



ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE PRE- IMPLANTATION

Parc éolien
des Lupins



HANNAPES

Aisne (02)

23 novembre 2017



Référence du document n°17-16-60-2079-TMA Rev3

Client

Établissement H2AIR
Adresse 29 rue des Trois Cailloux
80000 AMIENS
Tél. 0322800164
Fax 0322726184

Interlocuteur

Nom Mme Fanny CHEF
Fonction Responsable projets - Autorisations
Courriel fchef@h2air.fr
Tél. 0360123238 / 0643988565

Diffusion

Copie 1
Papier
Informatique X

Révision

Date 27/10/2017

Rédaction	Vérification
Thierry MARTIN	Kamal BOUBKOUR
	

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
3.8. Décret n° 2016-1110 du 11 août 2016	9
4. PRÉSENTATION DU PROJET	10
4.1. Identification des points de mesure	10
4.2. Effets cumulés avec les parcs alentours	15
5. DEROULEMENT DU MESURAGE	17
5.1. Opérateurs concernés par le mesurage	17
5.2. Déroulement général	17
5.3. Méthodologie et appareillages de mesure	17
5.4. Conditions météorologiques rencontrées	19
6. ANALYSE DES MESURES	21
6.1. Principe d'analyse	21
6.2. Choix des classes homogènes	21
6.3. Nuages de points - Comptage	23
6.4. Indicateurs bruit résiduel DIURNES retenus - Secteur SO]150° ; 260°]	38
6.5. Indicateurs bruit résiduel NOCTURNES retenus - Secteur SO]150° ; 260°]	39
7. CONCLUSION SUR LA PHASE DE MESURAGE	40
8. EVALUATION ENVIRONNEMENTALE AUTOUR DE LA ZONE D'ETUDE	41
9. ÉTUDE DE L'IMPACT ACOUSTIQUE ENGENDRÉ PAR L'ACTIVITÉ DU PARC ÉOLIEN	43
9.1. Rappel des objectifs	43
9.2. Description et emplacement des éoliennes	44
9.3. Hypothèses de calcul	45
9.4. Evaluation de l'impact sonore	46
9.5. Résultats prévisionnels – Variante V117	47
9.6. Résultats prévisionnels – Variante N117	49
10. OPTIMISATION DU PROJET	51
10.1. Comment réduire le bruit de l'éolienne : le bridage	51
10.2. Plan de fonctionnement - Période diurne – V117 et N117	52
10.3. Plan de fonctionnement - Période nocturne	52
10.4. Evaluation de l'impact sonore en période nocturne après optimisation – Secteur Sud-Ouest	54
11. NIVEAUX DE BRUIT SUR LE PERIMETRE DE L'INSTALLATION	55
12. TONALITE MARQUEE	57
13. CONCLUSION	61
14. ANNEXES	62

1. OBJET DE L'ETUDE

Dans le cadre du projet d'implantation d'un parc éolien sur la commune d'Hannapes, la société H2AIR 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 ;
- 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 2016 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.



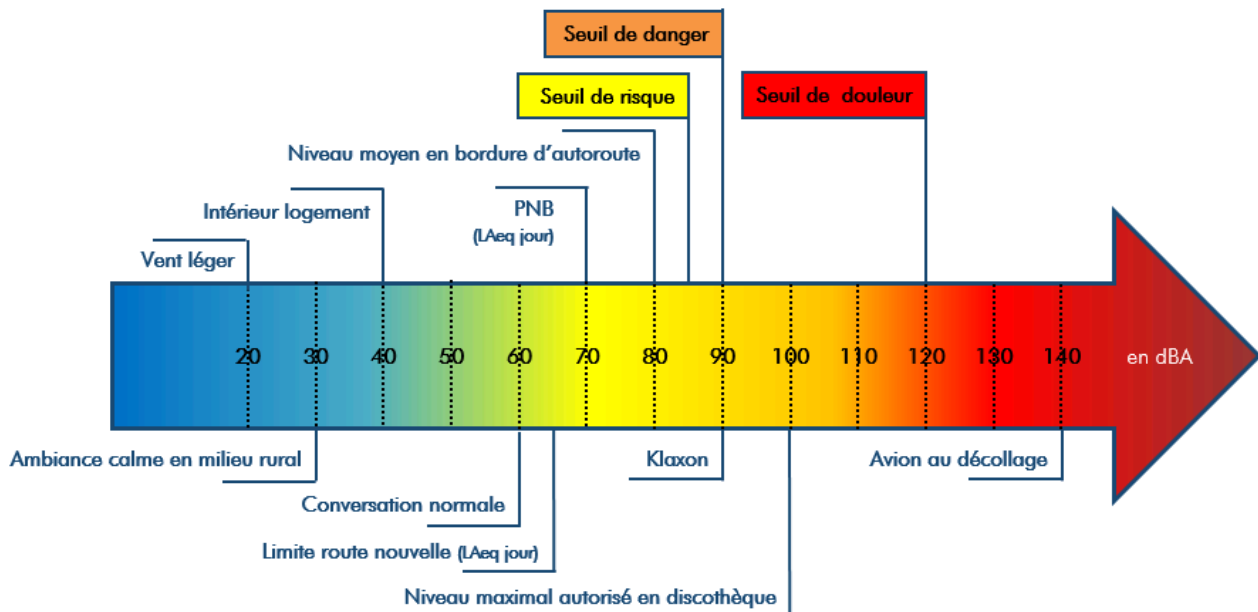
Le décibel pondéré A (dBA)

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

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

f_c : fréquence centrale
 $\Delta f = f_2 - f_1$

Niveau de bruit équivalent Leq

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

Niveau résiduel

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

Niveau ambiant

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

Emergence acoustique (E)

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

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

Niveau fractile (L_n)

Anciennement appelé indice statistique percentile L_n .

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

Niveau de puissance acoustique

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

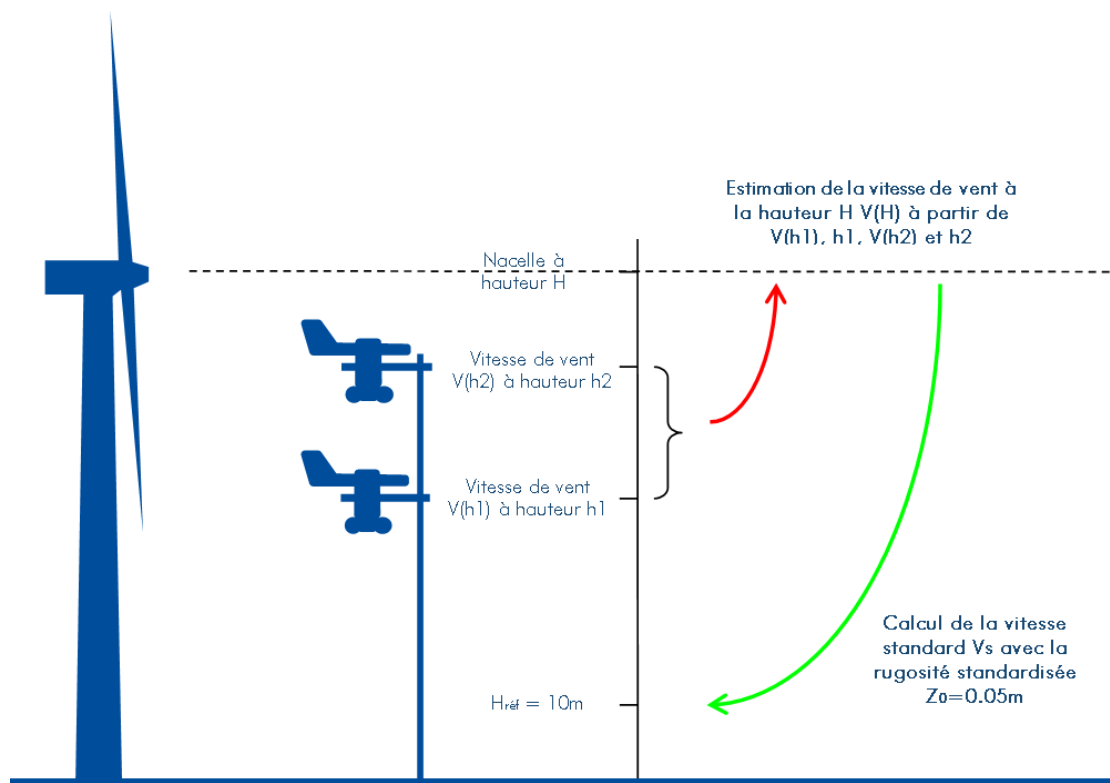
Vitesse de vent standardisée - Hauteur de référence : $H_{ref} = 10m$

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

Cette vitesse se calcule à partir de la vitesse « réelle » à hauteur de nacelle des éoliennes (*soit la vitesse est mesurée directement à hauteur de moyeu (anémomètre nacelle), soit elle est extrapolée à hauteur de moyeu à partir des vitesses et du gradient de vent mesurés à différentes hauteurs*) qui est ensuite convertie à la hauteur de référence (10m) à l'aide d'une longueur de rugosité standardisée à 0,05m et selon un profil de variation en loi logarithmique.

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

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



(Source : Projet de norme NFS 31-114)

Norme NFS 31-010

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

Projet de Norme NFS 31-114

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

3. CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

3.1. Arrêté du 26 août 2011 – ICPE

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

3.2. Projet de Norme PR-S 31-114

Un projet de norme de mesurage spécifique à l'éolien complémentaire à la norme NFS 31-010 est également en cours de validation (norme NFS 31-114). Cette norme aura pour objet de répondre à la problématique posée par des mesurages dans l'environnement en présence de vent. L'arrêté ICPE prévoit l'utilisation du projet dans sa version de juillet 2011. Les versions successives suivantes ont ainsi été datées de juillet 2011 et affectées d'un numéro de version.

3.3. Mise en application

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

« Pour les installations ayant fait l'objet d'une mise en service industrielle avant le 13 juillet 2011, celles ayant obtenu un permis de construire avant cette même date ainsi que celles pour lesquelles l'arrêté d'ouverture d'enquête publique a été pris avant cette même date, dénommées « installations existantes » dans la suite du présent arrêté : les dispositions des articles de la section 4, de l'article 22 et des articles de la section 6 correspondant à la section « Bruit » sont applicables au 1^{er} janvier 2012 ; »

3.4. Critère d'émergence

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

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

3.5. Valeur limite à proximité des éoliennes

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

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

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

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

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

3.6. Tonalité marquée

La tonalité marquée consiste à mettre en évidence la prépondérance d'une composante fréquentielle. Dans le cas présent, la tonalité marquée est détectée à partir des niveaux spectraux en bande de tiers d'octave et s'établit lorsque la différence :

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

** les 2 bandes immédiatement inférieures et celles immédiatement supérieures.*

est supérieure ou égale à :

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

3.7. Incertitudes

« Lorsque des mesures sont effectuées pour vérifier le respect des présentes dispositions, elles sont effectuées selon les dispositions [...] de la norme NFS 31-114 dans sa version de décembre 2012. ».

Ce projet de norme énonce la mise en place d'une incertitude :

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

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

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

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

4. PRÉSENTATION DU PROJET

4.1. Identification des points de mesure

Le projet prévoit l'implantation d'un parc éolien sur la commune d'Hannapes.

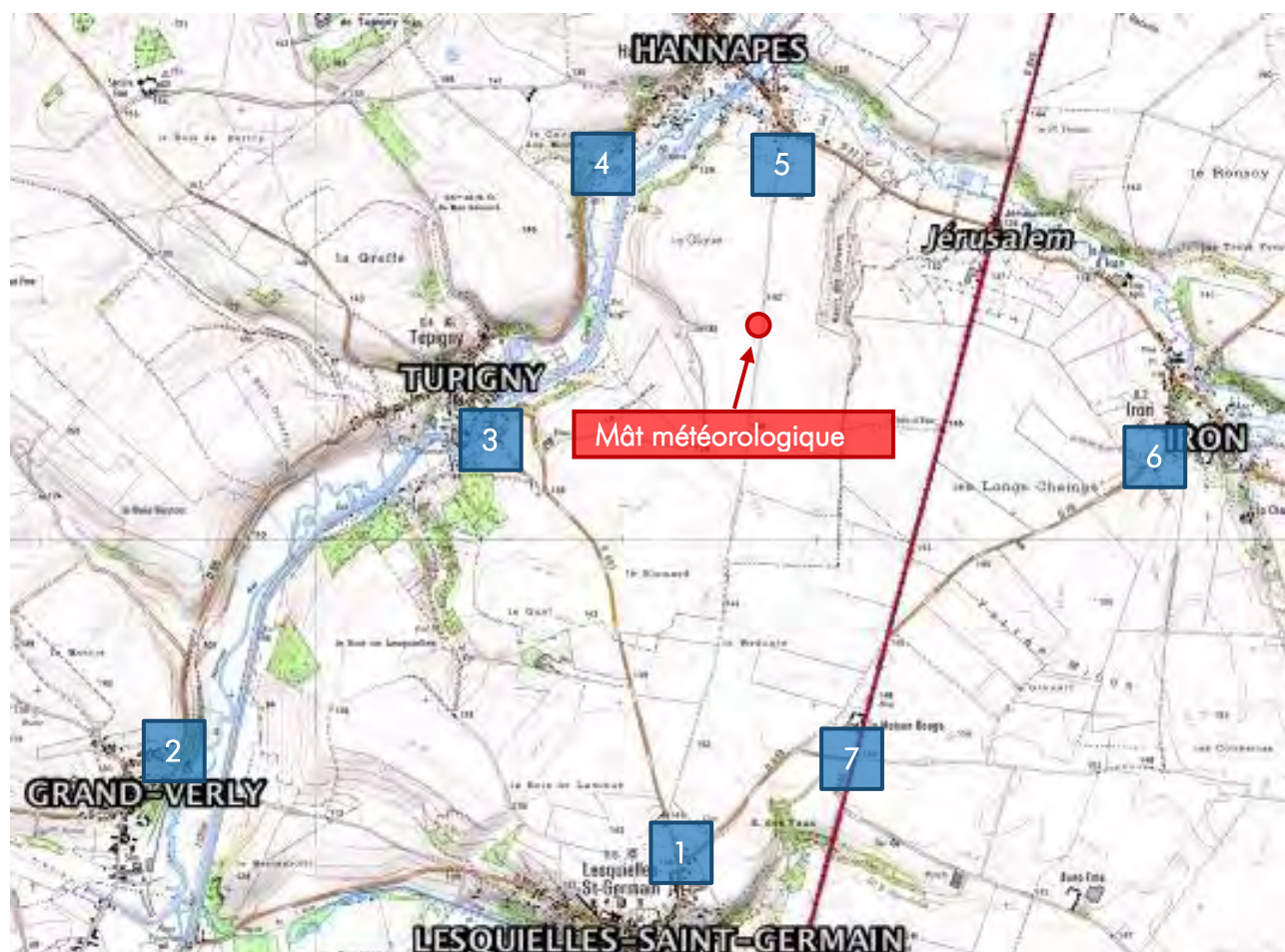
La société H2AIR, en concertation avec VENATHEC, a retenu 7 points de mesure distincts représentant les habitations susceptibles d'être les plus exposées :

- Point n°1 : Lesquielles Saint Germain ;
- Point n°2 : Grand Verly ;
- Point n°3 : Tupigny ;
- Point n°4 : Hannapes ;
- Point n°5 : Hannapes Est ;
- Point n°6 : Iron ;
- Point n°7 : La Maison Rouge.

Emplacement des points de mesures :

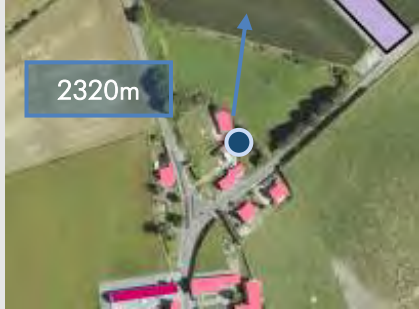
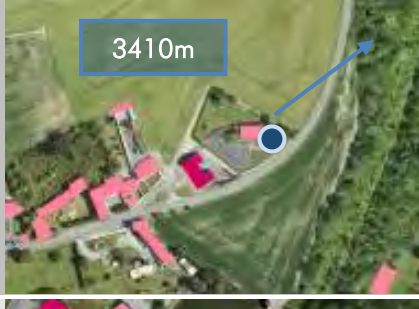


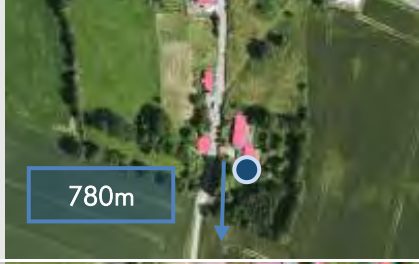
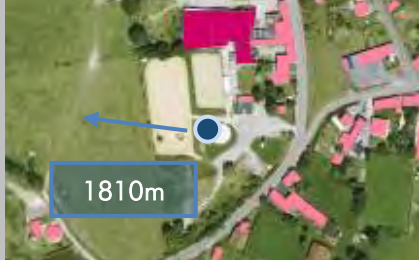
Dans la mesure du possible, les microphones ont été positionnés à l'abri :


- du vent, de sorte que son influence sur le microphone soit la plus négligeable possible ;
- de la végétation, pour refléter l'environnement sonore le plus indépendamment possible des saisons ;
- des infrastructures de transport proches, afin de s'affranchir de perturbations trop importantes dont on ne peut justifier entièrement l'occurrence.



Vue aérienne du site

Coordonnées du mât météorologique (WGS 84) :
N 49° 57' 37.1412", E 3° 37' 43.3806"

Point	Lieu	Vue aérienne	Sources sonores environnantes
N°1	M. BACHELET 19 rue du cimetière de Lesquielles 02210 LESQUIELLES SAINT GERMAIN N 49° 56' 8.091" E 3° 37' 23.7576"		Bruit de végétation, Trafic routier des routes environnantes, Avifaune.
N°2	M. CERUSIER 37 Grande Rue 02210 GRAND VERLY N 49° 56' 26.127" E 3° 35' 11.3352"		Bruit de végétation, Trafic routier important, Engins agricoles, Avifaune.
N°3	Mme MESSIN 5 rue Arsène Ducastelle 02120 TUIPIGNY N 49° 57' 17.7912" E 3° 36' 34.8948"		Bruit de végétation, Trafic routier intermittent.
N°4	M. FAVRIL 60 rue du 8 mai 1945 02510 HANNAPES N 49° 58' 1.3542" E 3° 37' 0.3936"		Trafic routier important, Bruits de végétation, Rivière à proximité, Avifaune, chien.
N°5	Mme DROCOURT 3 rue du Chemin de Guise 02510 HANNAPES N 49° 58' 2.4378" E 3° 37' 48.7488"		Bruits de végétation, Engins agricoles, Avifaune.
N°6	M. PELLETRAU 12 rue du Guise 02510 IRON N 49° 57' 15.447" E 3° 39' 24.771"		Eoliennes proches, Engins agricoles, Chevaux, chiens, avifaune.

N°7	Mme RETZ La Maison Rouge 02120 LESQUIELLES SAINT GERMAIN N 49° 56' 24.345" E 3° 38' 5.7618"		Trafic routier important, Bruits de végétation, Avifaune.
-----	--	--	---

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

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

Point	Observations
N°1, 2, 3, 4, 5	L'environnement global de la zone d'habitation/s présente une végétation modérée. La mesure est réalisée en périphérie du village où les activités humaines sont jugées moins importantes malgré la présence de routes. La mesure est réalisée dans la partie de la zone d'habitation/s la plus proche des éoliennes envisagées. Les sources sonores environnantes semblent caractéristiques de la zone d'habitation/s.
N°6	Le point de mesure choisi correspond à une habitation isolée. L'environnement global de la zone d'habitation/s présente une végétation importante. Les sources sonores environnantes semblent caractéristiques de la zone d'habitation/s.
N°7	L'environnement global de la zone d'habitation présente une végétation modérée. L'habitation est proche d'éoliennes déjà existantes (parc éolien de Basse Thiérache Sud), ce qui crée un bruit perceptible chez les riverains. La mesure est réalisée dans la partie de la zone d'habitation/s la plus proche des éoliennes envisagées. Les sources sonores environnantes semblent caractéristiques de la zone d'habitation/s.

Photographies des 7 points de mesure



Emplacement du microphone pour la mesure au point n°1



Emplacement du microphone pour la mesure au point n°2



Emplacement du microphone pour la mesure au point n°3



Emplacement du microphone pour la mesure au point n°4



Emplacement du microphone pour la mesure au point n°5



Emplacement du microphone pour la mesure au point n°6



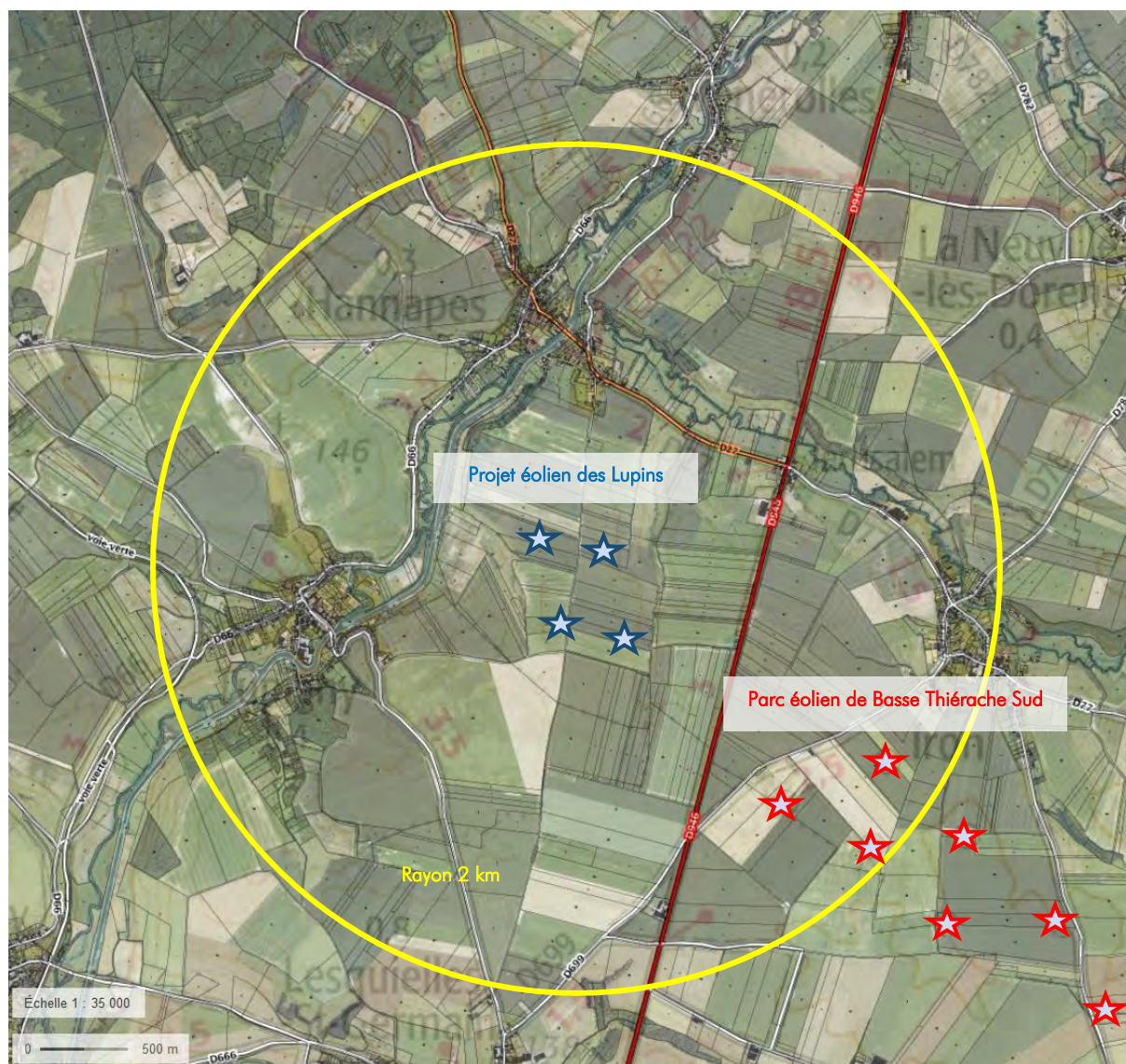
Emplacement du microphone
pour la mesure au point n°7

4.2. Effets cumulés avec les parcs alentours

Le projet d'implantation du parc éolien des Lupins est situé sur la commune d'Hannapes (02).

