

# **RAPPORT D'EXPERTISE ACOUSTIQUE**

**EREA Ingénierie**



# PROJET EOLIEN DU BOIS DE CHAUMONT

## Communes de Beaune-la-Rolande – Barville-en-Gâtinais – Batilly-en-Gâtinais (45)

Etude d'impact acoustique

23 juillet 2021

Rapport n°512ACO2019-02F



10, Place de la République - 37190 Azay-le-Rideau  
Tél : 02 47 26 88 16  
E-mail : [contact@erea-ingenierie.com](mailto:contact@erea-ingenierie.com)  
[www.erea-ingenierie.com](http://www.erea-ingenierie.com)

## SOMMAIRE

<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>2</b>
<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 .....	9
<b>3.2. GENERALITES SUR LE BRUIT</b> .....	<b>10</b>
3.2.1. Quelques définitions .....	10
3.2.2. Commentaires sur les infrasons .....	12
3.2.3. Commentaires sur les effets extra-auditifs du bruit .....	14
3.2.4. Echelle de bruit .....	17
<b>3.3. PARTICULARITE DU BRUIT DES EOLIENNES</b> .....	<b>18</b>
<b>4. ETAT INITIAL</b> .....	<b>19</b>
<b>4.1. DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE DE MESURES</b> .....	<b>19</b>
<b>4.2. PRESENTATION DES POINTS DE MESURES</b> .....	<b>21</b>
<b>4.3. ANALYSE DU BRUIT RESIDUEL EN FONCTION DE LA VITESSE DU VENT</b> .....	<b>26</b>
4.3.1. Méthodologie générale .....	26
4.3.2. Définition des classes homogènes .....	28
4.3.3. Résultats .....	29
<b>5. ANALYSE PREVISIONNELLE</b> .....	<b>31</b>
<b>5.1. CALCULS PREVISIONNELS DE LA CONTRIBUTION DU PROJET</b> .....	<b>31</b>
5.1.1. Présentation du modèle de calcul .....	31
5.1.2. Configuration étudiée .....	32
5.1.3. Hypothèses d'émissions .....	32
5.1.4. Résultats des calculs .....	34
<b>5.2. ESTIMATION DES EMERGENCES</b> .....	<b>41</b>
5.2.1. Emergences en mode standard E126 – 99m .....	41
5.2.2. Emergences en mode standard E126 – 116m .....	44
<b>5.3. FONCTIONNEMENT OPTIMISE</b> .....	<b>48</b>
<b>5.4. PERIMETRE DE MESURE DU BRUIT</b> .....	<b>51</b>
<b>5.5. TONALITE MARQUEE</b> .....	<b>54</b>
<b>5.6. EFFETS CUMULES</b> .....	<b>55</b>
<b>5.7. SCENARIO DE REFERENCE</b> .....	<b>60</b>
<b>6. CONCLUSION</b> .....	<b>61</b>
<b>6.1. ETAT INITIAL</b> .....	<b>61</b>

<b>6.2. ANALYSE PREVISIONNELLE ET EMERGENCES .....</b>	<b>61</b>
<b>ANNEXE .....</b>	<b>63</b>
<b>ANNEXE N°1 : ANALYSES « BRUIT-VENT » .....</b>	<b>64</b>
<b>ANNEXE N°2 : DONNEES DES EMISSIONS SONORES .....</b>	<b>68</b>
<b>ANNEXE N°3 : LOGICIEL DE CALCULS .....</b>	<b>70</b>

## 1. PREAMBULE

Ce rapport présente l'étude d'impact acoustique concernant le projet éolien du Bois de Chaumont, situé dans le département du Loiret (45).

Dans le développement de projets éoliens, il est important de prendre en compte la problématique du bruit généré par le fonctionnement d'un parc. 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, modifié le 6 novembre 2014, relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent.

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

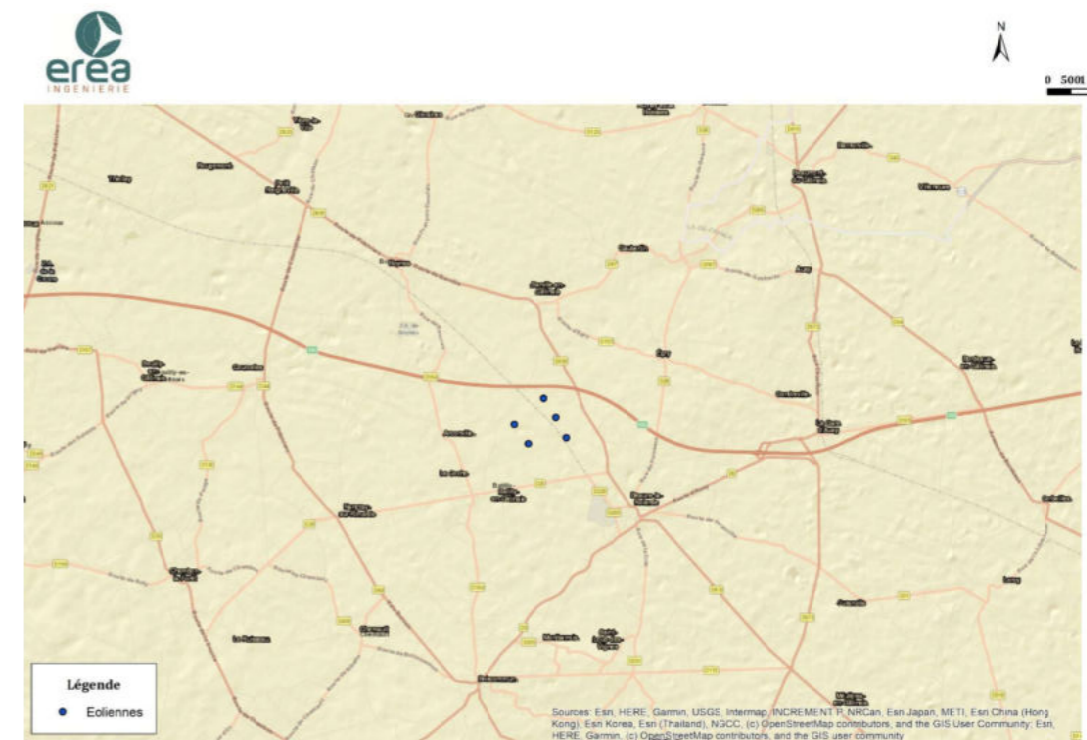
- **Campagnes de mesures *in situ*** : détermination du bruit résiduel sur le site en fonction de la vitesse du vent. Ces mesures ont été réalisées au droit des habitations les plus exposées au projet et conformément aux spécifications du projet de norme NFS 31-114.
- **Calculs prévisionnels** du bruit 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 du Bois de Chaumont se situe dans la partie nord du département du Loiret (45), sur les communes de Beaune-la-Rolande, Barville-en-Gâtinais et Batilly-en-Gâtinais.

