

Point n°2 : Ferme de Marendeuil

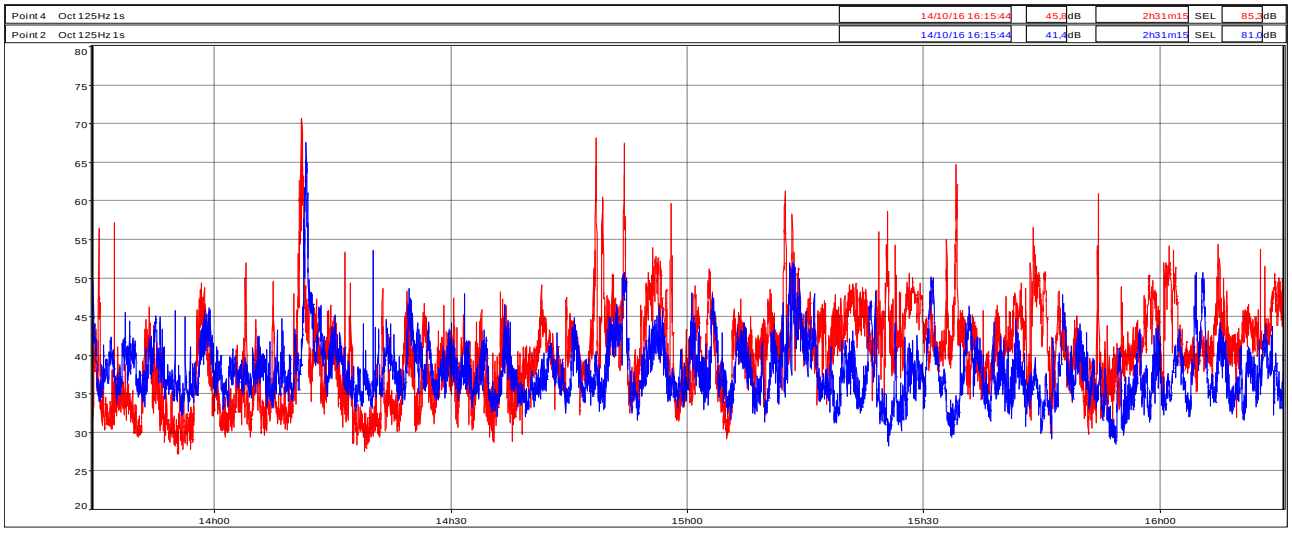
La Ferme de Marendeuil est une ferme isolée et inhabitée. Ne pouvant donc pas y installer un sonomètre sur la longue durée, nous avons réalisé une mesure dite « courte durée » aux abords de celle-ci, en simultané avec les autres points.

Nous comparons sur la période de mesure commune, l'exposition sonore du point 2 avec celle du point 4. En effet ceux-ci sont éloignés de la source de trafic routier sur la D124 à peu près à la même distance.

Nous présentons ci-dessous les évolutions temporelles en niveau global, et sur la bande d'octave centrée 125 Hz du point n°2 dit « courte durée » et du point n°4 dit « longue durée » :



Evolution du niveau global Leq aux points 2 et 4



Evolution du niveau à la bande de fréquence 125 Hz aux points 2 et 4

Commentaires :

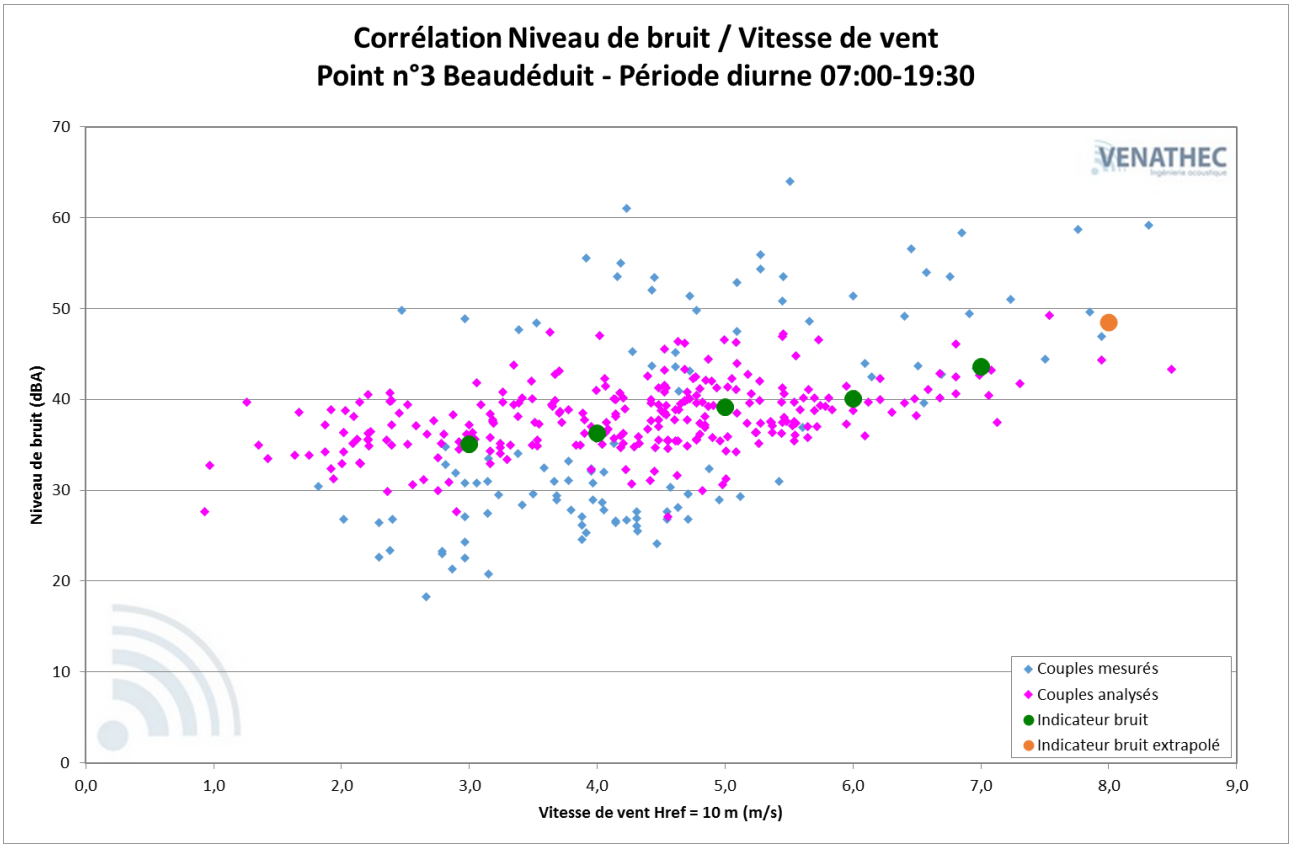
Les niveaux sonores en registrés au point 4 (courbe rouge) sont sensiblement proches de ceux enregistrés au point 2 (en bleu) sur la même période observée.

L'évolution temporelle montre une bonne corrélation entre les niveaux de bruit enregistrés au point n°2 (courbe bleue) et ceux enregistrés au point n°4 (courbe rouge). Nous nous servirons par conséquent des niveaux de bruit mesurés au point n°4 afin d'évaluer les émergences sonores prévisionnelles au point n°2.

Point n°3 : Beaudéduit

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
Nombre de couples analysés	45	60	89	32	11	3
Indicateur de bruit retenu	35,0	36,0	39,0	40,0	43,5	*48,5*
Incertitude Uc(Res)	1,4	1,3	1,3	1,3	1,5	2,2



Commentaires

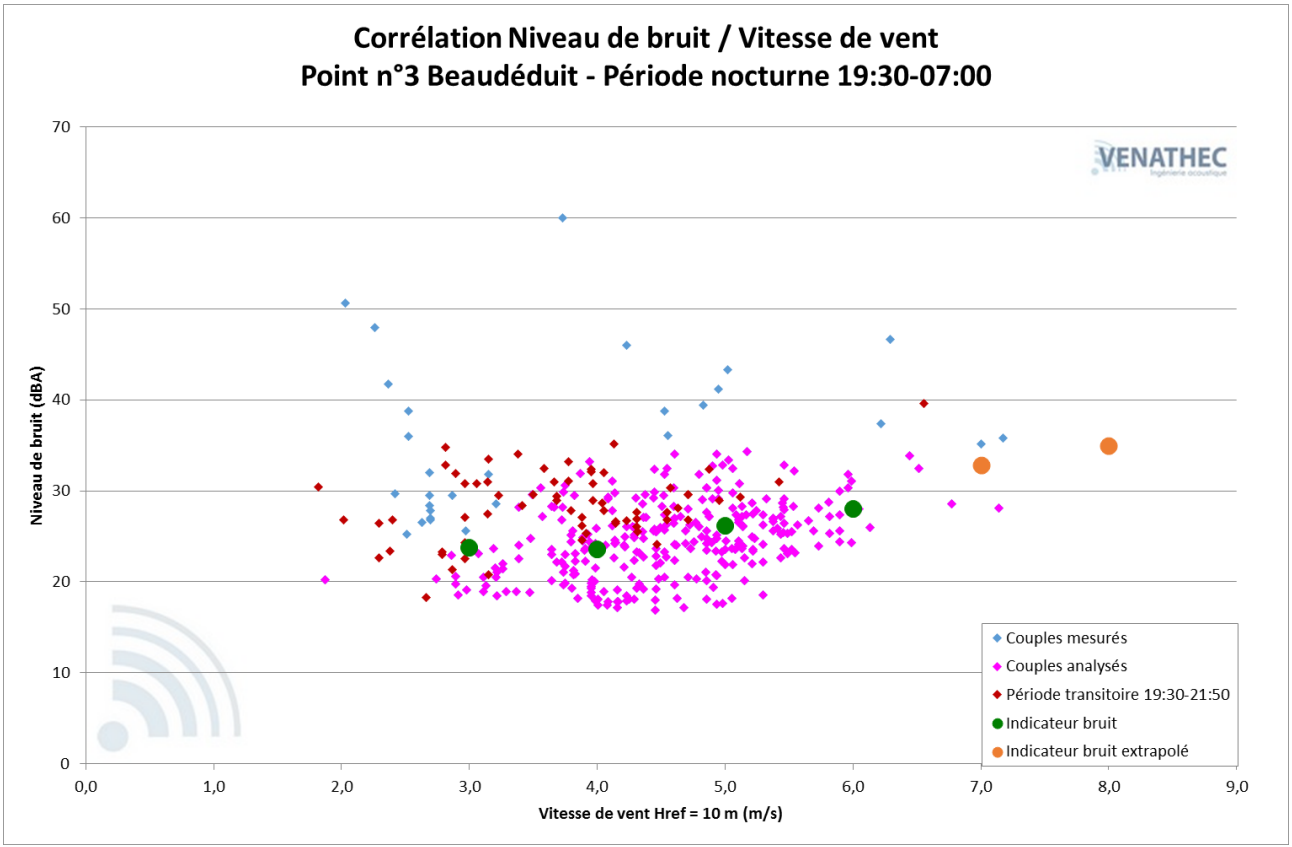
Les couples (L_{res}– Vitesse de vent)$_{10\ minutes}$ mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 7 m/s à H_{ref}=10 m sont suffisants pour établir une estimation de niveaux résiduels représentatifs de la situation sonore du site.
Le niveau retenu pour la vitesse de 8 m/s à Href=10m est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

Les points bleus dont les niveaux sont supérieurs à 40 dBA correspondent à une activité agricole intense proche. Pour que l'analyse soit représentative des habitations à proximité également, ces données sont supprimées.