Un parc éolien existant est situé à proximité du parc étudié à moins de 2 km des éoliennes du projet : Parc éolien de Basse Thiérache Sud, localisé sur les communes d'Iron et Villers-les-Guise.

Aucun parc éolien accordé ou en instruction et ayant obtenu l'avis de l'autorité environnementale n'est recensé dans ce rayon.



Eoliennes des Lupins en projet étudiées et contexte éolien alentours

L'étude des effets cumulés est abordée par l'arrêté ministériel du 26 août 2011 dans son article 26 :
« 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 ».

Pour rappel, la réglementation ne s'attache pas à limiter un bruit global, mais seulement un niveau d'émergence, laquelle correspond à la différence entre le bruit ambiant, qui est le niveau de bruit incluant le bruit particulier à étudier, et le bruit résiduel, qui est le niveau de l'ensemble des bruits habituels en l'absence de ce bruit particulier.

En d'autres termes, cette disposition n'impose pas, pour le calcul du respect des seuils réglementaires, de prendre en compte le bruit généré par un parc éolien déjà en fonctionnement dès lors :

- que deux parcs éoliens relèvent nécessairement de la même rubrique ICPE (rubrique 2980) ;
- que ces deux parcs sont exploités par deux personnes distinctes.

Pour le projet éolien des Lupins, celui-ci est exploité par un tiers différent de celui du parc éolien de Basse Thiérache Sud. Ainsi, l'article 26 ne peut s'appliquer dans le cas présent.

Cependant, les mesures sur le site des Lupins ont été effectuées alors que le parc de Basse Thiérache Sud était déjà construit et en fonctionnement. Dès lors l'impact acoustique du parc de Basse Thiérache Sud est pris en compte dans les niveaux résiduels (bruit de fond) qui découlent de l'analyse présente dans ce rapport.

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. Régis COUREUIL, technicien acousticien ;
- M. Timothée MAISON, ingénieur stagiaire.

La société est enregistrée au RCS Nancy B sous le numéro 423 893 296 00016.
Pour plus d'informations sur la société, visitez le site www.venathec.com

5.2. Déroulement général

Période de mesure	Du 11 au 22 mai 2017
Durée de mesure	11 jours pour chacun des 7 points

5.3. Méthodologie et appareillages de mesure

Mesure acoustique

Méthodologie

Les mesurages acoustiques ont été effectués à des emplacements où le futur impact sonore des éoliennes est jugé le plus élevé.

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

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

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

Appareillage utilisé

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

Avant et après chaque série de mesurage, la chaîne de mesure a été calibrée à l'aide d'un calibre conforme à la norme EN CEI 60-942.

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

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

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

Mesure météorologique

Méthodologie

Les mesurages météorologiques 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*).

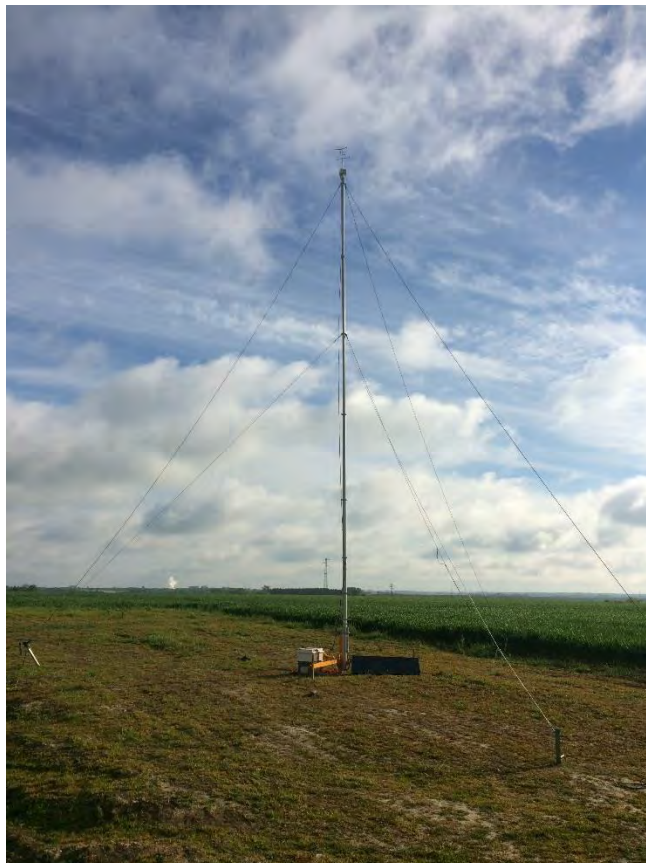
Cette vitesse à Href = 10m a été utilisée pour caractériser l'évolution du bruit en fonction de la vitesse du vent dans l'ensemble des analyses.

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 (capteur 3D).



Nous utilisons un capteur anémomètre 3D adapté aux mesures de vents horizontaux et verticaux. A partir de mesures par émission d'ultrasons, le capteur permet de mesurer la vitesse du vent sur les trois composantes dans l'espace.



Photographie du mât météorologique installé sur Hannapes

5.4. Conditions météorologiques rencontrées

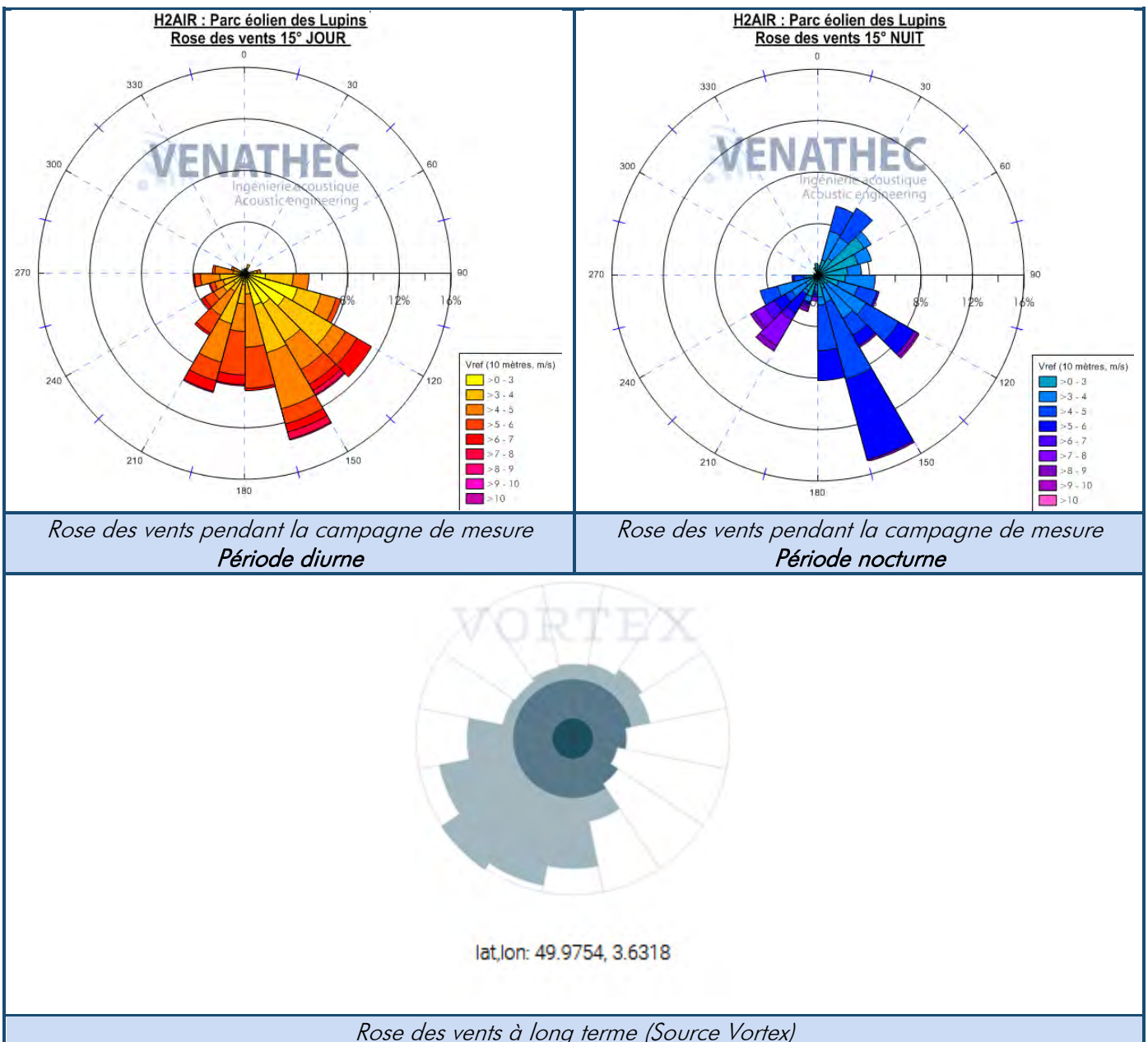
Description des conditions météorologiques

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

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

Conditions météorologiques rencontrées pendant le mesurage	Précipitations périodiques Vitesse de vent jusqu'à 9 m/s à $H_{ref}=10m$ Direction dominante de vent : Sud-Est et Sud-Ouest
Sources d'informations	Mât météorologique à $H=10 m$ (matériel VENATHEC) Données météo France (pluviométrie) Constatations de terrain

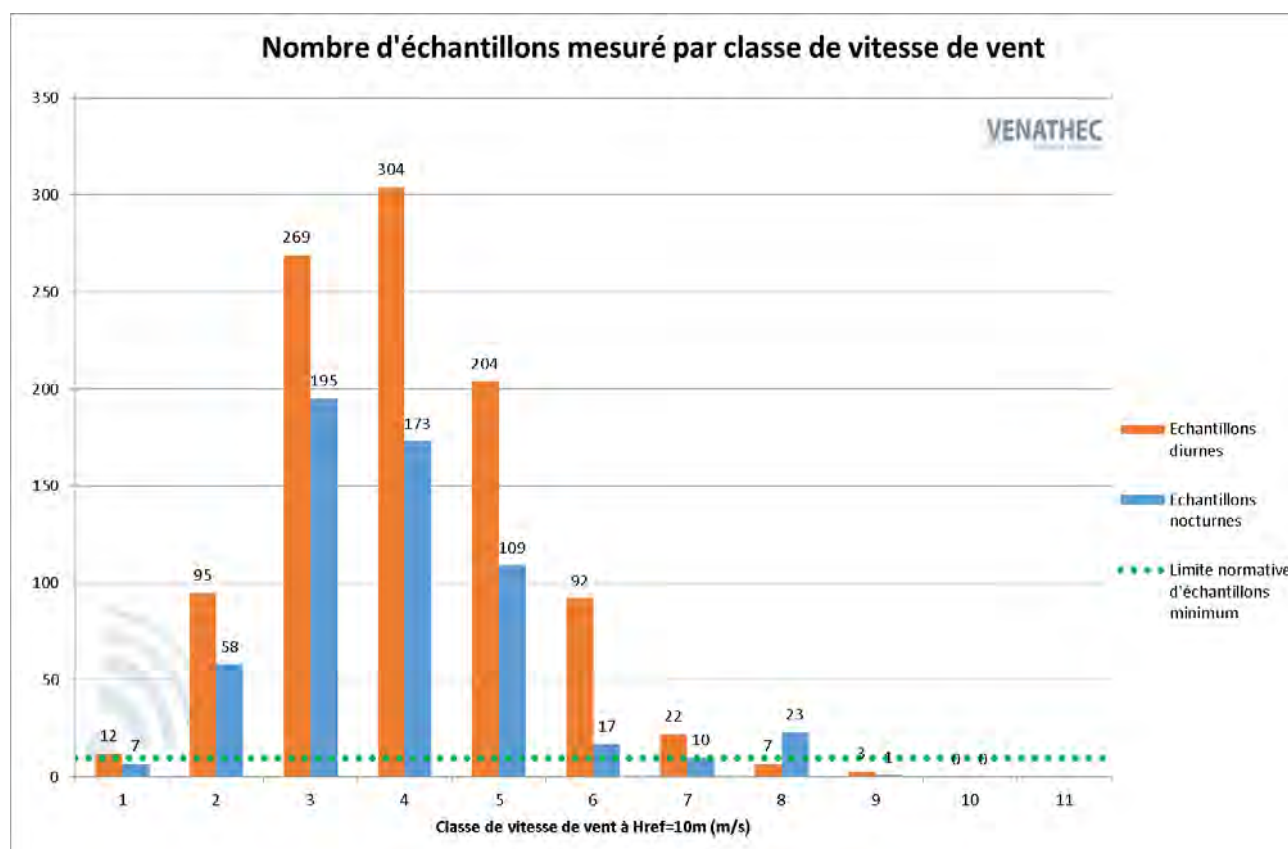
Roses des vents



Remarque : Les roses des vents durant la campagne de mesure présentent des résultats sur les directions Sud-Ouest, Sud-Est et Nord-Est. D'après la rose des vents long terme, la direction dominante sur le site est en Sud-Ouest. Un secteur de direction sera donc défini dans cette direction. Les directions de vent Sud-Est et Nord-Est ne seront pas évaluées car elles ne présentent pas suffisamment d'échantillons aux moyennes et hautes vitesses de vent, au contraire de la direction Sud-Ouest.

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'échantillons mesuré est supérieur à 10 jusqu'à 7 m/s en période diurne et 8 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. En effet en période printanière, l'activité humaine prend de l'ampleur tôt le matin, surtout dans les régions agricoles, ce qui a un effet conséquent sur l'environnement sonore.

6.2. Choix des classes homogènes

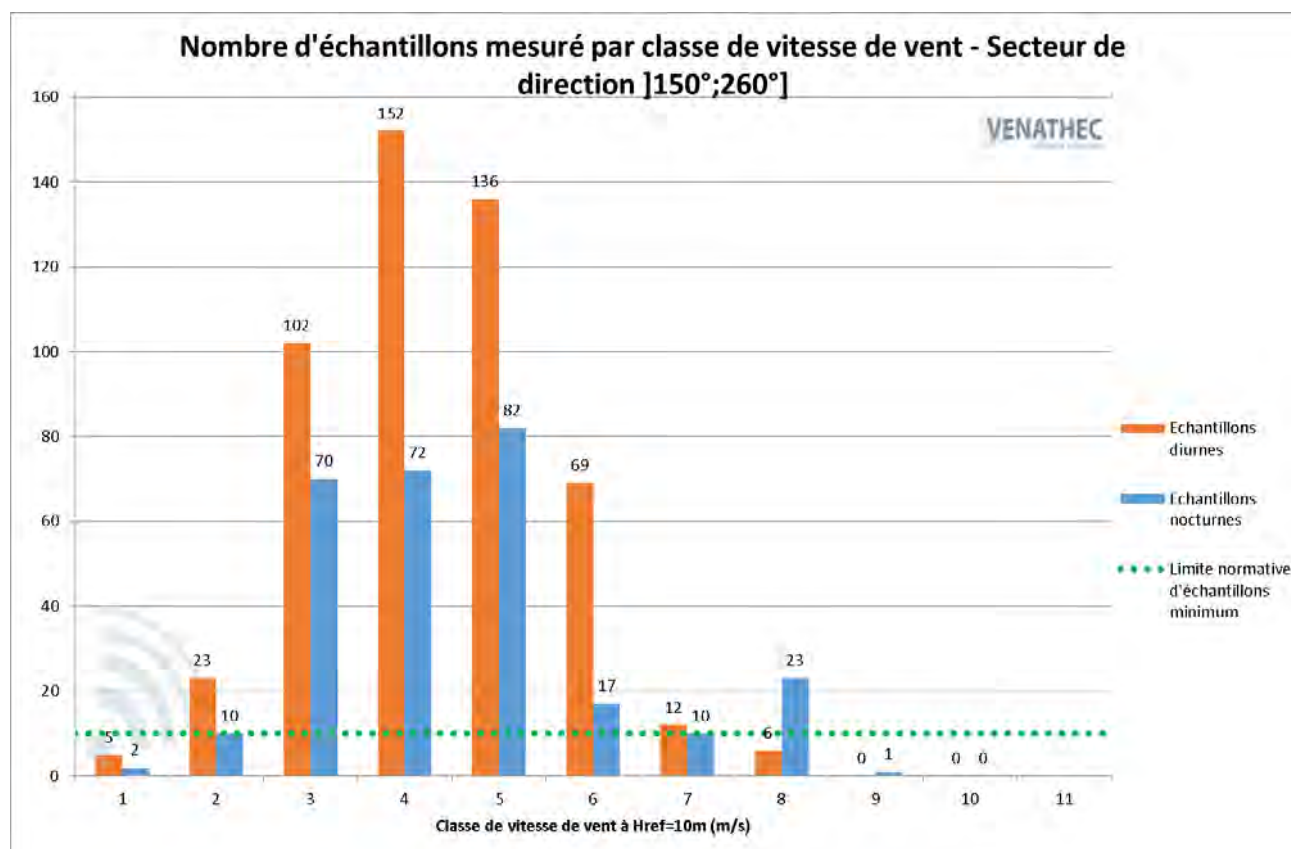
Les roses des vents présentées précédemment nous ont permis de définir une direction de vent principale pendant la campagne de mesures, compte tenu de la remarque du chapitre 5.4 :

- Direction centrée sur le secteur $]150^\circ ; 260^\circ]$ - SO

Remarque

D'après les mesures de vent à long terme, la direction Sud-Ouest est identifiée comme une des directions dominantes du site, c'est pourquoi elle sera privilégiée.

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



Commentaires

Classes homogènes retenues pour l'analyse

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

- Classe homogène 1 : Secteur]150° ; 260°] - SO en période diurne printanière de 7h à 22h ;
- Classe homogène 2 : Secteur]150° ; 260°] - SO en période nocturne printanière de 22h à 7h.

Les périodes horaires sont susceptibles d'évoluer après l'analyse des données sur chaque point en fonction de l'apparition ou non des périodes transitoires.

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 2016 (cf. Chapitre 7.3.2. Vent de Référence), 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**.

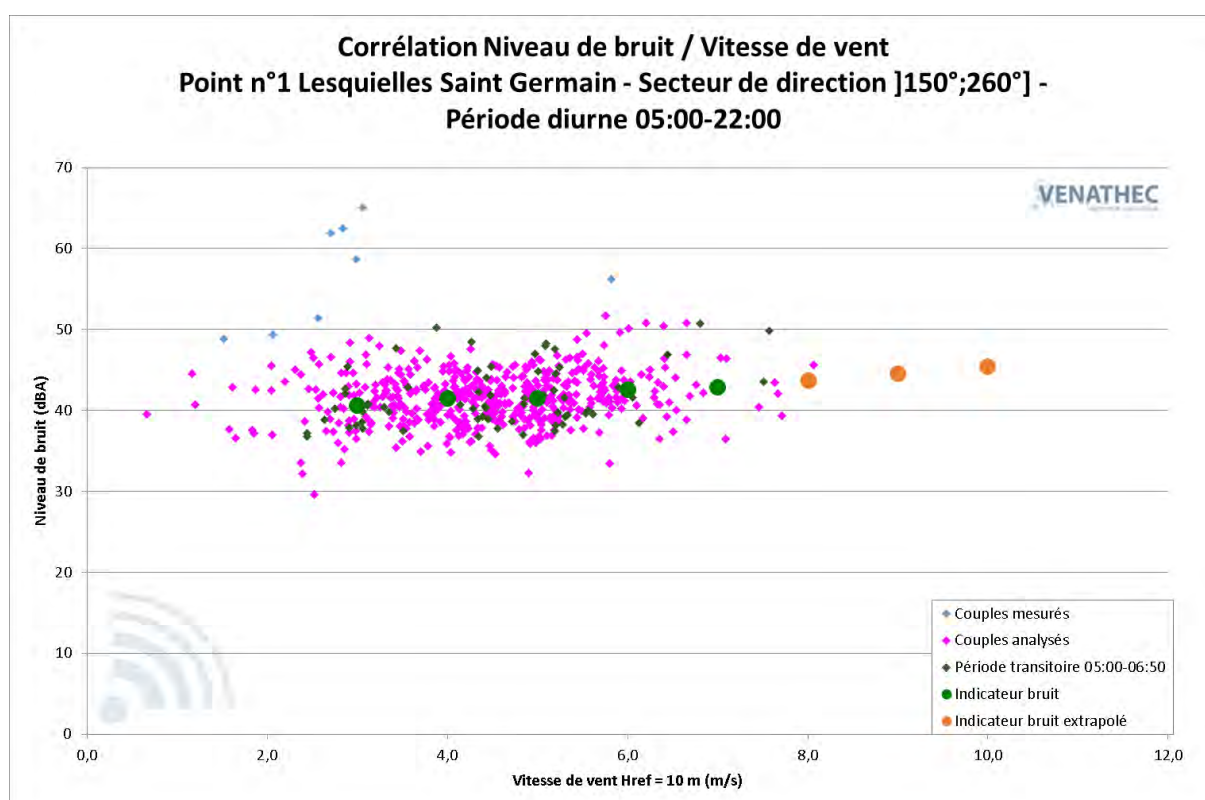
L'**indicateur de bruit** par classe de vitesses de vent est représenté par des **points verts**.

