



## PROJET EOLIEN DES LAVIERES (52)



### Etude d'impact acoustique

**23 juillet 2020**

Rapport n°448ACO2018-01B



10, place de la République - 37190 Azay-le-Rideau

Tél : 02 47 26 88 16

E-mail : [contact@ereaa-ingenierie.com](mailto:contact@ereaa-ingenierie.com)

[www.ereaa-ingenierie.com](http://www.ereaa-ingenierie.com)

## SOMMAIRE

<b>1. PREAMBULE .....</b>	<b>4</b>
<b>2. PRESENTATION DU SITE ET DU PROJET .....</b>	<b>5</b>
<b>3. CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET QUELQUES DEFINITIONS .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1. CONTEXTE REGLEMENTAIRE .....</b>	<b>7</b>
3.1.1. Textes réglementaires.....	7
3.1.2. Contexte normatif.....	8
<b>3.2. GENERALITES SUR LE BRUIT .....</b>	<b>9</b>
3.2.1. Quelques définitions.....	9
3.2.2. Echelle de bruit .....	11
3.2.3. Commentaires sur les infrasons .....	12
3.2.4. Commentaires sur les effets extra-auditifs du bruit.....	14
<b>3.3. PARTICULARITE DU BRUIT DES EOLIENNES .....</b>	<b>17</b>
<b>4. ETAT INITIAL .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1. DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE DE MESURES.....</b>	<b>18</b>
4.1.1. Méthodologie de la campagne de mesures .....	20
<b>4.2. PRESENTATION DES POINTS DE MESURES .....</b>	<b>22</b>
<b>4.3. ANALYSE DU BRUIT.....</b>	<b>29</b>
4.3.1. Méthodologie.....	29
4.3.2. Résultats .....	31
<b>5. ANALYSE PREVISIONNELLE .....</b>	<b>33</b>
<b>5.1. CALCULS PREVISIONNELS DE LA CONTRIBUTION DU PROJET .....</b>	<b>33</b>
5.1.1. Présentation du modèle de calcul.....	33
5.1.2. Configurations étudiées.....	34
5.1.3. Hypothèses d'émissions.....	35
5.1.4. Résultats des calculs.....	35
<b>5.2. ESTIMATION DES EMERGENCES .....</b>	<b>40</b>
<b>5.3. PERIMETRE DE MESURE DU BRUIT.....</b>	<b>43</b>
<b>5.4. TONALITE MARQUEE .....</b>	<b>44</b>
<b>5.5. ANALYSE DES EFFETS CUMULES.....</b>	<b>46</b>
<b>5.6. SCENARIO DE REFERENCE .....</b>	<b>48</b>
<b>6. CONCLUSION .....</b>	<b>49</b>
<b>6.1. ETAT INITIAL.....</b>	<b>49</b>
<b>6.2. ANALYSE PREVISIONNELLE ET EMERGENCES .....</b>	<b>49</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>51</b>
<b>ANNEXE N°1 : ANALYSES « BRUIT-VENT » .....</b>	<b>52</b>
<b>ANNEXE N°2 : DONNEES DES EMISSIONS SONORES .....</b>	<b>58</b>

**ANNEXE N°3 : LOGICIEL DE CALCULS.....63**

# 1. PREAMBULE

---

La présente étude acoustique concerne le projet éolien des Lavières, situé sur la commune de Condes, au centre du département de la Haute-Marne (52).

Le bruit se présente comme un sujet important dans le développement de projets éoliens. Ainsi, il est indispensable de réaliser une étude détaillée en amont, intégrant tous les aspects du projet et les différents éléments de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent.

Ainsi, la présente étude acoustique s'articule, dans son ensemble, autour des trois axes suivants :

- **Campagne de mesures *in situ*** : détermination du bruit résiduel sur le site en fonction de la vitesse du vent.
- **Calculs prévisionnels** du bruit des éoliennes : estimation de la contribution sonore du projet au droit des habitations riveraines.
- **Analyse de l'émergence** à partir des deux points précédents : validation du respect de la réglementation française en vigueur et, le cas échéant, proposition de solutions adaptées pour y parvenir.

## **2. PRESENTATION DU SITE ET DU PROJET**

---

Le projet éolien des Lavières est situé au centre du département de la Haute-Marne (52), sur la commune de Condes.

L'ambiance sonore du site est globalement calme et représentative d'un environnement rural. Il convient toutefois de noter la présence de la N67 située à l'ouest du projet. La zone d'implantation potentielle (ZIP) est localisée sur la figure suivante.



Localisation de la zone d'implantation potentielle

## 3. CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET QUELQUES DEFINITIONS

### 3.1. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

#### 3.1.1. TEXTES REGLEMENTAIRES

La réglementation concernant le bruit des éoliennes est définie par l'**arrêté du 26 août 2011** relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement (Section 6 – Articles 26 à 31).

La réglementation s'appuie sur 3 paramètres :

- La notion d'émergence
- La présence de tonalité marquée
- Le niveau de bruit maximal de l'installation.

**La notion d'émergence** est le pilier de la réglementation. Elle représente la différence entre le niveau de pression acoustique pondéré « A » du bruit ambiant (installation en fonctionnement) et du bruit résiduel (en l'absence du bruit généré par l'installation).

L'arrêté définit également les zones à émergences réglementées qui correspondent dans le cas présent à :

- L'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers, existant à la date de l'autorisation, et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cour, jardin, terrasse) ;
- Les zones constructibles définies par les documents d'urbanisme opposables aux tiers et publiés à la date de l'autorisation.
- 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.

Dans ces zones à émergences réglementées, les émissions sonores des installations ne doivent pas être à l'origine d'une émergence supérieure aux valeurs admissibles définies dans le tableau suivant :

Niveau de bruit ambiant	Emergence admissible pour la période 7h – 22h	Emergence admissible pour la période 22h – 7h
Supérieur 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 à partir du tableau suivant :

Durée cumulée d'apparition du bruit (D)	Terme correctif en dB(A)
20 minutes < D ≤ 2 heures	+ 3dB(A)
2 heures < D ≤ 4 heures	+ 2dB(A)
4 heures < D ≤ 8 heures	+ 1dB(A)
D > 8 heures	0 dB(A)

D'autre part, dans le cas où le bruit particulier généré par l'installation d'éoliennes est à **tonalité marquée** au sens du point 1.9 de l'annexe de l'arrêté du 23 janvier 1997, sa durée d'apparition ne peut excéder 30 % de la durée de fonctionnement dans chacune des périodes diurne ou nocturne.

Enfin, **le niveau de bruit maximal de l'installation** est fixé à **70 dB(A) pour la période de jour et de 60 dB(A) pour la période de nuit** en n'importe quel point du **périmètre de mesure du bruit** qui est défini par le rayon R suivant :

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

En ce qui concerne l'analyse des **impacts cumulés**, les projets à prendre en compte sont définis par l'article R122-5 du Code de l'Environnement :

« Ces projets sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact :

- ont fait l'objet d'un document d'incidences au titre de l'article R. 214-6 et d'une enquête publique ;
- ont fait l'objet d'une étude d'impact au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité administrative de l'Etat compétente en matière d'environnement a été rendu public.

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté au titre des articles R. 214-6 à R. 214-31 mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation, d'approbation ou d'exécution est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage. »

### 3.1.2. CONTEXTE NORMATIF

Les niveaux résiduels (ou ambiants lorsque les éoliennes sont en service) doivent être déterminés à partir de mesures *in situ* conformément à la norme NFS 31-010 de décembre 1996 "caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement". Celle-ci impose notamment que les mesures soient effectuées dans des conditions de vents inférieurs à 5 m/s à hauteur du microphone. La norme NFS 31-114, dans sa version de juillet 2011, a pour objectif de compléter et de préciser certains points pour l'adapter aux projets éoliens. Dans ce rapport, il est fait référence à sa version de juillet 2011. Le présent document est conforme aux normes actuellement en vigueur en France, et prend en compte la tendance des évolutions normatives en cours.

## 3.2. GENERALITES SUR LE BRUIT

Le bruit est un phénomène complexe à appréhender : la sensibilité au bruit varie, en effet, selon un grand nombre de facteurs liés aux bruits eux-mêmes (l'intensité, la fréquence, la durée, ...), mais aussi aux conditions d'exposition (distance, hauteur, forme de l'espace, autres bruits ambiants, ...) et à la personne qui les entend (sensibilité personnelle, état de fatigue, attention qu'on y porte...).

### 3.2.1. QUELQUES DEFINITIONS

#### Niveau de pression acoustique

La pression sonore s'exprime en Pascal (Pa). Cette unité n'est pas pratique puisqu'il existe un facteur de 1 000 000 entre les sons les plus faibles et les sons les plus élevés qui peuvent être perçus par l'oreille humaine.

Ainsi, pour plus de facilité, on utilise le décibel (dB) qui a une échelle logarithmique et qui permet de comprimer cette gamme entre 0 et 140.

Ce niveau de pression, exprimé en dB, est défini par la formule suivante :

$$L_p = 10 \log \left( \frac{p}{p_0} \right)^2$$

où  $p$  est la pression acoustique efficace (en Pascals).  
 $p_0$  est la pression acoustique de référence (20  $\mu$ Pa).

#### Fréquence d'un son

La fréquence correspond au nombre de vibrations par seconde d'un son. Elle est l'expression du caractère grave ou aigu du son et s'exprime en Hertz (Hz).

La plage de fréquence audible pour l'oreille humaine est comprise entre 20 Hz (très grave) et 20 000 Hz (très aigu).

En dessous de 20 Hz, on se situe dans le domaine des infrasons et au-dessus de 20 000 Hz on est dans celui des ultrasons. Infrasons et ultrasons sont inaudibles pour l'oreille humaine.

#### Pondération A

Afin de prendre en compte les particularités de l'oreille humaine qui ne perçoit pas les sons aigus et les sons graves de la même façon, on utilise la pondération A. Il s'agit d'appliquer un « filtre » défini par la pondération fréquentielle suivante :

Fréquence (Hz)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Pondération A	-26	-16	-8,5	-3	0	1	1	-1

L'unité du niveau de pression devient alors le décibel « A », noté dB(A).

## Arithmétique particulière du décibel

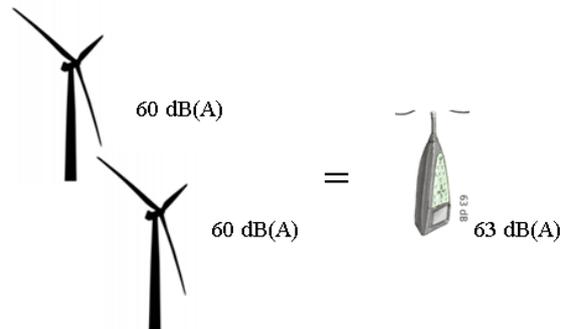
L'échelle logarithmique du décibel induit une arithmétique particulière. En effet, les décibels ne peuvent pas être directement additionnés :

- **60 dB(A) + 60 dB(A) = 63 dB(A)** et non 120 dB(A) !

Quand on additionne deux sources de même niveau sonore, le résultat global augmente de 3 décibels.

- **60 dB(A) + 70 dB(A) = 70 dB(A)**

Si deux niveaux de bruit sont émis par deux sources sonores, et si l'une est au moins supérieure de 10 dB(A) par rapport à l'autre, le niveau sonore résultant est égal au plus élevé des deux (effet de masque).



Notons que l'oreille humaine ne perçoit généralement de différence d'intensité que pour des écarts d'au moins 2 dB(A).

## Indicateurs $L_{Aeq}$ et $L_{50}$

Les niveaux de bruit dans l'environnement varient constamment, ils ne peuvent donc être décrits aussi simplement qu'un bruit continu.

Afin de les caractériser simplement on utilise le niveau équivalent exprimé en dB(A), noté  $L_{Aeq}$ , qui représente le niveau de pression acoustique d'un bruit stable de même énergie que le bruit réellement perçu pendant la durée d'observation.

Il est défini par la formule suivante, pour une période T :

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[ \frac{1}{(t_2 - t_1)} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right]$$

où  $L_{Aeq,T}$  est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A déterminé pour un intervalle de temps T qui commence à  $t_1$  et se termine à  $t_2$ .

$p_0$  est la pression acoustique de référence (20  $\mu$ Pa).

$p_A(t)$  est la pression acoustique instantanée pondérée A.

On peut également utiliser les indices statistiques, notés  $L_x$ , qui représentent les niveaux acoustiques atteints ou dépassés pendant x % du temps.

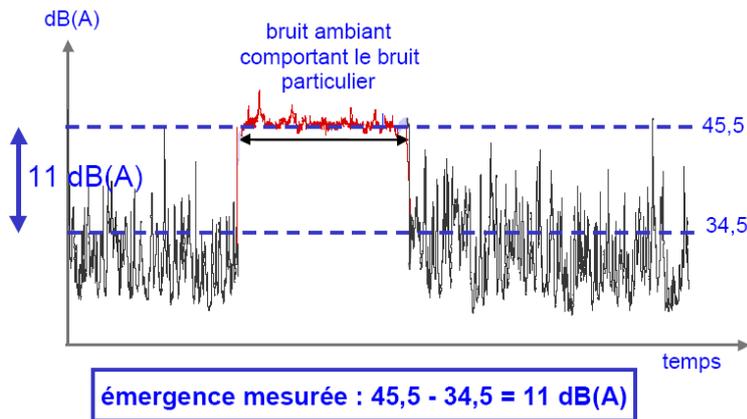
Par exemple, dans le cas de projets éoliens, nous faisons généralement le choix de l'indicateur  $L_{50}$  (niveau acoustique atteint ou dépassé pendant 50 % du temps) comme bruit préexistant pour le calcul des émergences car il permet une élimination très large des événements particuliers liés aux activités humaines. Il correspond en fait au bruit de fond dans l'environnement.

## Notion d'émergence

L'article 2 de l'arrêté du 26 août 2011 définit l'émergence de la manière suivante :

« L'émergence est définie par la différence entre les niveaux de pression acoustique pondérés « A » du bruit ambiant (installation en fonctionnement) et du bruit résiduel (en l'absence du bruit généré par l'installation). »

Le schéma ci-dessous illustre un exemple d'émergence mesurée :



### 3.2.2. ECHELLE DE BRUIT

A titre d'information, l'échelle de bruit ci-contre permet d'apprécier et de comparer différents niveaux sonores et types de bruit.

Ainsi, la contribution sonore au pied d'une éolienne est de l'ordre de 50 à 60 dB(A) selon le type, la hauteur et le mode de fonctionnement. Ces niveaux sonores sont comparables en intensité à une conversation à voix « normale ».



Source : France Energie Eolienne

### 3.2.3. COMMENTAIRES SUR LES INFRASONS



Les infrasons, définis par des fréquences inférieures à 20 Hz, sont inaudibles par l'oreille humaine. Les sons de basses fréquences sont définis pour des fréquences comprises entre 20 Hz et 200 Hz alors que les infrasons sont des sons générés avec des fréquences inférieures à 20 Hz.

Les émissions d'infrasons peuvent être d'origine naturelle ou technique, par exemple :

- les activités humaines (exemple : trafic routier, activités agricoles, sites industriels, etc) dont les bruits ont une grande variabilité temporelle et dépendent des activités locales,
- le vent sur des obstacles,
- la végétation (sous l'effet du vent).

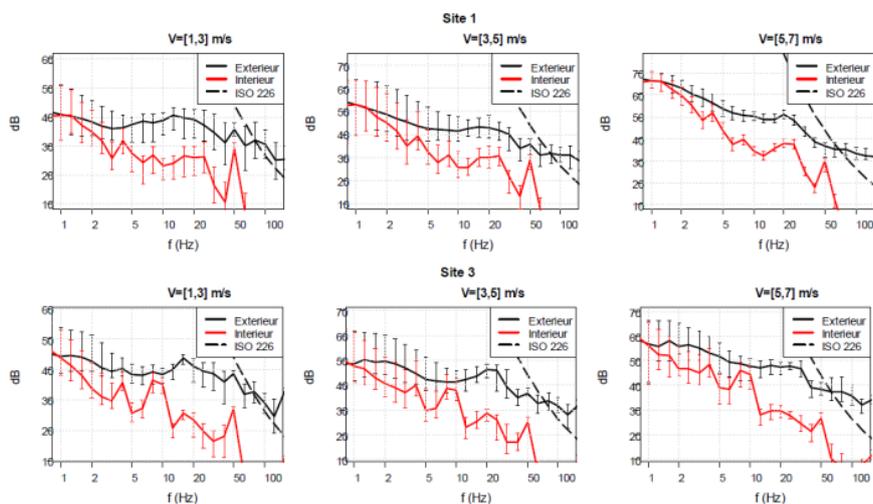
L'Anses (l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) a publié en mars 2017 un avis sur le rapport relatif à l'expertise collective « Évaluation des effets sanitaires des basses fréquences sonores et infrasons dus aux parcs éoliens ». Ce document a pour objectif :

- de conduire une revue des connaissances disponibles en matière d'effets sanitaires auditifs et extra-auditifs dus aux parcs éoliens, en particulier dans le domaine des basses fréquences et des infrasons ;
- d'étudier les réglementations mises en œuvre dans les pays, notamment européens, confrontés aux mêmes problématiques ;
- de mesurer l'impact sonore de parcs éoliens, notamment de ceux où une gêne est rapportée par les riverains, en prenant en compte les contributions des basses fréquences et des infrasons ;
- de proposer des pistes d'amélioration de la prise en compte des éventuels effets sur la santé dans la réglementation, ainsi que des préconisations permettant de mieux appréhender ces effets sanitaires dans les études d'impact des projets éoliens.

Concernant les effets sanitaires, les réponses apportées s'appuient sur un très grand nombre de données disponibles. Dans un premier temps, il est constaté un fort déséquilibre entre les sources bibliographiques primaires (documents relatifs à des expériences ou études scientifiques originales) et secondaires (revues de la littérature scientifique ou articles d'opinion). En effet, les sources secondaires sont nombreuses alors que le nombre de sources primaires qu'elles sont censées synthétiser est limité. Cette particularité, ajoutée à la divergence très marquée des conclusions de ces revues, montre clairement l'existence d'une forte controverse publique sur cette thématique.

En l'absence de Directive européenne spécifique au bruit des éoliennes ou aux infrasons et basses fréquences de toutes sources sonores, il n'existe pas actuellement d'harmonisation réglementaire en Union Européenne sur ces sujets. Seuls des réglementations ou référentiels nationaux sont actuellement disponibles. Parmi les référentiels nationaux qui prennent en compte l'exposition aux bruits basses fréquences, seuls quelques uns incluent des dispositions spécifiques aux parcs éoliens, à l'exception des pénalités pour tonalités marquées, lorsqu'elles sont présentes. Seul le Danemark a intégré officiellement la prise en compte des basses fréquences dans sa réglementation sur l'impact sonore des parcs éoliens. Mais les valeurs d'isolement prises pour le calcul des niveaux d'exposition aux basses fréquences sonores à l'intérieur des habitations sont controversées.

La campagne de mesure réalisée par l'Anses pour différents parcs éoliens confirme que les éoliennes sont des sources de bruit dont la part des infrasons et basses fréquences sonores prédomine dans le spectre d'émission sonore. D'autre part, ces mesures ne montrent aucun dépassement des seuils d'audibilité dans les domaines des infrasons et basses fréquences sonores (< 50 Hz).



Seuil d'audition ISO 226 (tirets noirs). Barres verticales : intervalles contenant 75 % des échantillons autour de la médiane des niveaux sonores de chaque tiers d'octave

Spectres médians à l'extérieur (noir) et à l'intérieur (rouge) du logement

L'avis de l'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail donne les conclusions suivantes. De manière générale, les infrasons ne sont audibles ou perçus par l'être humain qu'à de très forts niveaux. À la distance minimale d'éloignement des habitations par rapport aux sites d'implantations des parcs éoliens (500 m) prévue par la réglementation, les infrasons produits par les éoliennes ne dépassent pas les seuils d'audibilité. Par conséquent, la gêne liée au bruit audible potentiellement ressentie par les personnes autour des parcs éoliens concerne essentiellement les fréquences supérieures à 50 Hz.

L'expertise met en évidence le fait que les mécanismes d'effets sur la santé regroupés sous le terme « *vibroacoustic disease* », rapportés dans certaines publications, ne reposent sur aucune base scientifique sérieuse. Un faible nombre d'études scientifiques se sont intéressées aux effets potentiels sur la santé des infrasons et basses fréquences produits par les éoliennes. **L'examen de ces données expérimentales et épidémiologiques ne mettent pas en évidence d'argument scientifique suffisant en faveur de l'existence d'effets sanitaires liés aux expositions au bruit des éoliennes, autres que la gêne liée au bruit audible et un effet nocebo, qui peut contribuer à expliquer l'existence de symptômes liés au stress ressentis par des riverains de parcs éoliens.**

L'Anses conclut que les connaissances actuelles en matière d'effets potentiels sur la santé liés à l'exposition aux infrasons et basses fréquences sonores ne justifient ni de modifier les valeurs limites existantes, ni d'étendre le spectre sonore actuellement considéré.

Dans ce contexte, l'Agence recommande :

- de renforcer l'information des riverains lors de l'implantation de parcs éoliens, notamment en transmettant des éléments d'information relatifs aux projets de parcs éoliens au plus tôt (avant enquête publique) aux riverains concernés et en facilitant la participation aux enquêtes publiques ;
- de renforcer la surveillance de l'exposition aux bruits, en systématisant les contrôles des émissions sonores des éoliennes avant et après leur mise en service et en

mettant en place des systèmes de mesurage en continu du bruit autour des parcs éoliens (par exemple en s'appuyant sur ce qui existe déjà dans le domaine aéroportuaire) ;

- de poursuivre les recherches sur les relations entre santé et exposition aux infrasons et basses fréquences sonores, notamment au vu des connaissances récemment acquises chez l'animal et en étudiant la faisabilité de réaliser une étude épidémiologique visant à observer l'état de santé des riverains de parcs éoliens.

L'Agence rappelle par ailleurs que la réglementation actuelle prévoit que la distance d'une éolienne à la première habitation soit évaluée au cas par cas, en tenant compte des spécificités des parcs. Cette distance, au minimum de 500 m, peut être étendue à l'issue de la réalisation de l'étude d'impact, afin de respecter les valeurs limites d'exposition au bruit.

**On ne peut donc pas attribuer à l'émission d'infrasons d'éoliennes la moindre dangerosité ou gêne des riverains.**

### **3.2.4. COMMENTAIRES SUR LES EFFETS EXTRA-AUDITIFS DU BRUIT**

Les effets extra-auditifs du bruit sont nombreux mais difficiles à attribuer de façon exclusive au bruit en raison de l'existence de nombreux facteurs différents.

Le rapport de l'Afsset (renommé à ce jour Anses – Agence nationale chargée de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail), de mars 2008, intitulé « impacts sanitaires du bruit généré par le éoliennes », recense les différents effets extra-auditifs suivants.