La zone d'étude du projet éolien s'étend en zone rurale où les principales sources de bruit sont les activités humaines, la faune, la végétation et les axes de transport notamment l'autoroute A19 située au nord du projet.

La carte suivante localise la zone d'implantation potentielle du projet du Bois de Chaumont.



Localisation du projet du Bois de Chaumont (45)

### 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**, modifié le 6 novembre 2014, 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 pour les installations nouvelles ou à la date du permis de construire pour les installations existantes ;
- L'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers qui ont fait l'objet d'une demande de permis de construire, dans les zones constructibles définies ci-dessus, et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cour, jardin, terrasse), à l'exclusion de celles des immeubles implantés dans les zones destinées à recevoir des activités artisanales ou industrielles, lorsque la demande de permis de construire a été déposée avant la mise en service industrielle de l'installation.

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'une étude d'incidence environnementale au titre de l'article R. 181-14 et d'une enquête publique ;
- ont fait l'objet d'une évaluation environnementale au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par 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 "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
<b>Pondération A</b>	-26	-16	-8,5	-3	0	1	1	-1

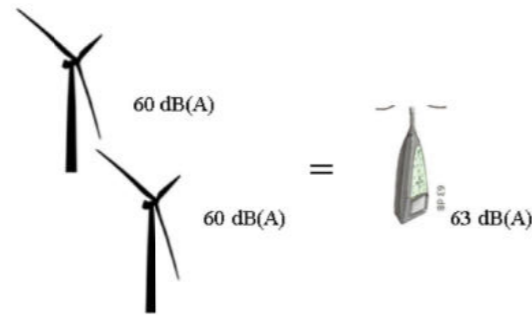
L'unité du niveau de pression devient alors le décibel « A », noté dB(A).

### 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.

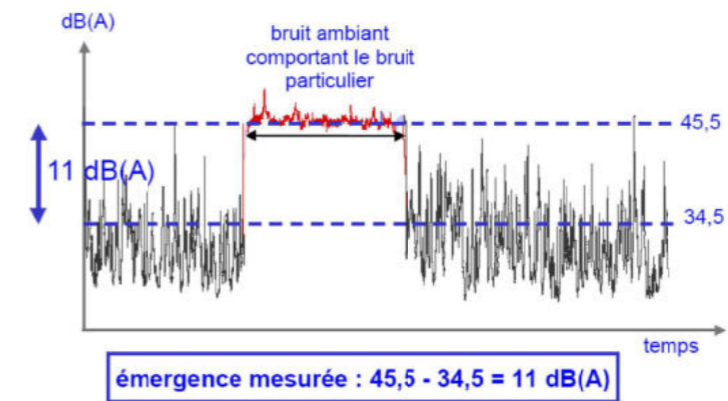
Par exemple, dans le cas de projets éoliens, nous faisons généralement le choix de l'indicateur  $L_{50}$  (niveau acoustique atteint ou dépassé pendant 50 % du temps) comme bruit préexistant pour le calcul des émergences car il permet une élimination très large des événements particuliers liés aux activités 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, modifié le 6 novembre 2014, 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. 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 :

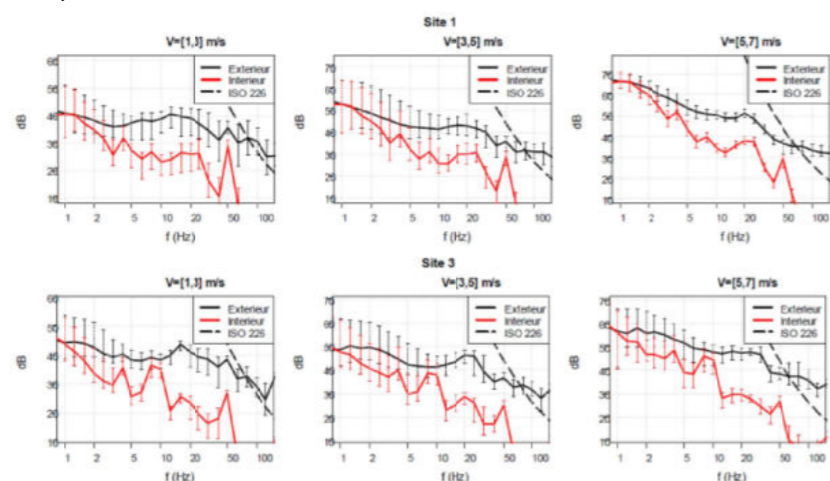
- de conduire une revue des connaissances disponibles en matière d'effets sanitaires auditifs et extra-auditifs dus aux parcs éoliens, en particulier dans le domaine des basses fréquences et des infrasons ;
- d'étudier les réglementations mises en œuvre dans les pays, notamment européens, confrontés 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.**

### 3.2.3. 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 les 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'Anses, 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.).