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 : Lesquielles Saint Germain

En période diurne

Classe de vitesse de vent standardisée à $H_{ref} = 10m$	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Nombre de couples analysés	105	172	179	79	14	6	0	0
Indicateur de bruit retenu	40,5	41,5	41,5	42,5	43,0	43,5	44,5	45,5
Incertitude $U_c(Res)$	1,3	1,3	1,3	1,3	2,4	2,0	--	--



Commentaires

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

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

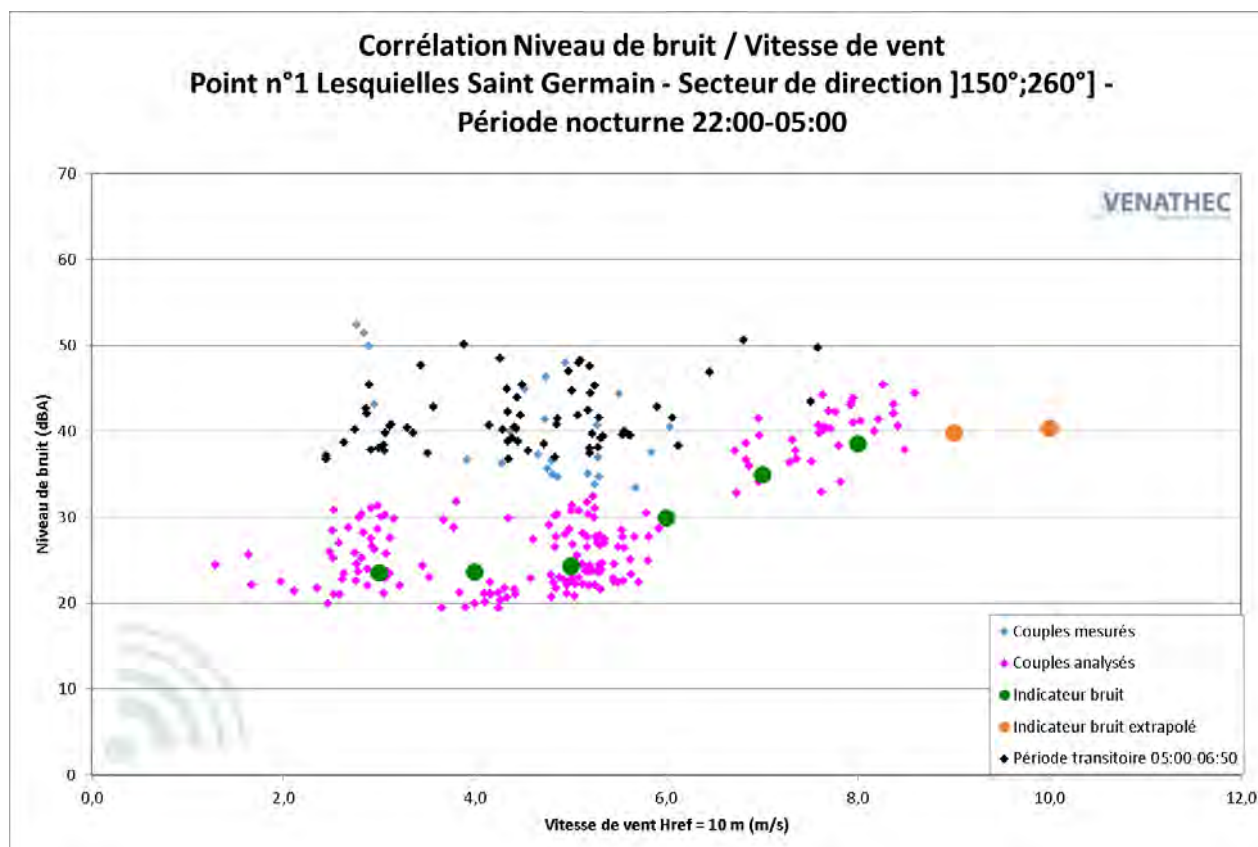
L'évolution des niveaux sonores en fonction de la vitesse du vent est cohérente.

Les points bleus correspondent à des périodes d'activités humaines non représentatives de l'environnement sonore du site. Ils ont donc été écartés de l'analyse.

Les losanges verts correspondent à une période transitoire nocturne vers diurne de 05h00 à 07h00. Initialement en période nocturne, leur niveau de bruit est plus représentatif de la période diurne. Ils ont donc été rajoutés à l'analyse.

En période nocturne

Classe de vitesse de vent standardisée à $H_{ref} = 10m$	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Nombre de couples analysés	36	21	62	13	12	24	1	0
Indicateur de bruit retenu	23,5	23,5	24,5	30,0	35,0	38,5	40,0	40,5
Incertitude $U_c(Res)$	1,5	1,3	1,5	2,1	1,7	1,5	--	--



Commentaires

Les couples (L_{res} – Vitesse de vent)_{10 minutes} mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 8 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 9 et 10 m/s à $H_{ref}=10$ m est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

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

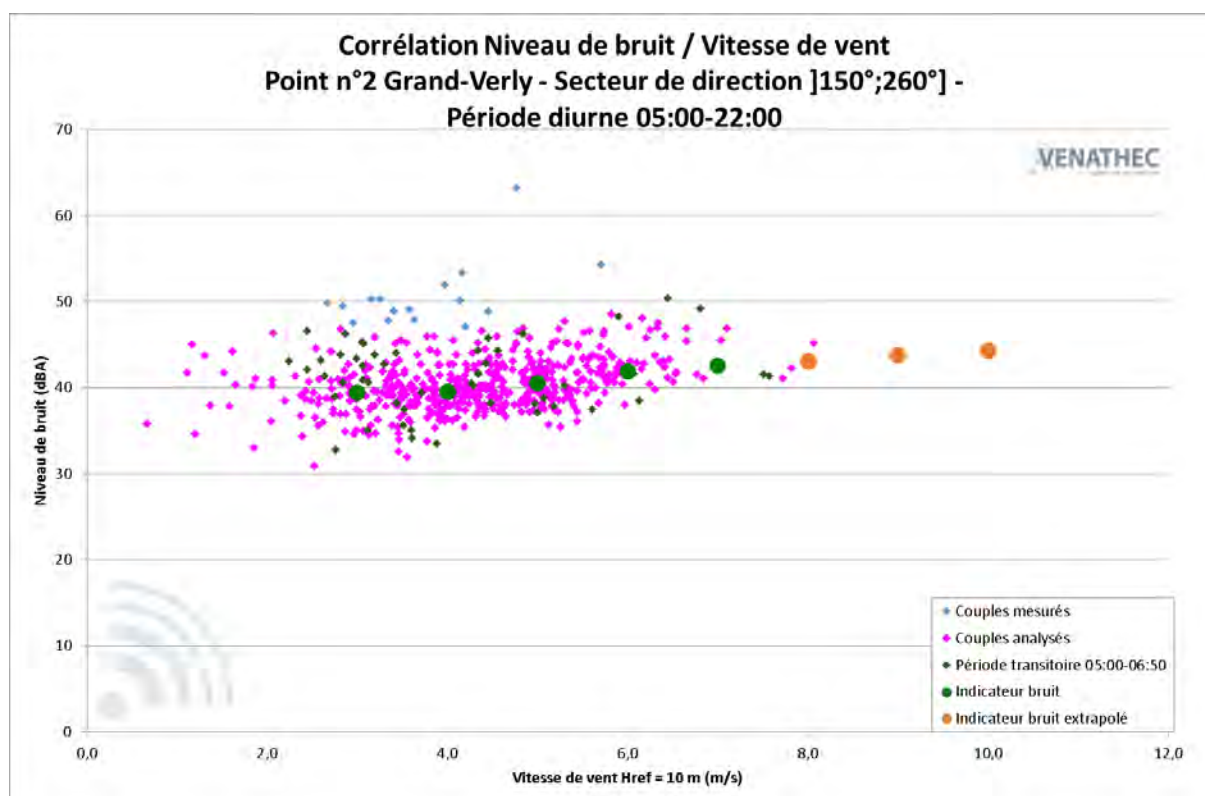
Les points noirs correspondent à une période transitoire nocturne vers diurne de 05h00 à 07h00. Initialement en période nocturne, leur niveau de bruit est plus représentatif de la période diurne. Ils ont donc été enlevés de l'analyse nocturne.

Les points bleus ont été écartés de l'analyse parce qu'ils n'étaient pas représentatifs de l'environnement sonore du site, correspondant à une activité sonore importante inhabituelle.

Point n°2 : Grand Verly

En période diurne

Classe de vitesse de vent standardisée à $H_{ref} = 10m$	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Nombre de couples analysés	116	176	158	72	10	5	0	0
Indicateur de bruit retenu	39,5	39,5	40,5	42,0	42,5	43,0	43,5	44,5
Incertitude $U_c(Res)$	1,3	1,3	1,3	1,3	2,0	1,3	--	--



Commentaires

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

La dispersion des points sur le graphique est due à l'activité humaine notamment la proximité de la route, prépondérante en période diurne.

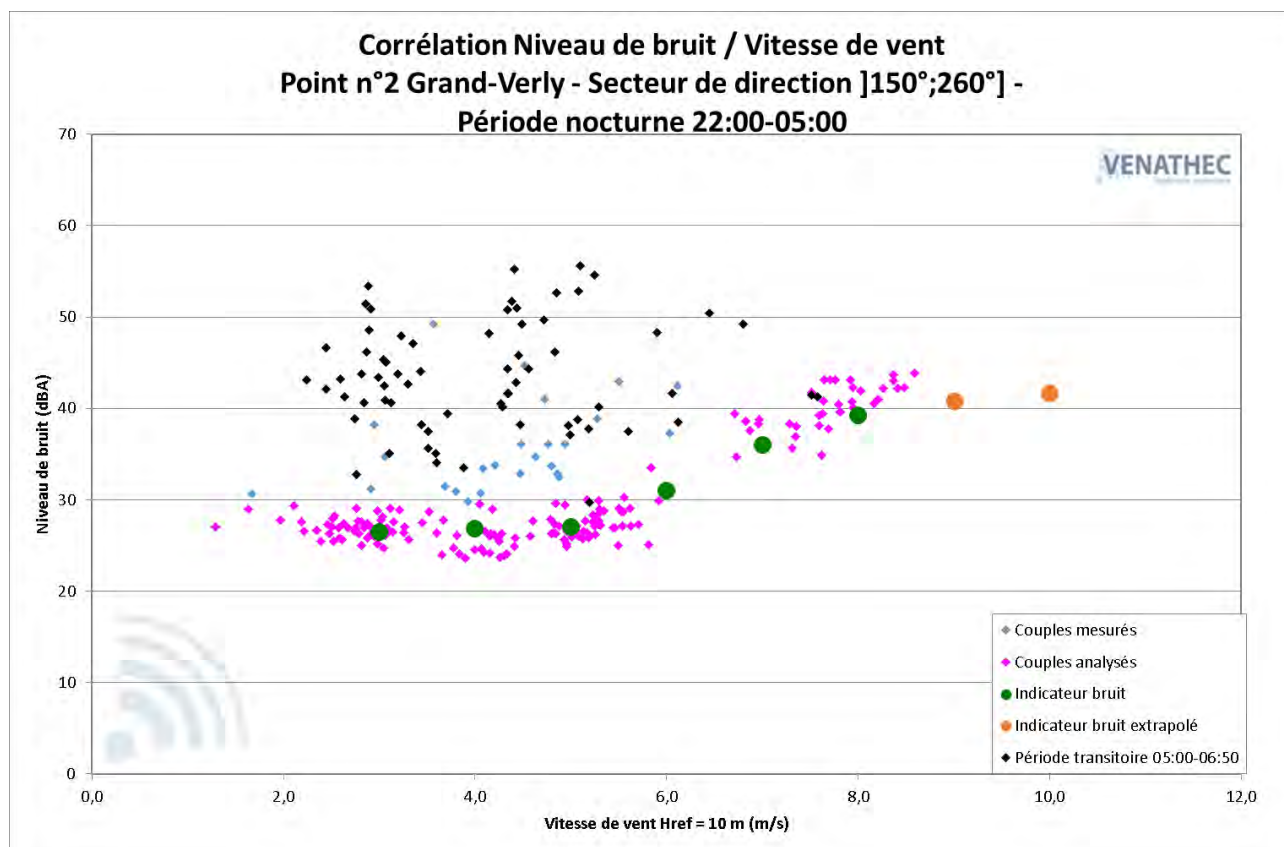
L'évolution des niveaux sonores en fonction de la vitesse du vent est cohérente.

Les points bleus correspondent à des périodes d'activités humaines non représentatives de l'environnement sonore du site. Ils ont donc été écartés de l'analyse.

Les losanges verts correspondent à une période transitoire nocturne vers diurne de 05h00 à 07h00. Initialement en période nocturne, leur niveau de bruit est plus représentatif de la période diurne. Ils ont donc été rajoutés à l'analyse.

En période nocturne

Classe de vitesse de vent standardisée à $H_{ref} = 10m$	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Nombre de couples analysés	40	26	44	10	12	24	1	0
Indicateur de bruit retenu	26,5	27,0	27,0	31,0	36,0	39,0	41,0	41,5
Incertitude $U_c(Res)$	1,3	1,3	1,3	1,7	1,5	1,5	--	--



Commentaires

Les couples (L_{res} – Vitesse de vent)_{10 minutes} mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 8 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 9 et 10 m/s à $H_{ref}=10$ m est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

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

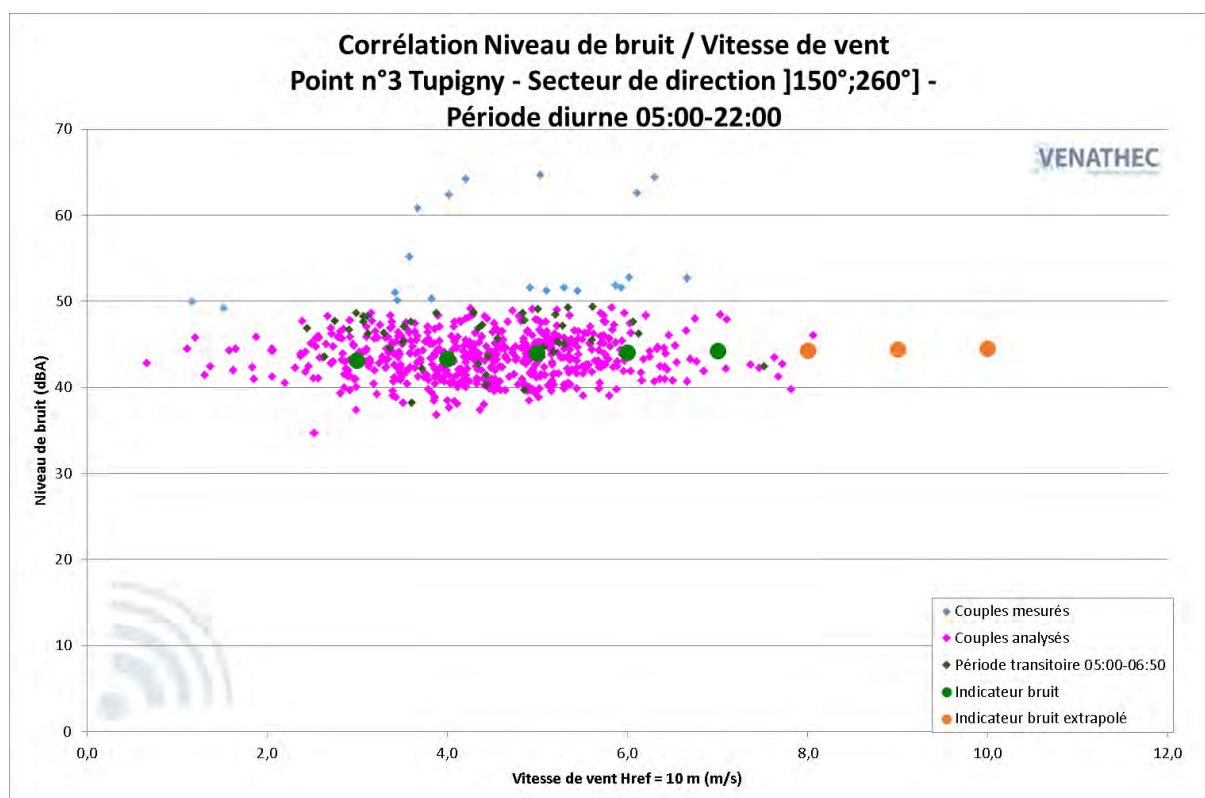
Les points noirs correspondent à une période transitoire nocturne vers diurne de 05h00 à 07h00. Initialement en période nocturne, leur niveau de bruit est plus représentatif de la période diurne. Ils ont donc été enlevés de l'analyse nocturne.

Les points bleus ont été écartés de l'analyse parce qu'ils n'étaient pas représentatifs de l'environnement sonore du site, correspondant à une activité sonore importante inhabituelle.

Point n°3 : Tupigny

En période diurne

Classe de vitesse de vent standardisée à $H_{ref} = 10m$	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Nombre de couples analysés	112	179	176	78	14	6	0	0
Indicateur de bruit retenu	43,0	43,5	44,0	44,0	44,0	44,5	44,5	44,5
Incertitude $U_c(Res)$	1,3	1,3	1,3	1,3	1,5	1,6	--	--



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 les vitesses de 8 à 10 m/s à $H_{ref}=10m$ est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

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

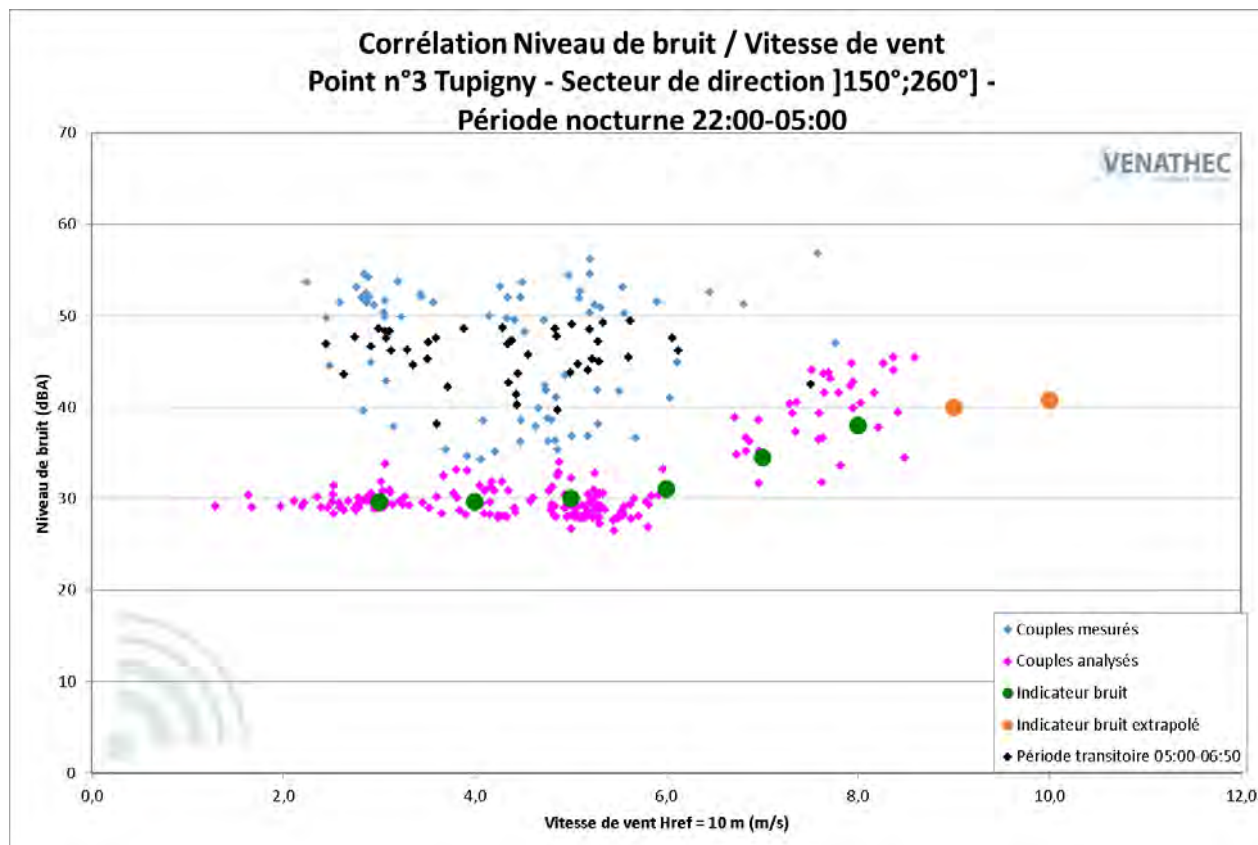
L'évolution des niveaux sonores en fonction de la vitesse du vent est stable.

Les points bleus correspondent à des périodes d'activités humaines non représentatives de l'environnement sonore du site. Ils ont donc été écartés de l'analyse.

Les losanges verts correspondent à une période transitoire nocturne vers diurne de 05h00 à 07h00. Initialement en période nocturne, leur niveau de bruit est plus représentatif de la période diurne. Ils ont donc été rajoutés à l'analyse.