#### **Les perturbations du sommeil**

Il est démontré que le bruit peut entraîner une perturbation du sommeil. Le sommeil est nécessaire pour la survie de l'individu et une forte réduction de sa durée entraîne des troubles parfois marqués, dont le principal est la réduction du niveau de vigilance, pouvant conduire à de la fatigue, à de mauvaises performances, et à des accidents.

Selon le rapport de l'Afsset, il a été montré que les bruits intermittents ayant une intensité maximale de 45 dB (A) et au-delà, peuvent augmenter la latence d'endormissement de quelques minutes à près de 20 minutes.

Un parc éolien, avec une distance réglementaire d'au moins 500 m ne permettant pas d'atteindre des niveaux de 45 dB(A) à l'intérieur d'une habitation, il n'existe pas ou peu de risque de perturbation du sommeil dû au bruit des éoliennes.

#### **Les troubles chroniques du sommeil**

Les bruits de basses fréquences perturbent le sommeil et provoquent son interruption, par périodes brèves. Ces effets n'existent que par l'audition et ne sont pas sensibles pour des sensations vibratoires.

Ces effets ne sont pas spécifiques des éoliennes.

### **Les effets sur la sphère végétative**

La sphère végétative comprend divers systèmes dont le fonctionnement n'est pas dépendant de la volonté. Le bruit est susceptible d'avoir des effets sur certains systèmes de la sphère végétative :

- Le système cardiovasculaire : hypertension artérielle chez les personnes soumises à des niveaux de bruit élevés de façon chronique.
- Le système respiratoire : accélération du rythme respiratoire sous l'effet de la surprise.
- Le système digestif : troubles graves tels que l'ulcère gastrique en cas d'exposition chronique à des niveaux sonores élevés.

Les niveaux sonores d'un parc éolien perçus à plus de 500 m, ne sont pas considérés comme suffisamment élevés pour induire des effets sur la sphère végétative.

### **Les effets sur le système endocrinien et immunitaire**

L'exposition au bruit est, selon certaines études, susceptible d'entraîner une modification de la sécrétion des hormones liées au stress que sont l'adrénaline et la noradrénaline. Plusieurs études rapportent également une élévation du taux nocturne de cortisol sous l'effet d'un bruit élevé (hormone qui traduit le degré d'agression de l'organisme et qui joue un rôle essentiel dans la défense immunitaire de ce dernier).

Dans une étude réalisée autour de l'aéroport de Munich, il a été montré que les adultes et les enfants exposés au bruit des avions présentent une élévation du taux des hormones du stress associée à une augmentation de leur pression artérielle.

Les niveaux sonores d'un parc éolien ne sont pas du tout comparables aux niveaux de bruit émis par un aéroport.

### **Les effets sur la santé mentale**

Le bruit est considéré comme étant la nuisance principale chez les personnes présentant un état anxio-dépressif et joue un rôle déterminant dans l'évolution et le risque d'aggravation de cette maladie.

La sensibilité au bruit est très inégale dans la population, mais le sentiment de ne pouvoir « échapper » au bruit auquel on est sensible constitue une cause de souffrance accrue qui accentue la fréquence des plaintes subjectives d'atteinte à la santé.

Afin de synthétiser les différents effets extra-auditifs, le tableau ci-après, extrait d'un rapport publié de 2013 de l'institut national de santé publique du Québec, « Eoliennes et santé publique – synthèse des connaissances – mise à jour », présente les effets liés à l'exposition prolongée au bruit.

Ce même rapport précise, **qu'en ce qui concerne le niveau de bruit des éoliennes, à l'heure actuelle, aucune évidence scientifique ne suggère qu'il engendre des effets néfastes pour la santé des personnes vivant à proximité** (perte d'audition, effets cardiovasculaires, effets sur le système hormonal, etc.).

Effet	Classification de l'évidence	Observation des valeurs seuil		
		Mesure	Valeur (dB(A))	Intérieur/Extérieur
Détérioration auditive	Suffisante	L <sub>Aeq, 24 h</sub>	70	Intérieur
Hypertension	Suffisante	L <sub>dn</sub>	70	Extérieur
Cardiopathie ischémique	Suffisante	L <sub>dn</sub>	70	Extérieur
Effets biochimiques	Limitée			
Effets immunologiques	Limitée			
Poids à la naissance	Limitée			
Effets congénitaux	Manquante			
Troubles psychiatriques	Limitée			
Nuisance	Suffisante	L <sub>dn</sub>	42	Extérieur
Taux d'absentéisme	Limitée			
Bien-être psychosocial	Limitée			
Performance	Limitée			
Troubles du sommeil, changements dans :				
Tracé du sommeil	Suffisante	L <sub>Aeq, nuit</sub>	< 60	Extérieur
Éveil	Suffisante	SEL	55	Intérieur
Stades	Suffisante	SEL	35	Intérieur
Qualité subjective	Suffisante	L <sub>Aeq, nuit</sub>	40	Extérieur
Fréquence cardiaque	Suffisante	SEL	40	Intérieur
Niveaux hormonaux	Limitée			
Système immunitaire	Inadéquate			
Humeur du lendemain	Suffisante	L <sub>Aeq, nuit</sub>	< 60	Extérieur
Performance du lendemain	Limitée			

Source : Traduit de Passchier-Vermeer et Passchier, 2000<sup>22</sup>.

### 3.3. PARTICULARITE DU BRUIT DES EOLIENNES

Les trois phases de fonctionnement suivantes sont généralement retenues pour définir les différentes sources de bruit issues d'une éolienne :

- A des vitesses de vent inférieures à environ 3 m/s à hauteur de nacelle, les pales restent immobiles et l'éolienne ne produit pas. Le faible bruit perceptible au pied de l'éolienne est issu du bruit aérodynamique du frottement de l'air sur le mât et les pales.
- A partir d'une vitesse d'environ 3 m/s à hauteur de nacelle, l'éolienne se met tout juste en fonctionnement et fournit une puissance qui augmente en fonction de la vitesse du vent jusqu'à environ 15 m/s. Le bruit est composé du bruit aérodynamique du frottement de l'air sur le mât et du frottement des pales dans l'air, ainsi que du bruit des systèmes mécaniques. On notera que la variation de la vitesse de rotation des pales n'est presque pas perceptible visuellement.
- Au-delà de 15 m/s à hauteur de nacelle, l'éolienne entre en régime nominal avec une production constante. Le niveau de bruit est alors constant.
- Au-delà de 25 m/s à hauteur de nacelle, l'éolienne est à l'arrêt (pales mises en drapeau par sécurité).

**L'émission sonore des éoliennes varie donc selon la vitesse du vent et la condition la plus défavorable pour le riverain est lorsque la vitesse du vent est suffisante pour faire fonctionner les éoliennes en mode de production, mais pas assez importante pour que le bruit du vent dans l'environnement masque le bruit des éoliennes.**

**La plage de vent correspondant à cette situation est globalement comprise entre 3 et 15 m/s à hauteur de nacelle et l'analyse acoustique prévisionnelle doit porter sur ces vitesses de vent.**

## 4. ETAT INITIAL

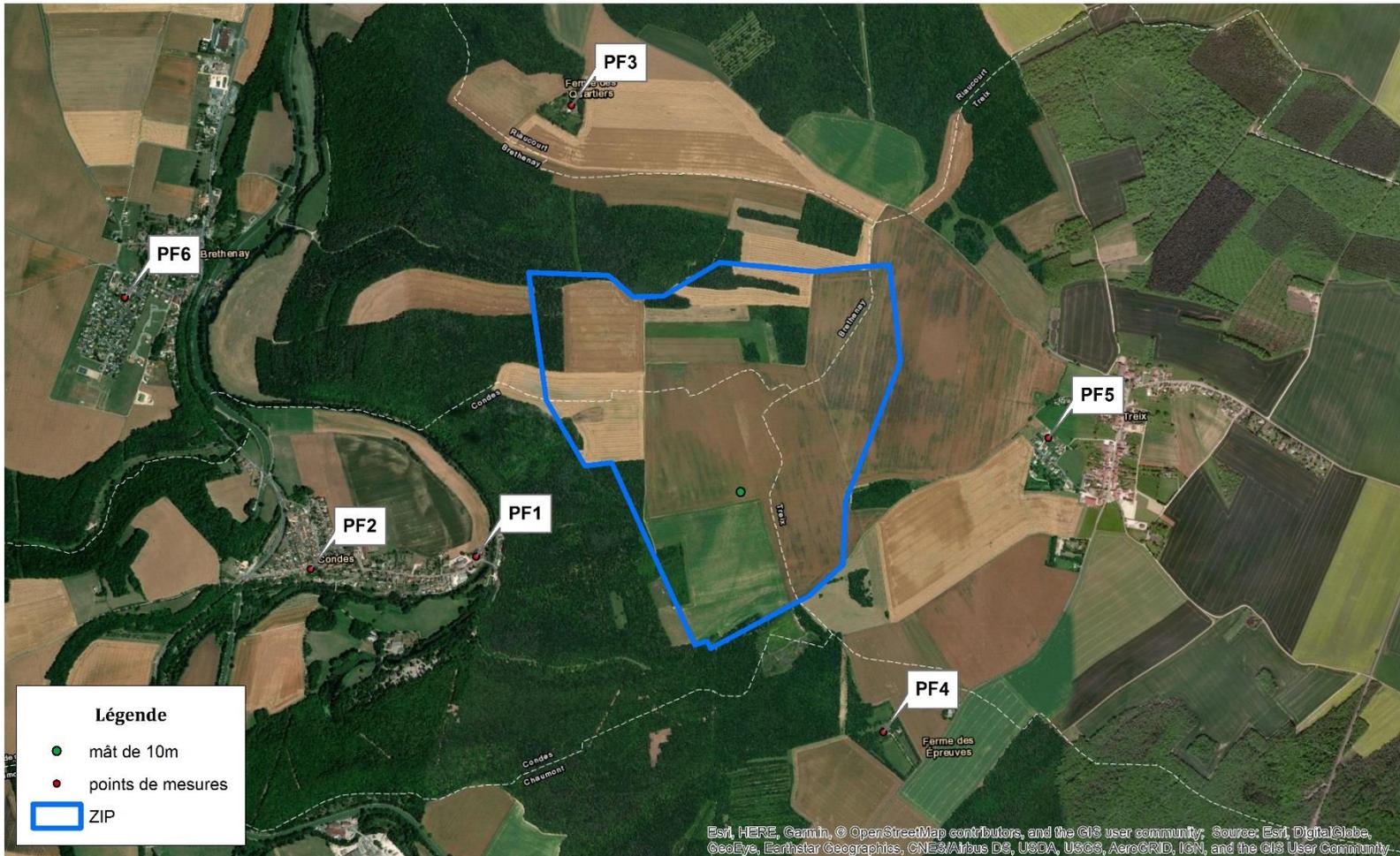
---

### 4.1. DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE DE MESURES

Afin de caractériser l'ambiance sonore au droit des habitations riveraines au projet de manière précise, une campagne de **6 points mesures** a été réalisée sur une période de 13 jours, du 3 au 18 juin 2019.

Les 6 points de mesures ont été déterminés afin de caractériser au mieux l'ambiance acoustique du site pendant des conditions intermédiaires entre période végétative et non-végétative. Ainsi, cette période représente des conditions intermédiaires concernant les niveaux sonores résiduels. Les sonomètres ont été positionnés au droit d'habitations représentatives de chacun des lieux-dits et communes concernés.

La carte ci-dessous localise les points de mesures et le mât de mesures météorologiques.



Localisation des points de mesures et du mât météorologique

#### 4.1.1. METHODOLOGIE DE LA CAMPAGNE DE MESURES

Il est précisé qu'un point fixe consiste en une acquisition successive de mesures élémentaires de durée une seconde pendant toute la période de mesurage.

La campagne de mesures a été effectuée conformément à la norme NF S 31-114 dans sa version de juillet 2011. Les appareils de mesures utilisés sont des sonomètres analyseurs de statistiques de type FUSION et SOLO (classe I) de la société 01dB ; les données sont traitées et analysées par informatique.

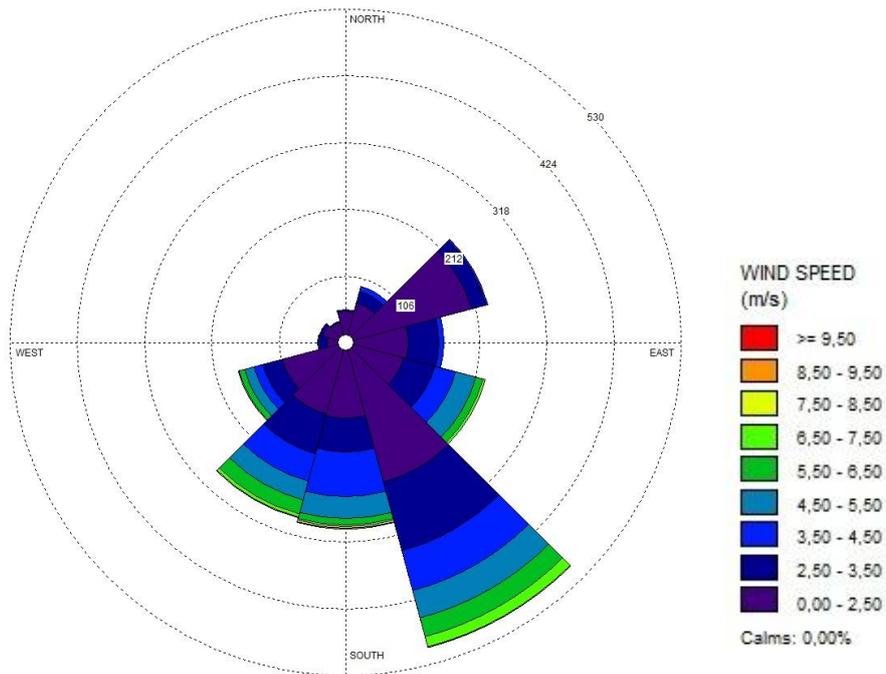
Les données météorologiques pour la campagne acoustique sont relevées à l'aide d'un mât météo constitué d'un anémomètre et d'une girouette à 10 mètres de hauteur. Ce mât est situé au sein de la zone d'étude et dans une configuration représentative du site d'implantation des éoliennes. Ces données sont relevées toutes les 10 minutes.



Photo du mât de mesure météorologique

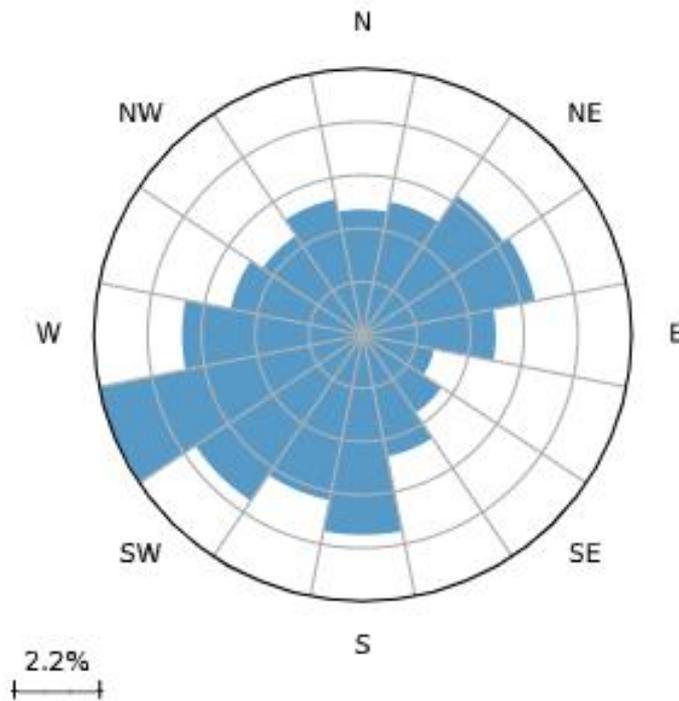
Les conditions météorologiques étaient globalement les suivantes lors de la campagne de mesures acoustiques :

- La vitesse de vent maximale relevée était de 8,7 m/s à 10 m du sol en période de jour et de 7,5 m/s à 10 m du sol en période de nuit ;
- Le vent provenait principalement des secteurs sud et sud-est pendant la période de mesures, mais aussi du sud-ouest ;
- De faibles précipitations ont été observées durant la période de mesures.



Rose des vents pendant la campagne de mesures du 3 au 18 juin 2019

Les conditions de vents relevées pendant la campagne acoustique correspondent aux vents dominants sur site. Les mesures réalisées sont donc représentatives des conditions généralement rencontrées sur site.



Rose des vents long terme du site

## 4.2. PRESENTATION DES POINTS DE MESURES

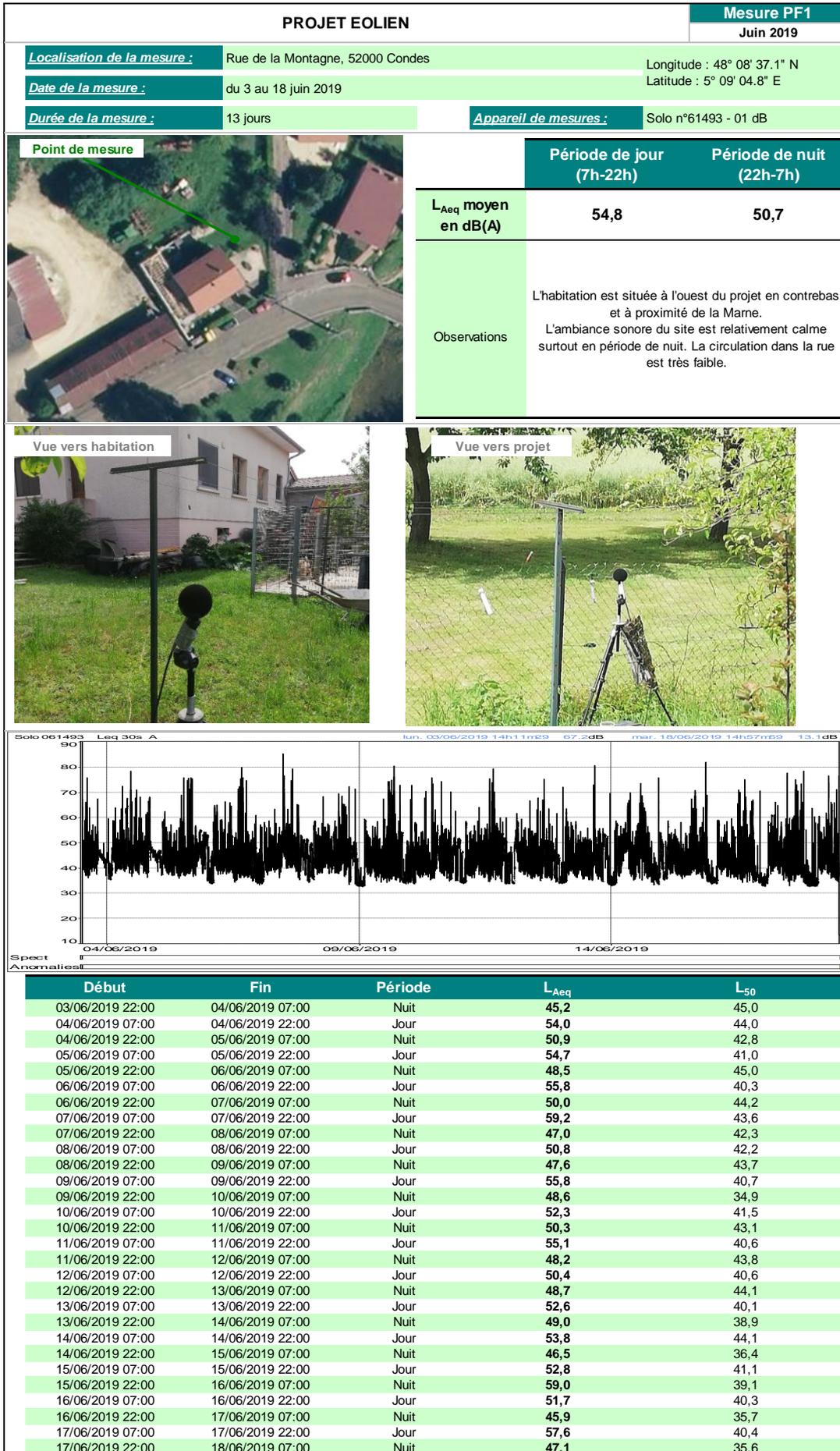
Pour chacun des 6 points de mesures, une fiche présente les informations suivantes :

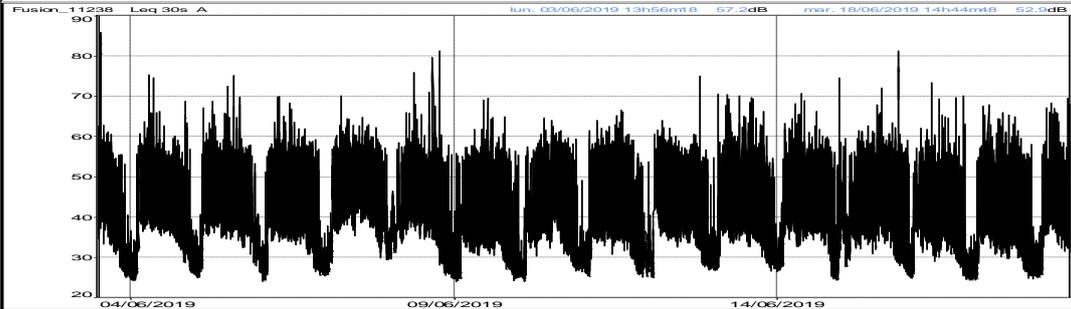
- Caractéristiques du site
- Photographies et repérage du point de mesure
- Evolution temporelle du niveau de bruit
- Niveau  $L_{Aeq}$  et  $L_{50}$  sur chaque période réglementaire de jour et de nuit, ainsi que le  $L_{Aeq}$  moyen sur ces périodes réglementaires.

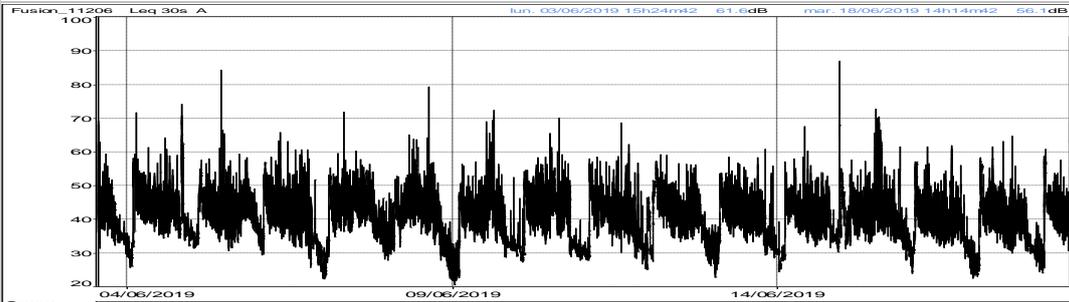
### Remarque :

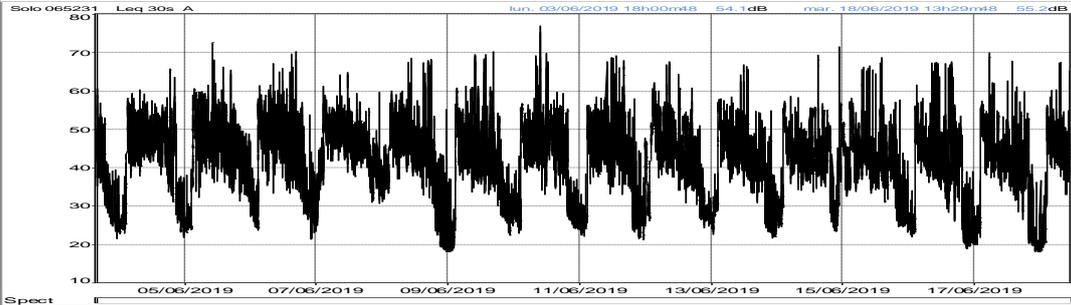
D'une manière générale, si l'on observe des périodes qui sont marquées par des évènements particuliers (type : véhicule au ralenti devant le microphone, aboiements répétés, pompes, etc.), elles ne seront pas prises en compte dans le bruit résiduel pour le calcul des émergences.