Les points bleus dont les niveaux sont inférieurs à 40 dBA correspondent à une période transitoire (entre 19h30 et 22h) de jour dont les niveaux sont plus représentatifs de la période de nuit. Ils sont retirés de la période diurne et complètent les données de la période nocturne.

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
Nombre de couples analysés	44	143	136	24	4	0
Indicateur de bruit retenu	23,5	23,5	26,0	28,0	*33,0*	*35,0*
Incertitude Uc(Res)	1,6	1,4	1,3	1,5	3,1	--



Commentaires

Les couples (L_{res}– Vitesse de vent)$_{10\ minutes}$ mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 6 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 les vitesses de 7 à 8 m/s à Href=10m est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

Les points bleus dont les niveaux correspondent à une activité agricole intense proche. Pour que l'analyse soit représentative des habitations à proximité également, ces donnée sont supprimées.

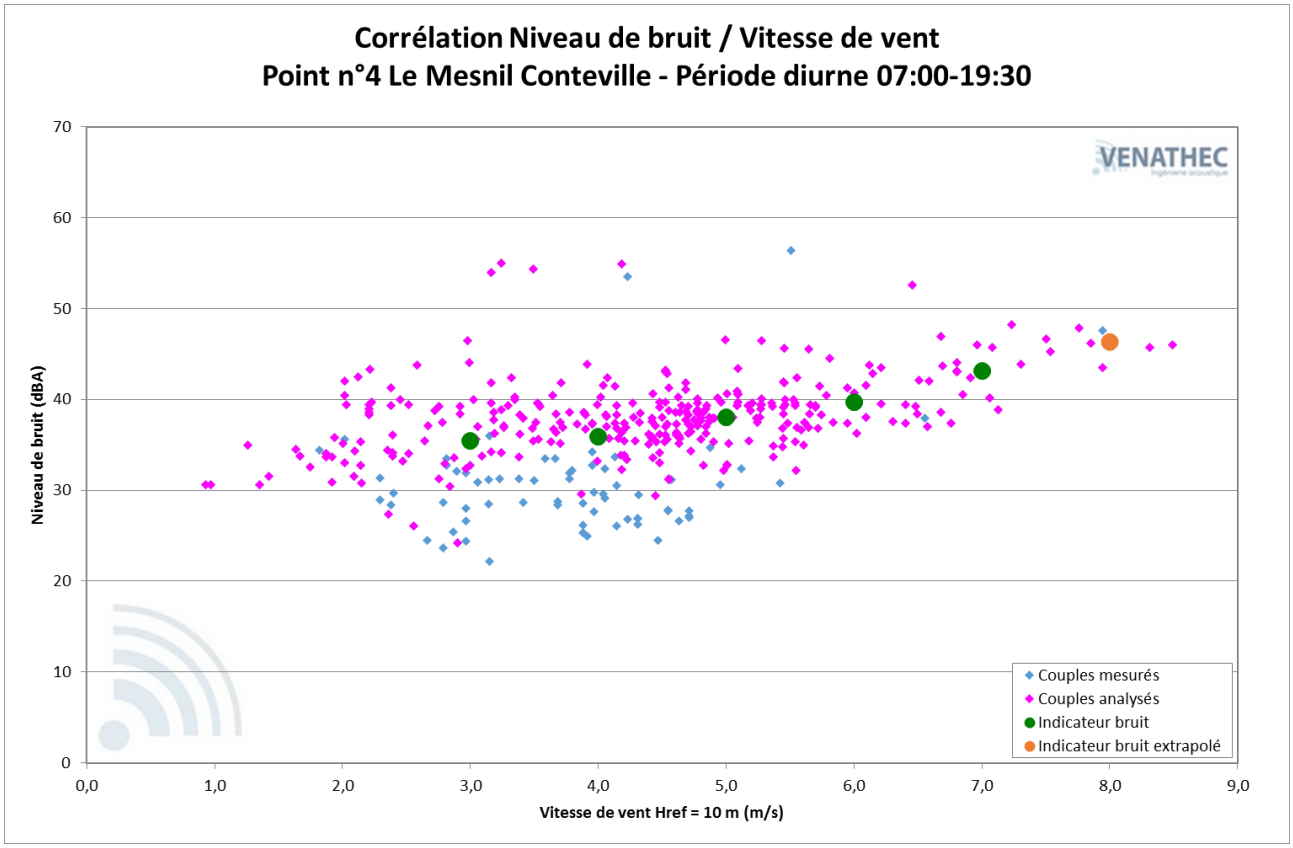
Les points rouges correspondent aux données de la période transitoire de jour passées en période nocturne, ils sont pris en compte dans l'analyse.

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 : Le Mesnil-Conteville

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
Nombre de couples analysés	47	68	101	39	19	7
Indicateur de bruit retenu	35,5	36,0	38,0	39,5	43,0	*46,5*
Incertitude Uc(Res)	1,4	1,3	1,3	1,4	1,7	1,4



Commentaires

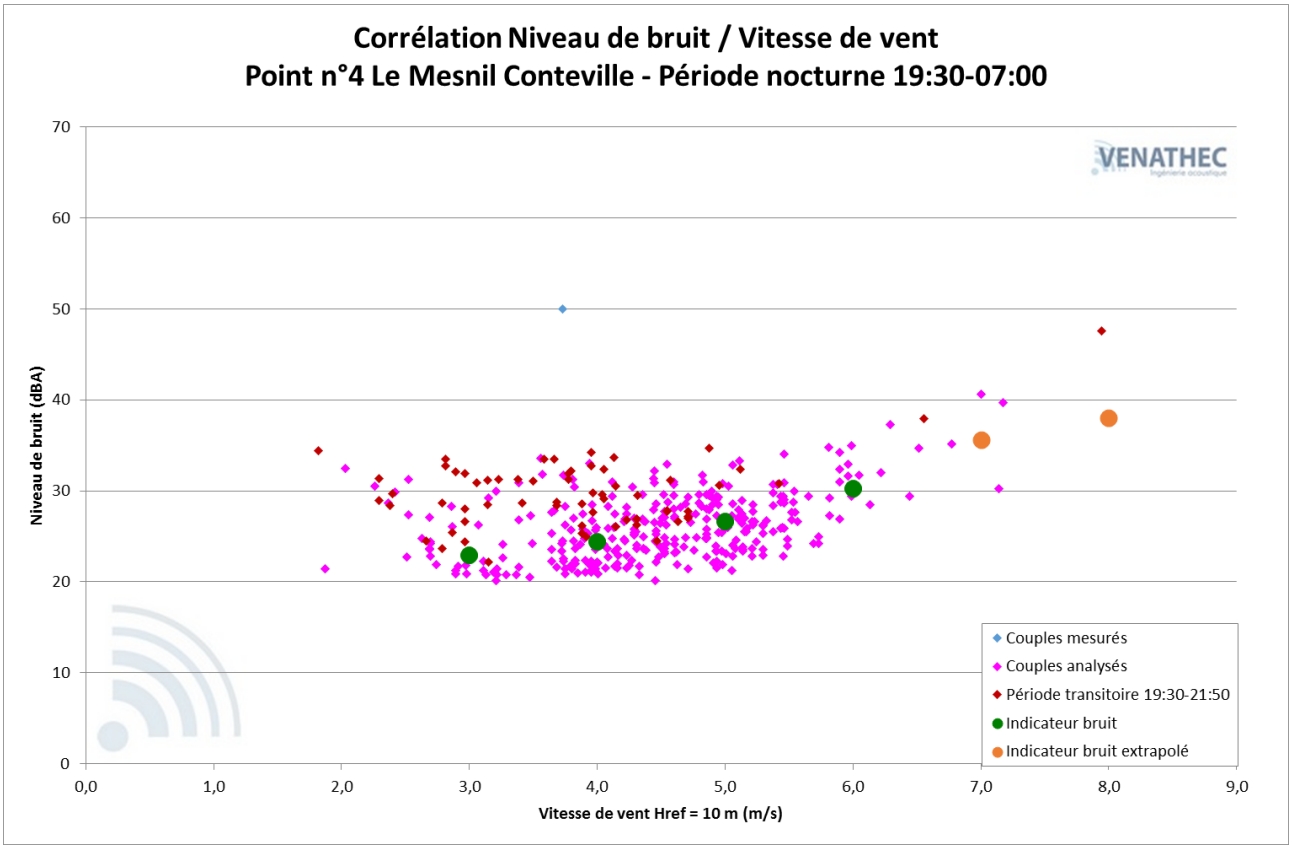
Les couples (L_{res}– Vitesse de vent)$_{10\ minutes}$ mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 7 m/s à H_{ref}=10 m sont suffisants pour établir une estimation de niveaux résiduels représentatifs de la situation sonore du site.
Le niveau retenu pour la vitesse de 8 m/s à Href=10m est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

Les points bleus correspondent à une période transitoire (entre 19h30 et 22h) de jour dont les niveaux sont plus représentatifs de la période de nuit. Ils sont retirés de la période diurne et complètent les données de la période nocturne.

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

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
Nombre de couples analysés	57	144	141	26	6	1
Indicateur de bruit retenu	23,0	24,5	26,5	30,0	*35,5*	*38,0*
Incertitude Uc(Res)	1,5	1,3	1,3	1,7	2,9	--



Commentaires

Les couples (L_{res}– Vitesse de vent)$_{10\ minutes}$ mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 6 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 les vitesses de 7 à 8 m/s à Href=10m est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

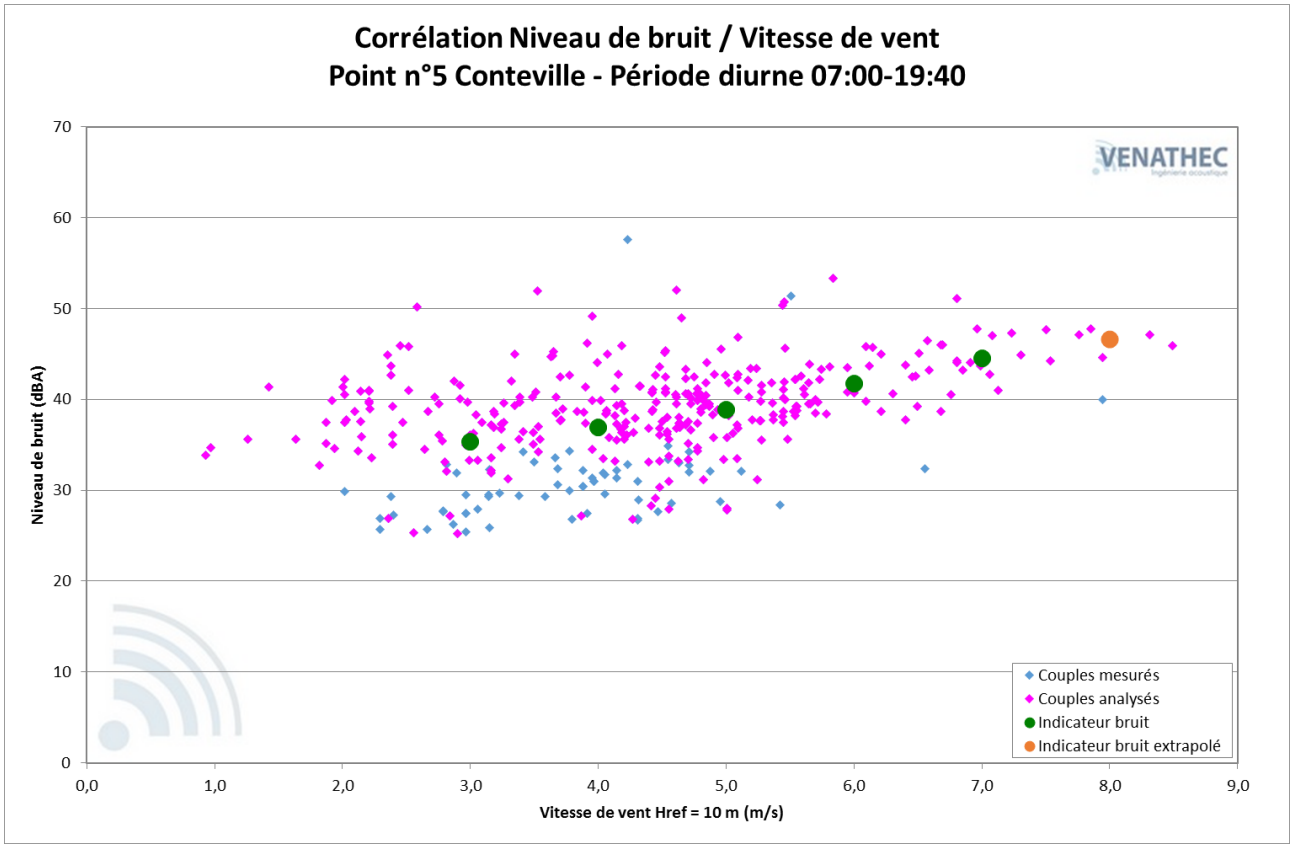
Les points rouges correspondent aux données de la période transitoire de jour passées en période nocturne, ils sont pris en compte dans l'analyse.