En période nocturne

Classe de vitesse de vent standardisée à $H_{ref} = 10m$	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Nombre de couples analysés	38	29	63	14	12	23	1	0
Indicateur de bruit retenu	29,5	29,5	30,0	31,0	34,5	38,0	40,0	41,0
Incertitude $U_c(Res)$	1,2	1,3	1,3	1,4	1,8	1,7	--	--



Commentaires

Les couples (L_{res} – Vitesse de vent)_{10 minutes} mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 8 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 9 et 10 m/s à $H_{ref}=10$ m est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

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

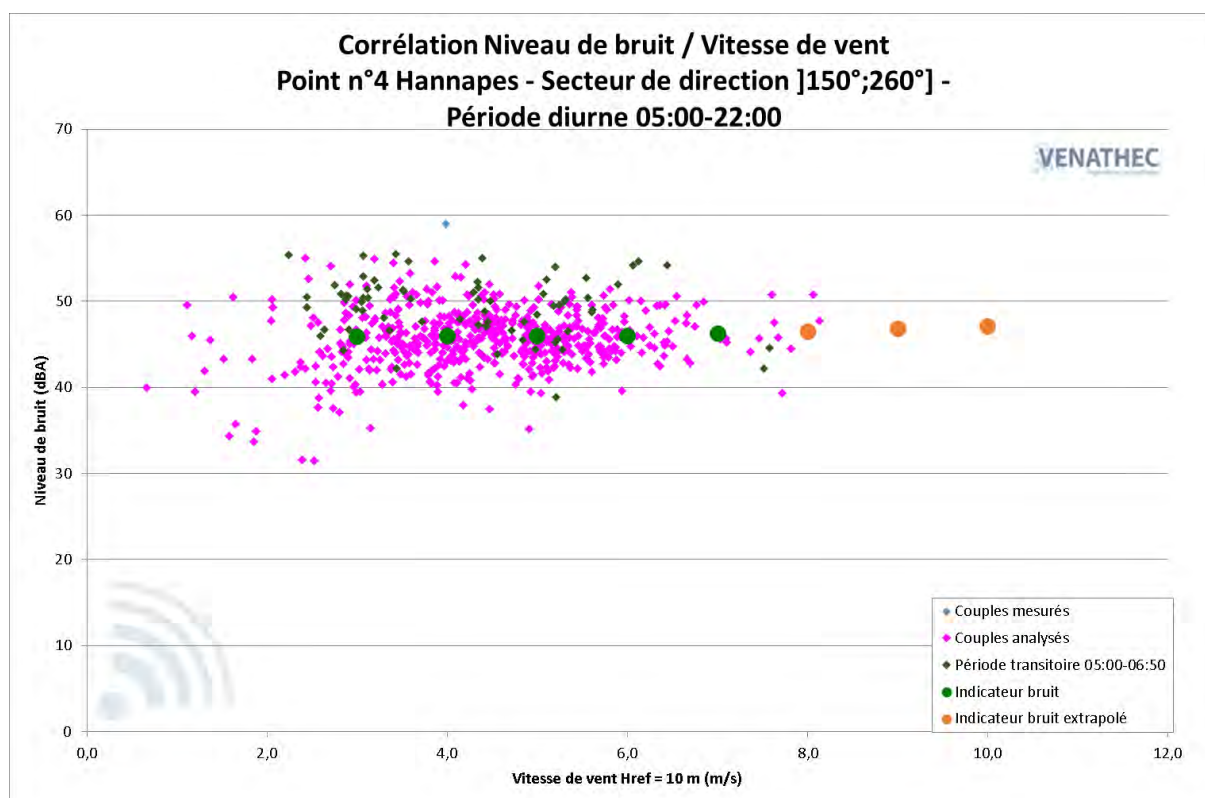
Les points noirs correspondent à une période transitoire nocturne vers diurne de 05h00 à 07h00. Initialement en période nocturne, leur niveau de bruit est plus représentatif de la période diurne. Ils ont donc été enlevés de l'analyse nocturne.

Les points bleus ont été écartés de l'analyse parce qu'ils n'étaient pas représentatifs de l'environnement sonore du site, correspondant à une activité sonore importante inhabituelle.

Point n°4 : Hannapes

En période diurne

Classe de vitesse de vent standardisée à $H_{ref} = 10m$	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Nombre de couples analysés	128	187	186	87	15	9	0	0
Indicateur de bruit retenu	46,0	46,0	46,0	46,0	46,0	46,5	47,0	47,0
Incertitude $U_c(Res)$	1,3	1,3	1,3	1,3	1,5	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 les vitesses de 8 à 10 m/s à $H_{ref}=10m$ est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

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

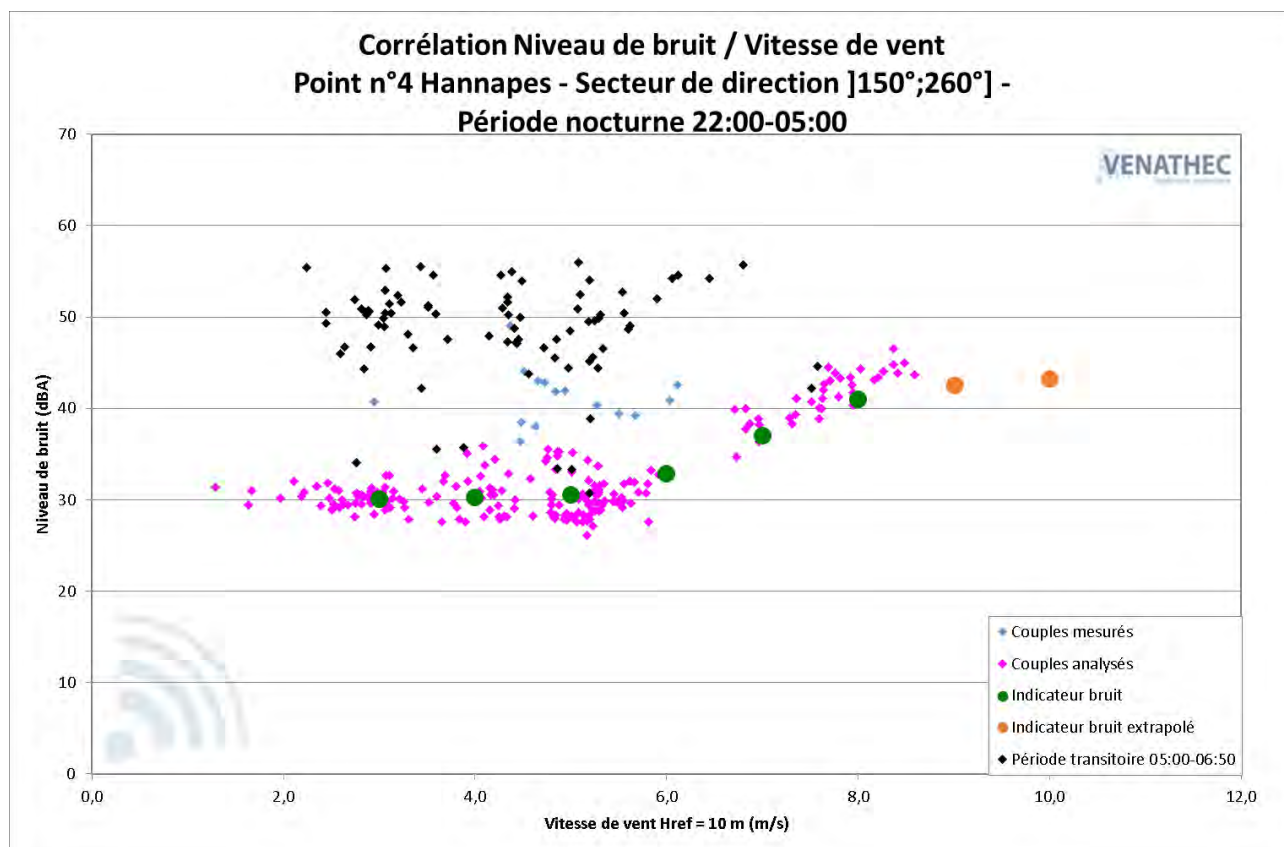
L'évolution des niveaux sonores en fonction de la vitesse du vent est stable.

Les points bleus correspondent à des périodes d'activités humaines non représentatives de l'environnement sonore du site. Ils ont donc été écartés de l'analyse.

Les losanges verts correspondent à une période transitoire nocturne vers diurne de 05h00 à 07h00. Initialement en période nocturne, leur niveau de bruit est plus représentatif de la période diurne. Ils ont donc été rajoutés à l'analyse.

En période nocturne

Classe de vitesse de vent standardisée à $H_{ref} = 10m$	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Nombre de couples analysés	42	34	72	14	12	24	1	0
Indicateur de bruit retenu	30,0	30,5	30,5	33,0	37,0	41,0	42,5	43,0
Incertitude $U_c(Res)$	1,3	1,3	1,3	1,5	1,5	1,4	--	--



Commentaires

Les couples (L_{res} – Vitesse de vent)_{10 minutes} mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 8 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 9 et 10 m/s à $H_{ref}=10$ m est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

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

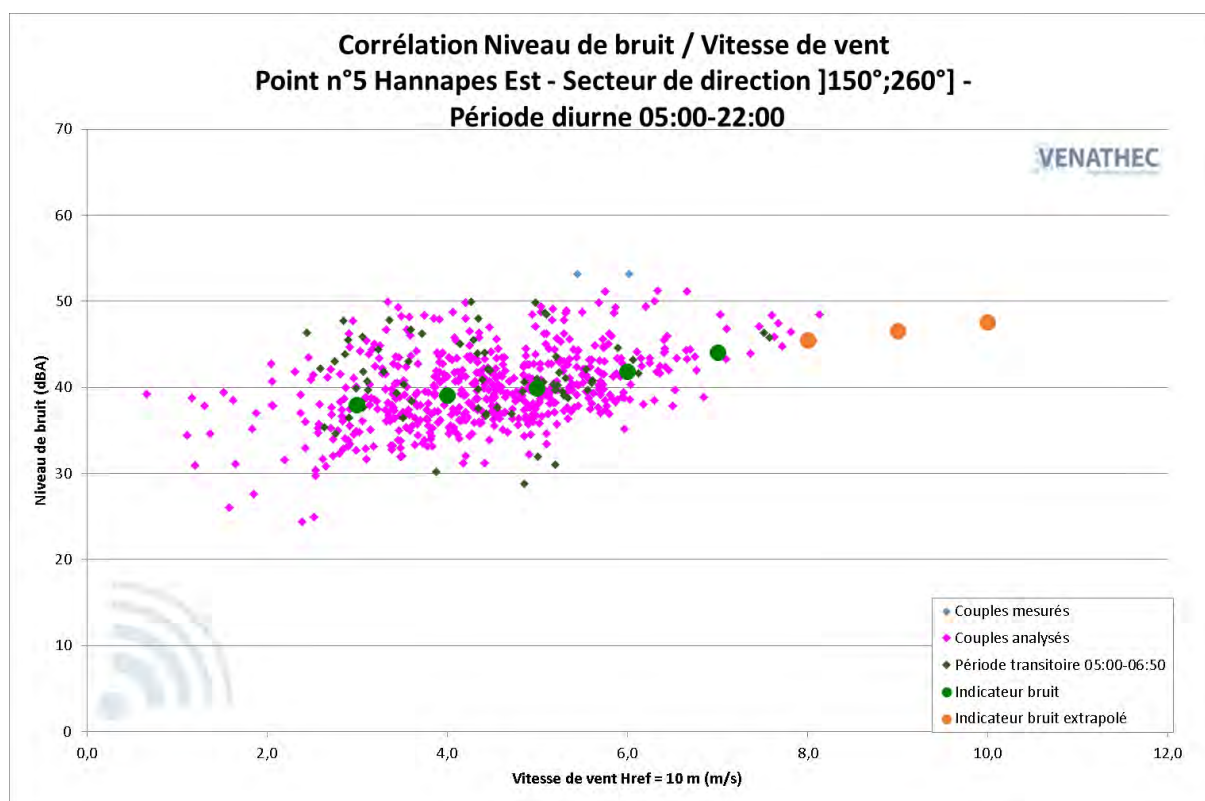
Les points noirs correspondent à une période transitoire nocturne vers diurne de 05h00 à 07h00. Initialement en période nocturne, leur niveau de bruit est plus représentatif de la période diurne. Ils ont donc été enlevés de l'analyse nocturne.

Les points bleus ont été écartés de l'analyse parce qu'ils n'étaient pas représentatifs de l'environnement sonore du site, correspondant à une activité sonore importante inhabituelle.

Point n°5 : Hannapes Est

En période diurne

Classe de vitesse de vent standardisée à $H_{ref} = 10m$	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Nombre de couples analysés	123	191	188	85	15	9	0	0
Indicateur de bruit retenu	38,0	39,0	40,0	42,0	44,0	45,5	46,5	47,5
Incertitude $U_c(Res)$	1,4	1,3	1,3	1,3	1,5	1,5	--	--



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 les vitesses de 8 à 10 m/s à $H_{ref}=10m$ est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

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

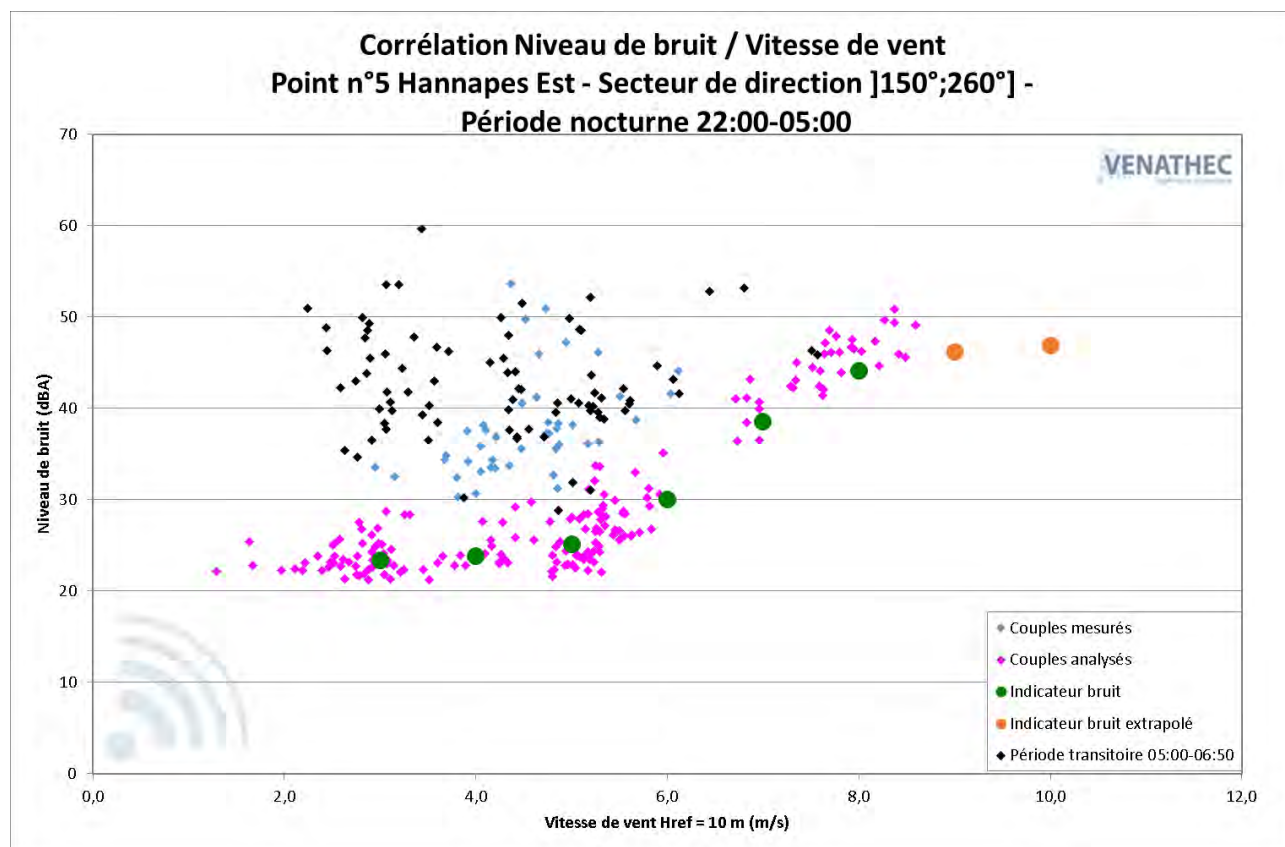
L'évolution des niveaux sonores en fonction de la vitesse du vent est cohérente.

Les points bleus correspondent à des périodes d'activités humaines non représentatives de l'environnement sonore du site. Ils ont donc été écartés de l'analyse.

Les losanges verts correspondent à une période transitoire nocturne vers diurne de 05h00 à 07h00. Initialement en période nocturne, leur niveau de bruit est plus représentatif de la période diurne. Ils ont donc été rajoutés à l'analyse.

En période nocturne

Classe de vitesse de vent standardisée à $H_{ref} = 10m$	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Nombre de couples analysés	41	18	61	14	12	24	1	0
Indicateur de bruit retenu	23,5	24,0	25,0	30,0	38,5	44,0	46,0	47,0
Incertitude $U_c(Res)$	1,3	1,3	1,4	2,0	1,9	1,6	--	--



Commentaires

Les couples $(L_{res} - \text{Vitesse de vent})_{10 \text{ minutes}}$ mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 8 m/s à $H_{ref} = 10 \text{ m}$ sont suffisants pour établir une estimation de niveaux résiduels représentatifs de la situation sonore du site. Le niveau retenu pour les vitesses de 9 et 10 m/s à $H_{ref} = 10 \text{ m}$ est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

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

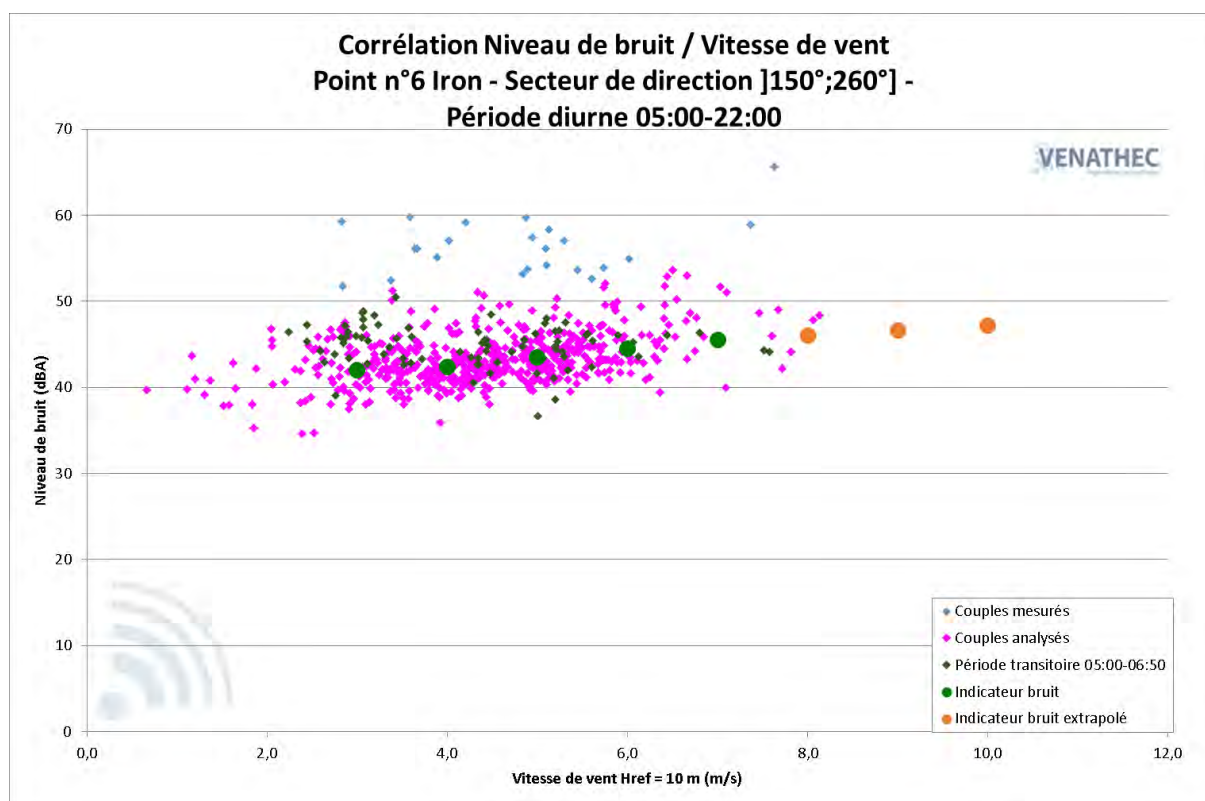
Les points noirs correspondent à une période transitoire nocturne vers diurne de 05h00 à 07h00. Initialement en période nocturne, leur niveau de bruit est plus représentatif de la période diurne. Ils ont donc été enlevés de l'analyse nocturne.

Les points bleus ont été écartés de l'analyse parce qu'ils n'étaient pas représentatifs de l'environnement sonore du site, correspondant à une activité sonore importante inhabituelle.

Point n°6 : Iron

En période diurne

Classe de vitesse de vent standardisée à $H_{ref} = 10m$	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Nombre de couples analysés	126	185	180	84	15	8	0	0
Indicateur de bruit retenu	42,0	42,5	43,5	44,5	45,5	46,0	46,5	47,0
Incertitude $U_c(Res)$	1,3	1,3	1,3	1,3	1,7	1,9	--	--



Commentaires

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

La dispersion des points sur le graphique est due à l'activité humaine et animale, prépondérante en période diurne dans une ferme équestre.

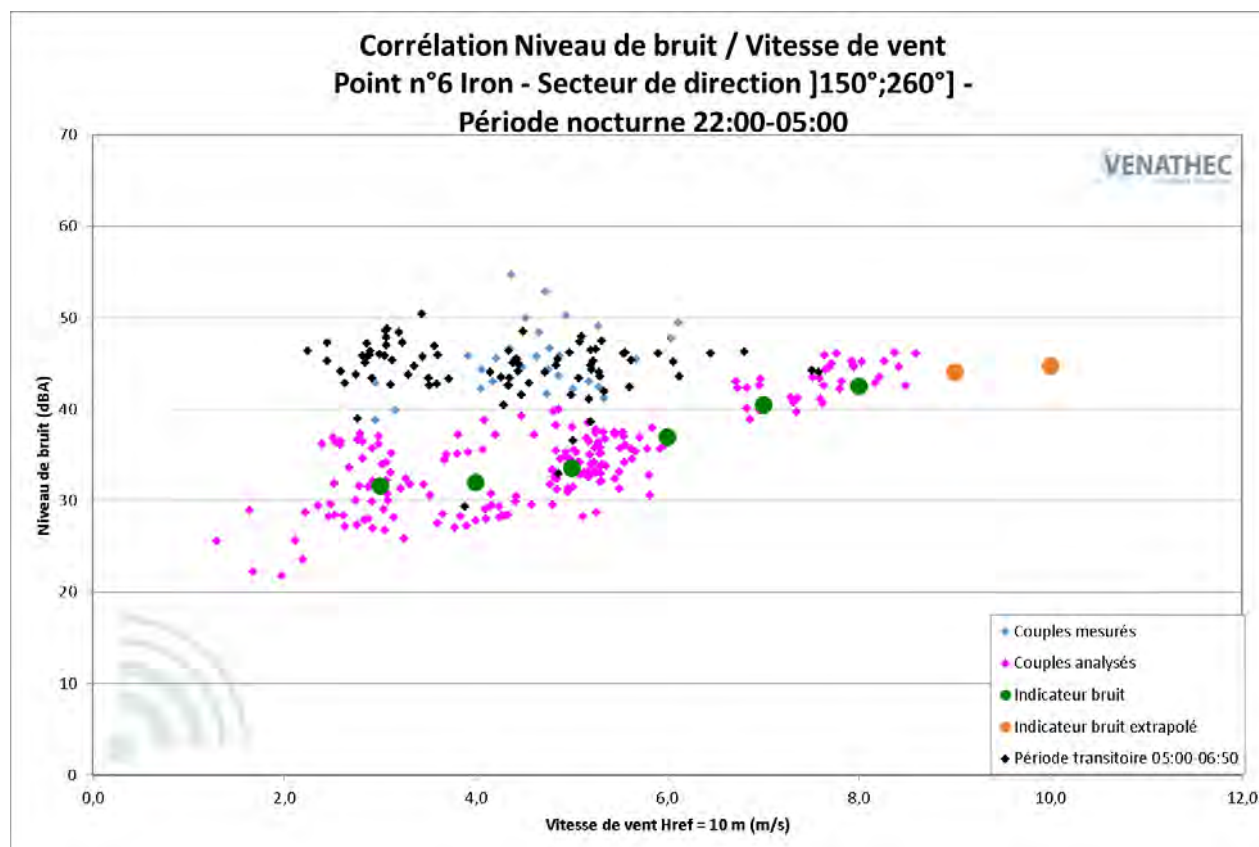
L'évolution des niveaux sonores en fonction de la vitesse du vent est cohérente.