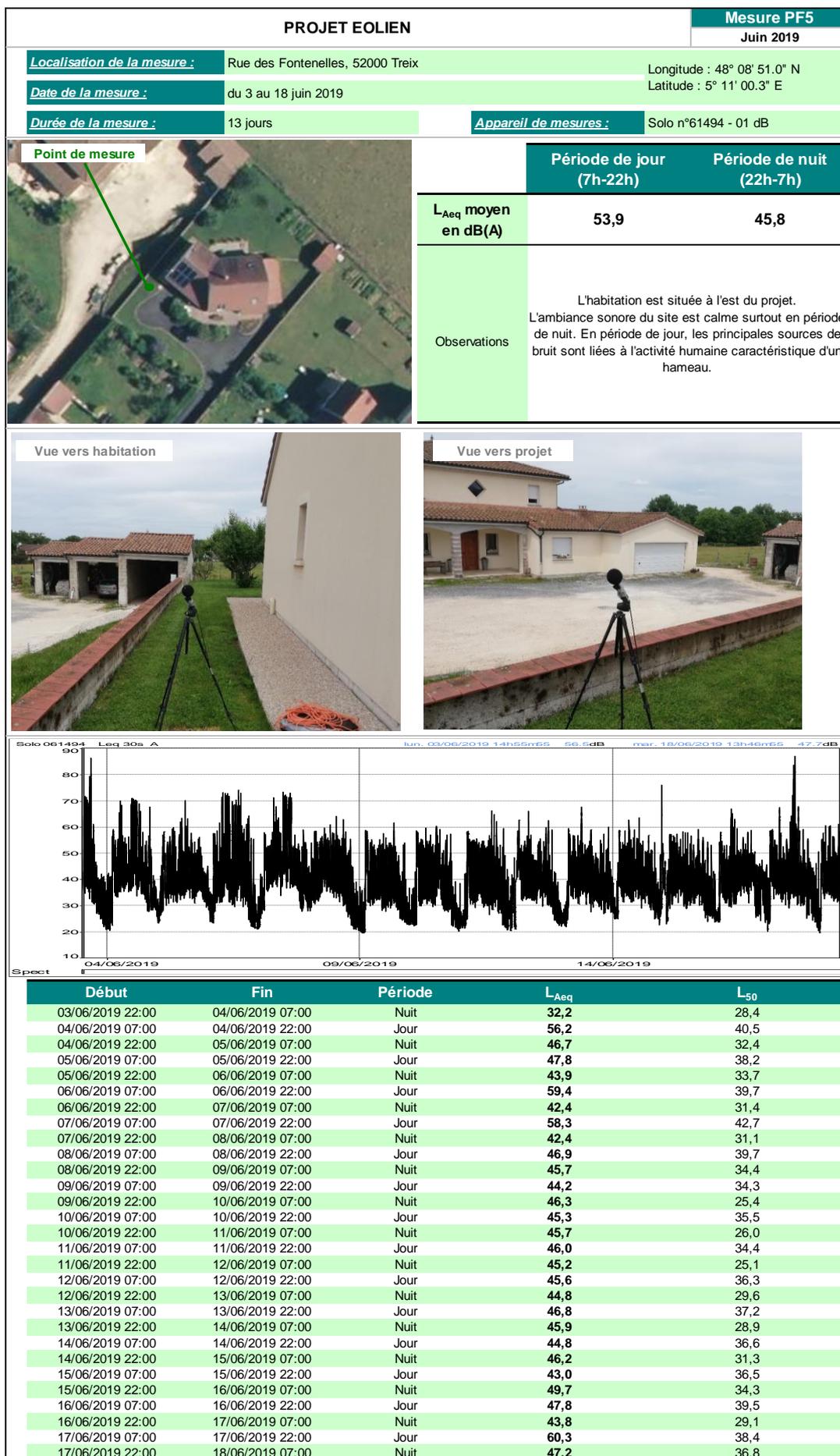
Dans la mesure où l'émergence est calculée à partir des niveaux  $L_{50}$  (qui correspondent aux niveaux sonores atteints ou dépassés pendant 50% du temps), la plupart des évènements particuliers sont évacués.

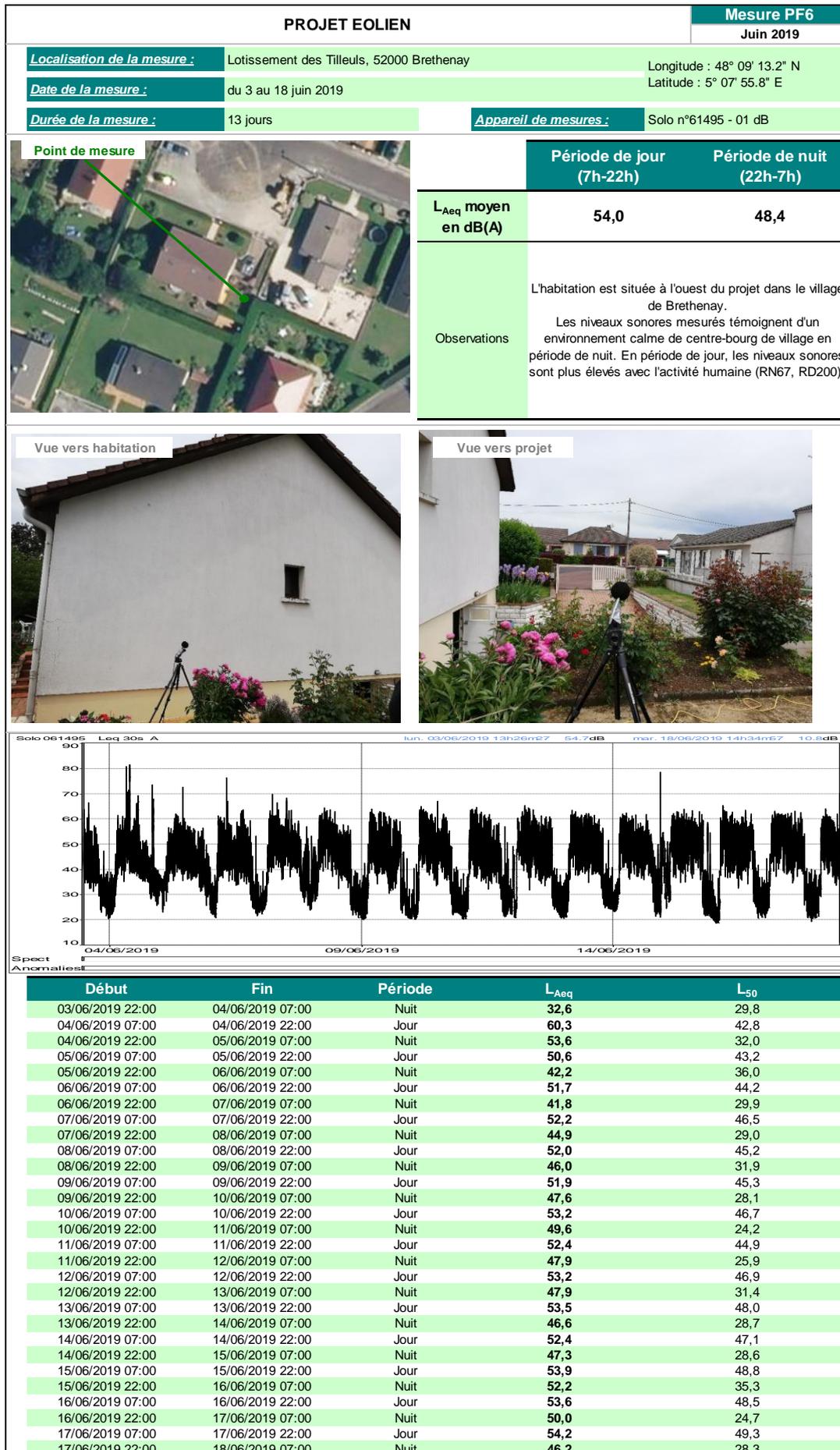


PROJET EOLIEN		Mesure PF2		
		Juin 2019		
<b>Localisation de la mesure :</b>	Rue des Crêts, 52000 Condes	Longitude : 48° 08' 36.4" N	Latitude : 5° 08' 31.6" E	
<b>Date de la mesure :</b>	du 3 au 18 juin 2019			
<b>Durée de la mesure :</b>	13 jours	<b>Appareil de mesures :</b>	Fusion n°11238 - 01 dB	
 <p><b>Point de mesure</b></p>		<b>Période de jour (7h-22h)</b>	<b>Période de nuit (22h-7h)</b>	
	<b>L<sub>Aeq</sub> moyen en dB(A)</b>	<b>51,3</b>	<b>48,8</b>	
Observations	L'habitation est située à l'ouest du projet. L'ambiance sonore du site est liée à l'activité humaine (circulation, voisinage,...) et correspond à un environnement sonore de centre-bourg.			
 <p><b>Vue vers habitation</b></p>	 <p><b>Vue vers projet</b></p>			
				
<b>Début</b>	<b>Fin</b>	<b>Période</b>	<b>L<sub>Aeq</sub></b>	<b>L<sub>50</sub></b>
03/06/2019 22:00	04/06/2019 07:00	Nuit	39,5	28,7
04/06/2019 07:00	04/06/2019 22:00	Jour	51,6	40,4
04/06/2019 22:00	05/06/2019 07:00	Nuit	50,0	30,2
05/06/2019 07:00	05/06/2019 22:00	Jour	51,9	40,3
05/06/2019 22:00	06/06/2019 07:00	Nuit	44,8	31,4
06/06/2019 07:00	06/06/2019 22:00	Jour	50,8	39,1
06/06/2019 22:00	07/06/2019 07:00	Nuit	44,7	30,5
07/06/2019 07:00	07/06/2019 22:00	Jour	51,3	42,6
07/06/2019 22:00	08/06/2019 07:00	Nuit	43,2	31,3
08/06/2019 07:00	08/06/2019 22:00	Jour	55,7	41,1
08/06/2019 22:00	09/06/2019 07:00	Nuit	42,1	34,7
09/06/2019 07:00	09/06/2019 22:00	Jour	48,9	36,6
09/06/2019 22:00	10/06/2019 07:00	Nuit	41,7	28,3
10/06/2019 07:00	10/06/2019 22:00	Jour	49,1	39,0
10/06/2019 22:00	11/06/2019 07:00	Nuit	41,5	27,8
11/06/2019 07:00	11/06/2019 22:00	Jour	50,7	38,8
11/06/2019 22:00	12/06/2019 07:00	Nuit	43,0	29,3
12/06/2019 07:00	12/06/2019 22:00	Jour	50,1	38,6
12/06/2019 22:00	13/06/2019 07:00	Nuit	44,7	32,1
13/06/2019 07:00	13/06/2019 22:00	Jour	51,9	38,9
13/06/2019 22:00	14/06/2019 07:00	Nuit	45,3	30,4
14/06/2019 07:00	14/06/2019 22:00	Jour	51,2	39,6
14/06/2019 22:00	15/06/2019 07:00	Nuit	42,6	29,9
15/06/2019 07:00	15/06/2019 22:00	Jour	50,5	38,3
15/06/2019 22:00	16/06/2019 07:00	Nuit	58,6	35,8
16/06/2019 07:00	16/06/2019 22:00	Jour	49,1	37,1
16/06/2019 22:00	17/06/2019 07:00	Nuit	45,4	29,6
17/06/2019 07:00	17/06/2019 22:00	Jour	49,8	37,0
17/06/2019 22:00	18/06/2019 07:00	Nuit	42,6	27,6

PROJET EOLIEN		Mesure PF3		
		Juin 2019		
<b>Localisation de la mesure :</b>	Ferme des Quartiers, 52000 Riaucourt	Longitude : 48° 09' 37.3" N		
<b>Date de la mesure :</b>	du 3 au 18 juin 2019	Latitude : 5° 09' 26.5" E		
<b>Durée de la mesure :</b>	13 jours	<b>Appareil de mesures :</b>	Fusion n°11206 - 01 dB	
<b>Point de mesure</b> 	<b>Période de jour (7h-22h)</b>	<b>Période de nuit (22h-7h)</b>		
	<b>L<sub>Aeq</sub> moyen en dB(A)</b>	<b>48,2</b>	<b>48,5</b>	
<b>Observations</b>	L'habitation est isolée au nord du projet. L'ambiance sonore du site est très calme surtout en période de nuit. En période de jour, l'environnement sonore est principalement lié à l'activité humaine et faunistique.			
<b>Vue vers habitation</b> 	<b>Vue vers projet</b> 			
				
<b>Début</b>	<b>Fin</b>	<b>Période</b>	<b>L<sub>Aeq</sub></b>	<b>L<sub>50</sub></b>
03/06/2019 22:00	04/06/2019 07:00	Nuit	36,6	36,2
04/06/2019 07:00	04/06/2019 22:00	Jour	45,7	41,4
04/06/2019 22:00	05/06/2019 07:00	Nuit	54,1	35,3
05/06/2019 07:00	05/06/2019 22:00	Jour	52,7	40,3
05/06/2019 22:00	06/06/2019 07:00	Nuit	44,7	37,6
06/06/2019 07:00	06/06/2019 22:00	Jour	46,4	39,9
06/06/2019 22:00	07/06/2019 07:00	Nuit	44,1	36,9
07/06/2019 07:00	07/06/2019 22:00	Jour	47,7	43,1
07/06/2019 22:00	08/06/2019 07:00	Nuit	42,1	33,3
08/06/2019 07:00	08/06/2019 22:00	Jour	49,9	41,4
08/06/2019 22:00	09/06/2019 07:00	Nuit	40,4	34,1
09/06/2019 07:00	09/06/2019 22:00	Jour	49,5	39,3
09/06/2019 22:00	10/06/2019 07:00	Nuit	40,4	31,2
10/06/2019 07:00	10/06/2019 22:00	Jour	47,6	41,0
10/06/2019 22:00	11/06/2019 07:00	Nuit	42,5	31,8
11/06/2019 07:00	11/06/2019 22:00	Jour	45,5	39,6
11/06/2019 22:00	12/06/2019 07:00	Nuit	44,5	31,4
12/06/2019 07:00	12/06/2019 22:00	Jour	44,2	39,9
12/06/2019 22:00	13/06/2019 07:00	Nuit	45,7	35,3
13/06/2019 07:00	13/06/2019 22:00	Jour	44,1	39,5
13/06/2019 22:00	14/06/2019 07:00	Nuit	41,4	32,7
14/06/2019 07:00	14/06/2019 22:00	Jour	44,5	40,0
14/06/2019 22:00	15/06/2019 07:00	Nuit	41,2	32,2
15/06/2019 07:00	15/06/2019 22:00	Jour	52,6	38,9
15/06/2019 22:00	16/06/2019 07:00	Nuit	57,2	37,6
16/06/2019 07:00	16/06/2019 22:00	Jour	43,9	37,2
16/06/2019 22:00	17/06/2019 07:00	Nuit	42,4	32,9
17/06/2019 07:00	17/06/2019 22:00	Jour	43,7	37,2
17/06/2019 22:00	18/06/2019 07:00	Nuit	44,3	30,8

PROJET EOLIEN		Mesure PF4		
		Juin 2019		
<b>Localisation de la mesure :</b>	La Fontaine aux Chênes, 52000 Chaumont	Longitude : 48° 08' 12.2" N Latitude : 5° 10' 25.9" E		
<b>Date de la mesure :</b>	du 3 au 18 juin 2019			
<b>Durée de la mesure :</b>	13 jours	<b>Appareil de mesures :</b>	Solo n°65231 - 01 dB	
<b>Point de mesure</b> 	<b>Période de jour (7h-22h)</b>	<b>Période de nuit (22h-7h)</b>		
	<b>L<sub>Aeq</sub> moyen en dB(A)</b>	<b>51,7</b>	<b>46,9</b>	
<b>Observations</b>	L'habitation est située au sud du projet. L'ambiance sonore du site est relativement calme. Les principales sources de bruit sont liées au vent dans l'environnement (végétation) et la faune.			
<b>Vue vers habitation</b> 	<b>Vue vers projet</b> 			
				
<b>Début</b>	<b>Fin</b>	<b>Période</b>	<b>L<sub>Aeq</sub></b>	<b>L<sub>50</sub></b>
03/06/2019 22:00	04/06/2019 07:00	Nuit	31,1	29,8
04/06/2019 07:00	04/06/2019 22:00	Jour	50,7	45,2
04/06/2019 22:00	05/06/2019 07:00	Nuit	46,1	27,7
05/06/2019 07:00	05/06/2019 22:00	Jour	52,4	44,0
05/06/2019 22:00	06/06/2019 07:00	Nuit	48,6	29,1
06/06/2019 07:00	06/06/2019 22:00	Jour	52,7	43,8
06/06/2019 22:00	07/06/2019 07:00	Nuit	48,0	33,7
07/06/2019 07:00	07/06/2019 22:00	Jour	50,2	46,4
07/06/2019 22:00	08/06/2019 07:00	Nuit	47,0	38,1
08/06/2019 07:00	08/06/2019 22:00	Jour	51,9	42,3
08/06/2019 22:00	09/06/2019 07:00	Nuit	46,9	37,1
09/06/2019 07:00	09/06/2019 22:00	Jour	53,0	40,1
09/06/2019 22:00	10/06/2019 07:00	Nuit	47,1	26,4
10/06/2019 07:00	10/06/2019 22:00	Jour	53,9	43,7
10/06/2019 22:00	11/06/2019 07:00	Nuit	44,7	28,4
11/06/2019 07:00	11/06/2019 22:00	Jour	53,2	42,1
11/06/2019 22:00	12/06/2019 07:00	Nuit	43,6	26,6
12/06/2019 07:00	12/06/2019 22:00	Jour	51,1	41,5
12/06/2019 22:00	13/06/2019 07:00	Nuit	49,5	31,9
13/06/2019 07:00	13/06/2019 22:00	Jour	48,1	40,9
13/06/2019 22:00	14/06/2019 07:00	Nuit	46,6	28,6
14/06/2019 07:00	14/06/2019 22:00	Jour	48,7	41,0
14/06/2019 22:00	15/06/2019 07:00	Nuit	44,3	28,7
15/06/2019 07:00	15/06/2019 22:00	Jour	50,5	39,8
15/06/2019 22:00	16/06/2019 07:00	Nuit	49,9	38,4
16/06/2019 07:00	16/06/2019 22:00	Jour	53,2	39,9
16/06/2019 22:00	17/06/2019 07:00	Nuit	44,3	25,7
17/06/2019 07:00	17/06/2019 22:00	Jour	48,7	40,8
17/06/2019 22:00	18/06/2019 07:00	Nuit	45,7	23,9





## 4.3. ANALYSE DU BRUIT

### 4.3.1. METHODOLOGIE

L'analyse du bruit résiduel en fonction de la vitesse du vent est réalisée à partir des mesures *in situ* présentées précédemment et des données de vent issues du mât de mesures situé sur site comme décrit en 4.1.

- **Les niveaux de bruit résiduel :**

Les niveaux de bruit résiduel sont déterminés à partir de l'**indicateur  $L_{50}$**  qui représente le niveau sonore atteint ou dépassé pendant 50 % du temps. Cet indicateur est adapté à la problématique de l'éolien car il caractérise bien les « bruits de fond moyens » en s'affranchissant des bruits particuliers ponctuels.

Ils sont calculés sur une durée d'intégration élémentaire de 1 seconde puis calculés sur un pas de 10 minutes.

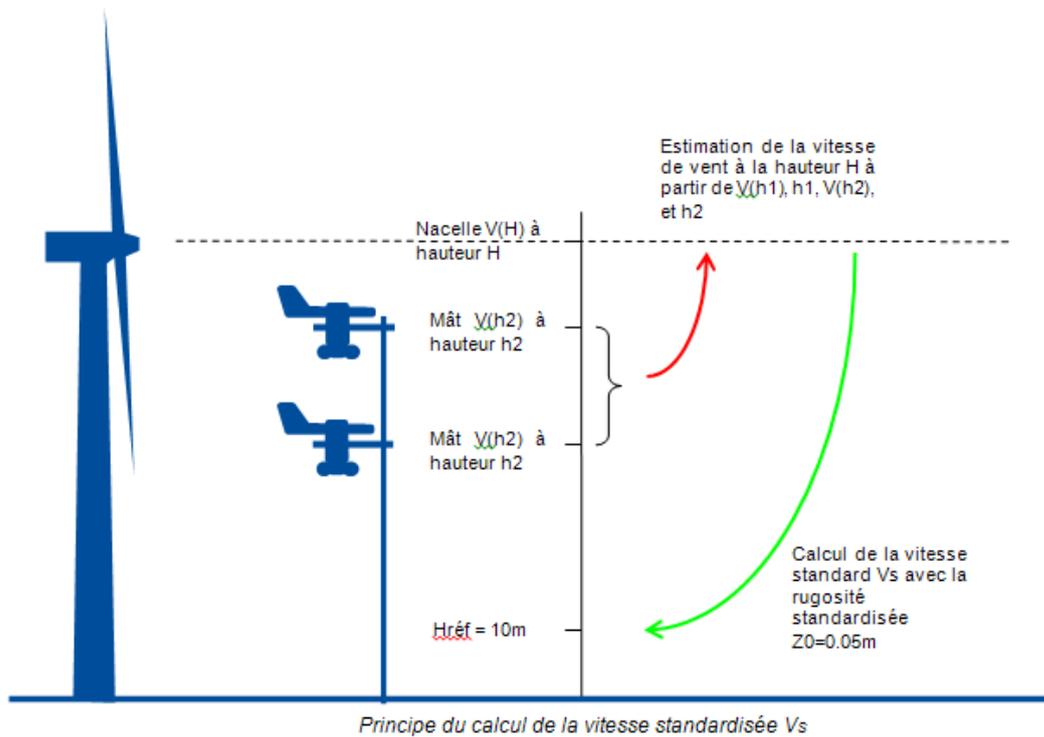
Ces niveaux de bruit résiduel sont ensuite analysés par **classe de vent** (selon la vitesse du vent globalement comprise entre 3 et 10 m/s à la hauteur standardisée de 10 m du sol, et le cas échéant, selon la direction du vent) et par **classe homogène** (période de jour 7h-22h et de nuit 22h-7h). La classe homogène est définie par l'opérateur en 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...).