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

Point n°5 : Conteville

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
Nombre de couples analysés	48	70	101	39	19	7
Indicateur de bruit retenu	35,5	37,0	39,0	41,5	44,5	*46,5*
Incertitude Uc(Res)	1,4	1,4	1,3	1,4	1,5	1,4



Commentaires

Les couples (L_{res}– Vitesse de vent)$_{10\ minutes}$ 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.
Le niveau retenu pour la vitesse de 8 m/s à Href=10m est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

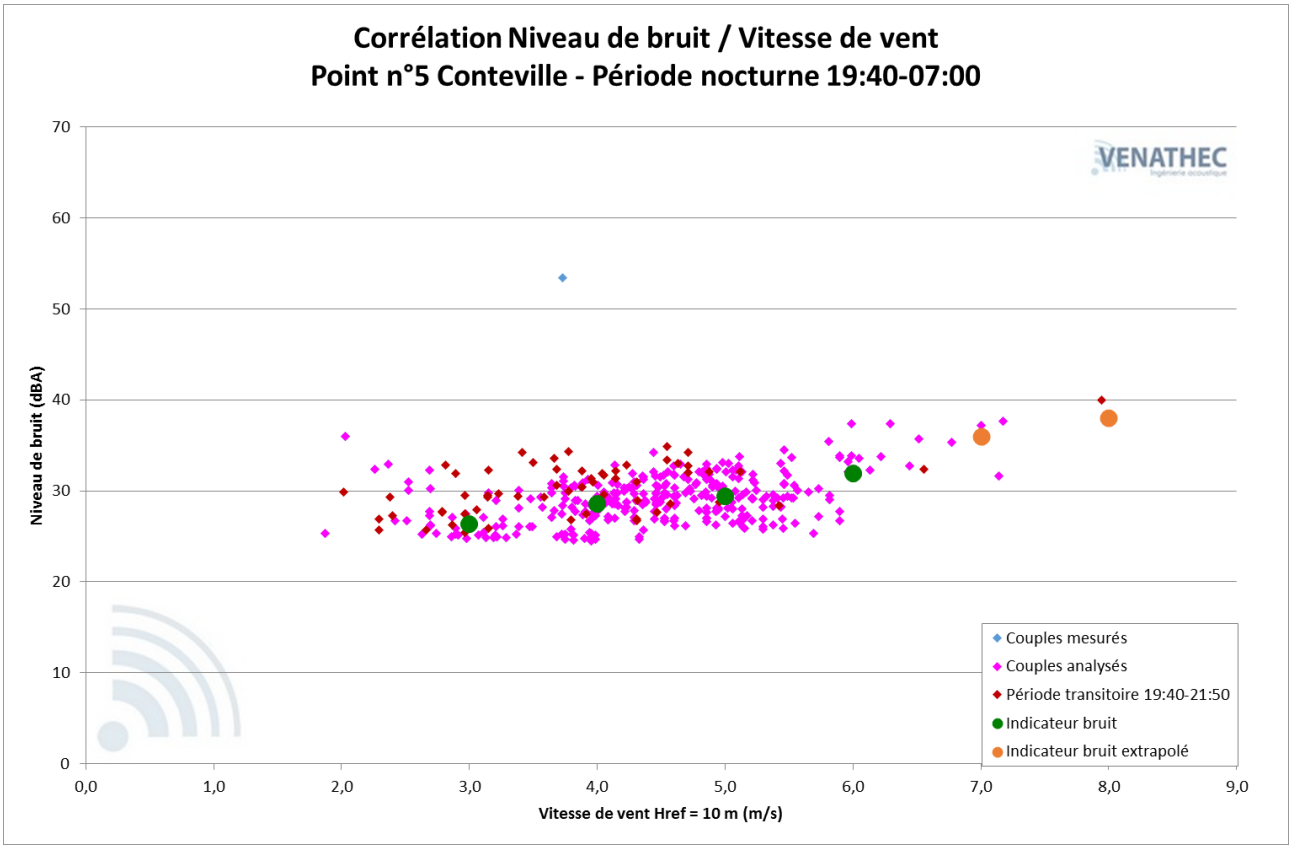
Les points bleus correspondent à une période transitoire (entre 19h30 et 22h) de jour dont les niveaux sont plus représentatifs de la période de nuit. Ils sont retirés de la période diurne et complètent les données de la période nocturne.

Périodiquement et de manière ponctuelle, des engins agricoles sont passés près des microphones. Leur faible nombre n'induit pas de changement majeur dans les niveaux globaux retenus.

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

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
Nombre de couples analysés	57	142	141	26	6	1
Indicateur de bruit retenu	26,5	28,5	29,5	32,0	*36,0*	*38,0*
Incertitude Uc(Res)	1,3	1,3	1,3	1,6	2,3	--



Commentaires

Les couples (L_{res}– Vitesse de vent)$_{10\ minutes}$ mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 6 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 les vitesses de 7 à 8 m/s à Href=10m est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

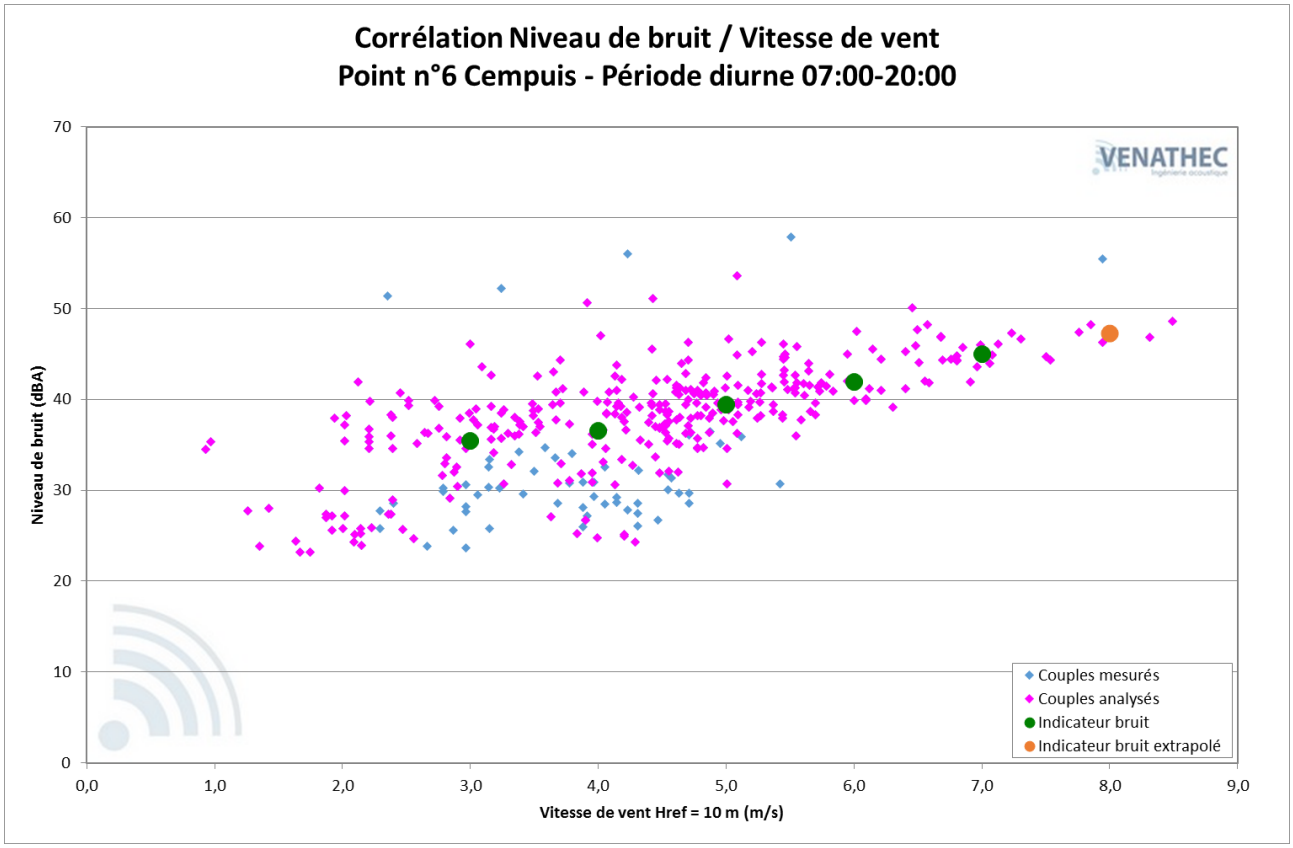
Les points rouges correspondent aux données de la période transitoire de jour passées en période nocturne, ils sont pris en compte dans l'analyse.