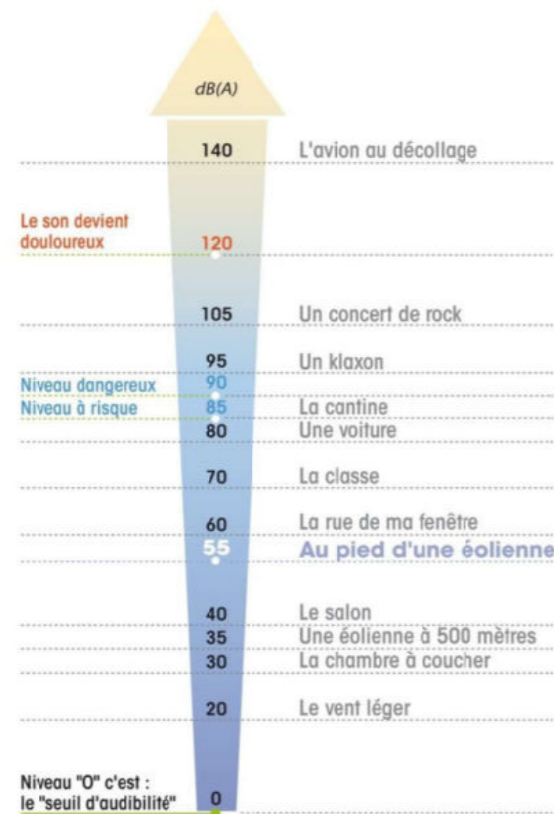
Effet	Classification de l'évidence	Observation des valeurs seuil		
		Mesure	Valeur (dB(A))	Intérieur/Extérieur
Détérioration auditive	Suffisante	L <sub>Aeq, 24 h</sub>	70	Intérieur
Hypertension	Suffisante	L <sub>dn</sub>	70	Extérieur
Cardiopathie ischémique	Suffisante	L <sub>dn</sub>	70	Extérieur
Effets 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>.

### 3.2.4. ECHELLE DE BRUIT

A titre d'information, l'échelle de bruit ci-dessous 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 ».



Echelle de bruit (Source : France Energie Eolienne)

### 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 10 m du sol, les pales restent immobiles et l'éolienne ne produit pas. Le faible bruit perceptible 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 10 m du sol, l'éolienne se met tout juste en fonctionnement et fournit une puissance qui augmente en fonction de la vitesse du vent jusqu'à environ 10 à 15 m/s selon le modèle. 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 10 m/s à 10 m du sol, l'éolienne entre en régime nominal avec une production constante. Le bruit est alors composé du bruit aérodynamique qui augmente avec la vitesse du vent, le bruit mécanique restant quasiment constant.

**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 10 m/s à 10 m du sol et l'analyse acoustique prévisionnelle doit porter sur ces vitesses de vent.**

## 4. ETAT INITIAL

### 4.1. DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE DE MESURES

Une campagne de mesures *in situ* a été réalisée sur une période de 2 semaines, du 28 novembre au 12 décembre 2019, afin de caractériser au mieux les différentes ambiances sonores présentes autour de la zone d'implantation potentielle des éoliennes.

Cette campagne se compose de **4 points fixes**, placés au droit des habitations les plus proches de la zone d'implantation potentielle du projet représentatives des hameaux les plus exposés au projet. L'ambiance sonore générale est représentative d'une zone rurale traversée par l'autoroute A19 au nord du projet.

La carte suivante localise les 4 points de mesures réalisés.



Localisation des points de mesures acoustiques

Il est précisé qu'un point fixe consiste en l'acquisition d'un niveau sonore toutes les secondes pendant toute la période de mesurage.

La campagne de mesures a été effectuée conformément au projet de norme NF S 31-114 dans sa version de juillet 2011. Les appareils de mesures utilisés sont des sonomètres analyseurs statistiques (classe 1) de type FUSION et SOLO de la société 01dB ; les données sont traitées et analysées par informatique.

D'une manière générale, les points de mesures sont placés à minimum 2 m des obstacles (mur, façade...).

Les données météorologiques sont relevées à l'aide d'un mât de grande hauteur placé sur le site. Il est constitué de plusieurs anémomètres disposés à différentes hauteurs (80m, 58m, 45m, et 41m). Les vitesses de vent sont moyennées sur 10 minutes permettant ainsi d'analyser les niveaux sonores mesurés en fonction de ces données.

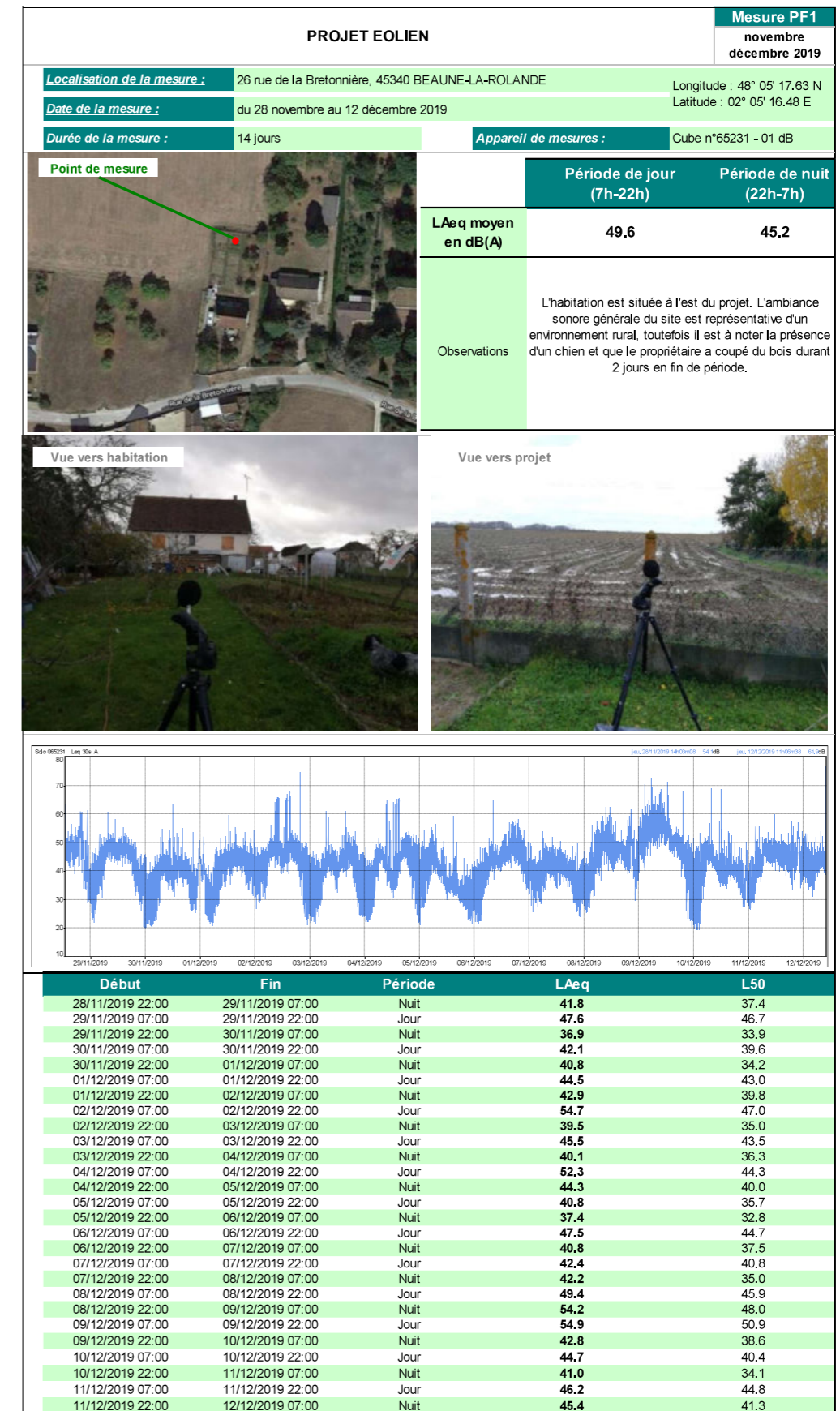
## 4.2. PRESENTATION DES POINTS DE MESURES