- **Les vitesses de vent :**

Afin d'avoir un référentiel de vitesse de vent comparable aux données d'émissions des éoliennes (les puissances acoustiques des éoliennes sont caractérisées selon la norme IEC 61-400-11, et sont d'une manière générale fournies pour un vent de référence à la hauteur de 10 m du sol dans des conditions de rugosité du sol standard à  $Z_0=0,05$  m), la vitesse du vent mesurée à hauteur de l'anémomètre est estimée à hauteur du moyeu en considérant la rugosité  $Z$  ou le gradient de vitesse vertical  $\alpha$  propre au site si l'un des deux est connu, puis est ramenée à hauteur de 10 m en considérant la rugosité standard  $Z_0=0,05$  m.

Les données de vent dans l'analyse « bruit-vent » sont donc sous la forme de **vitesse standardisée à 10 m du sol**, notée  $V_s$  dans la suite du rapport.

L'analyse porte sur l'ensemble des secteurs de vent. En effet, aucune directivité n'est observée, les niveaux résiduels varient essentiellement en fonction de la vitesse du vent et peu en fonction de la direction du vent.



soit  $V_1$  la mesure, à la hauteur  $h_1$ , de la vitesse du vent moyen pendant chaque intervalle de base (m/s)  
soit  $V_2$  la mesure, à la hauteur  $h_2$ , de la vitesse du vent moyen pendant chaque intervalle de base (m/s)  
soit  $H$  la hauteur de nacelle (m).

Pour chaque intervalle de base, on calculera  $V_s$ , la vitesse standardisée à 10m, à l'aide de la formule suivante :

$$V_s = \frac{\ln(10/0.05)}{\ln(H/0.05)} \cdot \left[ V_1 + (V_2 - V_1) \cdot \left( \frac{\ln(H/h_1)}{\ln(h_2/h_1)} \right) \right]$$

Les analyses « bruit – vent » permettent de calculer l'indicateur de bruit pour chaque classe de vitesse de vent, selon la norme NF S 31-114 dans sa version de juillet 2011, en se basant sur les deux étapes suivantes :

- **Calcul des valeurs médianes des descripteurs et de la vitesse de vent moyenne**

Les couples « vitesse standardisée moyenne/niveau sonore » sont calculés pour chaque classe de vitesse de vent.

- **Interpolations et extrapolations aux valeurs de vitesses de vent entières**

Les niveaux sonores sont déterminés pour chaque vitesse de vent entière à partir de l'interpolation linéaire entre les couples « vitesse standardisée moyenne/niveau sonore ».

Les analyses « bruit – vent » permettent ainsi de déterminer les médianes recentrées correspondant aux niveaux sonores moyens mesurés par classe de vitesse de vent.

Ainsi, pour toutes les vitesses de vent comprises entre 3 et 10m/s, les niveaux  $L_{50}$  peuvent être estimés pour chacun des points de mesures. Ces niveaux sont d'autant plus fiables qu'il y a d'échantillons (couples  $L_{50}/V_s$ ) par classe de vent et par classe homogène.

### 4.3.2. RESULTATS

Le nombre d'échantillons par classe homogène et par classe de vent est donné dans les tableaux suivants.

Nb échantillons JOUR (7h-22h)	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
PF1	289	177	104	70	22	4	1	0
PF2	291	179	109	73	22	3	0	0
PF3	290	177	108	73	22	3	1	0
PF4	286	180	109	72	22	4	1	0
PF5	275	165	101	63	16	3	1	0
PF6	289	179	108	71	22	4	1	0

Nb échantillons NUIT (22h-7h)	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
PF1	45	25	23	8	0	0	0	0
PF2	82	46	37	9	0	0	0	0
PF3	83	38	26	5	1	0	0	0
PF4	83	44	34	7	1	0	0	0
PF5	81	44	34	7	0	0	0	0
PF6	84	44	36	9	1	0	0	0

*Nombre d'échantillons pour les différents points en fonction des différentes classes de vent pour les périodes de jour et de nuit*

Le nombre d'échantillons par classe de vent est globalement satisfaisant jusqu'à 7 m/s en période de jour car il y a plus de 10 échantillons. En période de nuit, il y a plus de 10 échantillons jusqu'à 5 m/s. Pour les vitesses de vent élevées où le nombre d'échantillons est inférieur à 10, une extrapolation est réalisée : la valeur retenue est celle issue de la droite de régression linéaire basée sur les médianes recentrées des vitesses de vent inférieures, ou les niveaux sonores sont plafonnés par rapport à la dernière valeur mesurée (si une droite de régression est utilisée, elle apparaît sur les analyses bruit-vent en annexe, sinon c'est la méthode du plafonnement qui est appliquée). Cette méthode permet d'obtenir des valeurs réalistes et fiables, voire conservatrices lorsque les valeurs sont plafonnées.

Les résultats des niveaux du bruit résiduel, en dB(A), sont présentés dans les tableaux suivants.

Niveaux résiduels JOUR (7h-22h)	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
PF1	40,9	41,3	42,0	43,8	43,9	46,1	47,3	48,6
PF2	38,8	39,6	40,7	42,1	43,5	44,5	45,8	47,0
PF3	39,2	39,9	41,2	43,4	43,8	46,7	48,5	50,2
PF4	41,6	42,4	43,9	46,4	47,9	49,4	51,1	52,7
PF5	36,3	37,7	39,7	41,5	43,6	45,3	47,1	49,0
PF6	43,5	43,6	44,3	46,4	48,8	50,6	52,6	54,6

Niveaux résiduels NUIT (22h-7h)	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
PF1	34,6	36,3	38,8	40,7	42,8	44,9	47,0	48,6
PF2	27,8	32,4	34,9	37,6	40,1	42,7	45,2	47,0
PF3	31,5	33,1	34,8	36,4	38,1	39,7	41,4	43,0
PF4	29,4	36,1	39,3	40,6	41,9	43,2	44,6	45,9
PF5	26,5	32,7	36,1	39,1	42,2	45,2	47,1	49,0
PF6	25,3	29,6	33,8	36,5	39,1	41,8	44,5	47,1

*Les valeurs en italique sont calculées pour moins de 10 échantillons*

*Niveaux sonores résiduels pour les différents points et les différentes classes de vent pour les périodes de jour et de nuit*

Les niveaux résiduels sont compris globalement entre 25 et 49 dB(A) en période de nuit (22h-7h) et entre 36 et 55 dB(A) en période de jour (7h-22h), selon les vitesses de vent.

**Ce sont ces valeurs du bruit résiduel, caractéristiques des différentes ambiances sonores du site, qui servent de base dans le calcul prévisionnel des émergences globales au droit des habitations riveraines au projet éolien.**

Les différentes analyses « bruit-vent » réalisées pour chaque point de mesure sont présentées en annexe pour les périodes de jour (7h-22h), et de nuit (22h-7h).

## 5. ANALYSE PREVISIONNELLE

---

L'analyse prévisionnelle se décompose en deux phases qui consistent tout d'abord à déterminer l'impact acoustique du projet, puis à estimer les émergences futures :

- **L'étude de l'impact acoustique du projet éolien** dans son environnement consiste à analyser la propagation du bruit autour des éoliennes jusqu'aux riverains les plus proches en y calculant la contribution sonore du projet.
- **L'analyse des émergences futures liées au projet**, estimées à partir de la contribution sonore du projet et des mesures in situ, permet de valider le respect de la réglementation française en vigueur, ou, le cas échéant, de proposer des solutions adaptées pour y parvenir.

### 5.1. CALCULS PREVISIONNELS DE LA CONTRIBUTION DU PROJET

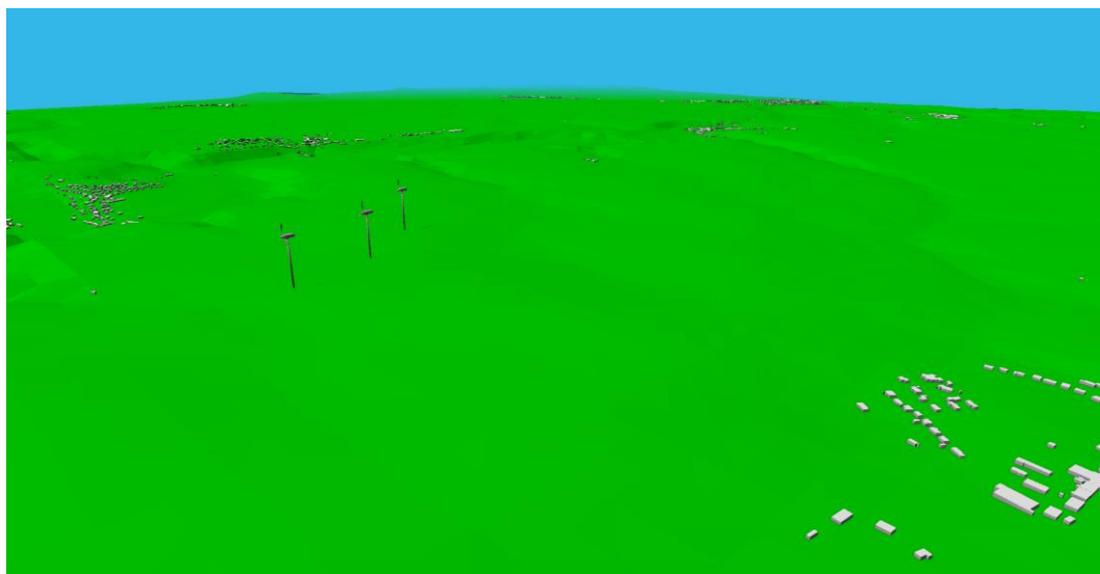
#### 5.1.1. PRESENTATION DU MODELE DE CALCUL

L'estimation des niveaux sonores est réalisée à partir de la **modélisation du site en trois dimensions** à l'aide du logiciel CADNAA, logiciel développé par DataKustik en Allemagne, un des leaders mondiaux depuis plus de 25 ans dans le domaine du calcul de la dispersion acoustique.

Cette modélisation tient compte des émissions sonores de chacune des éoliennes (sources ponctuelles disposées à hauteur du moyeu) et de la propagation acoustique en trois dimensions selon la topographie du site (distance, hauteur, exposition directe ou indirecte), la nature du sol et l'absorption dans l'air.

La modélisation du site a été réalisée à partir du modèle numérique de terrain en trois dimensions et les calculs ont été effectués avec la méthode ISO-9613-2 qui prend en compte les conditions météorologiques. Les paramètres de calculs sont donnés en annexe du rapport.

La figure suivante illustre la modélisation du site en 3D à partir du logiciel CadnaA.



Aperçu de la modélisation 3D du site (image 3D CadnaA)

## 5.1.2. CONFIGURATIONS ETUDIEES

L'implantation étudiée est composée de 3 éoliennes. Les coordonnées d'implantation des éoliennes sont données dans le tableau suivant :

Lambert 93		
	X	Y
E1	861176,5751	6784761,637
E2	861057,0417	6785011,046
E3	860904,4990	6785235,521

Coordonnées d'implantation des éoliennes du projet

Les calculs sont réalisés à partir du modèle suivant :

- VESTAS V136 – 4,2 MW – 114 m de hauteur nacelle, avec peignes

Lorsque les éoliennes sont munies de peignes sur les pales (ou des bords de fuite dentelés), ceux-ci sont posés par les constructeurs afin de modifier la friction dans l'air de la pale, et, par conséquent, de réduire les niveaux sonores des machines à l'émission, sans diminuer la production d'électricité.



Photographies de peignes montés sur des pales d'éolienne Vestas (source Vestas)

VALECO, en tant qu'entreprise dépendant d'une société dont la majeure partie des capitaux appartiennent à des fonds publics, doit se soumettre à la directive européenne 2014/25/UE visant à garantir le respect des principes de mise en concurrence, d'égalité de traitement des fournisseurs, et de transparence pour tout achat de matériels et services destinés à ses sociétés de projet de construction, dès lors que ces achats sont liés à leur activité de production d'électricité. Cette directive s'applique aux marchés de travaux d'une valeur supérieure à 5 000 000 € et aux marchés de fournitures et de services d'une valeur supérieure à 400 000 €<sup>1</sup> de la SPV, tels que la fourniture et l'installation d'éolienne.

Si la mise en concurrence des fabricants d'éoliennes aboutissait à retenir un modèle différent de la VESTAS V136 de 4,2MW, le porteur de projet s'engage alors à refaire des simulations d'impact acoustique pour le projet pour conforter les résultats présentés ici, voire si nécessaire à ajuster le modèle de bridage

<sup>1</sup> seuils actuellement applicables à compter du premier janvier 2012 par le règlement européen n°1251/2011 du 30 novembre 2011 et le décret n°2011-2027 du 29 décembre 2011, et réévalués par période de 2 ans.

### 5.1.3. HYPOTHESES D'EMISSIONS

Les émissions acoustiques utilisées dans les calculs de propagation correspondent aux valeurs globales garanties (données constructeur). Le détail de ces données est présenté en annexe. Les spectres de puissances acoustiques pris comme hypothèses de base dans les calculs de propagation sont présentés dans les tableaux ci-après.

**VESTAS V136 - 4,2 MW - 114 m de mât - STE - Mode PO1**

dB(A)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Global en dB(A)
3 m/s	72,3	80,2	85,1	87,0	85,9	81,7	74,5	64,2	91,8
4 m/s	76,0	84,0	88,9	90,7	89,5	85,3	78,1	67,7	95,5
5 m/s	81,2	89,0	93,9	95,7	94,5	90,3	83,2	72,9	100,5
6 m/s	84,5	92,2	97,0	98,8	97,6	93,5	86,6	76,5	103,6
7 m/s	84,9	92,6	97,2	99,1	97,9	93,8	86,9	77,0	103,9
8 m/s	85,0	92,6	97,2	99,0	97,9	93,9	87,1	77,2	103,9
9 m/s	85,2	92,6	97,2	99,0	97,9	94,0	87,3	77,6	103,9
10 m/s	85,3	92,6	97,2	98,9	97,9	94,1	87,5	78,0	103,9

Données des émissions sonores des éoliennes

### 5.1.4. RESULTATS DES CALCULS

Les simulations informatiques en trois dimensions permettent de déterminer la contribution sonore de l'ensemble du projet éolien selon les vitesses de fonctionnement, au droit de récepteurs positionnés à proximité des habitations riveraines au projet (à hauteur de 2 m du sol). **Les calculs sont réalisés pour un vent portant dans toutes les directions, ce qui nous positionne dans une situation maximisant les effets du projet. Cette méthode est conservatrice et donc protectrice vis-à-vis des riverains du projet.**

La carte suivante localise la position des récepteurs, c'est-à-dire des points auxquels sont calculées la propagation du bruit émis par les éoliennes et l'émergence qui en résulte.

Les récepteurs sont positionnés de manière à quadriller les habitations et zones à émergence réglementée les plus exposées au parc éolien. Des points récepteurs de calculs sont donc placés au droit des habitations où des points de mesures ont été réalisés (R1, R2, R3, etc) mais aussi au droit d'autres habitations à proximité où les niveaux sonores résiduels ont été extrapolés (R2a, R3a, R3b, etc). Ceci permet d'étudier les impacts sonores à venir de manière exhaustive. En effet, si la réglementation est respectée au droit de tous les récepteurs de calculs (positionnés aux endroits les plus exposés au projet éolien), elle le sera au droit de toutes les zones à émergence réglementée aux alentours. Les coordonnées des points récepteurs ainsi que la distance par rapport à l'éolienne la plus proche sont répertoriées dans le tableau suivant.

Récepteur	Eolienne la plus proche	Distance (en m)
R1	E3	1030
R1a	E3	880
R2	E3	1680
R3	E3	1445
R4	E1	860
R4a	E1	1295
R5	E1	1295
R5a	E1	1215
R6	E3	2450
R6a	E3	2070

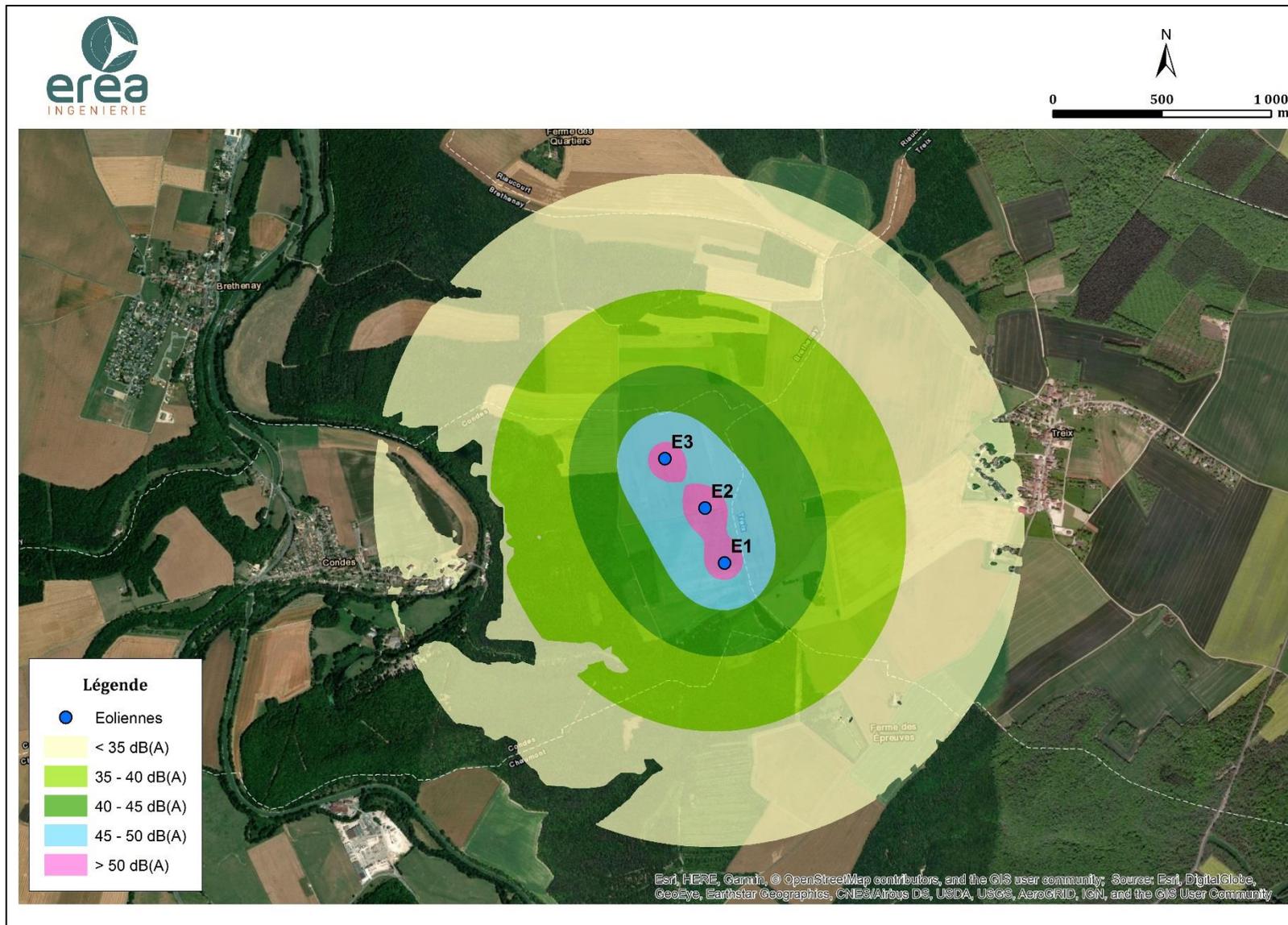
Localisation des récepteurs de calculs et distance par rapport aux éoliennes les plus proches



Localisation des récepteurs de calculs

La contribution maximale des éoliennes est calculée en configuration Vestas V136 sans peignes, au droit du récepteur de calculs R4 situé à Chaumont. Cette contribution maximale est de 31,0 dB(A) pour des vitesses de vent standardisées allant de 7 à 10 m/s.

Les cartes d'isophones présentées dans la suite de ce document illustrent la propagation du bruit des éoliennes du projet dans l'environnement à une hauteur de 2 m du sol, pour la vitesse de vent standardisée où la contribution sonore est la plus élevée pour chaque modèle d'éolienne.



*Isophones à une hauteur de 2 m du sol de la contribution des éoliennes Vestas V136 pour une vitesse de vent standardisée de 10 m/s*

## 5.2. ESTIMATION DES EMERGENCES

### Méthodologie

L'émergence globale à l'extérieur des habitations est calculée à partir des mesures *in situ* présentées précédemment et du résultat des calculs prévisionnels au droit des habitations.

Ainsi, l'émergence globale est calculée à partir du bruit résiduel  $L_{50}$  observé lors des mesures (selon analyses  $L_{50}$  / vitesse du vent) et de la contribution des éoliennes. Les émergences sont calculées pour un vent portant dans toutes les directions et pour les vitesses de vent standardisées allant de 3 à 10 m/s (à 10 m du sol).

Les seuils réglementaires admissibles pour l'émergence globale sont rappelés ici :

- Période de jour (7h-22h) : émergence de 5 dB(A) pour des niveaux ambiants supérieurs à 35 dB(A),
- Période de nuit (22h-7h) : émergence de 3 dB(A) pour des niveaux ambiants supérieurs à 35 dB(A).

Dans le cas où le bruit ambiant est inférieur à 35 dB(A), il n'y a pas de seuil d'émergence à respecter.

Le détail des calculs des émergences est donné dans les tableaux ci-après, en période de jour et de nuit. Les résultats sont exprimés pour les différentes vitesses de vent de 3 à 10 m/s au droit des différents récepteurs.

Ces résultats donnent, dans les tableaux suivants :

- Le niveau de bruit résiduel à partir des mesures acoustiques,
- Le niveau de bruit des éoliennes à partir du calcul,
- Le niveau de bruit ambiant qui est la somme logarithmique du bruit des éoliennes et du bruit résiduel,
- L'émergence qui est la soustraction du bruit ambiant par le bruit résiduel (uniquement si le bruit ambiant est supérieur à 35 dB(A)).