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

Point n°6 : Campuis

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
Nombre de couples analysés	49	74	101	39	20	7
Indicateur de bruit retenu	35,5	36,5	39,5	42,0	45,0	*47,5*
Incertitude Uc(Res)	1,4	1,4	1,3	1,4	1,4	1,7



Commentaires

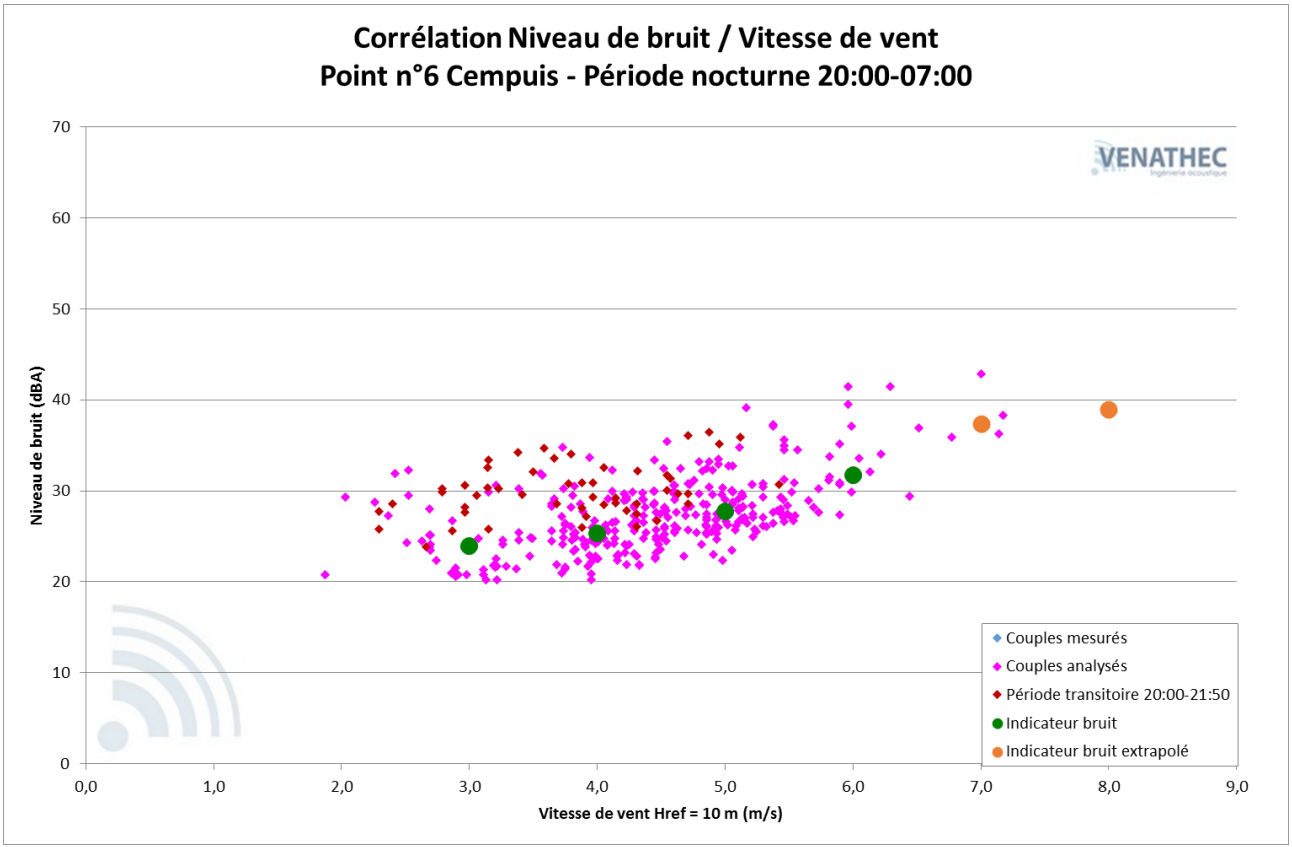
Les couples (L_{res}– Vitesse de vent)$_{10\ minutes}$ mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 7 m/s à H_{ref}=10 m sont suffisants pour établir une estimation de niveaux résiduels représentatifs de la situation sonore du site.
Le niveau retenu pour la vitesse de 8 m/s à Href=10m est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

Les points bleus correspondent à une période transitoire (entre 19h30 et 22h) de jour dont les niveaux sont plus représentatifs de la période de nuit. Ils sont retirés de la période diurne et complètent les données de la période nocturne.

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

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
Nombre de couples analysés	55	139	141	26	5	0
Indicateur de bruit retenu	24,0	25,5	27,5	31,5	*37,5*	*39,0*
Incertitude Uc(Res)	1,5	1,3	1,3	1,7	1,8	--



Commentaires

Les couples (L_{res}– Vitesse de vent)$_{10\ minutes}$ mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 6 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 les vitesses de 7 à 8 m/s à Href=10m est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

Les points rouges correspondent aux données de la période transitoire de jour passées en période nocturne, ils sont pris en compte dans l'analyse.

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 O-SO]195° ; 315°]

Indicateurs de bruit résiduel en dBA en fonction de la vitesse de vent Secteur O-SO :]195° ; 315°] 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
Point 1_Sommereux	39,5	42,0	42,0	42,5	42,5	*42,5*
Point 2_Ferme de Marendeuil	35,5	36,0	38,0	39,5	43,0	*46,5*
Point 3_Beaudéduit	35,0	36,0	39,0	40,0	43,5	*48,5*
Point 4_Le Mesnil-Conteville	35,5	36,0	38,0	39,5	43,0	*46,5*
Point 5_Conteville	35,5	37,0	39,0	41,5	44,5	*46,5*
Point 6_Cempuis	35,5	36,5	39,5	42,0	45,0	*47,5*

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.

<u>Interprétations des résultats :</u>

- 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 ouest et 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.

VENATHEC S.A.S. au capital de 750 000 € - RCS NANCY - SIRET 423 893 296 00016 - APE 7112B

6.5. Indicateurs bruit résiduel NOCTURNES retenus - Secteur O-SO]195° ; 315°]

Indicateurs de bruit résiduel en dBA en fonction de la vitesse de vent Secteur O-SO :]195° ; 315°] 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
Point 1_Sommereux	26,5	27,5	30,5	37,0	*40,5*	*43,0*
Point 2_Ferme de Marendeuil	23,0	24,5	26,5	30,0	*35,5*	*38,0*
Point 3_Beaudéduit	23,5	23,5	26,0	28,0	*33,0*	*35,0*
Point 4_Le Mesnil-Conteville	23,0	24,5	26,5	30,0	*35,5*	*38,0*
Point 5_Conteville	26,5	28,5	29,5	32,0	*36,0*	*38,0*
Point 6_Cempuis	24,0	25,5	27,5	31,5	*37,5*	*39,0*

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.

<u>Interprétations des résultats :</u>

- 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 ouest et 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.

VENATHEC S.A.S. au capital de 750 000 € - RCS NANCY - SIRET 423 893 296 00016 - APE 7112B

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 comprises entre 0 et 7 m/s à H_{ref} = 10 m, afin de qualifier l'état initial acoustique du site de Sommereux (60).

En complément, afin de permettre une étude la plus complète possible, une mesure dite « courte durée » a été effectuée à l'emplacement n°2, où l'habitation isolée n'était pas habitée. Cette mesure a été corrélée avec les mesures « longue durée » réalisées en simultané.

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 8 m/s sur deux classes homogènes de bruit :

- Classe homogène 1 : Secteur]195° ; 315°] – O-SO en période diurne automnale ;
- Classe homogène 2 : Secteur]195° ; 315°] – O-SO en période nocturne automnale.

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} =10m. Ceci s'explique notamment en raison d'une ambiance faible à ces vitesses alors que le bruit des éoliennes s'intensifie.
Les vitesses de vent mesurées lors de la présente campagne sont donc jugées satisfaisantes.

Les relevés ont été effectués en automne, à une période où la végétation est déjà amoindrie et l'activité humaine et animale (avifaune notamment) diminue.
En raison d'une végétation abondante et d'une activité humaine accrue en saison estivale, les niveaux résiduels seraient probablement un peu plus élevés, à l'inverse en saison hivernale, les niveaux résiduels seraient relativement plus faibles. Le choix de l'emplacement des points de mesures est néanmoins réalisé en se protégeant au mieux de la végétation environnante de manière à s'affranchir au maximum de son influence.
Seules des campagnes de mesure permettraient de déterminer les proportions de variations des niveaux résiduels.

VENATHEC S.A.S. au capital de 750 000 € - RCS NANCY - SIRET 423 893 296 00016 - APE 7112B

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.

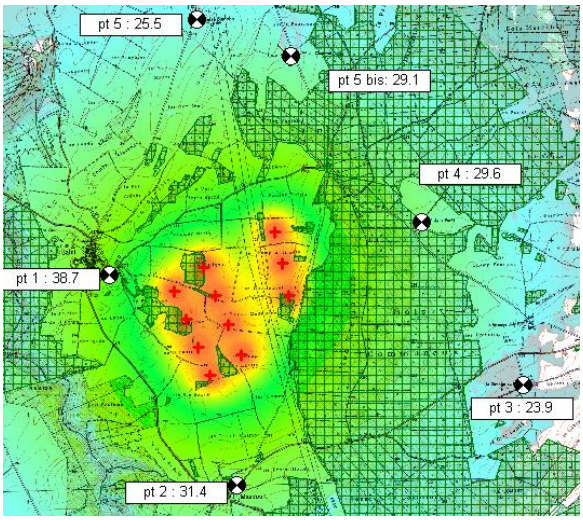
CadnaA est un logiciel de propagation environnementale, outil de calculs de l'acoustique prévisionnelle, basé sur des modélisations des sources et des sites de propagation, et est destiné à décrire quantitativement des répartitions sonores pour des classes de situations données.

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.



Exemple : CadnaA - Cartographie sonore

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.

Un récepteur est ajouté dans la zone d'habitation de Rieux, les niveaux résiduels du point 5 lui sont attribués. En effet, ils sont proches et sont sensiblement exposés au même paysage sonore.

De même, un point 6bis est ajouté sur le modèle numérique afin d'étudier l'impact acoustique du projet sur les habitations situées au sud-est de la commune de Cempuis.

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

Point mesure 5 bis - Rieux

Points mesures 6 – 6 bis

8.2. Description et emplacement des éoliennes

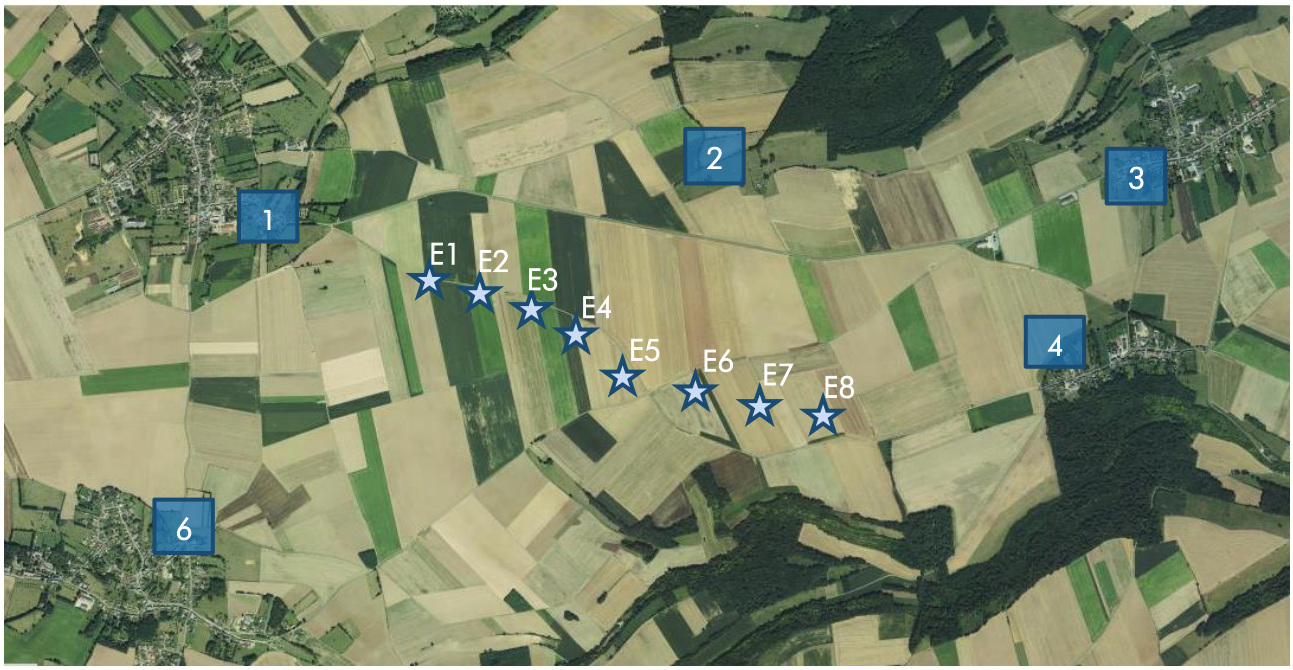
L'impact acoustique d'une éolienne a deux origines : le bruit mécanique et le bruit aérodynamique. Le bruit mécanique a progressivement été réduit grâce à des systèmes d'insonorisation performants. Le problème reste donc d'ordre aérodynamique (vent dans les pales et passage des pales devant le mât).