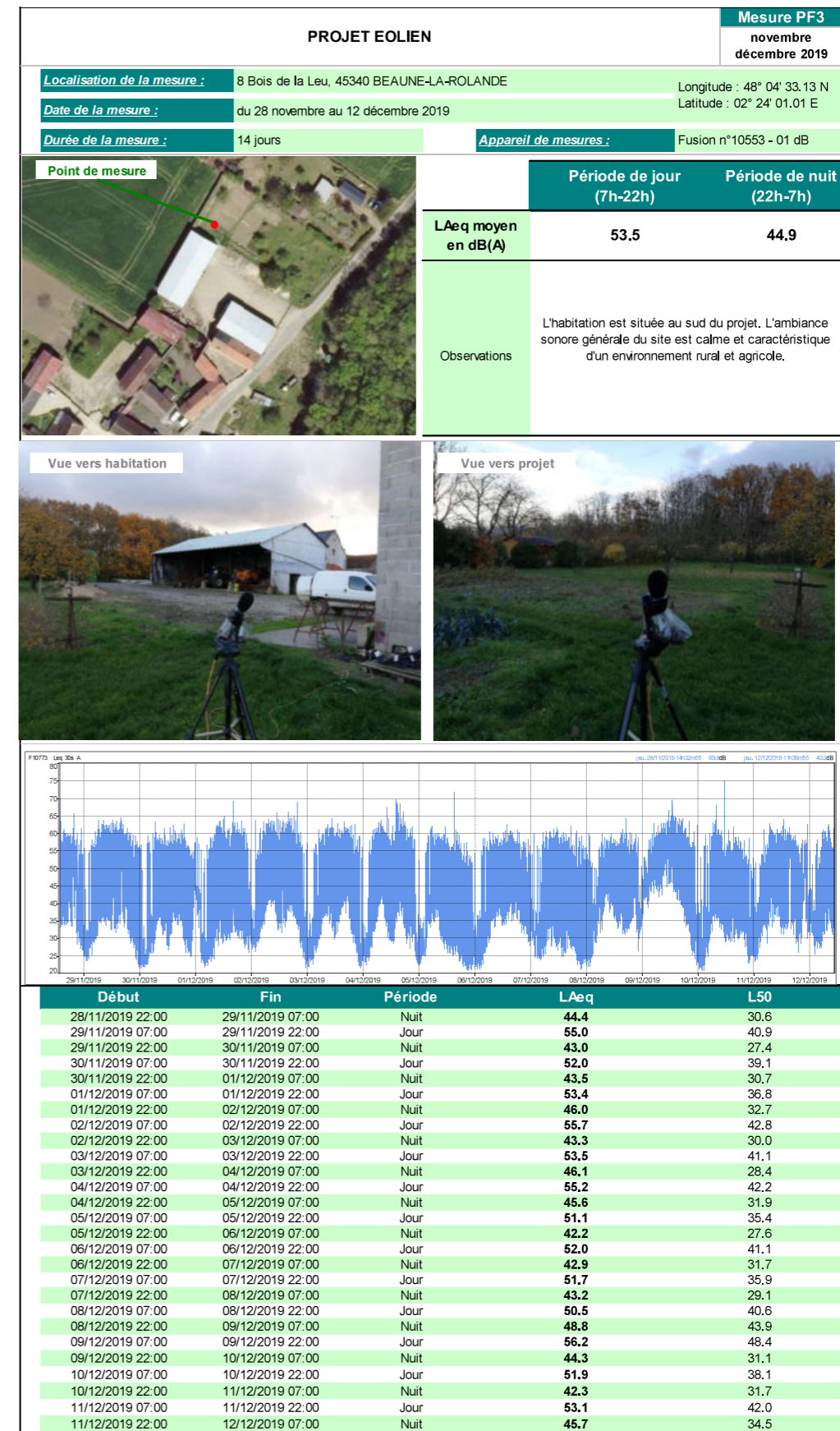
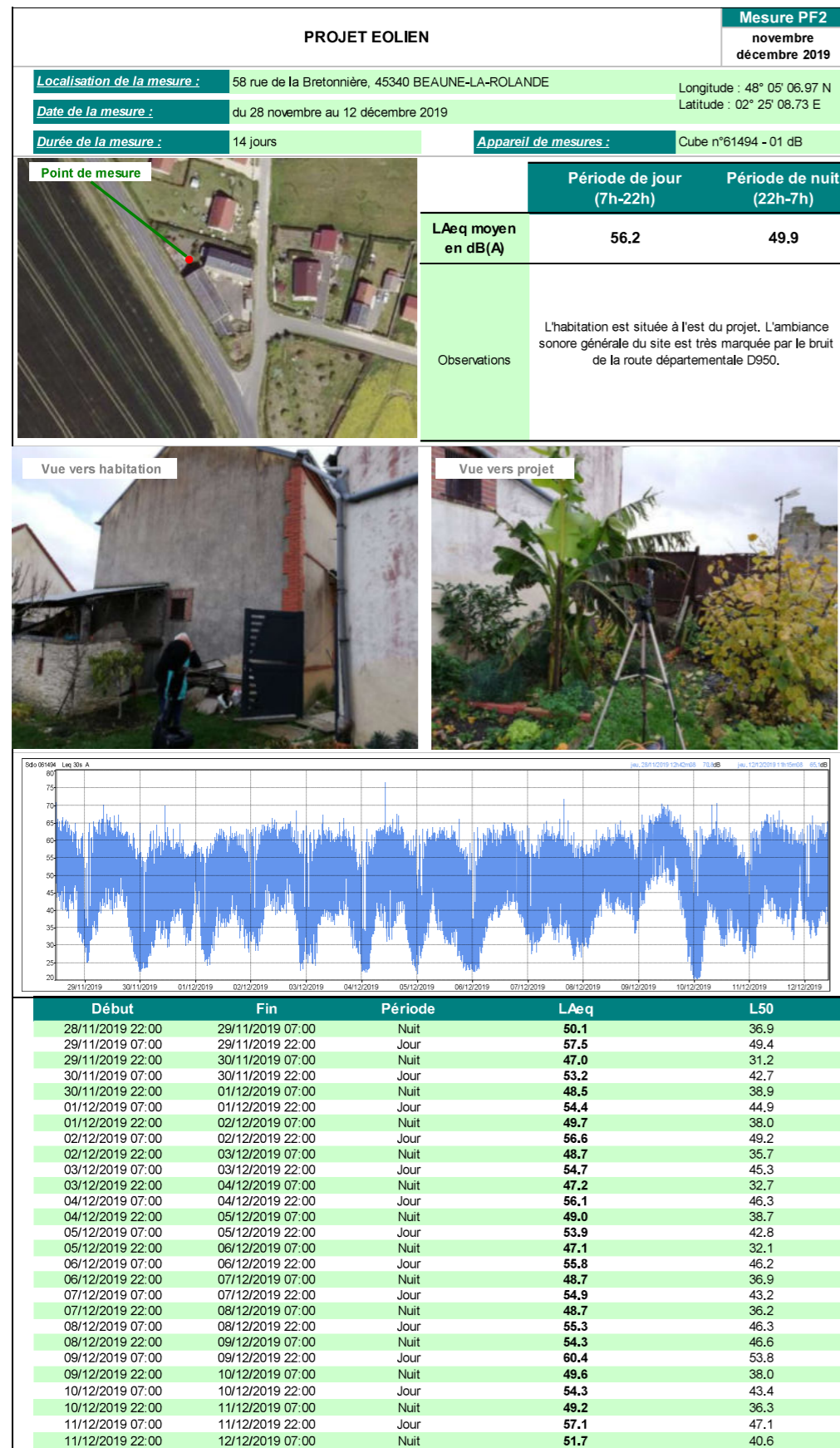
Pour les 4 points de mesures, les fiches ci-après présentent les informations suivantes :