**EMERGENCES GLOBALES - VESTAS V136 - 4,2 MW - mât de 114,0 m**

Période de JOUR (7h-22h)		Type de bruit	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Condes ouest	R1	Bruit résiduel	40,9	41,3	42,0	43,8	43,9	46,1	47,3	48,6
		Bruit éoliennes	15,3	19,0	24,0	27,1	27,4	27,4	27,4	27,4
		Bruit ambiant	40,9	41,4	42,1	43,9	44,0	46,1	47,4	48,6
		<b>EMERGENCE</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>
	R1a	Bruit résiduel	40,9	41,3	42,0	43,8	43,9	46,1	47,3	48,6
		Bruit éoliennes	7,4	11,1	16,1	19,3	19,6	19,6	19,7	19,7
		Bruit ambiant	40,9	41,3	42,0	43,8	43,9	46,1	47,3	48,6
	<b>EMERGENCE</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
Condes est	R2	Bruit résiduel	38,8	39,6	40,7	42,1	43,5	44,5	45,8	47,0
		Bruit éoliennes	12,2	15,9	20,9	24,1	24,4	24,4	24,4	24,4
		Bruit ambiant	38,8	39,7	40,7	42,1	43,6	44,6	45,8	47,0
		<b>EMERGENCE</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
Riaucourt	R3	Bruit résiduel	39,2	39,9	41,2	43,4	43,8	46,7	48,5	50,2
		Bruit éoliennes	13,5	17,2	22,2	25,4	25,7	25,7	25,7	25,7
		Bruit ambiant	39,2	39,9	41,3	43,4	43,9	46,8	48,5	50,3
		<b>EMERGENCE</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>
Chaumont	R4	Bruit résiduel	41,6	42,4	43,9	46,4	47,9	49,4	51,1	52,7
		Bruit éoliennes	18,9	22,5	27,6	30,7	31,0	31,0	31,0	31,0
		Bruit ambiant	41,7	42,5	44,0	46,5	48,0	49,5	51,1	52,7
		<b>EMERGENCE</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
	R4a	Bruit résiduel	41,6	42,4	43,9	46,4	47,9	49,4	51,1	52,7
		Bruit éoliennes	15,2	18,8	23,9	27,0	27,3	27,3	27,3	27,3
		Bruit ambiant	41,7	42,4	43,9	46,5	47,9	49,4	51,1	52,7
	<b>EMERGENCE</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
Treix	R5	Bruit résiduel	36,3	37,7	39,7	41,5	43,6	45,3	47,1	49,0
		Bruit éoliennes	14,2	17,9	22,9	26,0	26,3	26,3	26,3	26,3
		Bruit ambiant	36,3	37,7	39,8	41,7	43,6	45,3	47,2	49,0
		<b>EMERGENCE</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>
	R5a	Bruit résiduel	36,3	37,7	39,7	41,5	43,6	45,3	47,1	49,0
		Bruit éoliennes	16,6	20,3	25,3	28,5	28,8	28,8	28,8	28,8
		Bruit ambiant	36,3	37,8	39,9	41,7	43,7	45,4	47,2	49,0
	<b>EMERGENCE</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	
Brethenay	R6	Bruit résiduel	43,5	43,6	44,3	46,4	48,8	50,6	52,6	54,6
		Bruit éoliennes	3,0	6,7	11,7	14,9	15,2	15,2	15,2	15,2
		Bruit ambiant	43,5	43,6	44,3	46,4	48,8	50,6	52,6	54,6
		<b>EMERGENCE</b>	<b>0,0</b>							
	R6a	Bruit résiduel	43,5	43,6	44,3	46,4	48,8	50,6	52,6	54,6
		Bruit éoliennes	4,9	8,6	13,6	16,8	17,1	17,1	17,1	17,1
		Bruit ambiant	43,5	43,6	44,3	46,4	48,8	50,6	52,6	54,6
	<b>EMERGENCE</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	

Niveau ambiant inférieur ou égal à 35 dB(A) : aucun seuil d'urgence n'est à respecter dans ce cas, l'urgence n'est donc pas calculée  
 Rappel : si bruit ambiant > 35 dB(A), seuil de 5 dB(A)

**EMERGENCES GLOBALES - VESTAS V136 - 4,2 MW - mât de 114,0 m**

Période de NUIT (22h-7h)		Type de bruit	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Condes ouest	R1	Bruit résiduel	34,6	36,3	38,8	40,7	42,8	44,9	47,0	48,6
		Bruit éoliennes	15,3	19,0	24,0	27,1	27,4	27,4	27,4	27,4
		Bruit ambiant	34,7	36,4	38,9	40,9	43,0	45,0	47,1	48,6
		<b>EMERGENCE</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>
	R1a	Bruit résiduel	34,6	36,3	38,8	40,7	42,8	44,9	47,0	48,6
		Bruit éoliennes	7,4	11,1	16,1	19,3	19,6	19,6	19,7	19,7
Bruit ambiant		34,6	36,3	38,8	40,8	42,9	44,9	47,0	48,6	
	<b>EMERGENCE</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
Condes est	R2	Bruit résiduel	27,8	32,4	34,9	37,6	40,1	42,7	45,2	47,0
		Bruit éoliennes	12,2	15,9	20,9	24,1	24,4	24,4	24,4	24,4
		Bruit ambiant	27,9	32,5	35,1	37,8	40,2	42,7	45,3	47,0
		<b>EMERGENCE</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>
Riaucourt	R3	Bruit résiduel	31,5	33,1	34,8	36,4	38,1	39,7	41,4	43,0
		Bruit éoliennes	13,5	17,2	22,2	25,4	25,7	25,7	25,7	25,7
		Bruit ambiant	31,5	33,2	35,0	36,8	38,3	39,9	41,5	43,1
		<b>EMERGENCE</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>
Chaumont	R4	Bruit résiduel	29,4	36,1	39,3	40,6	41,9	43,2	44,6	45,9
		Bruit éoliennes	18,9	22,5	27,6	30,7	31,0	31,0	31,0	31,0
		Bruit ambiant	29,8	36,3	39,5	41,0	42,3	43,5	44,8	46,0
		<b>EMERGENCE</b>	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>
	R4a	Bruit résiduel	29,4	36,1	39,3	40,6	41,9	43,2	44,6	45,9
		Bruit éoliennes	15,2	18,8	23,9	27,0	27,3	27,3	27,3	27,3
		Bruit ambiant	29,6	36,2	39,4	40,8	42,1	43,4	44,7	46,0
		<b>EMERGENCE</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>
Treix	R5	Bruit résiduel	26,5	32,7	36,1	39,1	42,2	45,2	47,1	49,0
		Bruit éoliennes	14,2	17,9	22,9	26,0	26,3	26,3	26,3	26,3
		Bruit ambiant	26,8	32,8	36,3	39,3	42,3	45,3	47,2	49,0
		<b>EMERGENCE</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>
	R5a	Bruit résiduel	26,5	32,7	36,1	39,1	42,2	45,2	47,1	49,0
		Bruit éoliennes	16,6	20,3	25,3	28,5	28,8	28,8	28,8	28,8
		Bruit ambiant	26,9	32,9	36,4	39,5	42,4	45,3	47,2	49,0
		<b>EMERGENCE</b>	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>
Brethenay	R6	Bruit résiduel	25,3	29,6	33,8	36,5	39,1	41,8	44,5	47,1
		Bruit éoliennes	3,0	6,7	11,7	14,9	15,2	15,2	15,2	15,2
		Bruit ambiant	25,4	29,6	33,8	36,5	39,2	41,8	44,5	47,1
		<b>EMERGENCE</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
	R6a	Bruit résiduel	25,3	29,6	33,8	36,5	39,1	41,8	44,5	47,1
		Bruit éoliennes	4,9	8,6	13,6	16,8	17,1	17,1	17,1	17,1
		Bruit ambiant	25,4	29,6	33,9	36,5	39,2	41,8	44,5	47,1
		<b>EMERGENCE</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>

Niveau ambiant inférieur ou égal à 35 dB(A) : aucun seuil d'urgence n'est à respecter dans ce cas, l'urgence n'est donc pas calculée  
Rappel : si bruit ambiant > 35 dB(A), seuil de 3 dB(A)

Les résultats du calcul des émergences n'indiquent aucun risque de dépassement des seuils réglementaires en période de jour (7h-22h) et en période de nuit (22h-7h), pour la configuration étudiée. L'émergence maximale calculée est de 0,4 dB(A), de nuit, au droit du récepteur R4 placé à Chaumont, pour une vitesse de vent standardisée de 3 à 7 m/s.

Aucune mesure de réduction n'est donc à prévoir.

### 5.3. PERIMETRE DE MESURE DU BRUIT

Le niveau de bruit maximal des installations éoliennes est fixé à 70 dB(A) pour la période de jour et 60 dB(A) pour la période de nuit dans le périmètre de mesure du bruit. Ce périmètre correspond au plus petit polygone dans lequel sont inscrits les disques de centre chaque aérogénérateur et de rayon R défini par :

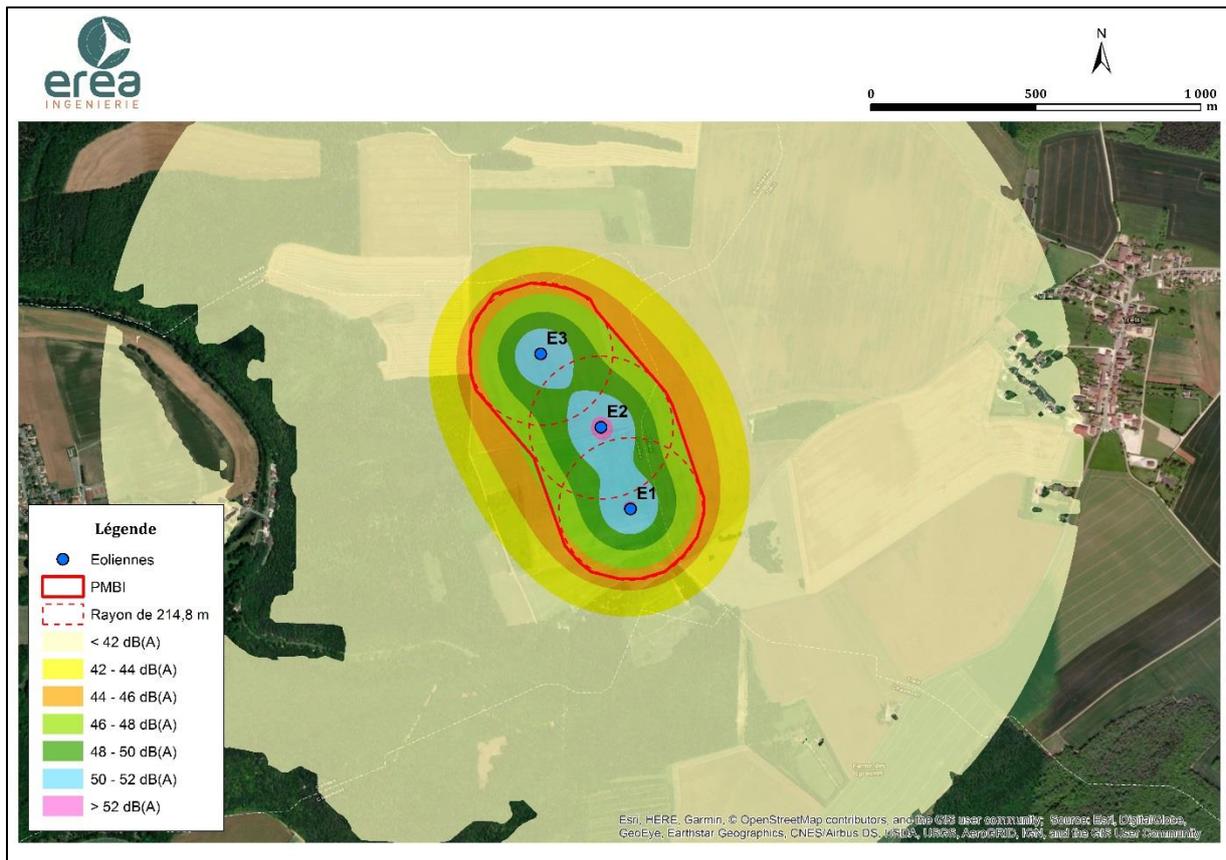
- $R = 1,2 \times (\text{hauteur du moyeu} + \text{longueur d'un demi-rotor})$

Le rayon du périmètre de mesure du bruit de l'installation du projet est de :

- 218,4 m pour les éoliennes Vestas V136 – 4,2 MW - 114 m de hauteur de mât,

En limite de ce périmètre, les niveaux sonores varient, au maximum, entre 44 et 46 dB(A) à 2 m de hauteur pour la vitesse de vent correspondant aux émissions de bruits les plus bruyantes. D'autre part, ces niveaux sonores sont calculés avec un fonctionnement normal (sans bridage) des éoliennes. Ces niveaux sont donc bien inférieurs aux seuils réglementaires de 70 dB(A) de jour et 60 dB(A) de nuit.

La figure qui suit illustre les niveaux sonores à l'intérieur du périmètre de mesure du bruit de l'installation (PMBI) pour la configuration étudiée.



*Illustration des niveaux sonores à proximité du périmètre de mesure du bruit de l'installation*

**Ainsi, pour toutes directions et vitesses de vent, les seuils réglementaires sont respectés en limite du périmètre de mesure du bruit de l'installation pour le type d'éolienne étudié.**

## 5.4. TONALITE MARQUEE

Selon la norme NF S31-010, la tonalité marquée est détectée dans un spectre non pondéré de tiers d'octave quand la différence de niveau entre la bande de tiers d'octave et les quatre bandes de tiers d'octave les plus proches (les deux bandes immédiatement inférieures et les deux bandes immédiatement supérieures) atteint ou dépasse les niveaux suivants :

50 Hz à 315 Hz	400 Hz à 1250 Hz	1600 Hz à 8000 Hz
10 dB	5 dB	5 dB

Ainsi, dans le cas où le bruit des éoliennes est à tonalité marquée de manière établie ou cyclique, sa durée d'apparition ne doit pas excéder 30% de la durée de fonctionnement de l'établissement dans chacune des périodes diurne et nocturne.

Les tonalités des éoliennes avec peignes sont calculées à partir des données des émissions spectrales des machines selon les données disponibles en tiers d'octave.

Par exemple, la tonalité à 31,5 Hz se calcule de la manière suivante :

$$T_{31,5Hz} = LW_{31,5Hz} - 10 \log \left( \frac{10^{\frac{LW_{20Hz}}{10}} + 10^{\frac{LW_{25Hz}}{10}} + 10^{\frac{LW_{40Hz}}{10}} + 10^{\frac{LW_{50Hz}}{10}}}{4} \right)$$

Les tableaux suivants présentent les résultats des calculs des tonalités en dB, calculées pour les différentes vitesses de vent à hauteur nacelle, pour chacun des deux modèles d'éoliennes étudiés.

### Vestas V136 – 4,2 MW

VESTAS V136 - 4,2 MW

Fréquences	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz
4 m/s	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,0	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4
5 m/s	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,5
6 m/s	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,3	0,5
7 m/s	0,2	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,2	0,2	0,2	0,3	0,5
8 m/s	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,0	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5
9 m/s	0,2	0,1	0,0	0,2	0,2	0,1	0,0	0,2	0,3	0,2	0,3	0,5
10 m/s	0,2	0,2	0,0	0,1	0,3	0,1	0,0	0,2	0,3	0,2	0,3	0,5
11 m/s	0,3	0,2	0,0	0,2	0,2	0,1	0,0	0,3	0,2	0,2	0,3	0,5
12 m/s	0,3	0,1	0,0	0,2	0,2	0,1	0,0	0,3	0,2	0,2	0,4	0,4
13 m/s	0,3	0,2	0,0	0,2	0,3	0,0	0,0	0,3	0,2	0,3	0,4	0,4
14 m/s	0,3	0,3	0,0	0,2	0,2	0,0	0,1	0,3	0,2	0,3	0,4	0,5

VESTAS V136 - 4,2 MW

Fréquences	800 Hz	1 kHz	1,25 kHz	1,6 kHz	2 kHz	2,5 kHz	3,15 kHz	4 kHz	5 kHz	6,3 kHz	8 kHz
4 m/s	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1,1	1,3	1,8	1,8	2,0	2,5
5 m/s	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,4	1,8	1,9	2,2	2,6
6 m/s	0,5	0,6	0,7	0,9	0,9	1,1	1,4	1,8	1,9	2,1	2,5
7 m/s	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,3	1,8	1,9	2,1	2,5
8 m/s	0,6	0,5	0,6	0,8	1,0	1,0	1,3	1,7	1,7	2,0	2,5
9 m/s	0,6	0,5	0,6	0,9	0,9	1,1	1,3	1,7	1,7	2,0	2,4
10 m/s	0,6	0,5	0,6	0,9	0,9	1,0	1,3	1,7	1,7	1,9	2,3
11 m/s	0,6	0,5	0,5	0,9	1,0	1,0	1,2	1,7	1,7	1,9	2,3
12 m/s	0,5	0,6	0,6	0,8	0,9	1,0	1,3	1,6	1,6	1,8	2,3
13 m/s	0,5	0,6	0,6	0,8	0,9	0,9	1,2	1,6	1,6	1,8	2,2
14 m/s	0,5	0,5	0,6	0,9	0,8	0,9	1,2	1,6	1,6	1,7	2,2

Le calcul de ces tonalités n'indique aucune tonalité marquée à l'émission pour les fréquences comprises entre 50 et 8000 Hz.

**Les émissions sonores du modèle d'éolienne considéré ne font apparaître aucune tonalité marquée au droit des zones à émergences réglementées les plus exposées.**

Les mesures de réception qui seront réalisées après la mise en service du parc permettront de valider le respect de cette partie de la réglementation.

## 5.5. ANALYSE DES EFFETS CUMULES

Les projets et parcs éoliens connus les plus proches de celui de Condes sont le parc éolien de Riaucourt Darmannes situé à environ 2,7 km du projet de Condes. Les autres projets ou parcs les plus proches se situent à plus de 4km du projet de Condes.

L'étude acoustique présentée dans le cadre de cette demande d'autorisation d'exploiter, sous forme d'un volet dédié, répond à l'ensemble des points abordés dans l'article 26 de la section 6 de l'arrêté ministériel du 26 août 2011.

Concernant le respect des émergences, les calculs réalisés montrent un respect des seuils réglementaires si on considère la contribution du projet de Condes. D'autre part, les modèles d'éoliennes étudiés pour ce projet permettent de respecter le niveau maximal fixé en période diurne et nocturne en n'importe quel point du périmètre de mesure de bruit défini à l'article 2. Selon l'article, 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 doit respecter les valeurs limites.

Cette notion est précisée dans le guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres de décembre 2016. Ainsi, il est indiqué que « *Le développement de l'éolien implique de plus en plus de développer des projets dans des zones déjà prospectées et exploitées. L'étude acoustique doit, comme pour les autres thématiques, prendre en compte les effets cumulés. A ce titre les autres projets éoliens connus doivent être pris en compte de la façon suivante :*

- *Cas d'une modification d'un parc existant par le même exploitant (construit ou non) consistant à modifier une éolienne ou à ajouter une éolienne (extension de parc existant) : l'impact global du parc ainsi modifié doit être pris en compte (éoliennes déjà autorisées et nouvelles éoliennes) ;*
- *Cas d'un nouveau projet indépendant des autres projets connus avec des exploitants différents : pour les calculs d'émergence, le bruit résiduel correspond au bruit mesuré avec les autres parcs en fonctionnement (les autres parcs sont considérés en fonctionnement dans l'analyse des effets cumulés au même titre que les autres ICPE). ».*

Le projet éolien de Riaucourt Darmannes est situé à plus de 2,7km du projet de Condes. A une telle distance, les effets cumulés entre deux projets sont faibles. De plus, aucune habitation ne semble située entre ces deux projets. Ainsi, compte tenu de ces éléments, les effets cumulés sont très faibles entre ces deux projets.

**Les effets cumulés entre le projet des Lavières et ceux aux alentours sont très faibles voir nuls.**



Carte du contexte éolien autour du projet

## 5.6. SCENARIO DE REFERENCE

Selon l'article R122-5 du code de l'environnement, l'étude d'impact doit comporter une description des aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement, dénommée "scénario de référence", et de leur évolution en cas de mise en œuvre du projet ainsi qu'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.

L'ambiance sonore du site est globalement calme et représentative d'un environnement rural. Ces bruits vont a priori peu évoluer, avec ou sans la prise en considération du projet éolien de Condes. En effet, seul le trafic routier risque d'évoluer légèrement, sans toutefois modifier l'ambiance sonore générale.

En cas de mise en œuvre du projet, l'ambiance sonore du projet sera légèrement modifiée en certains points de la zone d'étude comme le montre l'analyse prévisionnelle de cette étude, mais l'ambiance sonore générale restera caractéristique d'une zone rurale avec la présence d'une autoroute.

En l'absence de mise en œuvre de ce projet, l'ambiance sonore restera quasiment inchangée.

## 6. CONCLUSION

---

Ce rapport fait état d'une étude acoustique détaillée menée dans le cadre du projet éolien de Condes, porté par la société Valeco. Ce rapport intègre les différents éléments de 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 (Section 6 – Articles 26 à 31).

Ce projet prévoit l'implantation de plusieurs éoliennes au centre du département de la Haute-Marne (52), sur la commune de Condes. La présente étude prend en compte l'ensemble de ces éoliennes et s'articule autour des trois principaux axes suivants :

- **Détermination du bruit résiduel** sur le site en fonction de la vitesse du vent (mesures),
- **Estimation de la contribution sonore du projet** au droit des habitations riveraines (calculs),
- **Analyse de l'émergence** au droit de ces habitations afin de valider le respect de la réglementation française en vigueur, ou le cas échéant, de proposer des solutions adaptées pour respecter les seuils réglementaires.

### 6.1. ETAT INITIAL

Une campagne de mesures acoustique a été effectuée sur site afin d'établir un état initial sonore autour de la zone d'étude. Six points de mesures ont été réalisés sur une période de deux semaines afin de caractériser au mieux l'ambiance acoustique du site.

Les niveaux sonores mesurés *in situ* sont variables d'une journée à l'autre, mais d'une manière générale les niveaux observés de jour comme de nuit sont caractéristiques d'un environnement rural, parfois impacté par la présence de l'autoroute à l'est du projet ou de routes départementales à proximité.

Les mesures de bruit réalisées ont été analysées à partir de l'indicateur L50 en fonction de la vitesse du vent (vitesse standardisée à 10 m du sol). **Ces niveaux varient globalement entre 25 et 55 dB(A) selon les classes de vent (entre 3 et 10 m/s) et les périodes (jour et nuit) considérées.**

### 6.2. ANALYSE PREVISIONNELLE ET EMERGENCES

Les émergences globales au droit des habitations sont calculées à partir de la contribution des éoliennes (pour des vitesses de vent allant de 3 à 10 m/s) et du bruit existant déterminé à partir des mesures *in situ* (selon les analyses L<sub>50</sub> / vitesse du vent).

Les calculs de contributions sonores sont réalisés à partir des données des émissions sonores du modèle d'éolienne suivant : Vestas V136 – 4,2 MW – 114 m avec peignes.

Les calculs sont réalisés avec un vent portant dans toutes les directions afin de se placer dans un cas conservateur et donc protecteur vis-à-vis des riverains du projet.

Les analyses prévisionnelles n'indiquent aucun risque de dépassement des seuils réglementaires en périodes de jour (7h-22h) et de nuit (22h-7h), au droit des récepteurs de calculs les plus exposés au projet.

Il n'apparaît pas de tonalité marquée au droit des zones à émergence réglementée riveraines du projet pour le type de machine étudié.