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 NORDEX N100 (75 m de hauteur de moyeu et d'une puissance de 2,5 MW) sont reprises dans le tableau suivant :

N100 - 2,5 MW – HH=75m								
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	95,9	97,8	100,7	104,9	106,0	106,0	106,0	106,0

Ces données sont issues du document n° F008_145_A13_EN du 07 octobre 2013, 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 2,5 MW.

Le projet prévoit l'implantation de 8 éoliennes comme illustré ci-dessous :



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).

VENATHEC S.A.S. au capital de 750 000 € - RCS NANCY - SIRET 423 893 296 00016 - APE 7112B

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)
Lamb ≤ 35 dBA	/	/
Lamb > 35 dBA	E ≤ 5 dBA	E ≤ 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	$= 10 \log (10^{(Lres/10)} + 10^{(Lpart/10)})$	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)	$= Lamb-C_A$	D_A
Dépassement vis-à-vis de la valeur limite d'émergence (Emax)	= E-Emax	De
Dépassement retenu (D)	$= minimum(D_A ; De)$	D

Présentation des résultats :
Les tableaux ci-dessous reprennent les niveaux de bruit ambiant et les émergences prévisionnels calculés aux emplacements les plus assujettis aux émissions sonores du parc.
Ces niveaux sont comparés aux seuils 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.

Afin d'évaluer les émergences aux vitesses de vent supérieures à 8 m/s, des niveaux résiduels sont attribuées à ces vitesses en suivant l'évolution des courbes avec des valeurs raisonnables et suffisamment conservatrices pour ne pas être surestimées.

VENATHEC S.A.S. au capital de 750 000 € - RCS NANCY - SIRET 423 893 296 00016 - APE 7112B

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 : Emax=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
Point 1_Sommereux	Lamb	40,0	42,5	42,5	43,5	44,0	44,0	44,0	44,0	FAIBLE
	E	0,5	0,5	0,5	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point 2_Ferme de Marendeuil	Lamb	36,0	37,0	39,0	41,5	44,0	47,0	48,5	49,5	FAIBLE
	E	0,5	1,0	1,0	2,0	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	
Point 3_Beaudéduit	Lamb	35,0	36,0	39,0	40,5	43,5	48,5	50,0	51,0	FAIBLE
	E	0,0	0,0	0,0	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	
Point 4_Le Mesnil-Conteville	Lamb	36,0	36,5	38,5	40,5	43,5	46,5	48,0	49,0	FAIBLE
	E	0,5	0,5	0,5	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point 5_Conteville	Lamb	35,5	37,0	39,0	42,0	44,5	46,5	48,0	49,0	FAIBLE
	E	0,0	0,0	0,0	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	
Point 5bis_Rieux	Lamb	35,5	37,0	39,0	41,5	44,5	46,5	49,0	49,0	FAIBLE
	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point 6_Cempuis	Lamb	35,5	36,5	39,5	42,0	45,0	47,5	48,0	48,0	FAIBLE
	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point 6bis_Cempuis	Lamb	35,5	36,5	39,5	42,0	45,0	47,5	48,0	48,0	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	

Interprétations des résultats pour la période diurne :

Selon nos estimations et hypothèses retenues, aucun dépassement des seuils réglementaires n'est estimé au niveau des autres zones d'habitations étudiées en période diurne.

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'émergence : C_A =35 dBA
- Emergence limite réglementaire de nuit : Emax=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
Point 1_Sommereux	Lamb	30,0	32,0	35,0	40,0	42,5	44,5	45,0	46,0	FAIBLE
	E	3,5	4,5	4,5	3,0	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	
Point 2_Ferme de Marendeuil	Lamb	29,0	31,0	33,5	38,0	40,0	41,0	42,0	43,0	PROBABLE
	E	6,0	6,5	7,0	8,0	4,5	3,0	2,0	2,0	
	D	0,0	0,0	0,0	3,0	1,5	0,0	0,0	0,0	
Point 3_Beaudéduit	Lamb	25,0	25,5	28,0	31,0	34,5	36,0	37,5	39,5	FAIBLE
	E	1,5	2,0	2,0	3,0	1,5	1,0	0,5	0,5	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point 4_Le Mesnil-Conteville	Lamb	26,0	28,0	30,5	34,5	37,5	39,5	41,0	41,5	FAIBLE
	E	3,0	3,5	4,0	4,5	2,0	1,5	1,0	0,5	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point 5_Conteville	Lamb	27,5	29,5	31,0	34,0	37,0	39,0	40,0	41,0	FAIBLE
	E	1,0	1,0	1,5	2,0	1,0	1,0	0,5	0,5	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point 5bis_Rieux	Lamb	27,0	29,0	30,5	33,0	36,5	38,5	40,0	40,5	FAIBLE
	E	0,5	0,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point 6_Cempuis	Lamb	25,0	26,5	29,0	33,0	38,0	39,5	40,5	40,5	FAIBLE
	E	1,0	1,0	1,5	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point 6bis_Cempuis	Lamb	25,5	27,0	29,5	33,5	38,0	39,5	40,5	40,5	FAIBLE
	E	1,5	1,5	2,0	2,0	0,5	0,5	0,5	0,5	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

Interprétations des résultats pour la période nocturne :

Selon nos estimations et hypothèses retenues, des dépassements des seuils réglementaires nocturnes sont relevés sur le point n°2 : Ferme de Marendeuil .

Le point n°2 présente des dépassements des seuils réglementaires sur les vitesses à 6 et 7 m/s à H= 10m. Ces dépassements sont de l'ordre de 1,5 à 3,0 dBA. Le risque acoustique sur ce point 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 six 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.

N100 - 2,5 MW – HH=75m (niveaux Lw en dBA)								
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
Pleine puissance	95,9	97,8	100,7	104,9	105,9	106,0	106,0	106,0
Mode 1 - 105,5	95,9	97,8	100,7	104,4	105,3	105,5	105,5	105,5
Mode 2 - 105,0	95,9	97,8	100,2	103,4	104,3	104,9	105,0	105,0
Mode 3 - 104,5	95,9	97,8	100,5	102,9	103,8	104,4	104,5	104,5
Mode 4 - 102,0	95,9	97,3	98,9	99,9	100,9	101,8	102,0	102,0
Mode 5 - 106,0	95,9	97,3	98,7	102,0	103,9	105,4	106,0	106,0
Mode 6 - 106,0	95,5	96,4	97,1	99,6	105,2	105,9	106,0	106,0

Ces données sont issues du document n° F008_145_A13_EN du 07 octobre 2013, 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 2,5 MW.

- 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 – Toute direction								
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							
Eol n°7	Pleine puissance							
Eol n°8	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 8 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 de vent dominante du site, à savoir la direction sud-ouest.

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							
Eol n°2	Pleine puissance							
Eol n°3	Pleine puissance							
Eol n°4	Pleine puissance			Mode 5 - 106,0	Mode 2 - 105,0	Pleine puissance		
Eol n°5	Pleine puissance			Mode 4 - 102,0	Mode 5 - 106,0	Pleine puissance		
Eol n°6	Pleine puissance			Mode 4 - 102,0		Pleine puissance		
Eol n°7	Pleine puissance			Mode 4 - 102,0	Mode 3 - 104,5	Pleine puissance		
Eol n°8	Pleine puissance			Mode 5 - 106,0	Mode 2 - 105,0	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 :

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
Point 1_Sommereux	Lamb	30,0	31,5	34,0	39,5	42,0	44,0	45,0	45,5	FAIBLE
	E	3,5	4,0	3,5	2,5	1,5	1,0	1,0	0,5	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point 2_Ferme de Marendeuil	Lamb	29,0	31,0	33,5	35,0	38,5	41,0	42,0	42,5	FAIBLE
	E	6,0	6,5	7,0	5,0	3,0	3,0	2,0	1,5	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point 3_Beaudéduit	Lamb	25,0	25,5	28,0	29,5	34,0	36,0	37,5	39,5	FAIBLE
	E	1,5	2,0	2,0	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point 4_Le Mesnil-Conteville	Lamb	26,0	28,0	30,5	32,5	37,0	39,5	41,0	41,5	FAIBLE
	E	3,0	3,5	4,0	2,5	1,5	1,5	1,0	0,5	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point 5_Conteville	Lamb	27,0	29,0	29,5	32,0	36,0	38,0	39,5	40,5	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	
Point 5bis_Rieux	Lamb	26,5	28,5	29,5	32,0	36,0	38,0	39,5	40,5	FAIBLE
	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point 6_Cempuis	Lamb	24,0	25,5	27,5	31,5	37,5	39,0	40,0	40,0	FAIBLE
	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Point 6bis_Cempuis	Lamb	24,0	25,5	27,5	31,5	37,5	39,0	40,0	40,0	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	

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 pour la direction sud-ouest.

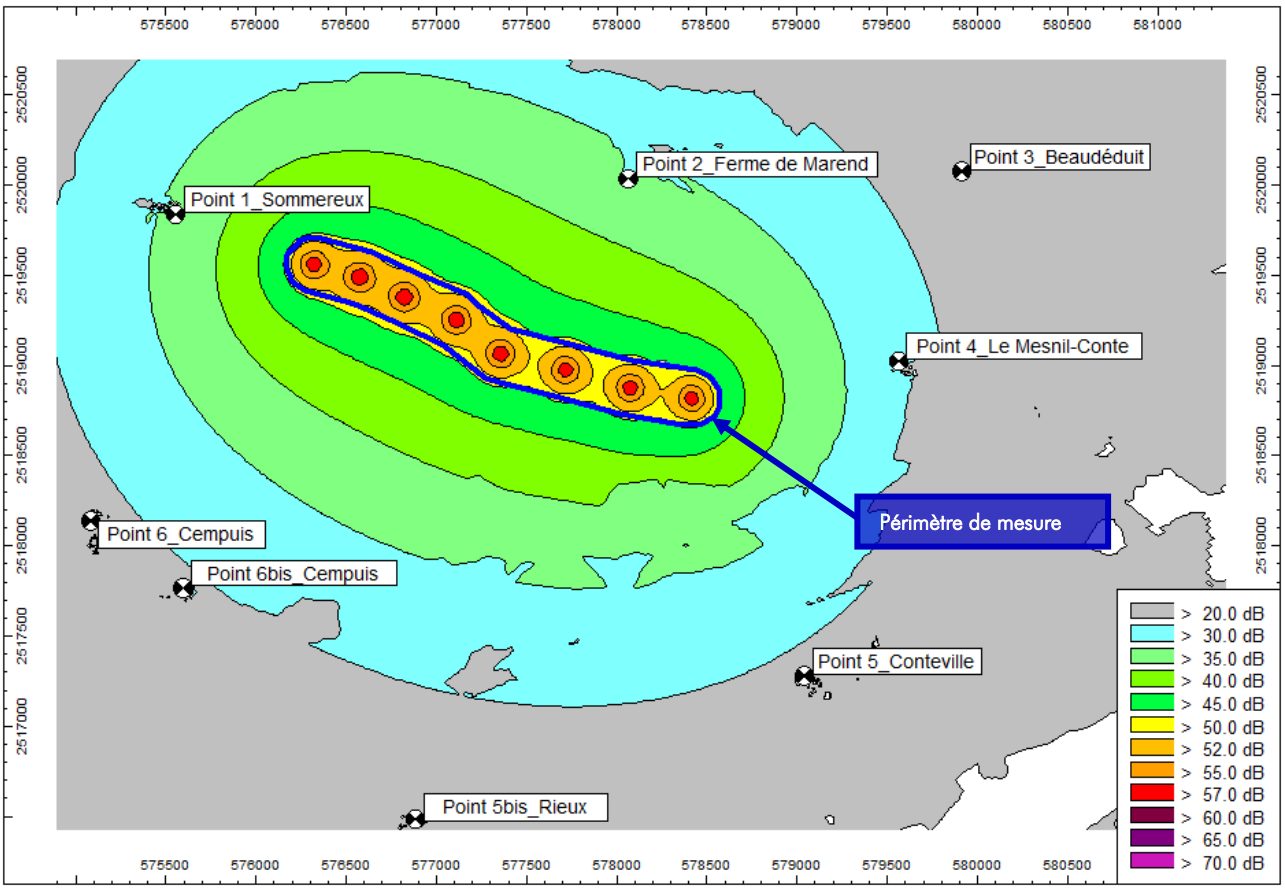
10. NIVEAUX DE BRUIT SUR LE PERIMETRE DE L'INSTALLATION