Les points bleus correspondent à des périodes d'activités humaines non représentatives de l'environnement sonore du site. Ils ont donc été écartés de l'analyse.

Les losanges verts correspondent à une période transitoire nocturne vers diurne de 05h00 à 07h00. Initialement en période nocturne, leur niveau de bruit est plus représentatif de la période diurne. Ils ont donc été rajoutés à l'analyse.

En période nocturne

Classe de vitesse de vent standardisée à $H_{ref} = 10m$	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Nombre de couples analysés	40	29	64	15	12	24	1	0
Indicateur de bruit retenu	31,5	32,0	33,5	37,0	40,5	42,5	44,0	45,0
Incertitude $U_c(Res)$	1,6	1,3	1,4	1,5	1,5	1,4	--	--



Commentaires

Les couples (L_{res} – Vitesse de vent)_{10 minutes} mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 8 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 9 et 10 m/s à $H_{ref} = 10 m$ est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

La dispersion des points sur le graphique est due à la proximité du site avec des éoliennes déjà implantées.

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

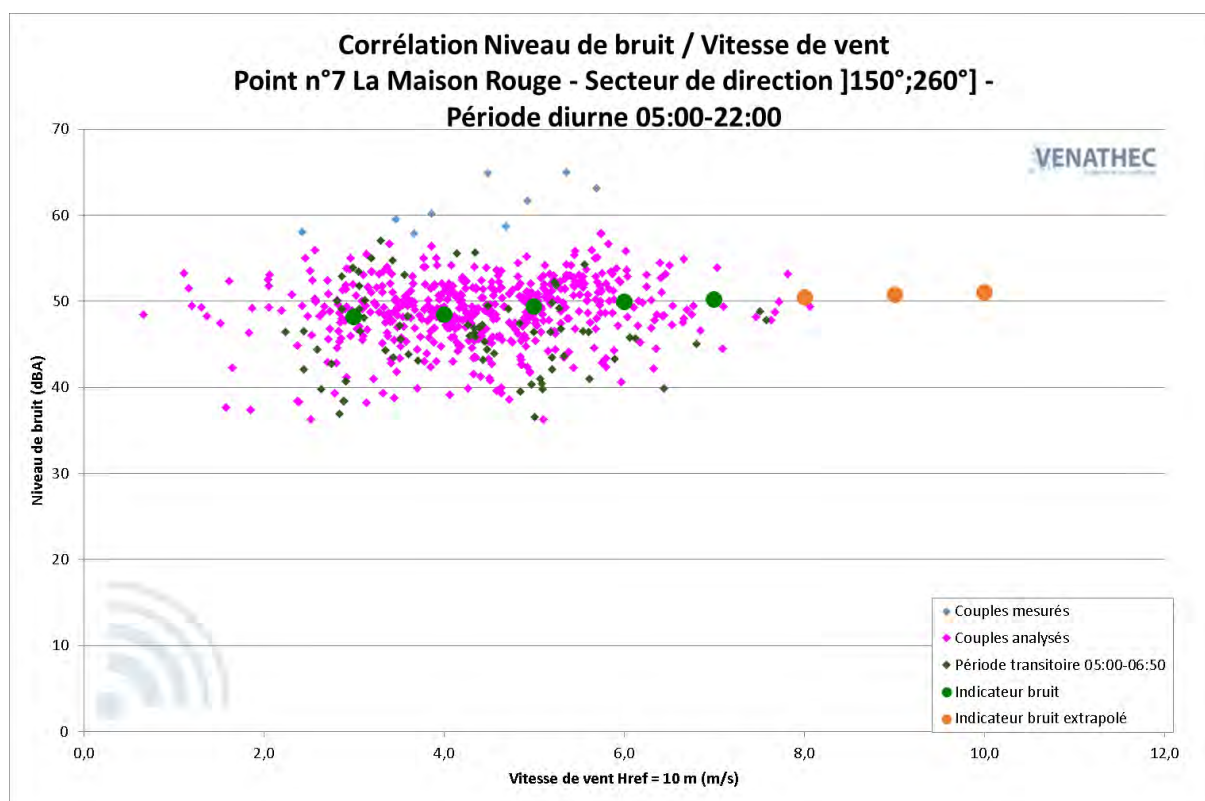
Les points noirs correspondent à une période transitoire nocturne vers diurne de 05h00 à 07h00. Initialement en période nocturne, leur niveau de bruit est plus représentatif de la période diurne. Ils ont donc été enlevés de l'analyse nocturne.

Les points bleus ont été écartés de l'analyse parce qu'ils n'étaient pas représentatifs de l'environnement sonore du site, correspondant à une activité sonore importante inhabituelle.

Point n°7 : La Maison Rouge

En période diurne

Classe de vitesse de vent standardisée à $H_{ref} = 10m$	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Nombre de couples analysés	126	187	184	84	15	7	0	0
Indicateur de bruit retenu	48,0	48,5	49,5	50,0	50,0	50,5	51,0	51,0
Incertitude $U_c(Res)$	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3	1,5	--	--



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 les vitesses de 8 à 10 m/s à $H_{ref}=10m$ est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

La forte dispersion des points sur le graphique est due à la proximité de la route D946, avec un trafic routier important.

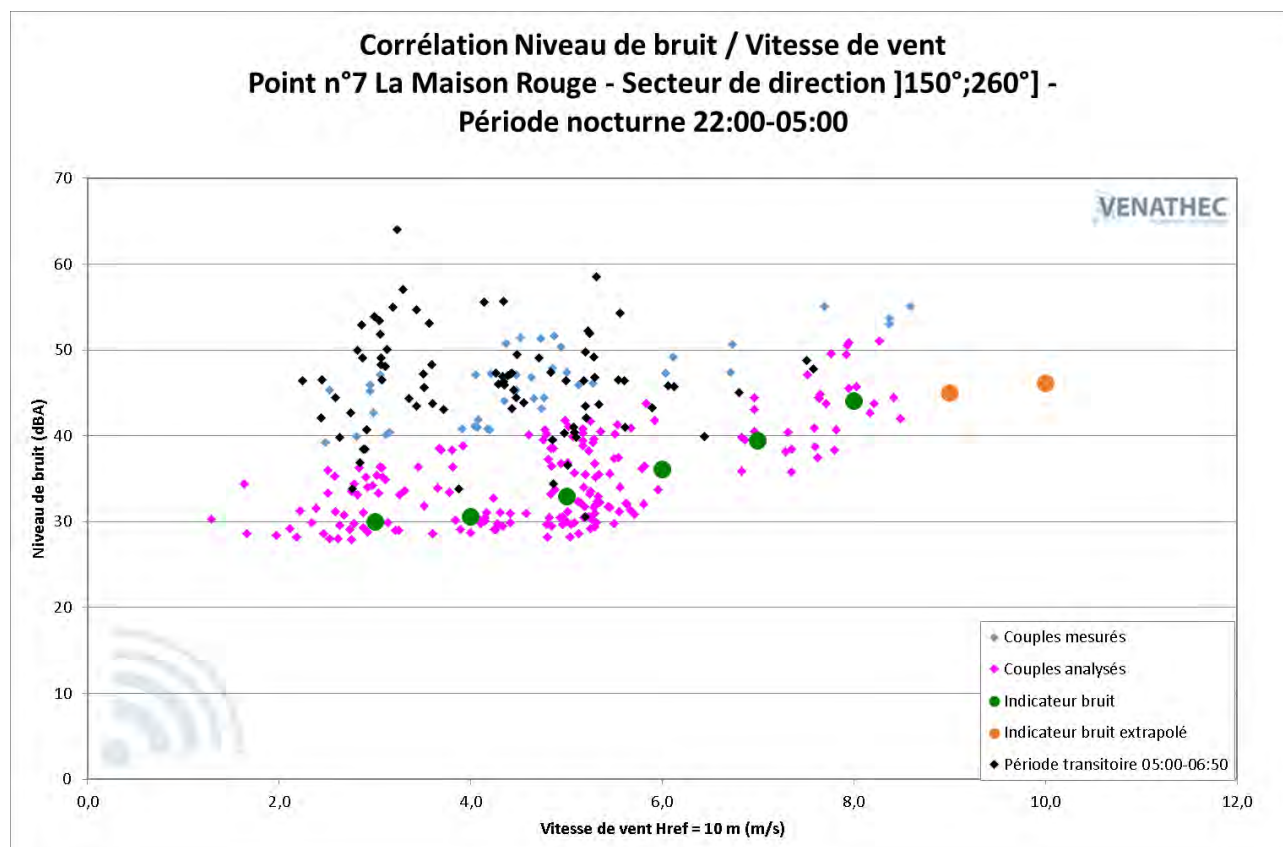
L'évolution des niveaux sonores en fonction de la vitesse du vent est stable.

Les points bleus correspondent à des périodes d'activités humaines non représentatives de l'environnement sonore du site. Ils ont donc été écartés de l'analyse.

Les losanges verts correspondent à une période transitoire nocturne vers diurne de 05h00 à 07h00. Initialement en période nocturne, leur niveau de bruit est plus représentatif de la période diurne. Ils ont donc été rajoutés à l'analyse.

En période nocturne

Classe de vitesse de vent standardisée à $H_{ref} = 10m$	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Nombre de couples analysés	34	25	67	16	10	21	0	0
Indicateur de bruit retenu	30,0	30,5	33,0	36,0	39,5	44,0	45,0	46,0
Incertitude $U_c(Res)$	1,5	1,4	1,5	2,1	1,7	1,9	--	--



Commentaires

Les couples (L_{res} – Vitesse de vent)_{10 minutes} mesurés pour les vitesses de vent de 3 à 8 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 9 et 10 m/s à $H_{ref}=10$ m est issu d'une extrapolation réalisée à partir des niveaux sonores mesurés aux vitesses de vent inférieures et des caractéristiques du site.

La forte dispersion des points sur le graphique est due à la proximité de la route D946, avec un trafic routier important, même en période nocturne.

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

Les points noirs correspondent à une période transitoire nocturne vers diurne de 05h00 à 07h00. Initialement en période nocturne, leur niveau de bruit est plus représentatif de la période diurne. Ils ont donc été enlevés de l'analyse nocturne.

Les points bleus ont été écartés de l'analyse parce qu'ils n'étaient pas représentatifs de l'environnement sonore du site, correspondant à une activité sonore importante inhabituelle.

6.4. Indicateurs bruit résiduel DIURNES retenus - Secteur SO]150° ; 260°]

Indicateurs de bruit résiduel en dBA en fonction de la vitesse de vent Secteur SO]150° ; 260°] Période DIURNE								
Point de mesure Lieu dit	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Point n°1 Lesquelles Saint Germain	40,5	41,5	41,5	42,5	43,0	<i>43,5</i>	<i>44,5</i>	<i>45,5</i>
Point n°2 Grand Verly	39,5	39,5	40,5	42,0	42,5	<i>43,0</i>	<i>43,5</i>	<i>44,5</i>
Point n°3 Tupigny	43,0	43,5	44,0	44,0	44,0	<i>44,5</i>	<i>44,5</i>	<i>44,5</i>
Point n°4 Hannapes	46,0	46,0	46,0	46,0	46,0	<i>46,5</i>	<i>47,0</i>	<i>47,0</i>
Point n°5 Hannapes Est	38,0	39,0	40,0	42,0	44,0	<i>45,5</i>	<i>46,5</i>	<i>47,5</i>
Point n°6 Iron	42,0	42,5	43,5	44,5	45,5	<i>46,0</i>	<i>46,5</i>	<i>47,0</i>
Point n°7 La Maison Rouge	48,0	48,5	49,5	50,0	50,0	<i>50,5</i>	<i>51,0</i>	<i>51,0</i>

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

Interprétation des résultats :

- Les indicateurs de bruit repris dans le tableau ci-dessus, sont issus des mesures de terrain et sont évalués sur chaque classe de vitesses de vent standardisées (à Href = 10 m) pour un secteur de directions Sud-Ouest.
- Les valeurs retenues permettent une évaluation de l'ambiance sonore représentative des conditions météorologiques rencontrées.
- Les indicateurs de bruit théoriques (issus d'extrapolation ou recalage), sont affichés en italique.
- En l'absence de vitesses de vent supérieures à 7 m/s, une extrapolation a été effectuée. Les niveaux correspondants seront à considérer avec précaution.
- Ces estimations sont soumises à une incertitude de mesurage.

6.5. Indicateurs bruit résiduel NOCTURNES retenus - Secteur SO]150° ; 260°]

Indicateurs de bruit résiduel en dBA en fonction de la vitesse de vent Secteur SO :]150° ; 260°] Période NOCTURNE								
Point de mesure Lieu dit	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Point n°1 Lesquelles Saint Germain	23,5	23,5	24,5	30,0	35,0	38,5	<i>40,0</i>	<i>40,5</i>
Point n°2 Grand Verly	26,5	27,0	27,0	31,0	36,0	39,0	<i>41,0</i>	<i>41,5</i>
Point n°3 Tupigny	29,5	29,5	30,0	31,0	34,5	38,0	<i>40,0</i>	<i>41,0</i>
Point n°4 Hannapes	30,0	30,5	30,5	33,0	37,0	41,0	<i>42,5</i>	<i>43,0</i>
Point n°5 Hannapes Est	23,5	24,0	25,0	30,0	38,5	44,0	<i>46,0</i>	<i>47,0</i>
Point n°6 Iron	31,5	32,0	33,5	37,0	40,5	42,5	<i>44,0</i>	<i>45,0</i>
Point n°7 La Maison Rouge	30,0	30,5	33,0	36,0	39,5	44,0	<i>45,0</i>	<i>46,0</i>

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

Interprétation des résultats :

- Les indicateurs de bruit repris dans le tableau ci-dessus, sont issus des mesures de terrain et sont évalués sur chaque classe de vitesses de vent standardisées (à Href = 10 m) pour un secteur de directions Sud-Ouest.
- Les valeurs retenues permettent une évaluation de l'ambiance sonore représentative des conditions météorologiques rencontrées.
- Les indicateurs de bruit théoriques (issus d'extrapolation ou recalage), sont affichés en italique.
- En l'absence de vitesses de vent supérieures à 8 m/s, une extrapolation a été effectuée. Les niveaux correspondants seront à considérer avec précaution.
- Ces estimations sont soumises à une incertitude de mesurage.

7. CONCLUSION SUR LA PHASE DE MESURAGE

Nous avons effectué des mesures de niveaux résiduels en sept lieux distincts sur une période de 11 jours, pour des vitesses de vent comprises entre 0 et 8 m/s à $H_{ref} = 10$ m, afin de qualifier l'état initial acoustique du site du projet éolien des Lupins (02).

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

- Classe homogène 1 : Secteur]150° ; 260°] - SO en période diurne printanière de 5h à 22h ;
- Classe homogène 2 : Secteur]150° ; 260°] - SO en période nocturne printanière de 22h à 5h.

Le décalage horaire est dû aux périodes transitoires similaires sur tous les points de mesures et est donc finalement pris en compte dans les classes homogènes. En effet, en période printanière, le lever du jour est de plus en plus tôt, le chorus matinal est ainsi présent dès l'aube. De plus, l'activité humaine et agricole se met également en place tôt le matin dans cette région.

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 le plus souvent des dépassements d'émergence réglementaire, sont souvent comprises entre 4 et 7 m/s à $H_{ref} = 10$ m. Ceci s'explique notamment en raison d'une ambiance faible à ces vitesses alors que le bruit des éoliennes s'intensifie.

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

Les relevés ont été effectués au printemps, saison où la végétation commence à se développer et l'activité humaine à l'extérieur s'accroît.

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.

En application du **Décret n° 2016-1110 du 11 août 2016 relatif à la modification des règles applicables à l'évaluation environnementale des projets, plans et programmes** le chapitre suivant présente une évaluation de l'évolution probable de l'environnement sonore par rapport à un scénario de référence en l'absence de mise en œuvre du projet.

Cette évaluation a été réalisée à partir de données prospectives au niveau des documents d'urbanisme des communes limitrophes, ainsi que du PLUi en vigueur sur la commune d'Hannapes, des zones concernées, notamment sur des projets validés, ainsi qu'au niveau des données trafics moyes journaliers annuels TMJA routiers des infrastructures de transport.

8. EVALUATION ENVIRONNEMENTALE AUTOUR DE LA ZONE D'ETUDE

Ce chapitre présente la probable évolution de l'environnement sonore autour du projet, en application du Décret n°2016-1110 du 11 août 2016.

Les différentes sources de bruit existantes sont principalement les transports alentours et notamment à proximité de la zone du projet :

- Les axes routiers RD66, RD693, RD946 et RD77 ;
- Le Canal de la Sambre à l'Oise.

La carte ci-dessous illustre la localisation de ces différentes sources de bruit autour du projet éolien :



Localisation des sources de bruit autour du projet éolien des Lupins (en bleu)

Il s'agit de voies de transport présentant pour la plupart des passages ponctuels de véhicules.

Concernant leurs trafics, les évolutions de leur impact acoustique dans le temps ne sont pas quantifiables (pas d'étude de trafic existante, évolution de la technologie des voitures amenant à être de moins en moins bruyantes, exode rural possible, etc.). Il a été observé in situ que les niveaux sonores dépendent essentiellement de l'effet du vent sur la végétation principalement, plus que le bruit routier. En effet, les habitations proches se situent à proximité de zones de végétation. En conséquence, il est considéré que ces bruits demeureront les mêmes à l'avenir car dépendants de sources de bruit qui évolueraient peu.

En complément de ces sources de bruit, le parc éolien de Basse Thiérache Sud à Iron est d'ores et déjà en fonctionnement à proximité du projet (cf. partie 4.2 Effets cumulés avec les parcs alentours).

Cette source de bruit sera d'ailleurs prise en compte dans ce document. Cette étude considère les sources de bruit existantes actuellement, à travers les niveaux résiduels mesurés sur le terrain.

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

9.1. Rappel des objectifs

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

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

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

Le calcul d'émergence est réalisé selon la norme ISO 9613-1/2, et prend en compte des **conditions favorables de propagation** dans toutes les directions de vent.

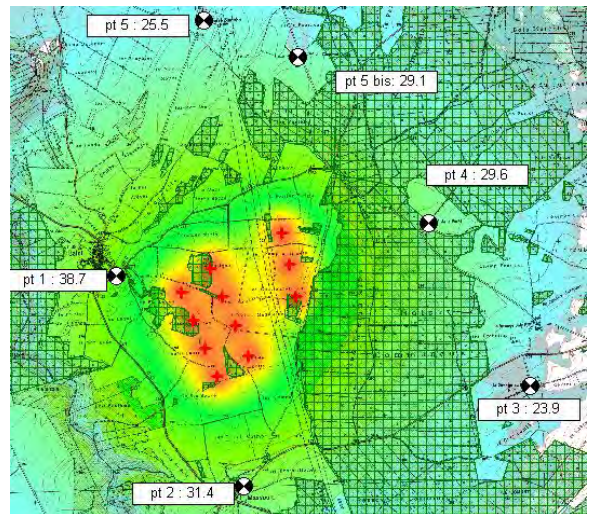
Notre retour d'expérience, et notamment notre travail relatif aux études post-implantation des éoliennes, nous ont permis de nous conforter dans les paramètres et codes de calculs utilisés et ainsi de fiabiliser nos estimations.

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

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

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

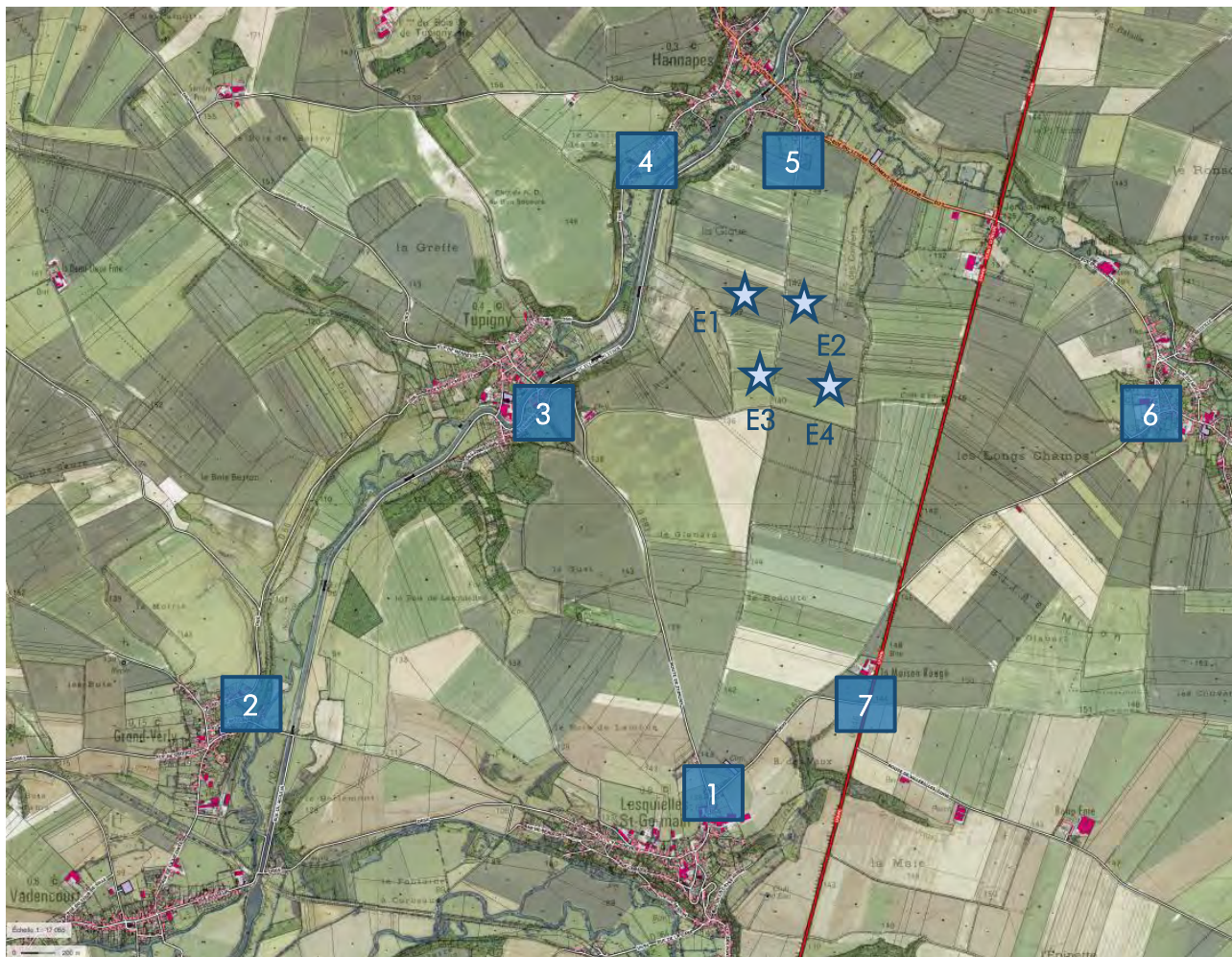
Pour chaque zone d'habitations ayant fait l'objet de mesurage un point de calcul sera positionné au niveau de la façade la plus exposée au parc éolien.