Dans le périmètre de mesure du bruit défini à l'article 2 de l'arrêté du 26 août 2011, les niveaux de bruit sont bien inférieurs aux seuils réglementaires fixés pour les périodes de jour et de nuit qui sont respectivement de 70 et 60 dB(A).

Avec ou sans la mise en œuvre du projet, l'ambiance sonore générale restera caractéristique d'un environnement rural ponctuellement impacté par la présence d'une autoroute.

# **ANNEXES**

---

**ANNEXE N°1 : ANALYSES « BRUIT-VENT »**

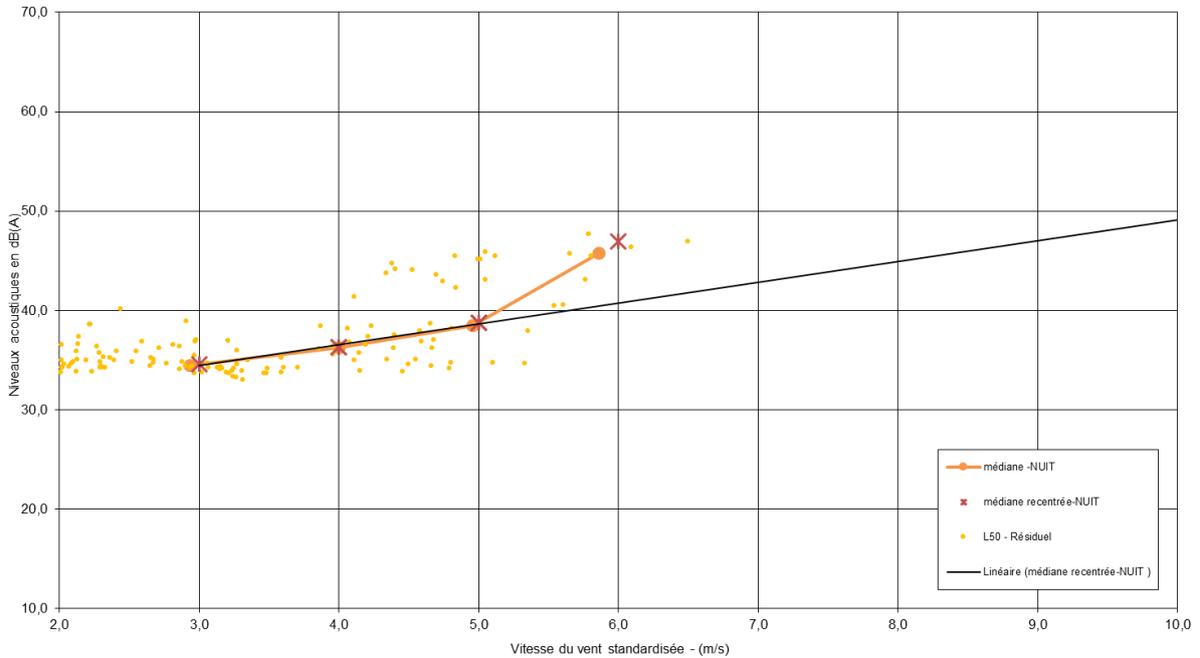
**ANNEXE N°2 : DONNEES DES EMISSIONS SONORES**

**ANNEXE N°3 : LOGICIEL DE CALCULS**

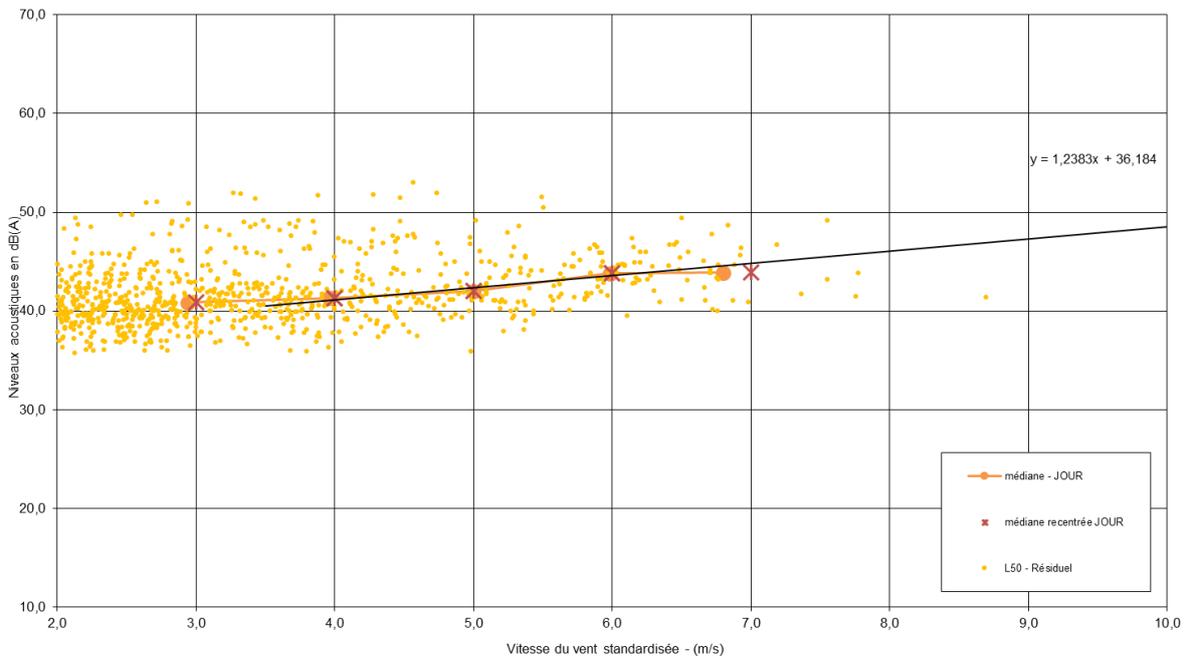
## ANNEXE N°1 : ANALYSES « BRUIT-VENT »

Les analyses « bruit-vent » sont présentées ci-après pour chacun des 6 points de mesures réalisés.

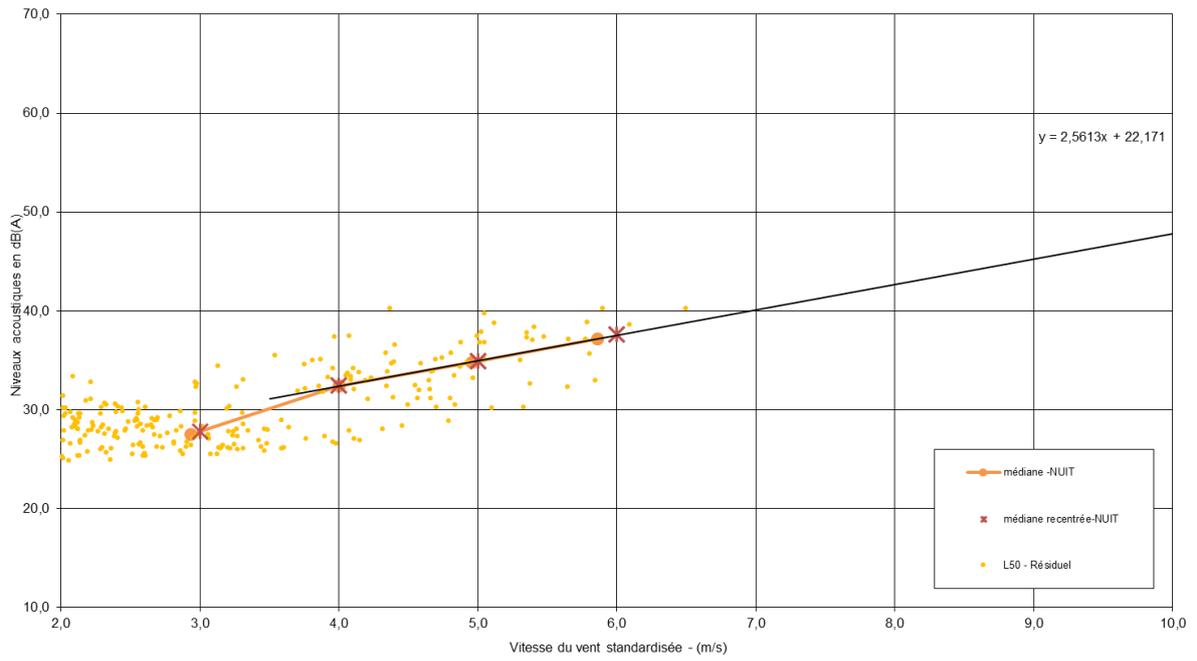
PF1 - Rue de la Montagne, 52000 Condes - Période de Nuit (22h-7h)



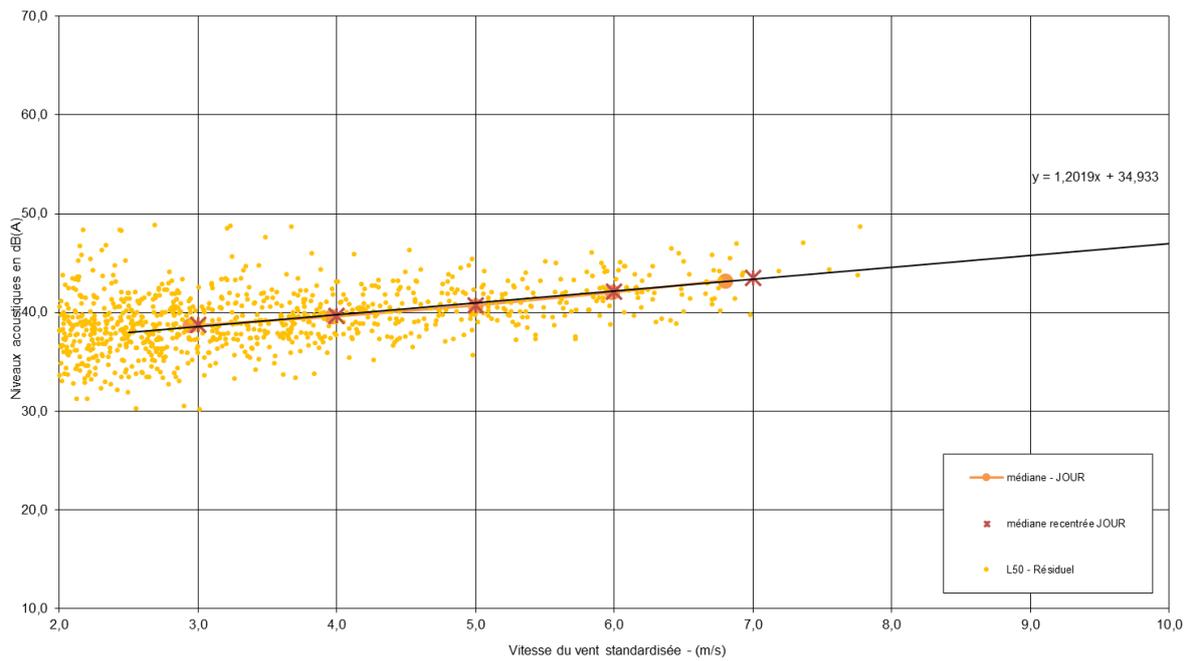
PF1 - Rue de la Montagne, 52000 Condes - Période de Jour (7h-22h)



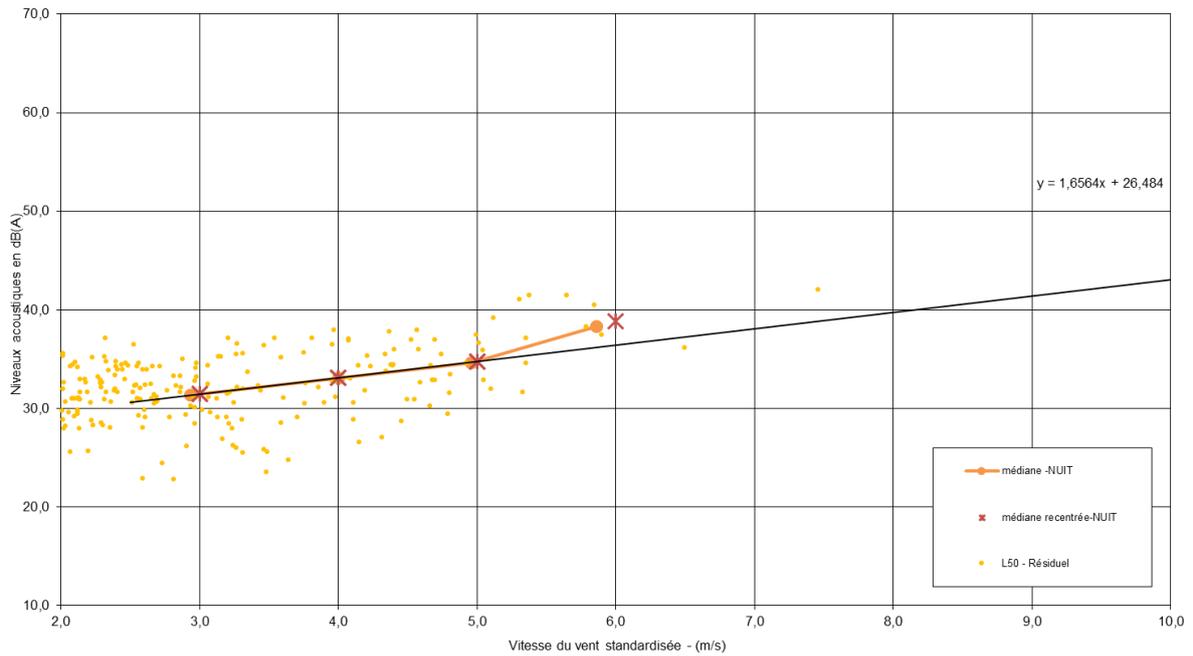
PF2 - Rue des Crêts, 52000 Condes - Période de Nuit (22h-7h)



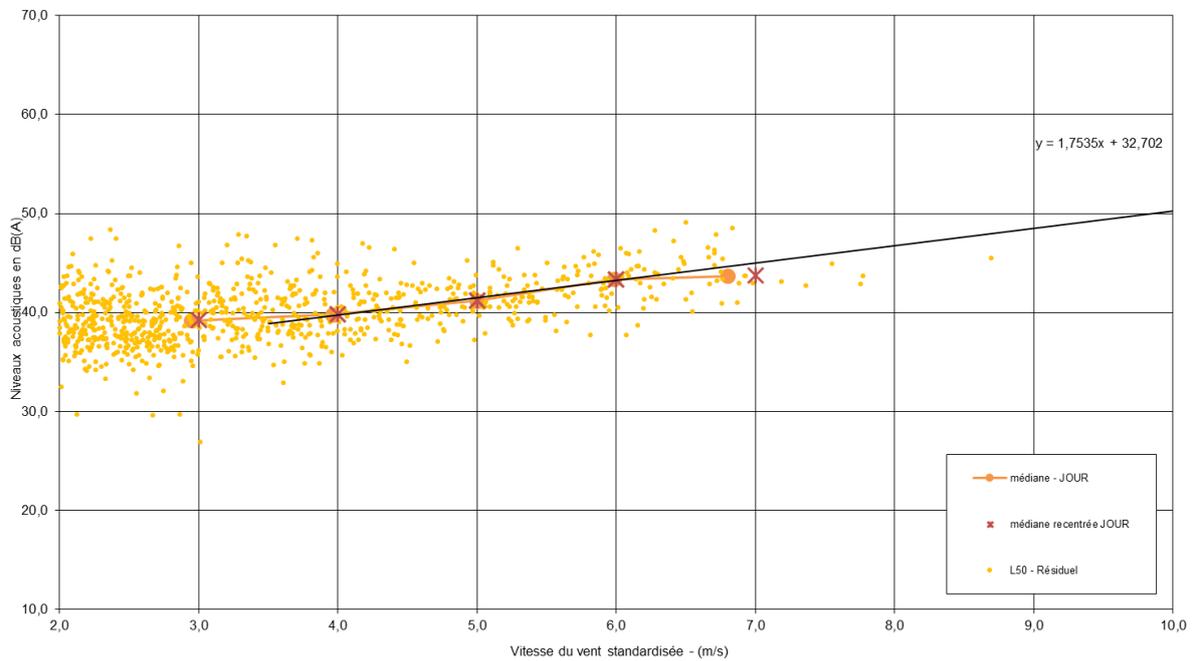
PF2 - Rue des Crêts, 52000 Condes - Période de Jour (7h-22h)



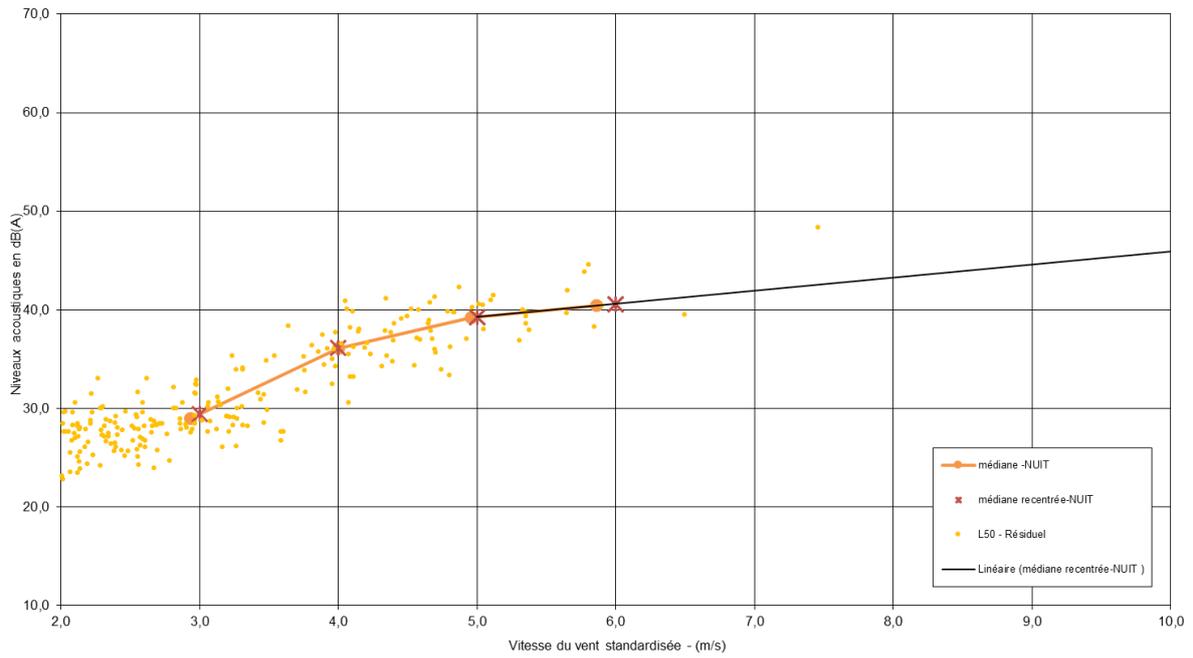
PF3 - Ferme des Quartiers, 52000 Riaucourt - Période de Nuit (22h-7h)



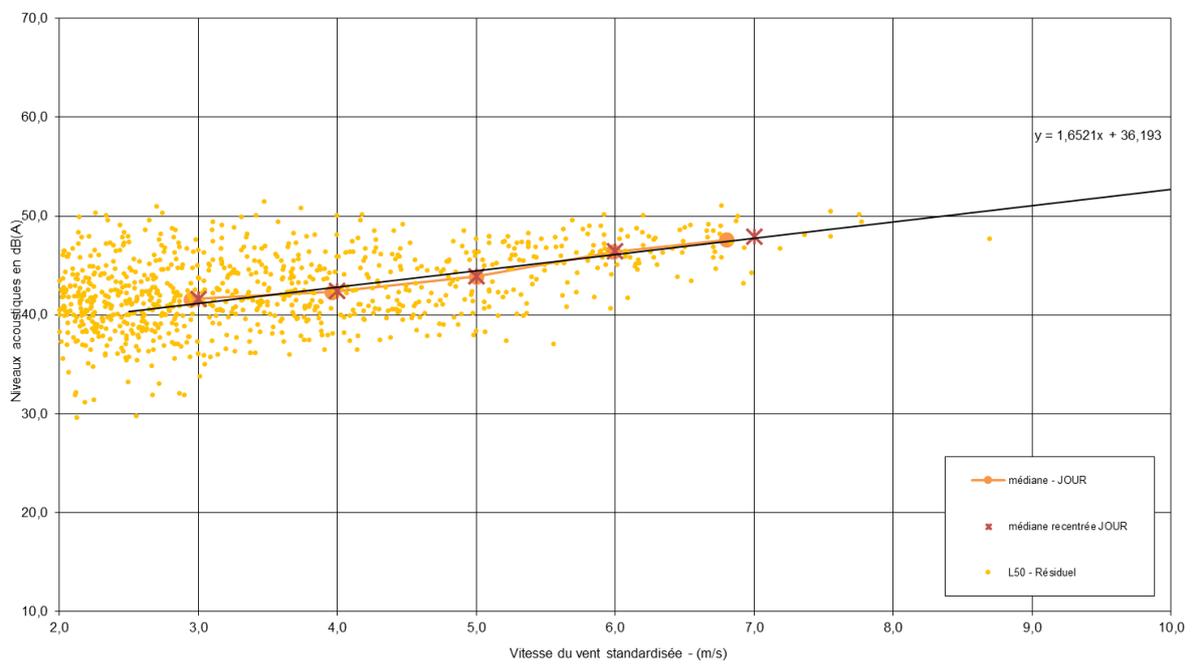
PF3 - Ferme des Quartiers, 52000 Riaucourt - Période de Jour (7h-22h)



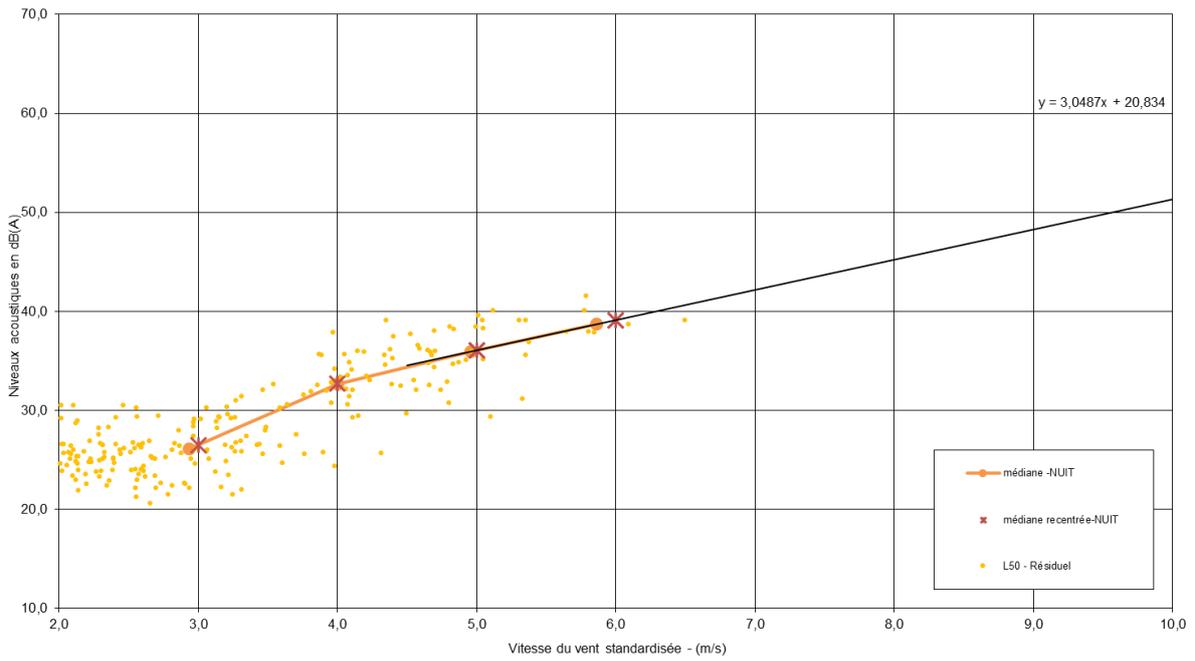
PF4 - La Fontaine aux Chênes, 52000 Chaumont - Période de Nuit (22h-7h)