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 : »

$$R = 1{,}2 \times (\text{Hauteur de moyeu} + \text{Longueur d'un demi-rotor})$$
$$\text{soit } R = 1{,}2 \times (75+50) = 150 \text{ mètres}$$

Des simulations numériques ont permis une estimation du niveau de bruit généré dans l'environnement proche des éoliennes et permettent de comparer aux seuils réglementaires fixés sur le périmètre de mesure (considérant une distance de 150m avec chaque éolienne). Ce calcul est entrepris sur la plage de fonction jugée la plus critique (à pleine puissance de la machine), correspondant en l'occurrence à une vitesse de vent de 8 m/s. La cartographie des répartitions de niveaux sonores 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 52 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 55 dBA et donc inférieurs au seuil le plus restrictif.

11. TONALITE MARQUEE

Une analyse du critère de tonalité est effectuée à partir des documents fournis par la société NORDEX pour les machines de type N100, référencé F008_145_A17_EN daté du 16 avril 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	
f (Hz)	Limite ICPE (dB)	Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE
31,5	--	99,2		101,1		101,1	
40	--	96,5		98,4		100,5	
50	10	95,4	NON	97,3	NON	99,3	NON
63	10	95,8	NON	97,7	NON	98,4	NON
80	10	93,5	NON	95,4	NON	97,6	NON
100	10	92,9	NON	94,8	NON	95,5	NON
125	10	92,0	NON	93,9	NON	94,4	NON
160	10	88,0	NON	89,9	NON	89,8	NON
200	10	88,6	NON	90,5	NON	91,6	NON
250	10	90,8	NON	92,7	NON	93,2	NON
315	10	88,3	NON	90,2	NON	92,7	NON
400	5	86,4	NON	88,3	NON	93,1	NON
500	5	88,3	NON	90,2	NON	92,1	NON
630	5	86,7	NON	88,6	NON	92,5	NON
800	5	85,4	NON	87,3	NON	91,2	NON
1000	5	85,5	NON	87,4	NON	91,1	NON
1250	5	85,2	NON	87,1	NON	90,5	NON
1600	5	85,7	NON	87,6	NON	90,1	NON
2000	5	84,7	NON	86,6	NON	89,5	NON
2500	5	83,8	NON	85,7	NON	88,4	NON
3150	5	82,3	NON	84,2	NON	86,2	NON
4000	5	80,3	NON	82,2	NON	84,5	NON
5000	5	76,5	NON	78,4	NON	81,0	NON
6300	5	71,9	NON	73,8	NON	75,3	NON
8000	5	65,7	Données insuffisantes	67,6	Données insuffisantes	70,1	Données insuffisantes
10000	--	62,8		64,7		65,0	
12500	--	ND*		ND*		ND*	

** ND: Non disponible*

Classe de vitesse de vent standardisée		6 m/s		7 m/s		8 m/s	
f (Hz)	Limite ICPE (dB)	Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE
31,5	--	107,8		108,4		108,8	
40	--	107,2		107,6		108,1	
50	10	105,9	NON	106,4	NON	107,0	NON
63	10	105,2	NON	105,3	NON	105,8	NON
80	10	103,4	NON	103,9	NON	104,2	NON
100	10	101,0	NON	101,8	NON	102,7	NON
125	10	97,6	NON	100,6	NON	101,8	NON
160	10	98,3	NON	100,9	NON	101,2	NON
200	10	96,2	NON	97,6	NON	97,9	NON
250	10	97,9	NON	99,1	NON	99,2	NON
315	10	96,4	NON	97,8	NON	97,6	NON
400	5	96,1	NON	97,4	NON	97,0	NON
500	5	96,2	NON	97,5	NON	97,4	NON
630	5	95,8	NON	97,0	NON	96,9	NON
800	5	95,2	NON	96,1	NON	96,0	NON
1000	5	95,5	NON	96,4	NON	96,6	NON
1250	5	95,3	NON	96,8	NON	97,1	NON
1600	5	94,0	NON	94,9	NON	95,1	NON
2000	5	93,4	NON	94,3	NON	94,5	NON
2500	5	92,6	NON	93,2	NON	93,5	NON
3150	5	91,5	NON	91,7	NON	92,0	NON
4000	5	89,2	NON	88,8	NON	88,8	NON
5000	5	86,5	NON	85,2	NON	85,1	NON
6300	5	80,8	NON	81,0	NON	80,8	NON
8000	5	75,2	Données insuffisantes	75,2	Données insuffisantes	75,3	Données insuffisantes
10000	--	68,3		69,7		69,9	
12500	--	ND*		ND*		ND*	

** ND: Non disponible*

Classe de vitesse de vent standardisée		9 m/s		10 m/s	
f (Hz)	Limite ICPE (dB)	Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE
31,5	--	107,9		107,9	
40	--	106,9		106,9	
50	10	106,7	NON	106,7	NON
63	10	105,4	NON	105,4	NON
80	10	103,6	NON	103,6	NON
100	10	101,6	NON	101,6	NON
125	10	101,2	NON	101,2	NON
160	10	101,7	NON	101,7	NON
200	10	97,3	NON	97,3	NON
250	10	97,7	NON	97,7	NON
315	10	96,3	NON	96,3	NON
400	5	95,5	NON	95,5	NON
500	5	96,0	NON	96,0	NON
630	5	95,9	NON	95,9	NON
800	5	95,5	NON	95,5	NON
1000	5	96,7	NON	96,7	NON
1250	5	97,7	NON	97,7	NON
1600	5	95,7	NON	95,7	NON
2000	5	95,2	NON	95,2	NON
2500	5	94,3	NON	94,3	NON
3150	5	92,2	NON	92,2	NON
4000	5	88,3	NON	88,3	NON
5000	5	84,2	NON	84,2	NON
6300	5	79,7	NON	79,7	NON
8000	5	74,0	Données insuffisantes	74,0	Données insuffisantes
10000	--	67,9		67,9	
12500	--	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.

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 8 éoliennes de type N100 de chez NORDEX (hauteur de moyeu 75m et d'une puissance de 2,5 MW) sur les communes de Sommereux et Le Mesnil-Conteville (60) 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 aout 2011, jugé **faible en période diurne** et **faible à probable en période nocturne.**

Des plans d'optimisation du fonctionnement du parc ont par conséquent été élaborés, pour la direction dominante sud-ouest rencontrée et pour chaque classe de vitesse de vent.
Ces plans de fonctionnement, comprenant le bridage de plusieurs machines en période nocturne selon la vitesse de vent, permettent d'envisager l'implantation d'un parc éolien satisfaisant les seuils réglementaires.

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).

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 les deux directions de vent dominantes du site.

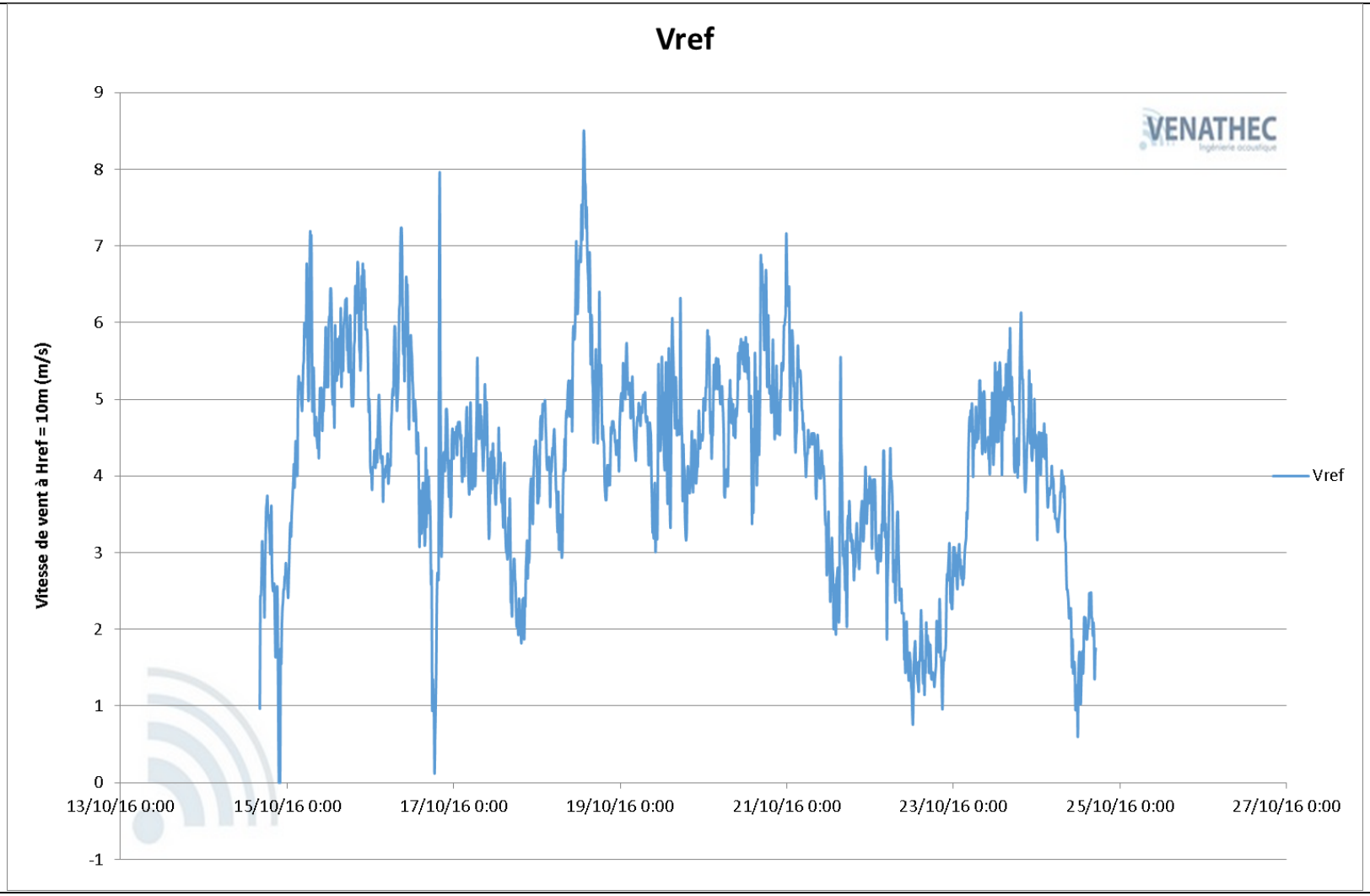
13. ANNEXES

ANNEXE A : CONDITIONS METEOROLOGIQUES RENCONTREES SUR SITE 53
ANNEXE B : CARACTERISTIQUES DES EOLIENNES 54
ANNEXE C : APPAREILS DE MESURE 57
ANNEXE D : CHOIX DES PARAMETRES RETENUS 58
ANNEXE E : EVOLUTION TEMPORELLE DES LAEQ 59
ANNEXE F : INCERTITUDE DE MESURAGE 61
ANNEXE G : ARRÊTE DU 26 AOÛT 2011 63