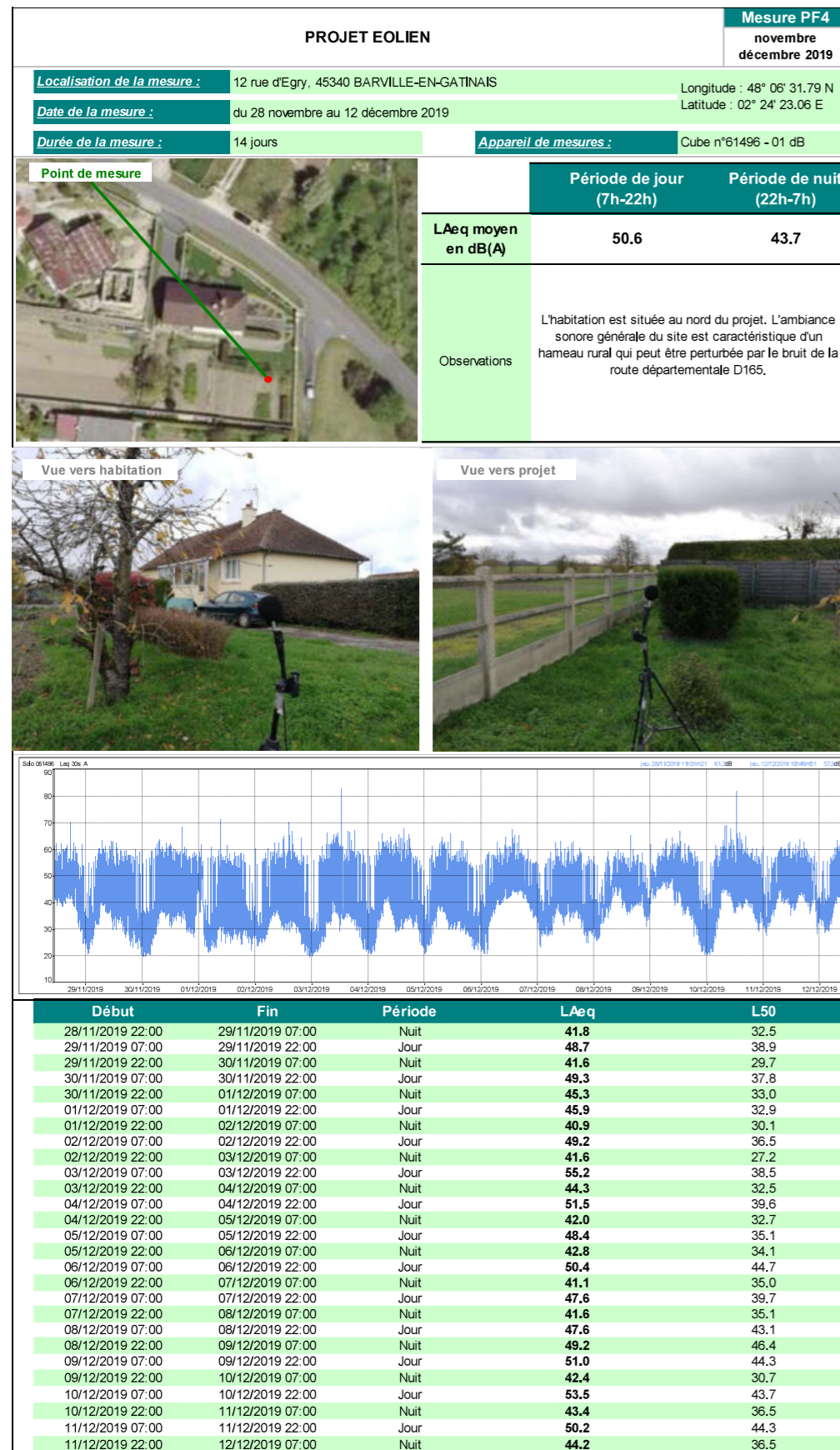
- caractéristiques du site
- photographies et repérage du point de mesure
- évolution temporelle du niveau de bruit
- listing des niveaux LAeq et L50 sur chaque période réglementaire de jour et de nuit
- niveau LAeq moyen sur chacune des périodes réglementaires.