Exemple : CadnaA - Cartographie sonore

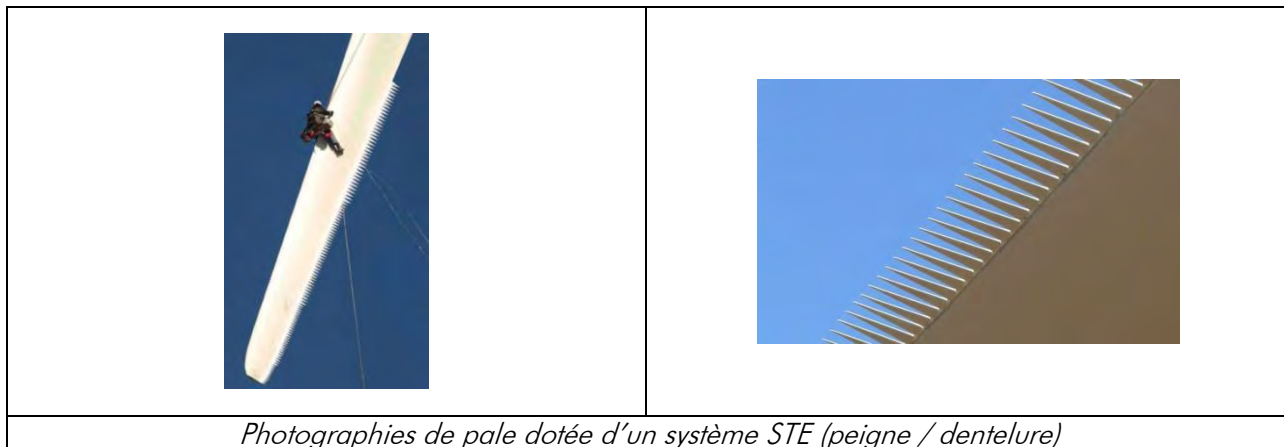
9.2. Description et emplacement des éoliennes

Le projet prévoit l'implantation de 4 éoliennes illustré ci-dessous :



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

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



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

Le niveau de puissance acoustique (L_{wA}) d'une éolienne est fonction de la vitesse du vent sur ses pales. Deux variantes de machines sont évaluées dans ce rapport :

- VESTAS V117 – 119,5m de hauteur de moyeu avec serrations sur les pales ;
- NORDEX N117 – 119,9m de hauteur de moyeu avec serrations sur les pales.

Plusieurs puissances électriques sont disponibles pour ces modèles. Les machines V117 et N117 les plus bruyantes sont dès lors privilégiées dans cette étude (puissance électrique de 3,6 MW pour les deux modèles).

Les caractéristiques acoustiques de l'éolienne de type VESTAS V117 (119,5 m de hauteur de moyeu et d'une puissance de 3,6 MW) avec STE sont reprises dans le tableau suivant :

V117 - 3,6 MW – HH=119,5m avec STE								
Vitesse de vent à $H_{ref}=10$ m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
L_{wA} (en dBA)	92,7	96,6	101,4	105,6	107,0	107,0	107,0	107,0

Ces données sont issues du document n° 0056-4781 V01 du 07 octobre 2016, établi par la société VESTAS. Elles sont conformes à la norme IEC 61400-11. Les mesures ont été réalisées pour des machines dont la puissance nominale est de 3,6 MW. Les données ont été recalculées par interpolation à $H_{ref}=10$ m en considérant une hauteur de moyeu de 119,5m et une rugosité de sol.

Les caractéristiques acoustiques de l'éolienne de type NORDEX N117 (119,9 m de hauteur de moyeu et d'une puissance de 3,6 MW) avec STE sont reprises dans le tableau suivant :

N117 - 3,6 MW – HH=119,9m avec STE								
Vitesse de vent à $H_{ref}=10$ m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
L_{wA} (en dBA)	92,5	95,1	100,8	103,0	103,5	103,5	103,5	103,5

Ces données sont issues du document F008_255_A13_EN R03 du 25 octobre 2016, établi par la société NORDEX. Elles sont conformes à la norme IEC 61400-11. Les mesures ont été réalisées pour des machines dont la puissance nominale est de 3,6 MW.

9.3. 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).

9.4. Evaluation de l'impact sonore

Rappel de la réglementation

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

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

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

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

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

Présentation des résultats :

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





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

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

9.5. Résultats prévisionnels – Variante V117

Période diurne

Echelle de risque utilisée :

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

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

Impact prévisionnel par classe de vitesse de vent - Période diurne





Vitesses de vent standardisées à Href=10m		3ms	4ms	5ms	6ms	7ms	8ms	9ms	10ms	Risque
Pt1 Lesquielles Saint Germain	Lamb	40,5	41,5	41,5	42,5	43,0	43,5	44,5	45,5	FAIBLE
	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Pt2 Grand Verly	Lamb	39,5	39,5	40,5	42,0	42,5	43,0	43,5	44,5	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	
Pt3 Tupigny	Lamb	43,0	43,5	44,0	44,5	44,5	45,0	45,0	45,0	FAIBLE
	E	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Pt4 Hannapes	Lamb	46,0	46,0	46,0	46,5	47,0	47,0	47,5	47,5	FAIBLE
	E	0,0	0,0	0,0	0,5	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	
Pt5 Hannapes Est	Lamb	38,0	39,5	40,5	43,0	45,0	46,0	47,0	48,0	FAIBLE
	E	0,0	0,5	0,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Pt6 Iron	Lamb	42,0	42,5	43,5	44,5	45,5	46,0	46,5	47,0	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	
Pt7 La Maison Rouge	Lamb	48,0	48,5	49,5	50,0	50,0	50,5	51,0	51,0	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 pour la période diurne (V117) :

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

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 : $E_{max} = 3$ dBA

Impact prévisionnel par classe de vitesse de vent - Période nocturne

Vitesses de vent standardisées à Href=10m		3ms	4ms	5ms	6ms	7ms	8ms	9ms	10ms	Risque
Pt1 Lesquielles Saint Germain	Lamb	24,0	24,5	26,5	31,5	35,5	39,0	40,0	40,5	FAIBLE
	E	0,5	1,0	2,0	1,5	0,5	0,5	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Pt2 Grand Verly	Lamb	26,5	27,0	27,5	31,5	36,5	39,0	41,0	41,5	FAIBLE
	E	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Pt3 Tupigny	Lamb	30,0	31,0	33,0	36,0	38,5	40,0	41,5	42,0	MODERE
	E	0,5	1,5	3,0	5,0	4,0	2,0	1,5	1,0	
	D	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	
Pt4 Hannapes	Lamb	31,0	32,5	35,0	39,0	41,0	43,0	44,0	44,5	PROBABLE
	E	1,0	2,0	4,5	6,0	4,0	2,0	1,5	1,5	
	D	0,0	0,0	0,0	3,0	1,0	0,0	0,0	0,0	
Pt5 Hannapes Est	Lamb	26,5	29,0	33,0	37,5	41,5	45,0	46,5	47,5	PROBABLE
	E	3,0	5,0	8,0	7,5	3,0	1,0	0,5	0,5	
	D	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	
Pt6 Iron	Lamb	31,5	32,5	34,5	38,0	41,0	43,0	44,5	45,0	FAIBLE
	E	0,0	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	
Pt7 La Maison Rouge	Lamb	30,0	30,5	33,5	36,5	40,0	44,0	45,0	46,0	FAIBLE
	E	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

Interprétation des résultats pour la période nocturne (V117) :

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

- Point n°3 : Tupigny ;
- Point n°4 : Hannapes ;
- Point n°5 : Hannapes Est.

Les points n°4 et n°5 présentent des dépassements des seuils réglementaires sur les vitesses de 6 et 7 m/s à H= 10m. Ces dépassements sont de l'ordre de 1,0 à 3,0 dBA. Le risque acoustique sur ces points est considéré comme **probable**.





Au point n°3, des dépassements des seuils réglementaires sont relevés pour les vitesses de 6 et 7 m/s. Ces dépassements sont de l'ordre de 1,0 dBA. Le risque acoustique sur ce point est considéré comme **modéré**.

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

9.6. Résultats prévisionnels – Variante N117

Période diurne

Echelle de risque utilisée :

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

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

Impact prévisionnel par classe de vitesse de vent - Période diurne





Vitesses de vent standardisées à Href=10m		3ms	4ms	5ms	6ms	7ms	8ms	9ms	10ms	Risque
Pt1 Lesquielles Saint Germain	Lamb	40,5	41,5	41,5	42,5	43,0	43,5	44,5	45,5	FAIBLE
	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Pt2 Grand Verly	Lamb	39,5	39,5	40,5	42,0	42,5	43,0	43,5	44,5	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	
Pt3 Tupigny	Lamb	43,0	43,5	44,0	44,0	44,0	44,5	44,5	44,5	FAIBLE
	E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Pt4 Hannapes	Lamb	46,0	46,0	46,0	46,0	46,5	46,5	47,0	47,0	FAIBLE
	E	0,0	0,0	0,0	0,0	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	
Pt5 Hannapes Est	Lamb	38,0	39,0	40,5	42,5	44,5	45,5	46,5	47,5	FAIBLE
	E	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Pt6 Iron	Lamb	42,0	42,5	43,5	44,5	45,5	46,0	46,5	47,0	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	
Pt7 La Maison Rouge	Lamb	48,0	48,5	49,5	50,0	50,0	50,5	51,0	51,0	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 pour la période diurne (N117) :

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

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 : $E_{max} = 3$ dBA

Impact prévisionnel par classe de vitesse de vent - Période nocturne

Vitesses de vent standardisées à Href=10m		3ms	4ms	5ms	6ms	7ms	8ms	9ms	10ms	Risque
Pt1 Lesquielles Saint Germain	Lamb	24,0	24,0	25,5	30,5	35,0	38,5	40,0	40,5	FAIBLE
	E	0,5	0,5	1,0	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	
Pt2 Grand Verly	Lamb	26,5	27,0	27,5	31,0	36,0	39,0	41,0	41,5	FAIBLE
	E	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Pt3 Tupigny	Lamb	30,0	30,5	32,0	33,5	36,0	38,5	40,5	41,5	FAIBLE
	E	0,5	1,0	2,0	2,5	1,5	0,5	0,5	0,5	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Pt4 Hannapes	Lamb	31,0	32,0	34,0	36,0	38,5	42,0	43,0	43,5	FAIBLE
	E	1,0	1,5	3,5	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	
Pt5 Hannapes Est	Lamb	26,5	27,5	31,0	34,5	39,5	44,5	46,0	47,0	FAIBLE
	E	3,0	3,5	6,0	4,5	1,0	0,5	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Pt6 Iron	Lamb	31,5	32,0	34,0	37,5	40,5	42,5	44,0	45,0	FAIBLE
	E	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Pt7 La Maison Rouge	Lamb	30,0	30,5	33,0	36,0	39,5	44,0	45,0	46,0	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 pour la période nocturne (N117) :

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

10. OPTIMISATION DU PROJET

10.1. 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 dans le cas de la machine de type V117, en période nocturne. Un plan d'optimisation ou plan de bridage va donc être proposé, dans différentes directions de vent privilégiées et en fonction de la vitesse du vent.

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

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

V117 – 3,6 MW – HH=119,5m avec STE								
Vitesse de vent à H _{ref} =10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
L _{wA} en dBA – Pleine puissance	92,7	96,6	101,4	105,6	107,0	107,0	107,0	107,0
L _{wA} en dBA – Mode SO1	92,6	96,8	101,4	104,5	105,4	105,2	105,2	105,2
L _{wA} en dBA – Mode SO2	92,5	96,9	101,3	103,6	103,7	103,7	103,7	103,7
L _{wA} en dBA – Mode SO3	92,7	96,6	101,1	102,3	102,4	102,4	102,4	102,4
L _{wA} en dBA – Mode SO4	92,7	96,7	99,7	99,8	99,8	99,8	99,8	99,8
L _{wA} en dBA – Mode SO5	92,9	96,1	99,4	101,7	103,1	104,1	104,4	104,4
L _{wA} en dBA – Mode LO1	95,0	100,1	104,2	105,9	105,8	105,8	105,8	105,8
L _{wA} en dBA – Mode LO2	95,0	100,1	104,2	105,9	105,8	105,8	105,8	105,8

Ces données de modes de bridage sont issues des documents n° 0056-4781 V00 du 29 janvier 2016 et n° 0053-3711 V05 du 20 octobre 2016, établis par la société VESTAS. Elles sont réalisées conformément aux normes IEC 61400-11. Selon la documentation technique, la société VESTAS n'a pas spécifié de modes de bridage avec la variante à 3,6 MW. Cependant il est possible d'évaluer ce type de machine en prenant les modes de bridage référencés pour la variante 3,45MW. Les données ont été recalculées par interpolation à H_{ref}=10m en considérant une hauteur de moyeu de 119,5m et une rugosité de sol.

▪ 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 dans un délai de six mois. 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 : 5h-22h ou nocturne 22h-5h), 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.

10.2. Plan de fonctionnement - Période diurne – V117 et N117

Plan d'arrêts et de bridages des machines en période diurne – Toute direction – V117 ou N117								
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							

Interprétation des résultats

Quelle que soit la direction de vent et la variante étudiée, 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 (V117 ou N117) est prévu sur cette période.

10.3. Plan de fonctionnement - Période nocturne

En période nocturne, la configuration actuelle avec des machines de type V117 présente un risque de dépassement des seuils réglementaires sur certaines zones d'habitations environnant le site.

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

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

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

Nous avons utilisé, via le logiciel CadnaA, deux types de code de calculs : ISO 96-13 et HARMONOISE, le dernier prenant mieux en compte les effets météorologiques liés à la propagation du son à grande distance, notamment en conditions de vent non portantes.

Les plans de fonctionnement présentés sont des plans prévisionnels, ils sont issus de calculs soumis à des incertitudes sur le mesurage et sur la modélisation, et devront être validés ou infirmés lors de mesures de réception sur site qui, elles seules, permettront de déterminer le/les plan(s) d'optimisation à mettre en œuvre selon les plages de vitesse et les directions de vent.

Plan de fonctionnement en période nocturne en direction Sud-Ouest [150° ; 260°] – Variante V117

Plan d'arrêts et de bridages des machines en période nocturne - Optimisation SO – V117								
Vitesse de vent standardisée H ref = 10m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Eol n°1	Pleine puissance			Mode SO4	Mode SO2	Pleine puissance		
Eol n°2	Pleine puissance			Mode SO3	Pleine puissance			
Eol n°3	Pleine puissance			Mode SO3	Pleine puissance			
Eol n°4	Pleine puissance							

Interprétation des résultats

Ce plan de fonctionnement pour le modèle d'éoliennes V117, à partir des données constructeurs et des résultats de mesures de l'état initial, permettrait de respecter les exigences réglementaires.

Plan de fonctionnement en période nocturne en direction Sud-Ouest [150° ; 260°] – Variante N117

Plan d'arrêts et de bridages des machines en période nocturne - Optimisation SO – N117								
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							

Interprétation des résultats

Les hypothèses de calcul ne mettent pas en avant de dépassement des seuils réglementaires en période nocturne dans le cas de la variante N117.
En conséquence, un fonctionnement normal de l'ensemble des éoliennes (N117) est prévu sur cette période.

10.4. Evaluation de l'impact sonore en période nocturne après optimisation – Secteur Sud-Ouest – Variante V117

Période nocturne – Niveaux sonores après optimisation – Direction Sud-Ouest :

Résultats après optimisation - Période nocturne – Secteur SO										
Vitesses de vent standardisées à Href=10m		3ms	4ms	5ms	6ms	7ms	8ms	9ms	10ms	Risque
Pt1 Lesquielles Saint Germain	Lamb	23,5	23,5	25,0	30,0	35,0	38,5	40,0	40,5	FAIBLE
	E	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Pt2 Grand Verly	Lamb	26,5	27,0	27,0	31,0	36,0	39,0	41,0	41,5	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	
Pt3 Tupigny	Lamb	30,0	30,0	31,5	31,5	35,5	38,5	40,5	41,5	FAIBLE
	E	0,5	0,5	1,5	0,5	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	
Pt4 Hannapes	Lamb	31,0	32,5	35,0	36,0	40,0	43,0	44,0	44,5	FAIBLE
	E	1,0	2,0	4,5	3,0	3,0	2,0	1,5	1,5	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Pt5 Hannapes Est	Lamb	26,5	29,0	33,0	34,5	40,5	45,0	46,5	47,5	FAIBLE
	E	3,0	5,0	8,0	4,5	2,0	1,0	0,5	0,5	
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Pt6 Iron	Lamb	31,5	32,5	34,5	37,5	41,0	43,0	44,5	45,0	FAIBLE
	E	0,0	0,5	1,0	0,5	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	
Pt7 La Maison Rouge	Lamb	30,0	30,5	33,0	36,0	39,5	44,0	45,0	46,0	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 pour la variante composée de la Vestas V117 permettra de respecter les seuils réglementaires nocturnes et n'engendrera pas de dépassement.

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

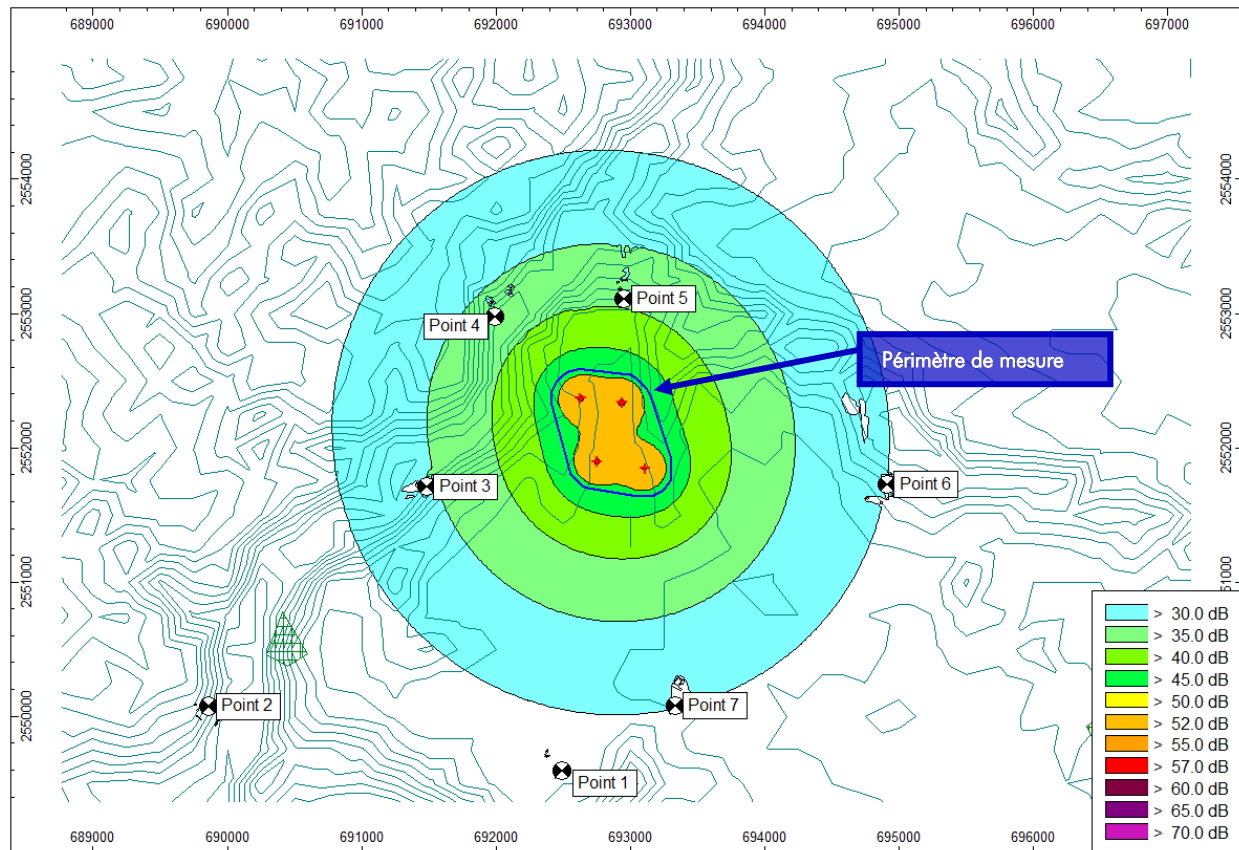
L'arrêté du 26 août 2011 impose un niveau de bruit à ne pas dépasser sur le périmètre de l'installation, en périodes diurne (70 dBA) et nocturne (60 dBA).