VENATHEC S.A.S. au capital de 750 000 € - RCS NANCY - SIRET 423 893 296 00016 - APE 7112B

ANNEXE A : CONDITIONS METEOROLOGIQUES RENCONTREES SUR SITE

Données de vent durant la période du 14 au 24 octobre 2016 sur le site de Sommereux (Hauteur du mât météorologique Href=10m)



ANNEXE B : CARACTERISTIQUES DES EOLIENNES

Coordonnées des éoliennes

Lambert 93		
Description	X	Y
E1	628 462, 7990	6 953 055, 3787
E2	628 718, 3514	6 952 983, 4123
E3	628 966, 0281	6 952 870, 8316
E4	629 252, 6700	6 952 741, 9355
E5	629 496, 4753	6 952 551, 0467
E6	629 855, 2158	6 952 459, 1834
E7	630 212, 5982	6 952 356, 9125
E8	630 554, 5460	6 952 296, 3232

VENATHEC S.A.S. au capital de 750 000 € - RCS NANCY - SIRET 423 893 296 00016 - APE 7112B

Données acoustiques des éoliennes de type N100 de chez NORDEX

Standard mode

Standardized wind speed $v_{s(10m)}$ [m/s]	Apparent sound power level							
	hub height 75 m		hub height 80 m		hub height 100 m		hub height 140 m	
	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]
3.0	95.9	4.1	95.9	4.2	96.0	4.3	96.1	4.5
4.0	97.8	5.5	97.8	5.6	98.0	5.7	98.3	6.0
5.0	100.7	6.9	100.9	7.0	101.5	7.2	102.4	7.5
6.0	104.9	8.3	104.9	8.4	105.0	8.6	105.1	9.0
7.0	105.9	9.7	105.9	9.7	106.0	10.0	106.0	10.5
8.0	106.0	11.0	106.0	11.1	106.0	11.5	106.0	12.0
9.0	106.0	12.4	106.0	12.5	106.0	12.9	106.0	13.5
10.0	106.0	13.8	106.0	13.9	106.0	14.3	106.0	15.0
11.0	106.0	15.2	106.0	15.3	106.0	15.8	106.0	16.5
12.0	106.0	16.6	106.0	16.7	106.0	17.2	106.0	18.0

Mode 1 / Sound optimized mode - 105.5 dB(A)

Standardized wind speed $v_{s(10m)}$ [m/s]	Apparent sound power level							
	hub height 75 m		hub height 80 m		hub height 100 m		hub height 140 m	
	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]
3.0	95.9	4.1	95.9	4.2	96.0	4.3	96.1	4.5
4.0	97.8	5.5	97.8	5.6	98.0	5.7	98.3	6.0
5.0	100.7	6.9	100.9	7.0	101.5	7.2	102.4	7.5
6.0	104.4	8.3	104.4	8.4	104.5	8.6	104.6	9.0
7.0	105.3	9.7	105.3	9.7	105.5	10.0	105.5	10.5
8.0	105.5	11.0	105.5	11.1	105.5	11.5	105.5	12.0
9.0	105.5	12.4	105.5	12.5	105.5	12.9	105.5	13.5
10.0	105.5	13.8	105.5	13.9	105.5	14.3	105.5	15.0
11.0	105.5	15.2	105.5	15.3	105.5	15.8	105.5	16.5
12.0	105.5	16.6	105.5	16.7	105.5	17.2	105.5	18.0

Mode 2 / Sound optimized mode - 105.0 dB(A)

Standardized wind speed $v_{s(10m)}$ [m/s]	Apparent sound power level							
	hub height 75 m		hub height 80 m		hub height 100 m		hub height 140 m	
	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]
3.0	95.9	4.1	95.9	4.2	96.0	4.3	96.1	4.5
4.0	97.8	5.5	97.8	5.6	98.0	5.7	98.3	6.0
5.0	100.2	6.9	100.4	7.0	101.0	7.2	101.8	7.5
6.0	103.4	8.3	103.4	8.4	103.5	8.6	103.6	9.0
7.0	104.3	9.7	104.4	9.7	104.5	10.0	104.7	10.5
8.0	104.9	11.0	104.9	11.1	105.0	11.5	105.0	12.0
9.0	105.0	12.4	105.0	12.5	105.0	12.9	105.0	13.5
10.0	105.0	13.8	105.0	13.9	105.0	14.3	105.0	15.0
11.0	105.0	15.2	105.0	15.3	105.0	15.8	105.0	16.5
12.0	105.0	16.6	105.0	16.7	105.0	17.2	105.0	18.0

VENATHEC S.A.S. au capital de 750 000 € - RCS NANCY - SIRET 423 893 296 00016 - APE 7112B

Mode 3 / Sound optimized mode - 104.5 dB(A)

Standardized wind speed $v_{s(10m)}$ [m/s]	Apparent sound power level							
	hub height 75 m		hub height 80 m		hub height 100 m		hub height 140 m	
	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]
3.0	95.9	4.1	95.9	4.2	96.0	4.3	96.1	4.5
4.0	97.8	5.5	97.8	5.6	98.0	5.7	98.3	6.0
5.0	100.5	6.9	100.6	7.0	101.0	7.2	101.5	7.5
6.0	102.9	8.3	102.9	8.4	103.0	8.6	103.1	9.0
7.0	103.8	9.7	103.9	9.7	104.0	10.0	104.2	10.5
8.0	104.4	11.0	104.4	11.1	104.5	11.5	104.5	12.0
9.0	104.5	12.4	104.5	12.5	104.5	12.9	104.5	13.5
10.0	104.5	13.8	104.5	13.9	104.5	14.3	104.5	15.0
11.0	104.5	15.2	104.5	15.3	104.5	15.8	104.5	16.5
12.0	104.5	16.6	104.5	16.7	104.5	17.2	104.5	18.0

Mode 4 / Sound optimized mode - 102.0 dB(A)

Standardized wind speed $v_{s(10m)}$ [m/s]	Apparent sound power level							
	hub height 75 m		hub height 80 m		hub height 100 m		hub height 140 m	
	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]
3.0	95.9	4.1	95.9	4.2	96.0	4.3	96.1	4.5
4.0	97.3	5.5	97.3	5.6	97.5	5.7	97.8	6.0
5.0	98.9	6.9	98.9	7.0	99.0	7.2	99.1	7.5
6.0	99.9	8.3	99.9	8.4	100.0	8.6	100.1	9.0
7.0	100.9	9.7	100.9	9.7	101.0	10.0	101.2	10.5
8.0	101.8	11.0	101.8	11.1	102.0	11.5	102.0	12.0
9.0	102.0	12.4	102.0	12.5	102.0	12.9	102.0	13.5
10.0	102.0	13.8	102.0	13.9	102.0	14.3	102.0	15.0
11.0	102.0	15.2	102.0	15.3	102.0	15.8	102.0	16.5
12.0	102.0	16.6	102.0	16.7	102.0	17.2	102.0	18.0

Mode 5 / Sound optimized mode - 106.0 dB(A)

Standardized wind speed $v_{s(10m)}$ [m/s]	Apparent sound power level							
	hub height 75 m		hub height 80 m		hub height 100 m		hub height 140 m	
	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]
3.0	95.9	4.1	95.9	4.2	96.0	4.3	96.1	4.5
4.0	97.3	5.5	97.3	5.6	97.5	5.7	97.8	6.0
5.0	98.7	6.9	98.7	7.0	99.0	7.2	99.4	7.5
6.0	102.0	8.3	102.1	8.4	102.5	8.6	103.0	9.0
7.0	103.9	9.7	104.1	9.7	104.5	10.0	105.1	10.5
8.0	105.4	11.0	105.4	11.1	105.5	11.5	105.5	12.0
9.0	106.0	12.4	106.0	12.5	106.0	12.9	106.0	13.5
10.0	106.0	13.8	106.0	13.9	106.0	14.3	106.0	15.0
11.0	106.0	15.2	106.0	15.3	106.0	15.8	106.0	16.5
12.0	106.0	16.6	106.0	16.7	106.0	17.2	106.0	18.0

Mode 6 / Sound minimized mode - 106.0 dB(A)

Standardized wind speed $v_{s(10m)}$ [m/s]	Apparent sound power level							
	hub height 75 m		hub height 80 m		hub height 100 m		hub height 140 m	
	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]
3.0	95.5	4.1	95.5	4.2	95.5	4.3	95.6	4.5
4.0	96.4	5.5	96.4	5.6	96.5	5.7	96.6	6.0
5.0	97.1	6.9	97.2	7.0	97.3	7.2	97.5	7.5
6.0	99.6	8.3	99.9	8.4	101.0	8.6	102.8	9.0
7.0	105.2	9.7	105.2	9.7	105.3	10.0	105.5	10.5
8.0	105.9	11.0	105.9	11.1	106.0	11.5	106.0	12.0
9.0	106.0	12.4	106.0	12.5	106.0	12.9	106.0	13.5
10.0	106.0	13.8	106.0	13.9	106.0	14.3	106.0	15.0
11.0	106.0	15.2	106.0	15.3	106.0	15.8	106.0	16.5
12.0	106.0	16.6	106.0	16.7	106.0	17.2	106.0	18.0

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	CUBE SOLO DUO	10634 10636 60539 65677 11105
Calibreur	01dB	CAL 21	50241686
Préamplificateur	PRE 21 S	PRE 21 S	*Associé au sonomètre**
Microphone	GRAS 40AE	MC E 212	*Associé au sonomètre**
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 corréler les niveaux de bruit résiduels en fonction des régimes de fonctionnement des éoliennes ;
- les émissions sonores des éoliennes dépendent de la vitesse du vent sur leurs 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}.