### Remarque :

Si l'on observe des périodes qui sont marquées par des événements 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 L50 (qui correspondent aux niveaux sonores atteints ou dépassés pendant 50% du temps), la plupart de ces événements particuliers sont évacués automatiquement.







### 4.3. ANALYSE DU BRUIT RESIDUEL EN FONCTION DE LA VITESSE DU VENT

#### 4.3.1. METHODOLOGIE GENERALE

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 le site :

- **Les niveaux de bruit résiduel :**

Les niveaux de bruit résiduel sont déterminés à partir de l'indicateur **L<sub>50</sub>** 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.

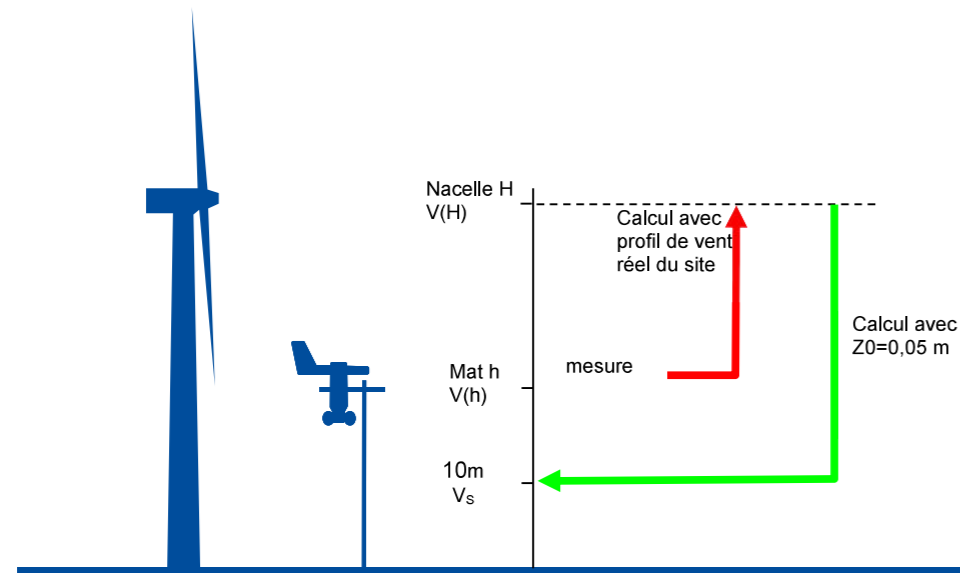
Ces niveaux de bruit résiduel sont ensuite analysés par **classe de vent** (selon la vitesse du vent globalement comprise entre 3 et 10 m/s à la hauteur standardisée de 10 m du sol) et par **classe homogène** (période de jour 7h-22h, de nuit 22h-5h).

- **Les vitesses du 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  $Z$ , puis est ramenée à hauteur de 10 m en considérant la rugosité standard  $Z_0=0,05$  m. Ici, les vitesses de vent mesurées à 10 m sont directement conservées.

Les données de vent dans l'analyse « bruit-vent » sont donc sous la forme de **vitesse standardisée à 10 m du sol**, notée **V<sub>s</sub>** dans la suite du rapport.

L'analyse porte sur l'ensemble des secteurs de vent. Les directions de vent présentes lors de cette analyse correspondent à l'une des deux grandes directions de vents dominants sur la zone d'étude.



Principe du calcul de la vitesse standardisée  $V_s$

H : hauteur de la nacelle (m),  
Href : hauteur de référence (10m),  
h : hauteur de mesure de l'anémomètre (m),  
V(h) : vitesse mesurée à la hauteur h.

Afin de s'assurer de conditions météorologiques analogues en termes de conditions de vent pour l'estimation des niveaux sonores ambiants et résiduels, l'analyse de l'émergence s'appuie sur le calcul de l'indicateur de bruit. Ce calcul de l'indicateur de bruit se base 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 de déterminer les médianes recentrées correspondant aux niveaux sonores moyens mesurés par intervalle de vitesse de vent à 10 m (selon le projet de norme NF S 31-114).

Ainsi, pour toutes les vitesses de vent comprises entre 3 et 10 m/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. DEFINITION DES CLASSES HOMOGENES

Les analyses « bruit-vent » réalisées selon la méthodologie précédemment détaillée, permet de déterminer les niveaux de bruit résiduel pour les classes homogènes suivantes :

- **Classe 1** : période de jour (7h-22h)
- **Classe 2** : période de nuit (22h–7h).

En effet, il n'est pas nécessaire de définir d'autres classes homogènes. Pour rappel, le projet de norme NFS 31-114 indique en exemple : « *des nuits d'hiver en campagne isolée peuvent ne présenter aucune particularité (pas de sources environnementales particulières, pas de chorus matinal, ...)*. Pour des mêmes conditions météo (essentiellement secteur de vent, couverture nuageuse, température, humidité), toutes les nuits de mesure seront analysées à l'intérieur de la même classe homogène. Dans cet exemple, les analyses de nuit seront proposées pour la seule classe homogène qui correspondra à la totalité de la plage horaire réglementaire de nuit. Le fonctionnement aléatoire (en apparition et en durée) d'un ventilateur de silo situé à proximité du point de mesure, ne définira pas forcément une classe homogène ».