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 : »

$$R = 1,2 \times (\text{Hauteur de moyeu} + \text{Longueur d'un demi-rotor})$$
$$\text{soit } R = 1,2 \times (119,5 + 58,5) = 213,6 \text{ mètres (V117)}$$
$$R = 1,2 \times (119,9 + 58,5) = 214,08 \text{ mètres (N117)}$$

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

V117 – 3,6MW – 119,5m avec STE



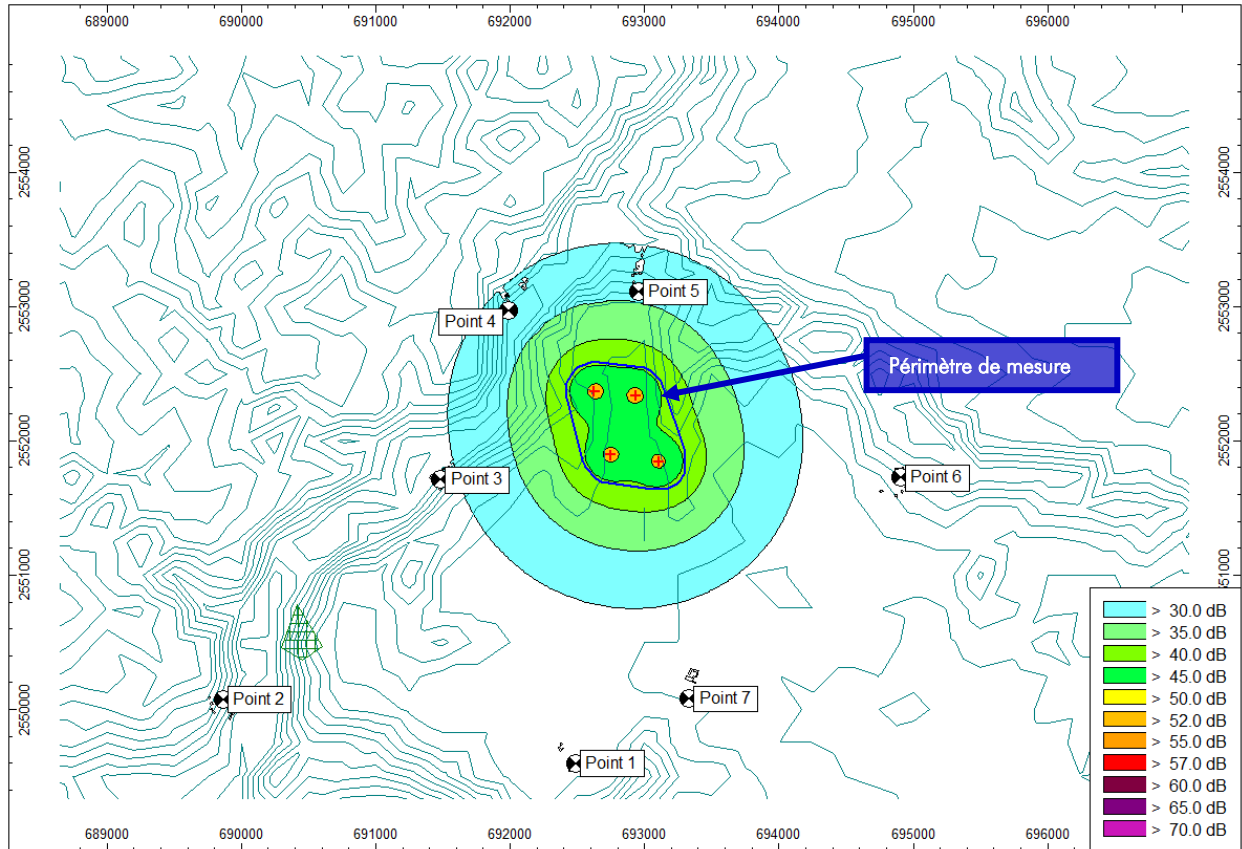
Carte sonore prévisionnelle des niveaux de bruit en limites de propriété du parc éolien

Commentaires :

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

En effet les niveaux sont globalement estimés à 45 dBA, ainsi même en ajoutant une contribution de l'environnement sonore indépendant des éoliennes (supposant que son impact ne soit pas supérieur à celui des machines) les niveaux seraient d'environ 48 dBA et donc inférieurs au seuil le plus restrictif.

N117 – 3,6MW – 119,9m avec STE



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 40 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 43 dBA et donc inférieurs au seuil le plus restrictif.

12. TONALITE MARQUEE

V117 – 3,6MW avec STE

Une analyse du critère de tonalité est effectuée à partir des documents fournis par la société VESTAS pour les machines de type V117 – 3,6MW, référencé 0057-8823_00 daté du 29 février 2016. Cette analyse est réalisée pour les vitesses de vent de 4 à 11 m/s (à HH) et permet d'étudier les composantes fréquentielles des émissions sonores de machines et ainsi de les comparer aux critères réglementaires jugeant de la présence ou non d'un bruit à tonalité marquée.

Classe de vitesse de vent HH		4 m/s		5 m/s		6 m/s		7 m/s	
f (Hz)	Limite ICPE (dB)	Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE
31,5	--	91,9		94,3		99,4		104,2	
40	--	91,1		93,3		98,3		103,0	
50	10	92,3	NON	94,3	NON	98,7	NON	102,9	NON
63	10	93,7	NON	95,2	NON	99,0	NON	102,6	NON
80	10	95,9	NON	97,0	NON	100,0	NON	102,9	NON
100	10	95,9	NON	97,3	NON	100,2	NON	103,1	NON
125	10	91,8	NON	93,8	NON	97,6	NON	101,2	NON
160	10	92,2	NON	93,7	NON	96,6	NON	99,5	NON
200	10	91,3	NON	92,8	NON	95,5	NON	98,3	NON
250	10	89,6	NON	91,4	NON	94,4	NON	97,4	NON
315	10	89,2	NON	90,8	NON	93,5	NON	96,3	NON
400	5	86,5	NON	88,3	NON	91,1	NON	94,0	NON
500	5	83,3	NON	85,6	NON	89,0	NON	92,5	NON
630	5	80,2	NON	83,0	NON	87,1	NON	91,1	NON
800	5	78,5	NON	81,3	NON	85,7	NON	90,0	NON
1000	5	78,0	NON	80,6	NON	84,9	NON	89,0	NON
1250	5	77,6	NON	79,9	NON	83,8	NON	87,7	NON
1600	5	78,5	NON	80,4	NON	83,9	NON	87,3	NON
2000	5	77,7	NON	79,5	NON	82,8	NON	86,1	NON
2500	5	79,3	NON	80,8	NON	83,7	NON	86,6	NON
3150	5	77,6	NON	78,9	NON	81,8	NON	84,8	NON
4000	5	77,9	NON	78,9	NON	81,6	NON	84,3	NON
5000	5	76,3	NON	77,0	NON	79,2	NON	81,4	NON
6300	5	73,2	NON	73,8	NON	75,9	NON	78,1	NON
8000	5	67,2	Données insuffisantes	67,5	Données insuffisantes	70,0	Données insuffisantes	72,4	Données insuffisantes
10000	--	61,3		60,7		63,1		65,4	
12500	--	ND*		ND*		ND*		ND*	

* ND: Non disponible

Classe de vitesse de vent HH		8 m/s		9 m/s		10 m/s		11 m/s	
f (Hz)	Limite ICPE (dB)	Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE
31,5	--	108,5		112,0		112,9		113,4	
40	--	107,3		110,7		111,5		112,1	
50	10	106,8	NON	110,0	NON	110,7	NON	111,2	NON
63	10	106,0	NON	108,7	NON	109,4	NON	109,9	NON
80	10	105,7	NON	107,9	NON	108,5	NON	108,9	NON
100	10	105,8	NON	108,1	NON	108,8	NON	108,9	NON
125	10	104,5	NON	107,4	NON	108,2	NON	108,3	NON
160	10	102,2	NON	104,5	NON	105,2	NON	105,3	NON
200	10	100,8	NON	103,0	NON	103,7	NON	103,7	NON
250	10	100,1	NON	102,5	NON	103,3	NON	103,2	NON
315	10	98,8	NON	101,1	NON	101,8	NON	101,8	NON
400	5	96,7	NON	99,0	NON	99,8	NON	99,7	NON
500	5	95,5	NON	98,3	NON	99,2	NON	99,1	NON
630	5	94,7	NON	97,8	NON	98,9	NON	98,8	NON
800	5	93,7	NON	97,0	NON	98,0	NON	97,9	NON
1000	5	92,6	NON	95,8	NON	96,8	NON	96,7	NON
1250	5	91,1	NON	94,1	NON	95,0	NON	95,1	NON
1600	5	90,5	NON	93,2	NON	93,9	NON	94,1	NON
2000	5	89,1	NON	91,6	NON	92,4	NON	92,5	NON
2500	5	89,3	NON	91,6	NON	92,3	NON	92,4	NON
3150	5	87,5	NON	89,8	NON	90,4	NON	90,6	NON
4000	5	86,8	NON	89,0	NON	89,5	NON	89,8	NON
5000	5	83,5	NON	85,4	NON	85,8	NON	86,0	NON
6300	5	80,3	NON	82,0	NON	82,4	NON	82,8	NON
8000	5	74,9	Données insuffisantes	76,8	Données insuffisantes	77,1	Données insuffisantes	77,8	Données insuffisantes
10000	--	68,0		69,6		69,6		70,8	
12500	--	ND*		ND*		ND*		ND*	

* ND: Non disponible

Analyse des résultats (V117) :

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.

N117 – 3,6MW avec STE

Une analyse du critère de tonalité est effectuée à partir des documents fournis par la société NORDEX pour les machines de type N117 – 3,6MW, référencé 0057-8823_00 daté du 29 février 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		6 m/s	
f (Hz)	Limite ICPE (dB)	Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE
31,5	--	95,4		98,9		104,6		107,5	
40	--	94,5		98,0		103,7		106,6	
50	10	93,4	NON	96,9	NON	102,5	NON	105,4	NON
63	10	93,8	NON	95,2	NON	101,0	NON	104,2	NON
80	10	92,9	NON	96,9	NON	100,9	NON	103,3	NON
100	10	92,4	NON	94,5	NON	99,6	NON	102,6	NON
125	10	91,4	NON	93,9	NON	97,9	NON	100,8	NON
160	10	90,0	NON	94,2	NON	98,4	NON	99,4	NON
200	10	91,6	NON	92,1	NON	96,0	NON	98,4	NON
250	10	90,2	NON	90,6	NON	95,1	NON	96,8	NON
315	10	89,2	NON	88,7	NON	93,8	NON	96,3	NON
400	5	86,7	NON	86,4	NON	91,2	NON	93,6	NON
500	5	85,3	NON	85,5	NON	89,9	NON	92,2	NON
630	5	83,3	NON	83,8	NON	88,2	NON	91,5	NON
800	5	81,4	NON	83,4	NON	88,3	NON	90,7	NON
1000	5	80,5	NON	83,4	NON	89,4	NON	91,7	NON
1250	5	79,0	NON	83,0	NON	88,8	NON	91,3	NON
1600	5	79,2	NON	84,1	NON	89,4	NON	91,6	NON
2000	5	78,4	NON	83,9	NON	88,8	NON	90,6	NON
2500	5	77,5	NON	84,2	NON	89,7	NON	91,1	NON
3150	5	75,2	NON	81,8	NON	89,4	NON	91,3	NON
4000	5	75,1	NON	80,7	NON	89,0	NON	91,1	NON
5000	5	75,6	NON	78,3	NON	87,8	NON	90,2	NON
6300	5	74,0	NON	74,5	NON	83,8	NON	86,2	NON
8000	5	71,9	Données insuffisantes	69,6	Données insuffisantes	77,3	Données insuffisantes	80,9	Données insuffisantes
10000	--	65,2		62,9		70,5		74,2	
12500	--	ND*		ND*		ND*		ND*	

* ND: Non disponible

Classe de vitesse de vent HH		7 m/s		8 m/s		9 m/s		10 m/s	
f (Hz)	Limite ICPE (dB)	Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE	Lw (dB)	TONALITE
31,5	--	108,2		108,2		108,2		108,2	
40	--	107,3		107,3		107,3		107,3	
50	10	106,2	NON	106,2	NON	106,2	NON	106,2	NON
63	10	105,7	NON	105,7	NON	105,7	NON	105,7	NON
80	10	103,7	NON	103,7	NON	103,7	NON	103,7	NON
100	10	104,6	NON	104,6	NON	104,6	NON	104,6	NON
125	10	101,3	NON	101,3	NON	101,3	NON	101,3	NON
160	10	99,4	NON	99,4	NON	99,4	NON	99,4	NON
200	10	98,4	NON	98,4	NON	98,4	NON	98,4	NON
250	10	96,6	NON	96,6	NON	96,6	NON	96,6	NON
315	10	96,2	NON	96,2	NON	96,2	NON	96,2	NON
400	5	93,2	NON	93,2	NON	93,2	NON	93,2	NON
500	5	92,1	NON	92,1	NON	92,1	NON	92,1	NON
630	5	91,7	NON	91,7	NON	91,7	NON	91,7	NON
800	5	91,1	NON	91,1	NON	91,1	NON	91,1	NON
1000	5	92,3	NON	92,3	NON	92,3	NON	92,3	NON
1250	5	91,9	NON	91,9	NON	91,9	NON	91,9	NON
1600	5	92,5	NON	92,5	NON	92,5	NON	92,5	NON
2000	5	91,5	NON	91,5	NON	91,5	NON	91,5	NON
2500	5	92,1	NON	92,1	NON	92,1	NON	92,1	NON
3150	5	92,0	NON	92,0	NON	92,0	NON	92,0	NON
4000	5	91,4	NON	91,4	NON	91,4	NON	91,4	NON
5000	5	90,0	NON	90,0	NON	90,0	NON	90,0	NON
6300	5	86,7	NON	86,7	NON	86,7	NON	86,7	NON
8000	5	81,9	Données insuffisantes	81,9	Données insuffisantes	81,9	Données insuffisantes	81,9	Données insuffisantes
10000	--	75,1		75,1		75,1		75,1	
12500	--	ND*		ND*		ND*		ND*	

* ND: Non disponible

Analyse des résultats (N117) :

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.

13. 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 4 éoliennes sur la commune d'Hannapes (02) a été entreprise. Deux variantes de machine ont été évaluées :

- VESTAS V117 – 119,5m de hauteur de moyeu avec serrations sur les pales ;
- NORDEX N117 – 119,9m de hauteur de moyeu avec serrations sur les pales.

Les résultats obtenus, sans restriction de fonctionnement des machines, présentent un risque de non-respect des impératifs fixés par l'arrêté du 26 août 2011, jugé :

- **faible en période diurne et faible à probable en période nocturne (V117) ;**
- **faible en période diurne et faible en période nocturne (N117).**

Des plans d'optimisation du fonctionnement du parc ont par conséquent été élaborés pour la variante V117, pour la direction de vent dominante (Sud-Ouest) et pour chaque classe de vitesse de vent.

Ces plans de fonctionnement, comprenant le bridage d'une ou plusieurs machines 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.

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 (Arrêté du 26 août 2011).

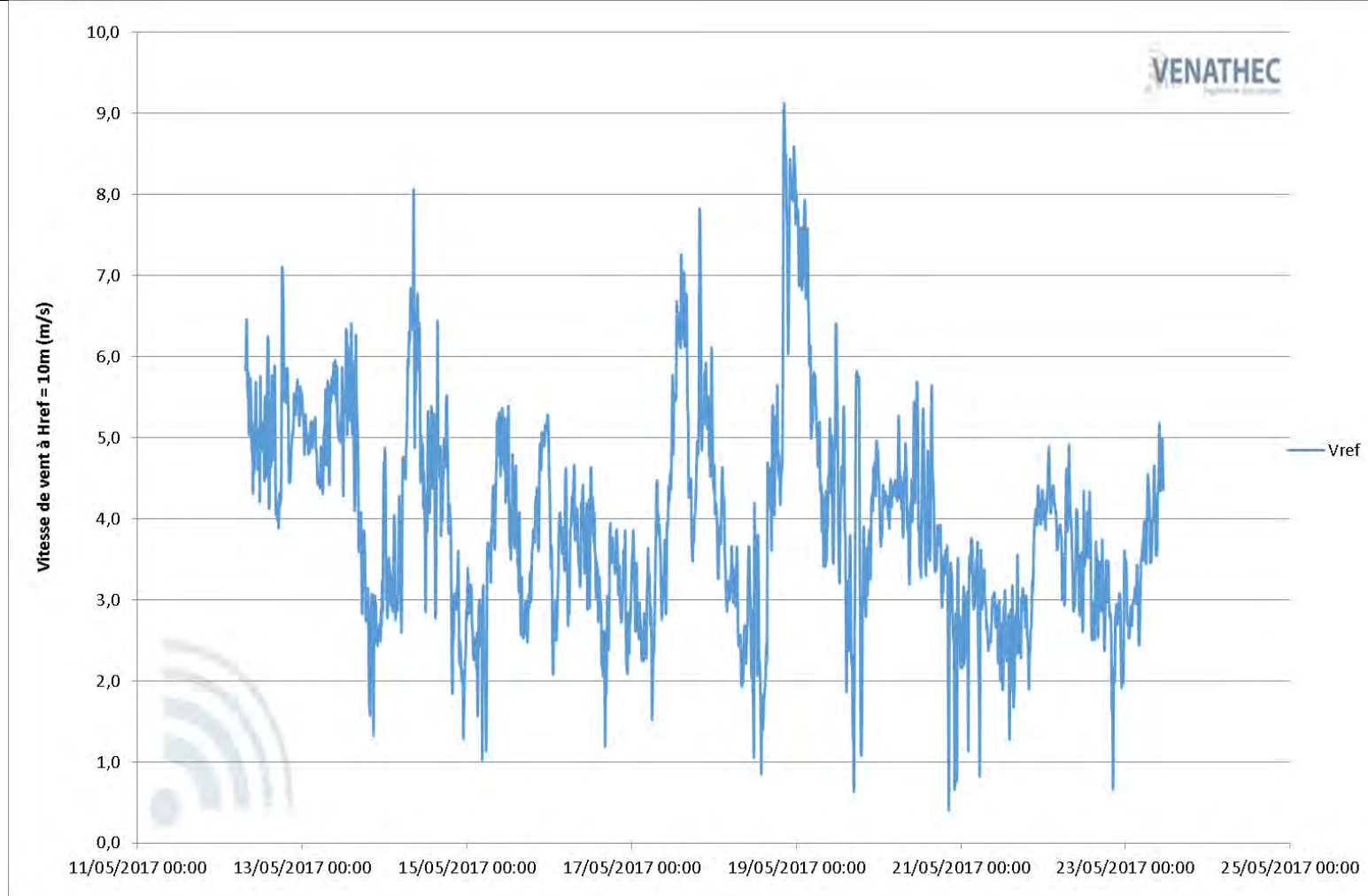
Ces mesures devront être réalisées selon la norme de mesurage NFS 31-114 « Acoustique - Mesurage du bruit dans l'environnement avec et sans activité éolienne », et pour la direction de vent dominante du site.

14. ANNEXES

ANNEXE A : CONDITIONS METEOROLOGIQUES RENCONTREES SUR SITE	63
ANNEXE B : CARACTERISTIQUES DES EOLIENNES	64
ANNEXE C : APPAREILS DE MESURE	67
ANNEXE D : CHOIX DES PARAMETRES RETENUS	68
ANNEXE E : EVOLUTION TEMPORELLE DES LAEQ	69
ANNEXE F : INCERTITUDE DE MESURAGE	73
ANNEXE G : ARRÊTE DU 26 AOÛT 2011	75

ANNEXE A : CONDITIONS METEOROLOGIQUES RENCONTREES SUR SITE

Données de vent durant la période du 11 mai au 23 mai 2017 sur le site de Thiérache Sambre et Oise (Hauteur du mât météorologique Href=10m)



Graphique de l'évolution temporelle de la vitesse de vent standardisée pendant la campagne

ANNEXE B : CARACTERISTIQUES DES EOLIENNES

Coordonnées des éoliennes

Lambert II étendu		
Description	X	Y
E1	692644	2552366
E2	692938	2552336
E3	692747	2551896
E4	693107	2551848

Données acoustiques des éoliennes de type V117 – 3,6MW de chez VESTAS

RESTRICTED

Document no.: 0056-4781 V00
Document owner: Platform Management
Type: T05 - General Description

Performance Specification V117-3.6 MW 50/60 Hz
Power Curves, Ct Values and Sound Curves for Power
Optimized (PO) Modes

Date: 2016-01-29
Restricted
Page 11 of 11

6.3 Sound Curves, Power Optimized Mode PO1/PO1-0S

Sound Power Level at Hub Height		
Conditions for Sound Power Level:	Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3 Maximum turbulence at 10 metre height: 16% Inflow angle (vertical): 0 ±2° Air density: 1.225 kg/m ³	
Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Power Optimized Mode PO1 (Blades with serrated trailing edge)	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Power Optimized Mode PO1-0S (Blades without serrated trailing edge)
3	91.8	93.3
4	92.1	93.7
5	93.9	96.0
6	97.1	99.6
7	100.4	103.1
8	103.4	106.1
9	106.1	108.6
10	107.0	109.6
11	107.0	109.6
12	107.0	109.6
13	107.0	109.6
14	107.0	109.6
15	107.0	109.6
16	107.0	109.6
17	107.0	109.6
18	107.0	109.6
19	107.0	109.6
20	107.0	109.6

Table 6-3: Sound curves, Power Optimized Mode PO1/PO1-0S

Original Instruction: T05 0056-4781 VER 00

T05 0056-4781 Ver 00 - Approved - Exported from DMS: 2016-02-24 by SASOU

Données acoustiques des éoliennes de type N117 – 3,6MW de chez NORDEX

Noise level Standard mode



Noise level - Nordex N117/3600 Serrated Trailing Edge

Standard mode

Standardized wind speed VS(10m) [m/s]	Apparent sound power level			
	hub height 91 m		hub height 106 m	
	LWA [dB(A)]	VH [m/s]	LWA [dB(A)]	VH [m/s]
3.0	92.5	4.3	92.5	4.3
4.0	94.5	5.7	94.9	5.8
5.0	100.0	7.1	100.4	7.2
6.0	103.0	8.5	103.0	8.7
7.0	103.5	9.9	103.5	10.1
8.0	103.5	11.3	103.5	11.6
9.0	103.5	12.8	103.5	13.0
10.0	103.5	14.2	103.5	14.5
11.0	103.5	15.6	103.5	15.9
12.0	103.5	17.0	103.5	17.3

Standardized wind speed VS(10m) [m/s]	Apparent sound power level			
	hub height 120 m		hub height 141 m	
	LWA [dB(A)]	VH [m/s]	LWA [dB(A)]	VH [m/s]
3.0	92.5	4.4	92.5	4.5
4.0	95.1	5.9	95.5	6.0
5.0	100.8	7.3	101.2	7.5
6.0	103.0	8.8	103.0	9.0
7.0	103.5	10.3	103.5	10.5
8.0	103.5	11.8	103.5	12.0
9.0	103.5	13.2	103.5	13.5
10.0	103.5	14.7	103.5	15.0
11.0	103.5	16.2	103.5	16.5
12.0	103.5	17.6	103.5	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	SOLO	60165 65677 65673
		CUBE	10979 10990 10997 10637
Calibreur	01dB	CAL 21	50241686
Préamplificateur	PRE 21 S	PRE 21 S	<i>Associé au sonomètre*</i>
Microphone	GRAS 40AE	MC E 212	<i>Associé au sonomètre*</i>
Câble	LEMO	LEMO 7 (solo)	
Informatique	TOSHIBA		