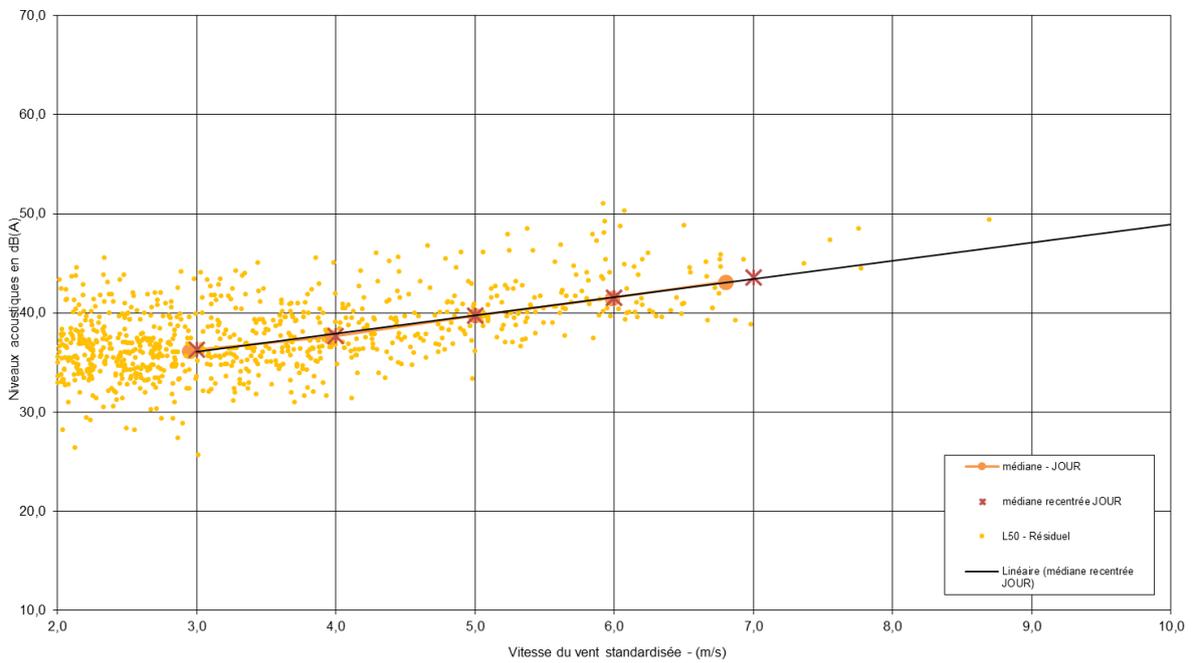
PF4 - La Fontaine aux Chênes, 52000 Chaumont - Période de Jour (7h-22h)



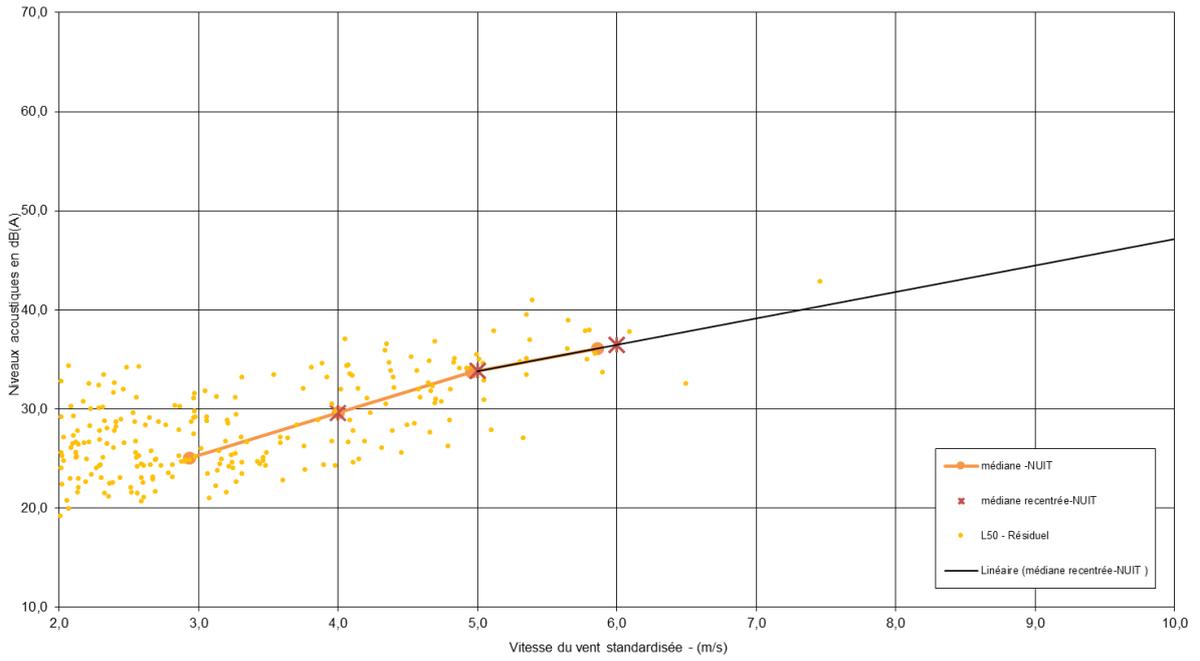
PF5 - Rue des Fontenelles, 52000 Treix - Période de Nuit (22h-7h)



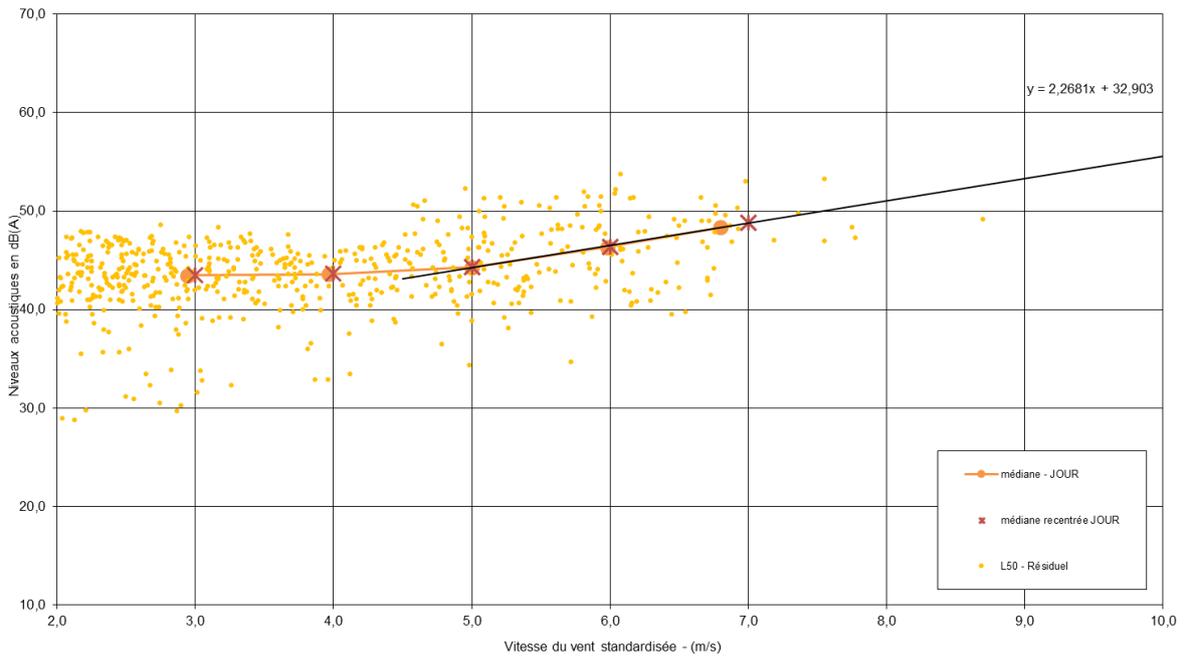
PF5 - Rue des Fontenelles, 52000 Treix - Période de Jour (7h-22h)



PF6 - Lotissement des Tilleuls, 52000 Brethenay - Période de Nuit (22h-7h)



PF6 - Lotissement des Tilleuls, 52000 Brethenay - Période de Jour (7h-22h)



**ANNEXE N°2 : DONNEES DES EMISSIONS SONORES**

0067-4732\_V01 - V136-4\_0&4\_2MW Third Octaves.pdf, downloaded from VCP by Krantz, Thibaut on Wed Dec 20 09:53:05 CET 2017

RESTRICTED

DMS 0067-4732 V01

**V136-4.0/4.2 MW**  
Third octave  
noise emission

Original Instruction: T05 0067-4732 VER 01



T05 0067-4732 Ver 01 - Approved - Exported from DMS: 2017-11-24 by FAFCA

Vestas Wind Systems AIS - Hedeager - 8200 Aarhus N - Denmark - [www.vestas.com](http://www.vestas.com)

Vestas PROPERTIES NOTICE: This document contains valuable confidential information of Vestas Wind Systems AIS. It is generated by copyright law as an unpublished work. Vestas reserves all patent, copyright, trade secret, and other proprietary rights to it. The information in this document may not be used, reproduced, or disclosed except as and in the extent rights are expressly granted by Vestas in writing and subject to applicable conditions. Vestas disclaims all warranties, express or implied, and is not responsible for unauthorized use, for which it may pursue legal remedies against responsible parties.

### 3.2 Results V136 4.2 MW, PO1

Frequency	Hub height wind speeds [m/s]																	
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s	15 m/s	16 m/s	17 m/s	18 m/s	19 m/s	20 m/s
6.3 Hz	15.6	15.3	16.1	19.9	23.8	28.5	30.1	30.4	30.7	31.1	31.8	32.6	33.2	33.8	34.3	34.8	35.3	35.6
8 Hz	22.4	22.3	23.2	26.9	30.7	35.2	36.8	37.1	37.4	37.7	38.4	39.0	39.6	40.1	40.5	40.9	41.4	41.7
10 Hz	28.5	28.4	29.4	33.0	36.9	41.2	42.7	43.0	43.3	43.5	44.1	44.7	45.2	45.6	46.0	46.4	46.8	47.1
12.5 Hz	34.2	34.1	35.3	38.8	42.7	46.9	48.3	48.5	48.8	49.1	49.6	50.1	50.5	50.9	51.3	51.6	51.9	52.2
16 Hz	40.2	40.1	41.4	44.9	48.7	52.8	54.2	54.4	54.6	54.8	55.2	55.7	56.0	56.4	56.7	57.0	57.3	57.5
20 Hz	45.2	45.2	46.5	50.0	53.8	57.7	59.1	59.3	59.5	59.6	60.0	60.4	60.7	61.0	61.3	61.5	61.8	62.0
25 Hz	50.0	50.0	51.4	54.8	58.5	62.4	63.7	63.9	64.0	64.2	64.5	64.8	65.1	65.3	65.6	65.8	66.0	66.1
31.5 Hz	54.5	54.5	56.0	59.4	63.1	66.9	68.1	68.3	68.4	68.5	68.8	69.1	69.3	69.5	69.7	69.9	70.0	70.2
40 Hz	58.8	58.9	60.4	63.8	67.5	71.1	72.4	72.5	72.6	72.7	72.9	73.1	73.3	73.5	73.6	73.8	73.9	74.0
50 Hz	62.5	62.6	64.2	67.5	71.2	74.8	76.0	76.1	76.1	76.2	76.4	76.6	76.7	76.9	77.0	77.1	77.2	77.3
63 Hz	66.0	66.1	67.8	71.0	74.7	78.2	79.4	79.4	79.5	79.6	79.7	79.8	80.0	80.1	80.1	80.2	80.3	80.4
80 Hz	69.2	69.4	71.1	74.3	77.9	81.4	82.5	82.6	82.6	82.7	82.8	82.9	82.9	83.0	83.1	83.1	83.2	83.3
100 Hz	71.9	72.0	73.8	77.0	80.6	84.0	85.1	85.2	85.2	85.2	85.3	85.4	85.4	85.5	85.5	85.6	85.6	85.6
125 Hz	74.2	74.4	76.2	79.3	83.0	86.3	87.4	87.4	87.5	87.5	87.5	87.6	87.6	87.6	87.6	87.7	87.7	87.7
160 Hz	76.4	76.6	78.4	81.6	85.2	88.5	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6	89.7	89.7	89.7	89.7
200 Hz	78.1	78.3	80.1	83.2	86.9	90.1	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2
250 Hz	79.4	79.6	81.5	84.6	88.2	91.4	92.5	92.5	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.3	92.3
315 Hz	80.4	80.6	82.5	85.6	89.2	92.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.3	93.3	93.3	93.3	93.3	93.3
400 Hz	81.1	81.3	83.2	86.3	89.9	93.0	94.1	94.1	94.1	94.1	94.0	94.0	94.0	94.0	93.9	93.9	93.9	93.9
500 Hz	81.4	81.6	83.5	86.6	90.2	93.3	94.4	94.4	94.4	94.3	94.3	94.3	94.3	94.2	94.2	94.2	94.2	94.1
630 Hz	81.4	81.6	83.4	86.5	90.1	93.2	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.1	94.1
800 Hz	81.0	81.2	83.0	86.1	89.7	92.8	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9	93.8	93.8	93.8	93.8	93.8	93.8
1 kHz	80.2	80.5	82.2	85.3	88.9	92.1	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2
1.25 kHz	79.2	79.4	81.1	84.2	87.8	91.0	92.1	92.1	92.2	92.2	92.2	92.2	92.2	92.2	92.2	92.2	92.2	92.2
1.6 kHz	77.7	77.8	79.5	82.6	86.2	89.5	90.6	90.6	90.6	90.7	90.7	90.7	90.8	90.8	90.8	90.8	90.9	90.9
2 kHz	75.9	76.1	77.7	80.9	84.4	87.7	88.9	88.9	88.9	89.0	89.0	89.1	89.1	89.2	89.2	89.3	89.3	89.3
2.5 kHz	73.8	74.0	75.6	78.7	82.3	85.7	86.8	86.9	86.9	87.0	87.1	87.2	87.2	87.3	87.4	87.4	87.5	87.5
3.15 kHz	71.3	71.5	73.0	76.2	79.8	83.2	84.4	84.4	84.5	84.5	84.7	84.8	84.9	85.0	85.1	85.2	85.3	85.3
4 kHz	68.4	68.5	70.0	73.2	76.8	80.3	81.5	81.5	81.6	81.7	81.9	82.0	82.2	82.3	82.4	82.5	82.6	82.7
5 kHz	65.3	65.4	66.8	70.0	73.6	77.2	78.4	78.5	78.6	78.7	78.9	79.1	79.3	79.5	79.6	79.8	79.9	80.0
6.3 kHz	61.7	61.8	63.1	66.4	70.0	73.6	74.9	75.0	75.1	75.3	75.5	75.8	76.0	76.2	76.4	76.6	76.7	76.9
8 kHz	57.7	57.7	59.0	62.3	65.9	69.6	70.9	71.1	71.2	71.4	71.7	72.0	72.3	72.5	72.7	72.9	73.1	73.3
10 kHz	53.6	53.6	54.7	58.0	61.7	65.5	66.9	67.0	67.2	67.4	67.8	68.2	68.5	68.7	69.0	69.2	69.5	69.7
A-wgt	90.9	91.1	92.9	96.0	99.6	102.8	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9

Table 3: V136-4.2MW PO1, expected 1/3 octave band performance, (Blades with serrated trailing edge)

### 3.1 Results V136 4.0 MW, Mode 0

Frequency	Hub height wind speeds [m/s]																	
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s	11m/s	12m/s	13m/s	14m/s	15m/s	16m/s	17m/s	18m/s	19m/s	20m/s
6.3 Hz	15.6	15.3	16.1	19.9	23.8	28.6	30.1	30.4	30.8	31.1	32.0	32.7	33.3	33.9	34.4	34.9	35.3	35.7
8 Hz	22.4	22.3	23.2	26.9	30.7	35.3	36.8	37.1	37.4	37.7	38.5	39.1	39.6	40.2	40.6	41.1	41.4	41.8
10 Hz	28.5	28.4	29.4	33.0	36.9	41.3	42.7	43.0	43.3	43.6	44.2	44.8	45.2	45.8	46.1	46.5	46.8	47.1
12.5 Hz	34.2	34.1	35.3	38.8	42.7	47.0	48.3	48.5	48.8	49.1	49.7	50.2	50.6	51.0	51.3	51.7	52.0	52.2
16 Hz	40.2	40.1	41.4	44.9	48.7	52.9	54.2	54.4	54.6	54.8	55.3	55.8	56.1	56.5	56.7	57.0	57.3	57.5
20 Hz	45.2	45.2	46.5	50.0	53.8	57.8	59.1	59.3	59.5	59.7	60.1	60.5	60.8	61.1	61.3	61.6	61.8	62.0
25 Hz	50.0	50.0	51.4	54.8	58.5	62.5	63.7	63.9	64.0	64.2	64.6	64.9	65.1	65.4	65.6	65.8	66.0	66.2
31.5 Hz	54.5	54.5	56.0	59.4	63.1	67.0	68.1	68.3	68.4	68.5	68.9	69.1	69.3	69.6	69.7	69.9	70.1	70.2
40 Hz	58.8	58.9	60.4	63.8	67.5	71.2	72.4	72.5	72.6	72.7	72.9	73.2	73.3	73.5	73.6	73.8	73.9	74.0
50 Hz	62.5	62.6	64.2	67.5	71.2	74.9	76.0	76.1	76.2	76.2	76.4	76.6	76.7	76.9	77.0	77.1	77.2	77.3
63 Hz	66.0	66.1	67.8	71.0	74.7	78.3	79.4	79.4	79.5	79.6	79.7	79.9	80.0	80.1	80.2	80.3	80.3	80.4
80 Hz	69.2	69.4	71.1	74.3	77.9	81.5	82.5	82.6	82.6	82.7	82.8	82.9	82.9	83.0	83.1	83.2	83.2	83.3
100 Hz	71.9	72.0	73.8	77.0	80.6	84.1	85.1	85.2	85.2	85.2	85.3	85.4	85.4	85.5	85.5	85.6	85.6	85.6
125 Hz	74.2	74.4	76.2	79.3	83.0	86.4	87.4	87.4	87.5	87.5	87.5	87.6	87.6	87.6	87.7	87.7	87.7	87.7
160 Hz	76.4	76.6	78.4	81.6	85.2	88.6	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6	89.7	89.7	89.7	89.7	89.7
200 Hz	78.1	78.3	80.1	83.2	86.9	90.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2
250 Hz	79.4	79.6	81.5	84.6	88.2	91.5	92.5	92.5	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.3	92.3
315 Hz	80.4	80.6	82.5	85.6	89.2	92.5	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.3	93.3	93.3	93.3	93.3	93.2
400 Hz	81.1	81.3	83.2	86.3	89.9	93.1	94.1	94.1	94.1	94.1	94.0	94.0	94.0	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9
500 Hz	81.4	81.6	83.5	86.6	90.2	93.4	94.4	94.4	94.4	94.3	94.3	94.3	94.3	94.2	94.2	94.2	94.2	94.1
630 Hz	81.4	81.6	83.4	86.5	90.1	93.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.1	94.1
800 Hz	81.0	81.2	83.0	86.1	89.7	92.9	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9	93.8	93.8	93.8	93.8	93.8	93.8
1 kHz	80.2	80.5	82.2	85.3	88.9	92.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2
1.25 kHz	79.2	79.4	81.1	84.2	87.8	91.1	92.1	92.1	92.2	92.2	92.2	92.2	92.2	92.2	92.2	92.2	92.2	92.2
1.6 kHz	77.7	77.8	79.5	82.6	86.2	89.6	90.6	90.6	90.6	90.7	90.7	90.7	90.8	90.8	90.8	90.8	90.9	90.9
2 kHz	75.9	76.1	77.7	80.9	84.4	87.8	88.9	88.9	88.9	89.0	89.0	89.1	89.2	89.2	89.2	89.3	89.3	89.4
2.5 kHz	73.8	74.0	75.6	78.7	82.3	85.8	86.8	86.9	86.9	87.0	87.1	87.2	87.2	87.3	87.4	87.4	87.5	87.5
3.15 kHz	71.3	71.5	73.0	76.2	79.8	83.3	84.4	84.4	84.5	84.6	84.7	84.8	84.9	85.0	85.1	85.2	85.3	85.3
4 kHz	68.4	68.5	70.0	73.2	76.8	80.4	81.5	81.5	81.6	81.7	81.9	82.1	82.2	82.3	82.5	82.6	82.7	82.7
5 kHz	65.3	65.4	66.8	70.0	73.6	77.3	78.4	78.5	78.6	78.7	79.0	79.2	79.3	79.5	79.7	79.8	79.9	80.0
6.3 kHz	61.7	61.8	63.1	66.4	70.0	73.7	74.9	75.0	75.2	75.3	75.6	75.8	76.0	76.3	76.4	76.6	76.8	76.9
8 kHz	57.7	57.7	59.0	62.3	65.9	69.7	70.9	71.1	71.2	71.4	71.8	72.1	72.3	72.6	72.8	73.0	73.2	73.3
10 kHz	53.6	53.6	54.7	58.0	61.7	65.6	66.9	67.0	67.2	67.4	67.8	68.2	68.5	68.8	69.1	69.3	69.5	69.7
A-wgt	90.9	91.1	92.9	96.0	99.6	102.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9

Table 1: V136-4.0MW Mode 0, expected 1/3 octave band performance, (Blades with serrated trailing edge)