Ainsi, pour les mesures réalisées dans la présente étude, certains critères ne sont pas assez rencontrés pour définir une classe homogène mais sont retirés de l'analyse comme l'activité humaine (un bruit de tracteur ou engin ne peut faire l'objet d'une classe), les précipitations. Cette méthode est majorante dans la mesure où, pour ces critères, les niveaux sonores sont plus élevés.

Quant aux directions de vent, elles ne présentent pas de disparité puisqu'aucune source de bruit particulière n'est suffisamment importante pour perturber l'ambiance sonore en fonction de la direction du vent. Il n'y a pas nécessité de séparer les directions de vents pour la suite de l'étude.

### 4.3.3. RESULTATS

Le nombre d'échantillons par classe homogène et par classe de vent (en vitesse standardisée) 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	73	184	273	162	139	85	26	3
PF2	76	167	262	144	143	86	21	6
PF3	64	176	212	157	110	73	21	4
PF4	68	207	261	124	139	63	29	8

*Nombres d'échantillons par classe de vitesse de vent pour la classe 1*

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	31	74	151	128	59	15	10	10
PF2	32	86	163	114	48	16	13	13
PF3	41	92	188	136	49	18	12	19
PF4	37	85	173	147	44	18	16	6

*Nombres d'échantillons par classe de vitesse de vent pour la classe 2*

Le nombre d'échantillons est globalement satisfaisant pour l'ensemble des points, pour des vitesses de vents standardisées allant jusqu'à 9 m/s de jour et 10 m/s de nuit. Là où le nombre d'échantillons est inférieur à 10, une extrapolation réaliste est réalisée à l'aide d'une droite de régression linéaire basée sur les médianes recentrées qui ont pu être calculées. Lorsque cela est nécessaire, les valeurs de nuit sont plafonnées par celles de jour.

Les résultats des niveaux du bruit résiduel sont présentés dans les tableaux suivants, en décibels A, pour les deux classes homogènes.

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	42,9	43,4	43,4	43,4	44,2	46,4	47,1	47,8
PF2	45,0	45,9	45,9	46,0	46,4	47,5	48,1	48,3
PF3	38,8	39,9	40,0	40,3	40,4	41,2	44,1	45,7
PF4	36,1	38,0	39,1	41,4	43,1	44,2	45,3	47,3

Valeurs en italique extrapolées

*Niveaux résiduels par classe de vitesse de vent pour la classe 1 (période de jour)*

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	28,1	31,2	34,9	37,1	40,1	42,1	43,9	47,1
PF2	31,1	32,0	35,4	36,3	38,5	40,2	41,5	46,8
PF3	26,7	28,0	29,8	30,8	33,7	36,7	40,1	45,5
PF4	28,5	30,2	31,2	33,3	35,4	36,8	38,7	40,3

Valeurs en italique extrapolées

*Niveaux résiduels par classe de vitesse de vent pour la classe 2 (période de nuit)*

Les niveaux résiduels sont globalement compris entre 27 et 47 dB(A) en période de nuit (22h-7h) et entre 36 et 48 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 serviront de base dans le calcul prévisionnel des émergences globales au droit des habitations riveraines au projet éolien du Bois de Chaumont.**

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 (hypothèse prise : 100% d'occurrences 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. CONFIGURATION ETUDIEE

Les calculs sont réalisés pour deux configurations élaborées à partir d'un modèle d'éolienne :

- Enercon E126 – 3 MW – 99 m de hauteur de nacelle
- Enercon E126 – 3 MW – 116 m de hauteur de nacelle

L'implantation étudiée est composée de 5 éoliennes. Les coordonnées d'implantation des éoliennes sont données dans le tableau suivant.

Numéro Eolienne	Coordonnées en Lambert 93	
	X (en m)	Y (en m)
E1	654803	6776590
E2	655111	6776161
E3	655443	6777161
E4	655690	6776735
E5	655942	6776309

*Tableau des coordonnées d'implantation des éoliennes*

### 5.1.3. HYPOTHESES D'EMISSIONS

Les émissions acoustiques utilisées dans les calculs de propagation correspondent aux valeurs globales garanties (données constructeur ENERCON). Les spectres de puissances acoustiques pris comme hypothèses de base dans les calculs de propagation sont présentés dans le tableau ci-après, en fonction de la vitesse de vent standardisée (à 10 m du sol).

**ENERCON E126 - 3 MW - STE - 99 m - Mode 0s**

dB(A)	32,5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Global en dB(A)
3 m/s	64,1	74,3	79,5	81,7	82,4	81,6	79,1	70,5	51,2	88,3
4 m/s	68,6	79,2	84,6	87,3	88,6	87,9	85,3	76,8	57,9	94,2
5 m/s	72,7	83,7	89,3	92,3	94,2	93,7	91,3	82,9	64,3	99,7
6 m/s	75,9	87,3	93,1	96,2	98,3	98,0	95,6	87,4	69,1	103,8
7 m/s	77,0	88,6	94,5	97,5	99,8	99,6	97,3	89,3	71,3	105,3
8 m/s	77,2	88,7	94,4	97,3	99,5	99,8	97,9	90,4	72,5	105,4
9 m/s	77,0	88,6	94,2	96,8	99,2	99,9	98,6	90,9	71,9	105,4
10 m/s	76,9	88,4	94,0	96,6	98,9	100,1	98,9	90,8	71,3	105,4

*Tableau des émissions sonores de l'éolienne ENERCON E126 – 99m*

**ENERCON E126 - 3 MW - STE - 116 m - Mode 0s**

dB(A)	32,5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Global en dB(A)
3 m/s	64,3	74,6	79,8	82,0	82,6	81,8	79,1	70,1	49,3	88,6
4 m/s	69,1	79,7	85,1	87,9	89,2	88,5	85,8	76,9	56,6	94,8
5 m/s	73,2	84,2	89,9	92,9	94,8	94,3	91,6	82,8	63,0	100,2
6 m/s	76,3	87,7	93,5	96,6	98,7	98,4	95,8	87,2	67,6	104,2
7 m/s	77,1	88,7	94,5	97,5	99,8	99,6	97,2	88,9	69,7	105,3
8 m/s	77,3	88,8	94,5	97,3	99,6	99,8	97,8	89,9	70,5	105,4
9 m/s	77,1	88,6	94,2	96,9	99,2	99,9	98,5	90,4	69,8	105,4
10 m/s	77,0	88,5	94,1	96,6	99,0	100,1	98,8	90,2	69,2	105,4

*Tableau des émissions sonores de l'éolienne ENERCON E126 - 116m*

Le détail de ces données est présenté en annexe, en fonction de la vitesse de vent pour différentes hauteurs de nacelle.