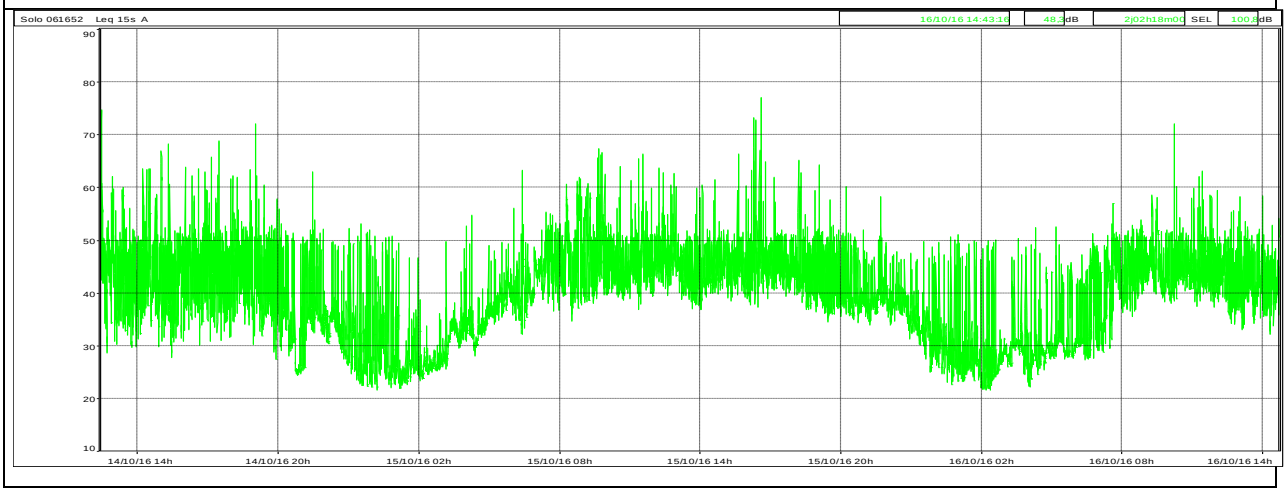
Ce calcul est basé sur les données connues du site concerné (cisaillement moyen diurne / nocturne), sur une analyse qualitative, ainsi que sur des relevés météorologiques annuels de plusieurs sites, et nous permet de prendre en compte une tendance horaire moyenne de l'évolution de l'exposant de cisaillement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

Les valeurs de cisaillements utilisées, issues de mesures long terme sur site étudié, correspondent à :

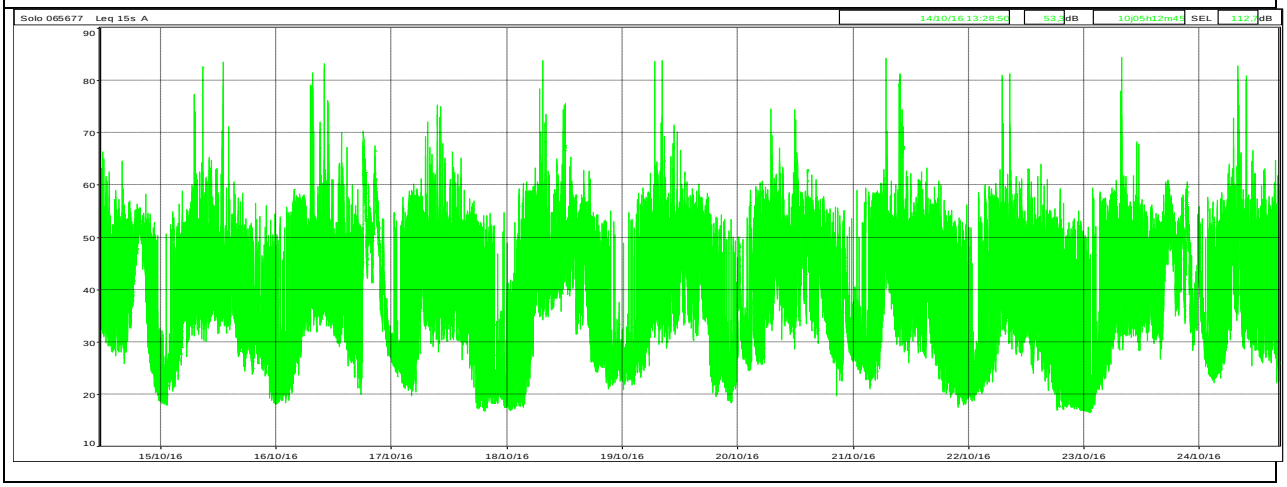
- exposant de cisaillement jour : 0,3707
- exposant de cisaillement nuit : 0,4622

ANNEXE E : EVOLUTION TEMPORELLE DES LAEQ

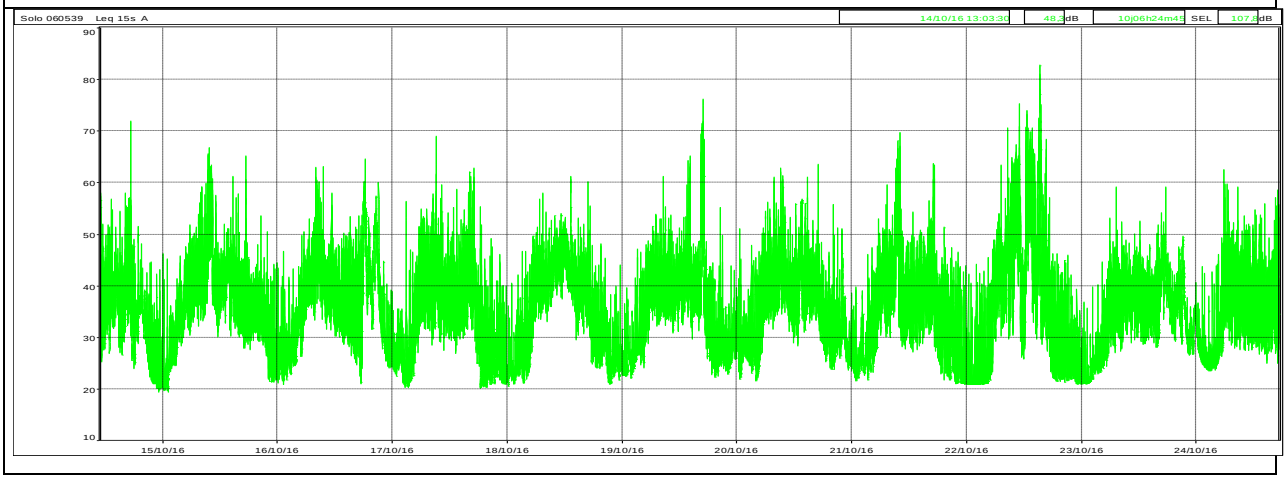
Evolution temporelle du L_{Aeq} au point n°1 – Sommereux



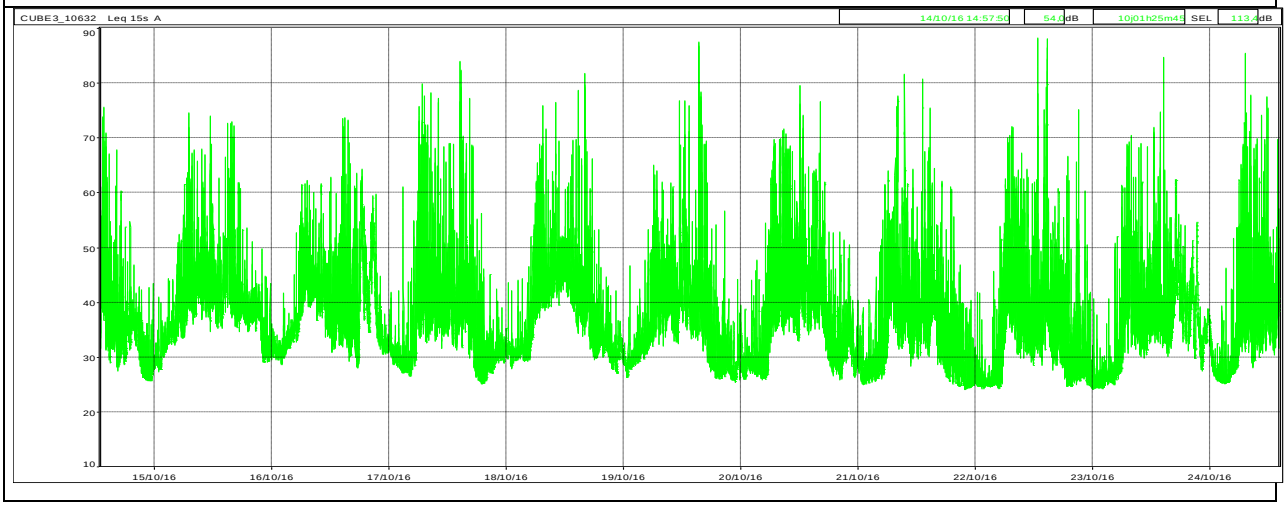
Evolution temporelle du L_{Aeq} au point n°3 – Beaudéduit



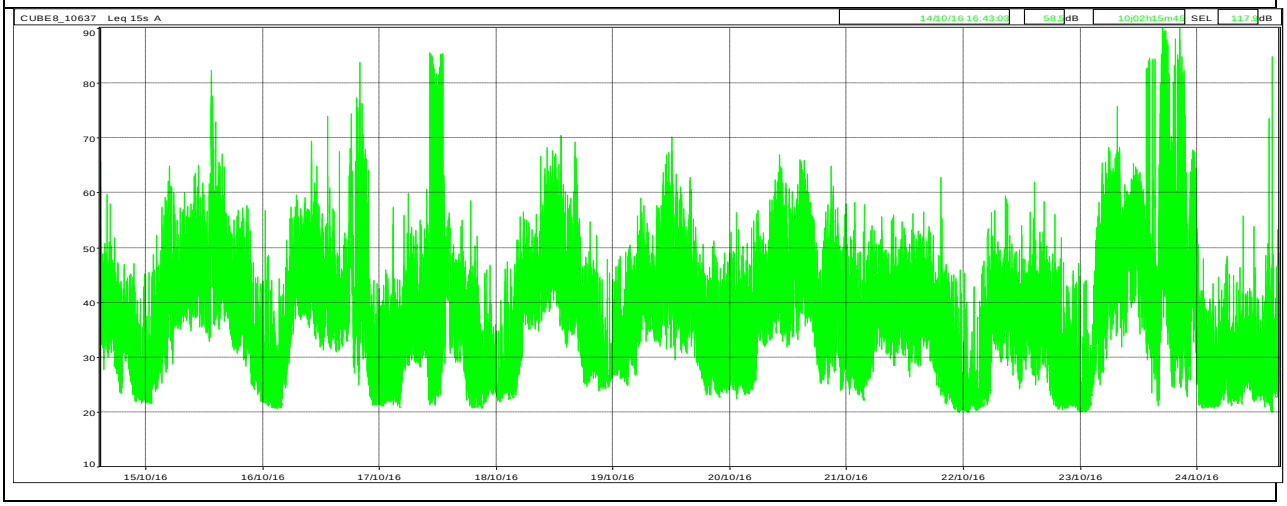
Evolution temporelle du L_{Aeq} au point n°4 – Le Mesnil-Conteville



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



Evolution temporelle du L_{Aeq} au point n°6 – Cempuis



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 $DMA(X_{(j)}) = \textit{Médiane}\left(\left|X_{(j),i} - \textit{Médiane}\ (X_{(j),i})\right|\right)$: déviation médiane (en valeur absolue) par rapport à la médiane de l'ensemble des descripteurs (indicés « 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 :

Incertitude 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(Emergence)	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 $\sqrt{2}$-2.10$^{-E/10}$ 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_{amb}	
		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 chaine 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 Ier 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. 1er. – 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 1er 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 incluant le bruit de l'installation	ÉMERGENCE ADMISSIBLE POUR LA PÉRIODE allant de 7 heures à 22 heures	ÉMERGENCE ADMISSIBLE POUR LA PÉRIODE allant de 22 heures à 7 heures
Sup à 35 dB (A)	5 dB (A)	3 dB (A)

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

Trois pour une durée supérieure à vingt minutes et inférieure ou égale à deux heures ;

Deux pour une durée supérieure à deux heures et inférieure ou égale à quatre heures ;

Un pour une durée supérieure à quatre heures et inférieure ou égale à huit heures ;

Zéro pour une durée supérieure à huit heures.

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

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

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

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

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

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

Fait le 26 août 2011.

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