### 3.3 Results V136 4.0 MW, SO1

Frequency	Hub height wind speeds [m/s]																	
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s	15 m/s	16 m/s	17 m/s	18 m/s	19 m/s	20 m/s
6.3 Hz	15.6	15.3	16.1	19.9	23.7	27.1	26.5	27.2	28.1	29.0	29.9	30.7	31.3	32.0	32.5	33.1	33.4	33.8
8 Hz	22.4	22.3	23.2	26.9	30.6	33.9	33.4	34.0	34.9	35.7	36.4	37.1	37.7	38.3	38.7	39.2	39.5	39.9
10 Hz	28.5	28.4	29.4	33.0	36.8	39.9	39.5	40.0	40.8	41.5	42.2	42.8	43.3	43.8	44.2	44.7	45.0	45.3
12.5 Hz	34.2	34.1	35.3	38.8	42.6	45.6	45.3	45.7	46.4	47.0	47.6	48.2	48.6	49.1	49.4	49.8	50.1	50.3
16 Hz	40.2	40.1	41.4	44.9	48.6	51.5	51.2	51.6	52.2	52.8	53.3	53.8	54.1	54.6	54.8	55.2	55.4	55.6
20 Hz	45.2	45.2	46.5	50.0	53.7	56.5	56.3	56.6	57.2	57.7	58.1	58.5	58.8	59.2	59.4	59.7	59.9	60.1
25 Hz	50.0	50.0	51.4	54.8	58.4	61.1	61.0	61.3	61.8	62.2	62.6	62.9	63.2	63.5	63.7	63.9	64.1	64.3
31.5 Hz	54.5	54.5	56.0	59.4	63.0	65.6	65.6	65.8	66.2	66.6	66.9	67.2	67.4	67.6	67.8	68.0	68.2	68.3
40 Hz	58.8	58.9	60.4	63.8	67.4	69.9	69.9	70.0	70.5	70.7	71.0	71.2	71.4	71.6	71.7	71.9	72.0	72.1
50 Hz	62.5	62.6	64.2	67.5	71.1	73.5	73.6	73.7	74.1	74.3	74.5	74.7	74.8	75.0	75.1	75.2	75.3	75.4
63 Hz	66.0	66.1	67.8	71.0	74.6	77.0	77.1	77.1	77.5	77.6	77.8	77.9	78.0	78.2	78.3	78.4	78.4	78.5
80 Hz	69.2	69.4	71.1	74.3	77.8	80.1	80.3	80.3	80.6	80.7	80.9	81.0	81.0	81.1	81.2	81.3	81.3	81.4
100 Hz	71.9	72.0	73.8	77.0	80.5	82.8	83.0	83.0	83.2	83.3	83.4	83.5	83.5	83.6	83.6	83.7	83.7	83.7
125 Hz	74.2	74.4	76.2	79.3	82.9	85.1	85.3	85.3	85.5	85.6	85.6	85.7	85.7	85.7	85.7	85.8	85.8	85.8
160 Hz	76.4	76.6	78.4	81.6	85.1	87.2	87.5	87.4	87.7	87.7	87.7	87.7	87.7	87.7	87.8	87.8	87.8	87.8
200 Hz	78.1	78.3	80.1	83.2	86.8	88.9	89.2	89.1	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3
250 Hz	79.4	79.6	81.5	84.6	88.1	90.2	90.5	90.4	90.6	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.5	90.4	90.4
315 Hz	80.4	80.6	82.5	85.6	89.1	91.2	91.5	91.4	91.5	91.5	91.5	91.5	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.3
400 Hz	81.1	81.3	83.2	86.3	89.8	91.8	92.2	92.0	92.2	92.2	92.1	92.1	92.1	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0
500 Hz	81.4	81.6	83.5	86.6	90.1	92.1	92.4	92.3	92.5	92.4	92.4	92.4	92.4	92.3	92.3	92.3	92.3	92.2
630 Hz	81.4	81.6	83.4	86.5	90.0	92.1	92.4	92.3	92.4	92.4	92.4	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3	92.2	92.2
800 Hz	81.0	81.2	83.0	86.1	89.6	91.6	91.9	91.8	92.0	92.0	92.0	92.0	91.9	91.9	91.9	91.9	91.9	91.9
1 kHz	80.2	80.5	82.2	85.3	88.8	90.9	91.2	91.1	91.3	91.3	91.3	91.3	91.3	91.3	91.3	91.3	91.3	91.3
1.25 kHz	79.2	79.4	81.1	84.2	87.7	89.8	90.1	90.0	90.2	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3	90.3
1.6 kHz	77.7	77.8	79.5	82.6	86.1	88.3	88.5	88.5	88.7	88.8	88.8	88.8	88.9	88.9	88.9	88.9	89.0	89.0
2 kHz	75.9	76.1	77.7	80.9	84.3	86.5	86.8	86.7	87.0	87.1	87.1	87.2	87.3	87.3	87.3	87.4	87.4	87.5
2.5 kHz	73.8	74.0	75.6	78.7	82.2	84.5	84.7	84.7	84.9	85.1	85.2	85.3	85.3	85.4	85.5	85.5	85.6	85.6
3.15 kHz	71.3	71.5	73.0	76.2	79.7	82.0	82.1	82.2	82.5	82.6	82.8	82.9	83.0	83.1	83.2	83.3	83.4	83.4
4 kHz	68.4	68.5	70.0	73.2	76.7	79.1	79.1	79.2	79.6	79.8	80.0	80.2	80.3	80.4	80.5	80.7	80.8	80.9
5 kHz	65.3	65.4	66.8	70.0	73.5	76.0	76.0	76.1	76.5	76.8	77.0	77.3	77.4	77.6	77.7	77.9	78.0	78.1
6.3 kHz	61.7	61.8	63.1	66.4	69.9	72.4	72.4	72.6	73.0	73.3	73.6	73.9	74.1	74.4	74.5	74.7	74.9	75.0
8 kHz	57.7	57.7	59.0	62.3	65.8	68.4	68.3	68.6	69.0	69.4	69.8	70.1	70.4	70.7	70.9	71.1	71.3	71.4
10 kHz	53.6	53.6	54.7	58.0	61.6	64.3	64.1	64.5	65.0	65.4	65.9	66.3	66.6	66.9	67.1	67.4	67.6	67.8
A-wgt	90.9	91.1	92.9	96.0	99.5	101.6	101.9	101.8	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0

Table 5: V136-4.0MW SO1, expected 1/3 octave band performance, (Blades with serrated trailing edge)

### 3.4 Results V136 4.0 MW, SO2

Frequency	Hub height wind speeds [m/s]																			
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s	15 m/s	16 m/s	17 m/s	18 m/s	19 m/s	20 m/s		
6.3 Hz	15.6	15.3	16.1	19.9	23.2	24.1	24.6	26.0	26.9	27.7	28.4	28.9	29.1	29.5	30.1	30.4	30.8	31.2		
8 Hz	22.4	22.3	23.2	26.9	30.1	31.0	31.4	32.6	33.5	34.2	34.8	35.2	35.5	35.8	36.3	36.6	37.0	37.2		
10 Hz	28.5	28.4	29.4	33.0	36.2	37.1	37.4	38.5	39.3	39.9	40.5	40.8	41.0	41.3	41.8	42.0	42.4	42.6		
12.5 Hz	34.2	34.1	35.3	38.8	42.0	42.8	43.2	44.1	44.8	45.3	45.8	46.1	46.3	46.6	47.0	47.2	47.5	47.7		
16 Hz	40.2	40.1	41.4	44.9	48.0	48.8	49.1	49.9	50.5	51.0	51.4	51.7	51.8	52.0	52.4	52.6	52.8	53.0		
20 Hz	45.2	45.2	46.5	50.0	53.1	53.8	54.1	54.8	55.3	55.7	56.1	56.3	56.5	56.7	56.9	57.1	57.3	57.5		
25 Hz	50.0	50.0	51.4	54.8	57.9	58.6	58.8	59.4	59.8	60.2	60.5	60.7	60.8	61.0	61.2	61.4	61.6	61.7		
31.5 Hz	54.5	54.5	56.0	59.4	62.5	63.1	63.3	63.8	64.2	64.5	64.7	64.9	65.0	65.1	65.3	65.5	65.6	65.7		
40 Hz	58.8	58.9	60.4	63.8	66.8	67.4	67.6	68.0	68.3	68.6	68.8	68.9	69.0	69.1	69.2	69.4	69.5	69.6		
50 Hz	62.5	62.6	64.2	67.5	70.6	71.1	71.2	71.6	71.9	72.0	72.2	72.3	72.4	72.5	72.6	72.7	72.8	72.9		
63 Hz	66.0	66.1	67.8	71.0	74.1	74.6	74.7	75.0	75.2	75.3	75.5	75.5	75.6	75.7	75.8	75.9	76.0			
80 Hz	69.2	69.4	71.1	74.3	77.3	77.8	77.9	78.1	78.3	78.4	78.5	78.5	78.6	78.7	78.7	78.8	78.8			
100 Hz	71.9	72.0	73.8	77.0	80.0	80.5	80.5	80.7	80.8	80.9	81.0	81.0	81.0	81.1	81.1	81.1	81.2	81.2		
125 Hz	74.2	74.4	76.2	79.3	82.4	82.8	82.8	83.0	83.1	83.1	83.1	83.2	83.2	83.2	83.2	83.3	83.3	83.3		
160 Hz	76.4	76.6	78.4	81.6	84.6	85.0	85.0	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.3	85.3	85.3		
200 Hz	78.1	78.3	80.1	83.2	86.3	86.7	86.7	86.8	86.8	86.8	86.8	86.8	86.8	86.8	86.7	86.7	86.7	86.7		
250 Hz	79.4	79.6	81.5	84.6	87.6	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	87.9	87.9	87.9		
315 Hz	80.4	80.6	82.5	85.6	88.6	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9	88.9	88.8		
400 Hz	81.1	81.3	83.2	86.3	89.3	89.6	89.6	89.7	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6	89.5	89.5	89.5	89.5	89.5		
500 Hz	81.4	81.6	83.5	86.6	89.6	89.9	89.9	90.0	89.9	89.9	89.9	89.8	89.8	89.8	89.8	89.8	89.8	89.7		
630 Hz	81.4	81.6	83.4	86.5	89.5	89.9	89.9	89.9	89.9	89.9	89.8	89.8	89.8	89.8	89.8	89.8	89.7	89.7		
800 Hz	81.0	81.2	83.0	86.1	89.1	89.4	89.4	89.5	89.5	89.5	89.5	89.4	89.4	89.4	89.4	89.4	89.4	89.4		
1 kHz	80.2	80.5	82.2	85.3	88.3	88.7	88.7	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8		
1.25 kHz	79.2	79.4	81.1	84.2	87.2	87.6	87.6	87.8	87.8	87.8	87.8	87.8	87.8	87.8	87.8	87.8	87.8	87.8		
1.6 kHz	77.7	77.8	79.5	82.6	85.6	86.1	86.1	86.2	86.3	86.3	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	86.5	86.5	86.5		
2 kHz	75.9	76.1	77.7	80.9	83.9	84.3	84.3	84.5	84.6	84.7	84.7	84.8	84.8	84.8	84.9	84.9	84.9	85.0		
2.5 kHz	73.8	74.0	75.6	78.7	81.7	82.2	82.3	82.5	82.6	82.7	82.8	82.9	82.9	82.9	83.0	83.0	83.1	83.1		
3.15 kHz	71.3	71.5	73.0	76.2	79.2	79.7	79.8	80.1	80.2	80.4	80.5	80.6	80.6	80.7	80.8	80.8	80.9	80.9		
4 kHz	68.4	68.5	70.0	73.2	76.2	76.7	76.8	77.2	77.4	77.6	77.7	77.8	77.9	78.0	78.1	78.2	78.3	78.4		
5 kHz	65.3	65.4	66.8	70.0	73.0	73.6	73.7	74.2	74.4	74.6	74.8	75.0	75.1	75.2	75.3	75.4	75.5	75.6		
6.3 kHz	61.7	61.8	63.1	66.4	69.4	70.0	70.1	70.7	71.0	71.3	71.5	71.7	71.8	71.9	72.1	72.2	72.4	72.5		
8 kHz	57.7	57.7	59.0	62.2	65.3	65.9	66.1	66.7	67.1	67.5	67.8	68.0	68.1	68.2	68.5	68.6	68.8	68.9		
10 kHz	53.6	53.6	54.7	58.0	61.1	61.8	62.0	62.7	63.2	63.6	63.9	64.2	64.3	64.5	64.8	64.9	65.1	65.3		
A-wgt	90.9	91.1	92.9	96.0	99.0	99.4	99.4	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5		

Table 6: V136-4.0MW SO2, expected 1/3 octave band performance, (Blades with serrated trailing edge)

## **ANNEXE N°3 : LOGICIEL DE CALCULS**

L'analyse des incertitudes et de la sensibilité des calculs est complexe à estimer car elles sont très dépendantes des données d'entrées (données géométriques et données acoustiques).

En tout état de cause, au stade des études prévisionnelles, le parti pris est de prendre l'ensemble des dispositions nécessaires pour s'affranchir au maximum des incertitudes en restant conservateur.

Ainsi, tout comme en phase de mesures et d'estimation du bruit ambiant préexistant, les hypothèses de calcul prises sont également plutôt à tendance majorante (le plus en faveur des riverains) :

- Hypothèses d'émission du constructeur : prise en compte des données garanties du constructeur qui sont généralement plus élevées que les données mesurées.
- Calculs avec occurrences météorologiques maximum (100 %) pour toutes les directions de vent (vent portant dans toutes les directions).

La prise en compte de l'ensemble des hypothèses majorantes est un gage de sécurité pour le respect des émergences réglementaires.

### **Détails sur la modélisation avec le logiciel CadnaA**

Les principales caractéristiques du logiciel que nous utilisons pour les projets éoliens sont les suivantes :

- Modélisation réelle du site en trois dimensions : topographie et présence des bâtiments.
- Modélisation des éoliennes par des sources ponctuelles à hauteur de la nacelle.
- Calcul de propagation selon la norme ISO 9613-2 (prise en compte de l'atténuation atmosphérique, de la nature du sol, des réflexions sur les bâtiments, des conditions météorologiques ...).
- Calculs en fréquence à partir des spectres fournis par le constructeur.

On trouvera ci-après une présentation du logiciel qui est adapté à la propagation de tous types de bruit dans l'environnement : routes, voies ferrées, sites industriels, équipements divers.



**CadnaA : une solution logicielle simple  
d'utilisation, pour le calcul, l'évaluation,  
la prévision et la présentation de  
l'exposition acoustique et de l'impact  
des polluants dans l'air**



# CadnaA en bref

Que vous cherchiez à étudier l'impact sonore d'une zone industrielle, d'un centre commercial avec un parking, d'un réseau de routes et de voies ferrées ou même d'une ville entière avec un aéroport :

**CadnaA répondra à tous vos besoins !**

## ❖ Présentation interactive en ligne

Grâce à notre présentation interactive en ligne (entre 15 et 45 mn), découvrez les caractéristiques du logiciel CadnaA les plus utiles à vos besoins particuliers. Tout ce dont vous avez besoin est un ordinateur avec une connexion Internet et une liaison téléphonique.

Envoyez vos questions à l'adresse [Info@dataakustik.com](mailto:Info@dataakustik.com)

## ❖ Manipulation intuitive

Travaillez dans une interface claire et bien ordonnée pour des calculs simples, tout en bénéficiant des possibilités les plus sophistiquées pour la manipulation de vos données lorsque l'analyse devient plus complexe.

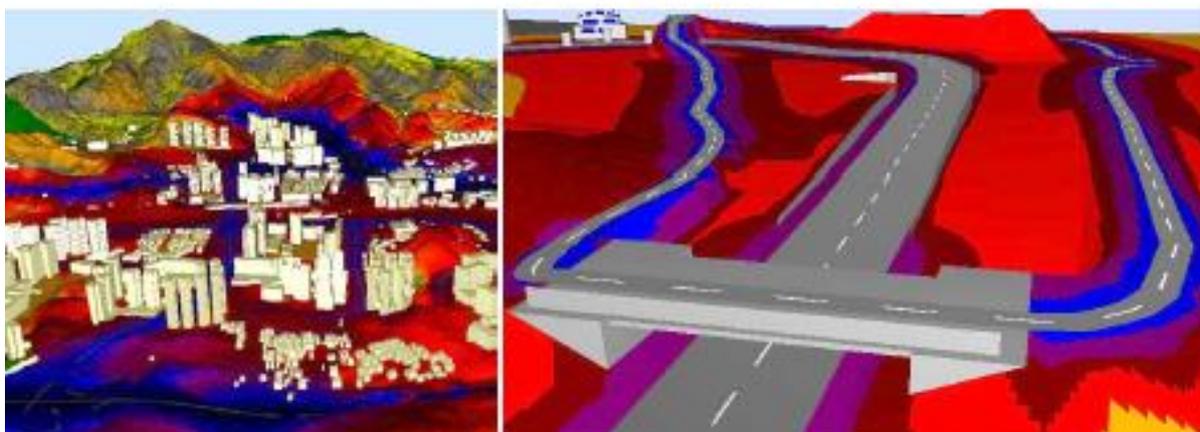
Concentrez-vous sur le projet, et non pas sur le logiciel. Toutes les caractéristiques concernant les données et les analyses sont simples et intuitives à manipuler.

## ❖ Productivité améliorée

Basculez en une seconde de l'affichage 2D au 3D. Vous conservez la main sur vos données quel que soit le type de représentation. Multipliez la vitesse de modélisation en utilisant différentes techniques de simplification et d'automatisation. Plusieurs techniques d'accélération des calculs vous permettent de traiter plus rapidement vos projets, et de réaliser ainsi un gain de temps appréciable.

## ❖ Analyse perfectionnée

Fondez votre analyse sur les normes nationales et internationales certifiées, intégrant les méthodes de calculs et les consignes réglementaires. Exécutez une analyse prédéfinie ou personnalisée de toutes les données contenues dans le modèle : évaluation des bâtiments, détection des zones sensibles, carte des conflits, etc.



## Industrie

- Planification des mesures de réduction du bruit
- Sauvegarde des données d'émission dans des bibliothèques facilement accessibles
- Comparaison des différents scénarios avec variantes
- Vérification de votre modèle en utilisant les possibilités sophistiquées de visualisation en 3D
- Calcul de la propagation sonore extérieure en fonction des sources sonores situées à l'intérieur des bâtiments
- Echange de données avec le logiciel de calcul des bruits intérieurs Bastian™
- Calcul d'incertitudes avec écarts types pour l'émission et la propagation

## Route et voie ferrée

- Comparaison entre différents scénarios de planification
- Optimisation automatique des barrières acoustiques situées à côté d'une rue ou d'une voie ferrée
- Visualisation des scénarios de réduction de bruit et simulation d'ambiance sonore (auralisation)
- Gestion efficace des projets, visualisés sous forme d'arborescence claire avec leurs variantes
- Croisement automatique des données Objets avec un modèle numérique de terrain
- Vérification de modèle en visualisant de tous les trajets de propagation

## Cartographie du bruit

- Accélération du temps de calcul à l'aide de calculs distribués et de traitements multi-processeurs
- Utilisation de toute la capacité RAM disponible avec la technologie 64 bits
- Fusion efficace des différents types de données à l'aide de plus de 30 formats d'importation différents
- Accès aux objets à et substitution tous les attributs d'objet directement dans l'affichage 3D
- Analyse de modèle à l'aide des différentes techniques d'évaluation acoustique
- Accélération des calculs par techniques d'optimisation incluant un contrôle de la précision des résultats selon les normes Qualité appropriées
- Traitement des domaines étendus bénéficiant du plus haut niveau de détail ( finesse de description), sans perdre l'avantage de la structure du projet (clarté et simplicité).

## Système expert industriel

### (Option SET)

- Génération automatique du spectre de puissance acoustique en fonction des caractéristiques techniques de la source (ex. puissance électrique en kW, débit volumétrique en m<sup>3</sup>/h, vitesse de rotation en tr/min)
- Travail simplifié grâce à l'utilisation de 150 modules prédéfinis pour les sources sonores les plus courantes, comme des moteurs électriques et des moteurs à combustion, des pompes, des ventilateurs, des tours de refroidissement, des boîtes de vitesses, etc.
- Modélisation des systèmes complexes, notamment des transmissions, en combinant plusieurs sources (ex. ventilateur avec deux conduits connectés).

## Bruit des avions

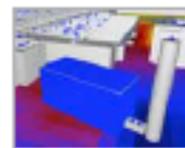
### (Option FLG)

- Calcul du bruit émis par les aéroports civils et militaires en fonction des méthodes de calcul AzB 2008, AzB (1975), ECAC Doc.29 ou DIN 45684-1
- Recours aux procédures les plus pertinentes pour l'évaluation acoustique des avions aux niveaux européen et international
  - Evaluation de l'exposition acoustique globale incluant le bruit routier, celui des voies ferrées et des avions
  - Utilisation des données radar et de classification des groupes en fonction du code OACI pour calculer le bruit des avions

## Pollution de l'air

### (Option APL)

- Calcul, évaluation et présentation de la répartition des polluants dans l'air selon le modèle lagrangien de dispersion de particules ALSTAL2000 (d'autres modèles sont en cours d'intégration)
- Evaluation des mesures dans le contexte des plans d'atténuation du bruit et de la qualité de l'air
- La simplicité et la puissance de calcul offertes par CadnaA s'appliquent également à la modélisation de la répartition des polluants dans l'air
- Tous les formats d'importation de données sont disponibles sans frais supplémentaires



Version démo gratuite  
Visitez le site  
[www.datibonus3k.com](http://www.datibonus3k.com)



Améliorez votre compréhension  
grâce à nos tutoriaux en  
ligne [www.datibonus3k.com](http://www.datibonus3k.com)



Utilisez également notre logiciel CadnaA R\* pour le calcul et l'évaluation des niveaux sonores dans les salles et les lieux de travail! Les fonctionnalités et la prise en main des logiciels sont pratiquement identiques, ce qui signifie une efficacité accrue pour vos analyses dans ces deux domaines d'expertise.

## Services

### Assistance

Nos experts sont à votre service. Si vous rencontrez un problème sur l'un de vos projets CadnaA, il vous suffit de nous appeler ou de nous envoyer votre fichier.

### Séminaires

Nous proposons régulièrement des ateliers pour débutants ou pour experts confirmés, afin de vous accompagner dans l'utilisation de CadnaA au mieux de ses nombreuses possibilités.

### Séminaires en ligne

Découvrez-en plus sur les derniers développements et des applications spécifiques sans même quitter votre bureau ! Nos ateliers en ligne sont un moyen efficace de vous tenir informés des dernières avancées technologiques implémentées dans le logiciel CadnaA.



Plus d'informations sur les séminaires à l'adresse [www.datakustik.com](http://www.datakustik.com)

### CadnaA Standard

toutes les normes et réglementations disponibles

tous les types de bruit (industrie, route et voie ferrée)

### CadnaA Basic

tous les types de bruit (industrie, route et voie ferrée)

Une norme ou une réglementation pour chaque type de bruit

### CadnaA Modular

Un type de bruit

Une norme ou une réglementation pour le type de bruit choisi

09 12



DataKustik GmbH

Gewerbering 5  
86926 Greifenberg  
Allemagne

Téléphone : +49 8192 93308 0  
[info@datakustik.com](mailto:info@datakustik.com)  
[www.datakustik.com](http://www.datakustik.com)

Copyright : www.datakustik.com