*A chaque sonomètre 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 corréliser 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 :

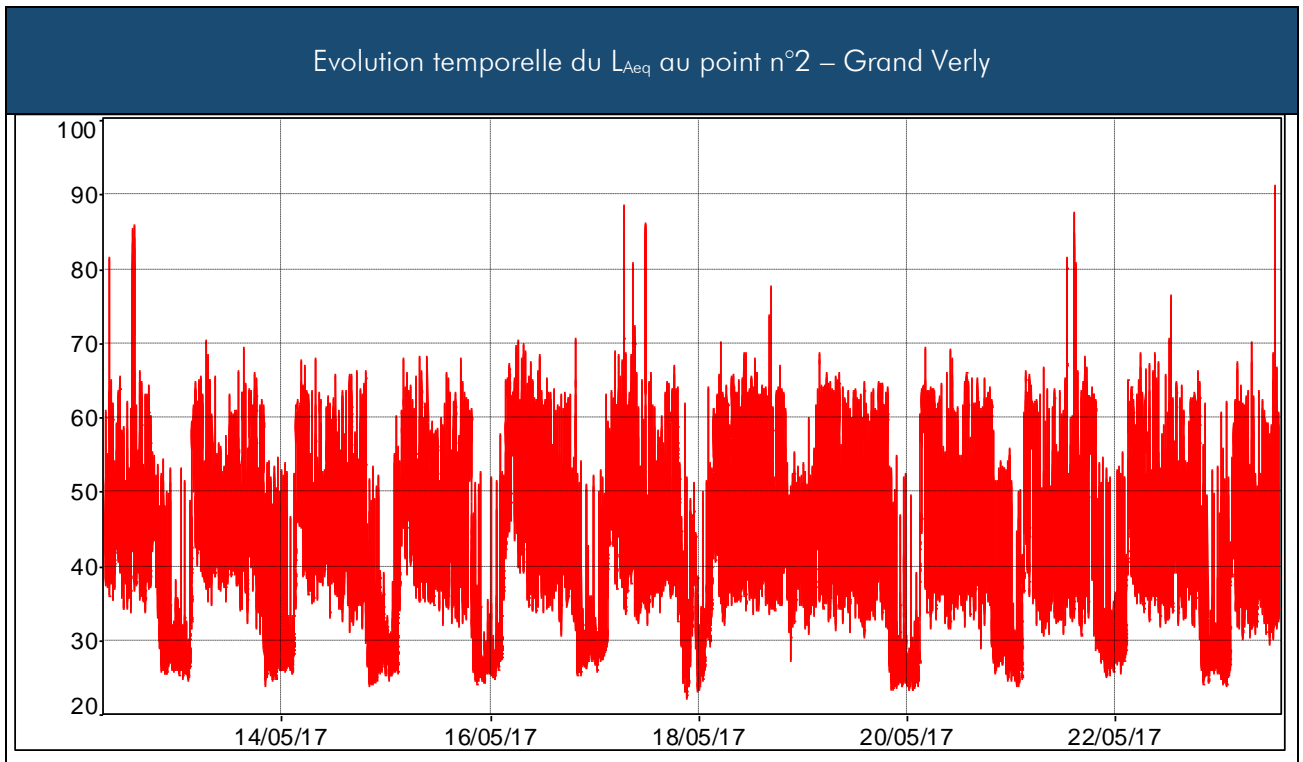
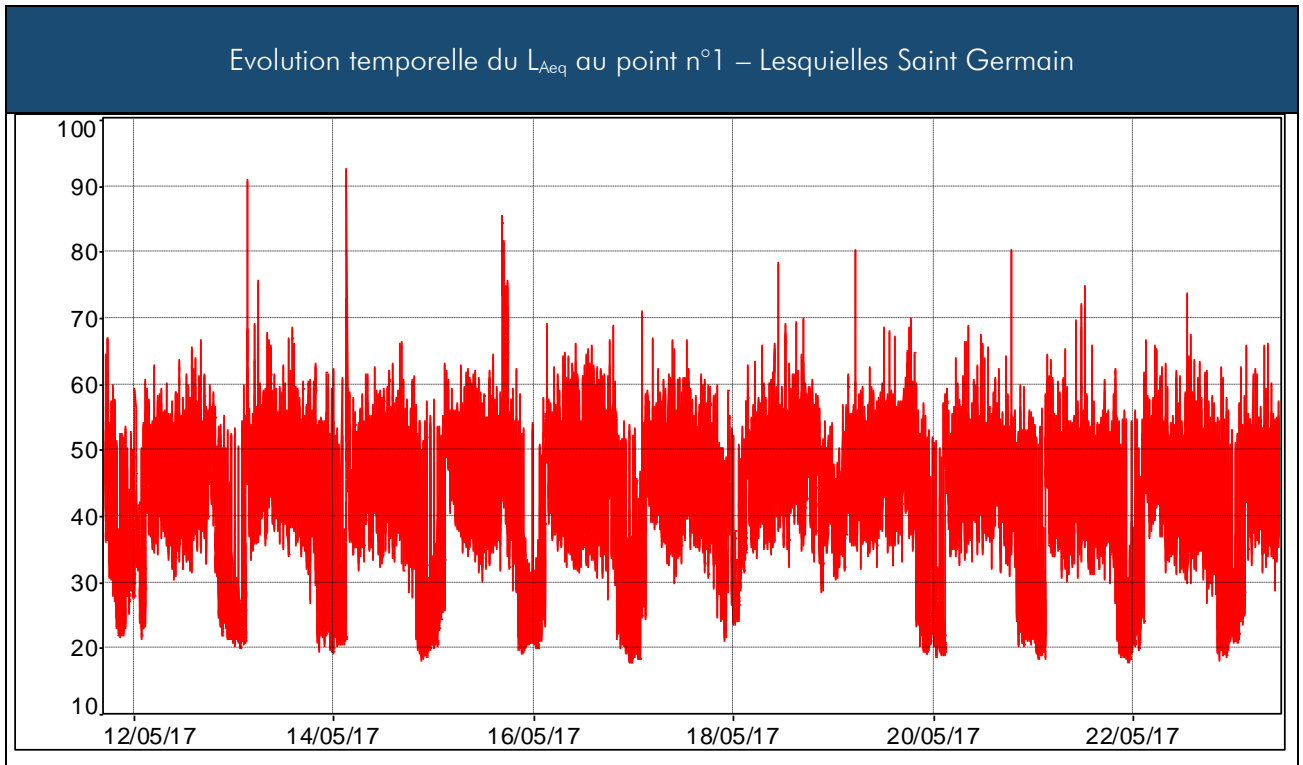
- Du projet de norme NF S PR 31-114 « Acoustique – Mesurage du bruit dans l'environnement avec et sans activité éolienne »,
- Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens actualisé en 2016 par le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer,

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

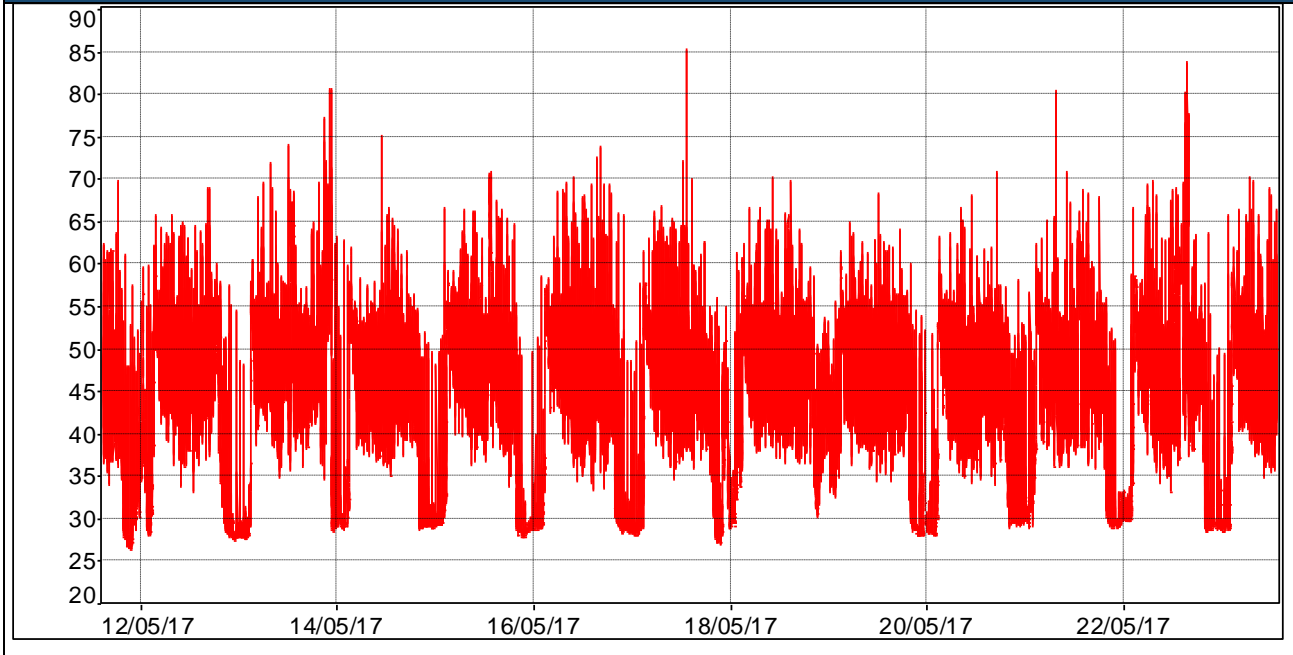
C'est pourquoi, nous avons développé un calcul de vitesse de vent à Hauteur de référence : H_{ref} permettant, à partir des relevés de vitesse à 10 m, d'extrapoler la vitesse de vent à H_{ref} .

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

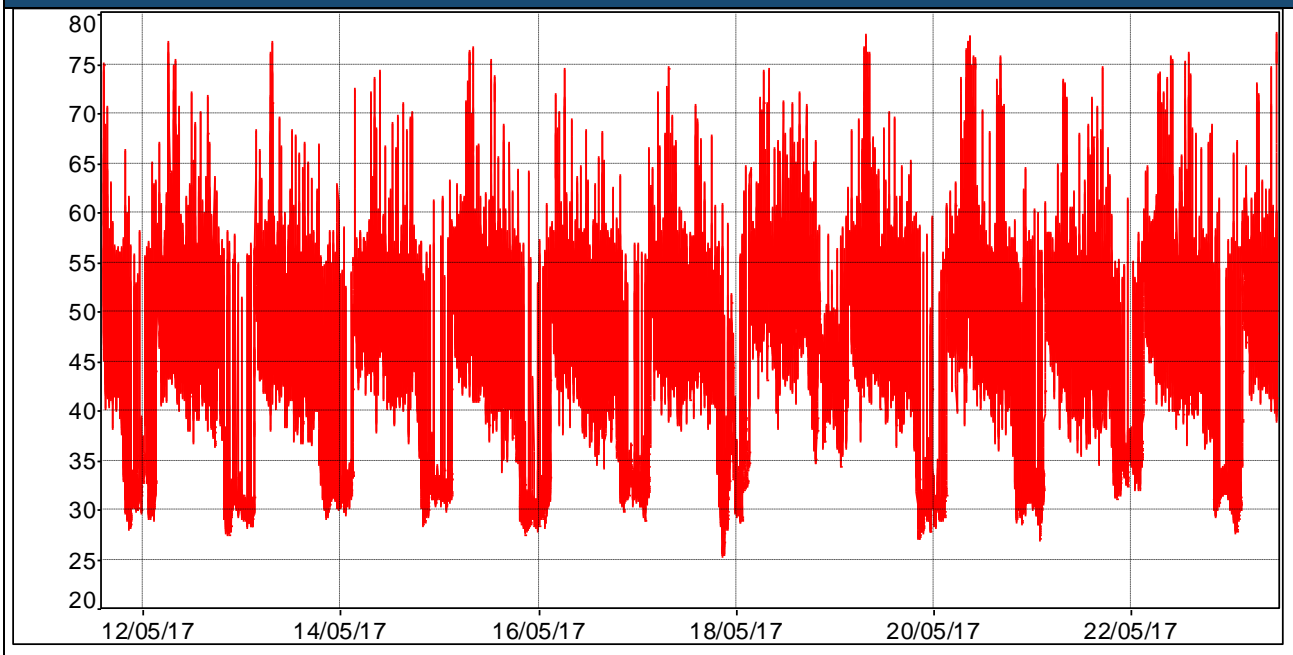
ANNEXE E : EVOLUTION TEMPORELLE DES LAEQ



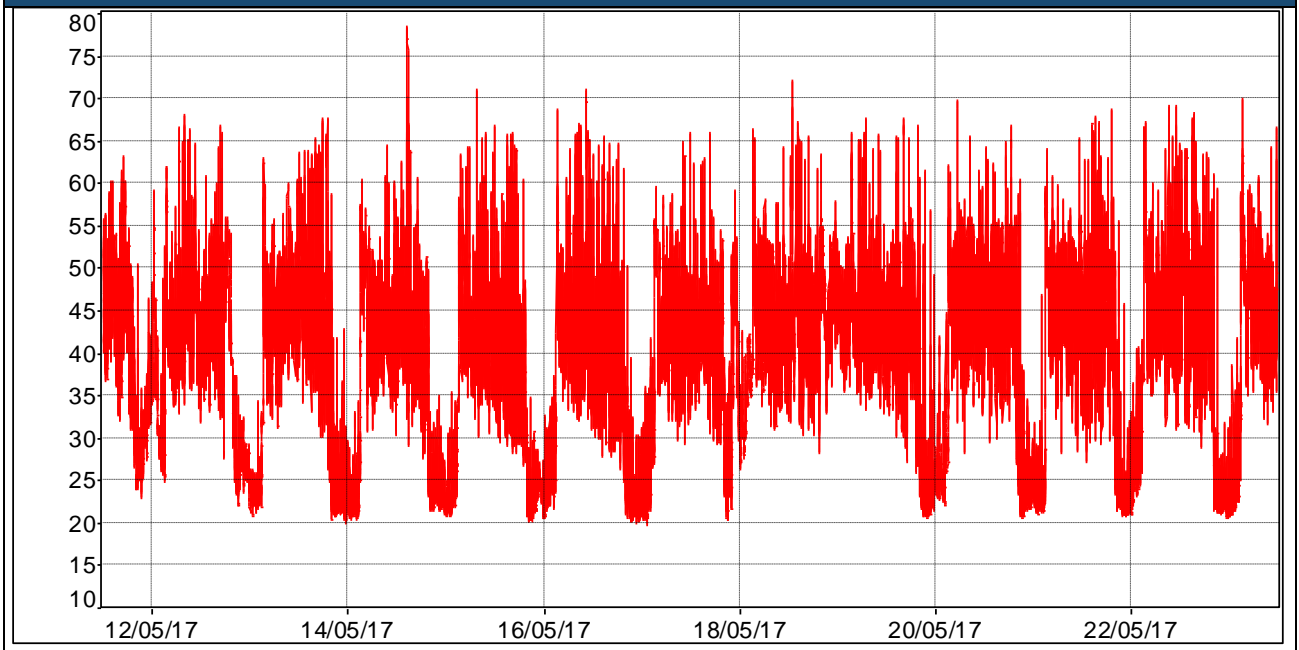
Evolution temporelle du L_{Aeq} au point n°3 – Tupigny



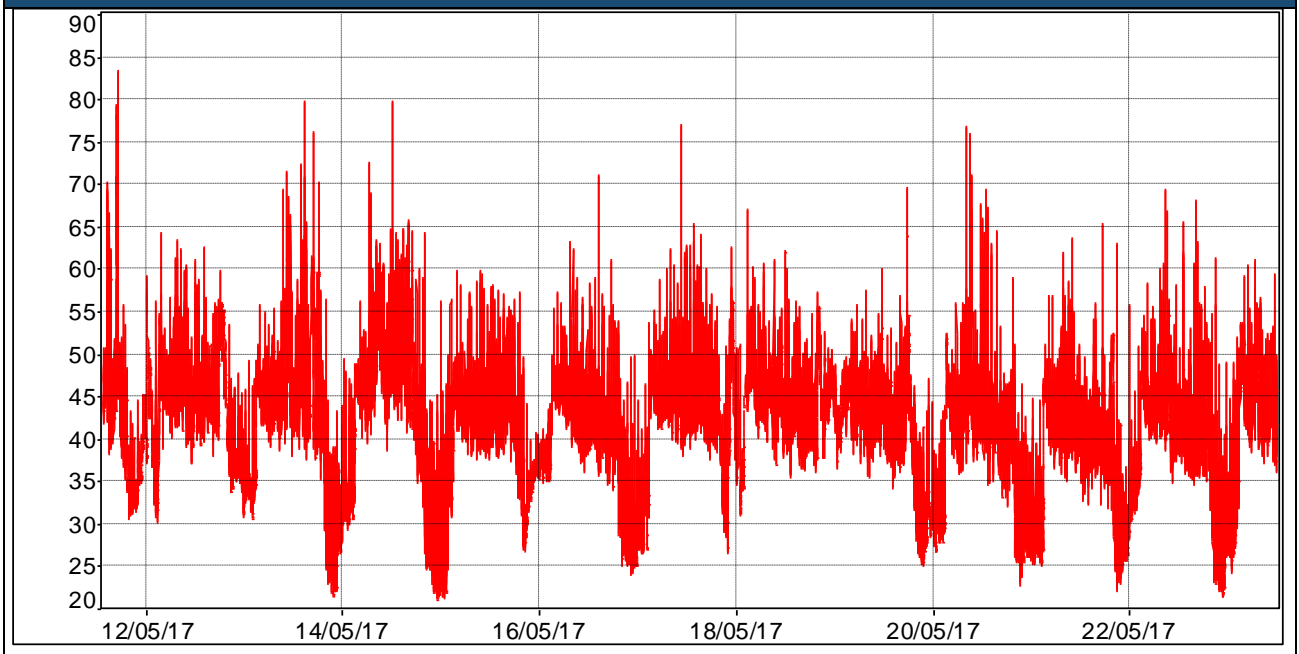
Evolution temporelle du L_{Aeq} au point n°4 – Hannapes



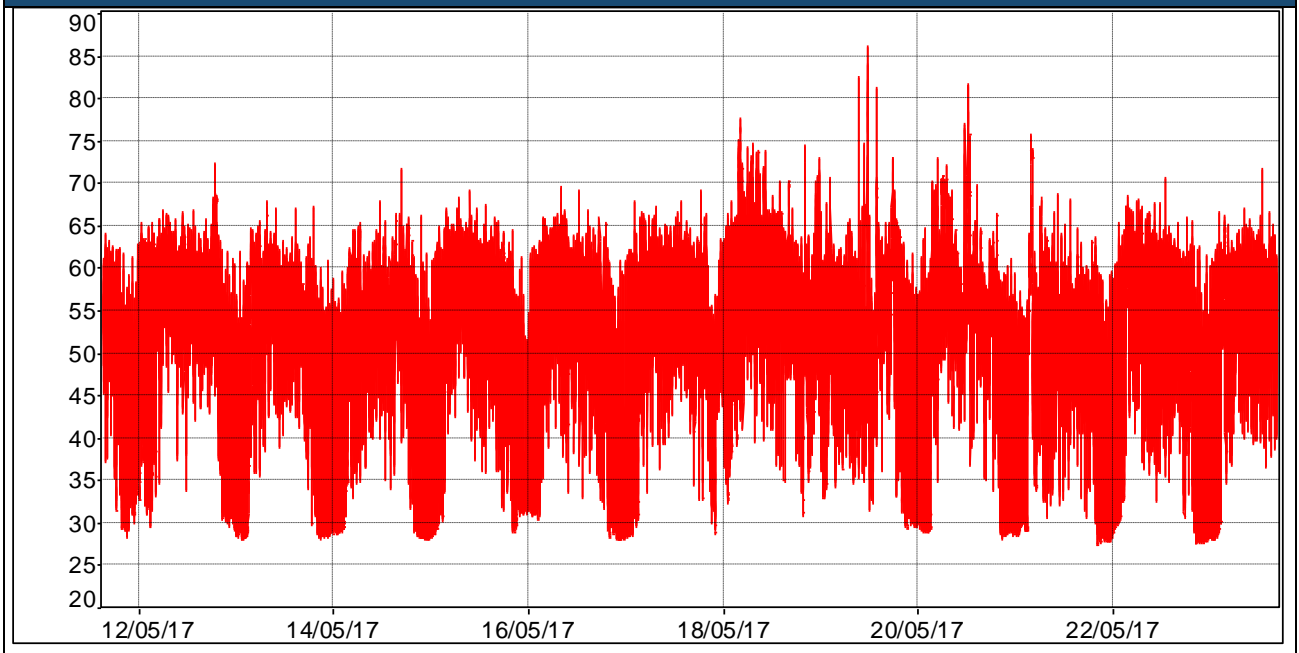
Evolution temporelle du L_{Aeq} au point n°5 – Hannapes Est



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



Evolution temporelle du L_{Aeq} au point n°7 – La Maison Rouge



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.

Incetitude de type A :

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

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

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

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

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

Avec :

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

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

$N(X_{(j)})$: nombre de descripteurs de $X_{(j)}$ pour la classe de vitesse « j »

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

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

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

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

Incetitude de type B :

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

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

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

U_{Bk}	Composante	U (Ambiant) ou (Résiduel) ou U(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	$1,05 \sqrt{2} \cdot 2 \cdot 10^{-E/10}$ dBA	
U_{B5}	Température et humidité	L amb - res	0,15 dB ; 0,15 dBA	
		E	0,22 dB ; 0,22 dBA	
U_{B6}	Pression statique pour une classe homogène	L amb - res	0,25 dB ; 0,25 dBA	
		E	0,24 dB ; 0,24 dBA	
U_{B7}	Impact du vent sur le microphone (en dBA)	L amb - res	Fonction de V et de L_{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 chaîne d'acquisition, certains composants de l'incertitude sont considérés comme négligeables.

Incertitude combinée sur les indicateurs de bruits ambiant et résiduel :

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

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

Incertitude combinée sur les indicateurs d'émergence :

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

ANNEXE G : ARRÊTE DU 26 AOÛT 2011

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

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

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

NOR : DEVP1119348A

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

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

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

Vu le code de l'aviation civile ;

Vu le code des transports ;

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

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

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

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

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

Vu l'avis des organisations professionnelles concernées ;

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

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

Arrête :

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

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

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

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

Section 1

Généralités

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

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

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

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

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

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

Zones à émergence réglementée :

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

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

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

Section 6

Bruit

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Fait le 26 août 2011.

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