**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 (points de calculs) positionnés à proximité des habitations riveraines au projet et à hauteur de 2 m du sol.

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 de calculs 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 (R2a, R3a, R3b, etc.) afin d'étudier les impacts sonores à venir de manière exhaustive. Pour les récepteurs positionnés au droit d'habitations où il n'y a pas eu de mesures sur site, les niveaux résiduels seront extrapolés par rapport au point de mesure le plus représentatif de l'ambiance sonore au droit du récepteur. Ainsi, l'émergence pourra être calculée en tout point récepteur.

De cette manière, 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 distances des points de calculs aux éoliennes les plus proches du projet éolien du Bois de Chaumont sont répertoriées dans le tableau ci-dessous.

Récepteur	Eolienne	Distance (en m)
R1	E5	980
R1a	E5	850
R2	E5	800
R2a	E5	780
R3	E2	970
R3a	E2	1000
R3b	E2	1260
R3c	E2	1300
R3d	E1	1150
R3e	E1	1260
R3f	E1	1520
R4	E3	1770
R4a	E3	1710
R4b	E1	2180

*Distance entre les points de calculs et les éoliennes les plus proches*

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 de vitesse standardisée 5 m/s et 10 m/s.



Localisation des récepteurs de calculs



*Isophones pour l'implantation de 5 éoliennes de modèle E126 - 99 m pour un vent de vitesse standardisée de 5 m/s*



*Isophones pour l'implantation de 5 éoliennes de modèle E126 - 99 m pour un vent de vitesse standardisée de 10 m/s*



*Isophones pour l'implantation de 5 éoliennes de modèle E126 - 116 m pour un vent de vitesse standardisée de 5 m/s*



*Isophones pour l'implantation de 5 éoliennes de modèle E126 - 116 m pour un vent de vitesse 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<sub>50</sub> observé lors des mesures (selon analyses L<sub>50</sub> / vitesse du vent) et de la contribution des éoliennes (selon les hypothèses d'émissions pour les deux configurations). Les émergences sont calculées pour des vitesses de vent 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).

Ces résultats donnent :

- 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
- L'optimisation nécessaire qui correspond à la diminution qu'il faut appliquer à la contribution sonore du projet éolien pour respecter les seuils réglementaires.

### 5.2.1. EMERGENCES EN MODE STANDARD E126 – 99M

Les tableaux suivants présentent l'ensemble de ces résultats pour la période de jour (7h-22h), puis pour la période de nuit (22h-7h).

EMERGENCES GLOBALES - ENERCON E126 - 3 MW - hauteur de mât de 99 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		
Beaune-la-Rolande - La Pierre Percée	R1	Bruit résiduel	42,9	43,4	43,4	43,4	44,2	46,4	47,1	47,8		
		Bruit éoliennes	18,6	24,4	29,8	33,8	35,3	35,3	35,2	35,2		
		Bruit ambiant	42,9	43,4	43,6	43,8	44,8	46,7	47,4	48,0		
		<b>EMERGENCE</b>	0,0	0,0	0,2	0,4	0,6	0,3	0,3	0,2		
	<b>Optimisation nécessaire</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	R1a	Bruit résiduel	42,9	43,4	43,4	43,4	44,2	46,4	47,1	47,8		
		Bruit éoliennes	20,3	26,1	31,5	35,5	37,0	37,0	36,9	36,9		
		Bruit ambiant	42,9	43,5	43,7	44,0	45,0	46,8	47,5	48,2		
		<b>EMERGENCE</b>	0,0	0,1	0,3	0,6	0,8	0,4	0,4	0,4		
	<b>Optimisation nécessaire</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	R2	Bruit résiduel	45,0	45,9	45,9	46,0	46,4	47,5	48,1	48,3		
		Bruit éoliennes	20,9	26,7	32,2	36,3	37,8	37,7	37,7	37,7		
Bruit ambiant		45,0	45,9	46,1	46,5	47,0	48,0	48,5	48,6			
<b>EMERGENCE</b>		0,0	0,0	0,2	0,5	0,6	0,5	0,4	0,3			
<b>Optimisation nécessaire</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
R2a	Bruit résiduel	45,0	45,9	45,9	46,0	46,4	47,5	48,1	48,3			
	Bruit éoliennes	21,4	27,1	32,4	36,4	37,9	38,0	37,9	37,8			
	Bruit ambiant	45,0	45,9	46,1	46,5	47,0	48,0	48,5	48,7			
	<b>EMERGENCE</b>	0,0	0,0	0,2	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4			
<b>Optimisation nécessaire</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
Beaune-la-Rolande - Le Bois de la Leu	R3	Bruit résiduel	38,8	39,9	40,0	40,3	40,4	41,2	44,1	45,7		
		Bruit éoliennes	20,0	25,8	31,1	35,1	36,6	36,6	36,5	36,4		
		Bruit ambiant	38,9	40,1	40,5	41,5	41,9	42,5	44,8	46,2		
		<b>EMERGENCE</b>	0,1	0,2	0,5	1,2	1,5	1,3	0,7	0,5		
	<b>Optimisation nécessaire</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	R3a	Bruit résiduel	38,8	39,9	40,0	40,3	40,4	41,2	44,1	45,7		
		Bruit éoliennes	19,6	25,3	30,6	34,7	36,1	36,1	36,0	36,0		
		Bruit ambiant	38,9	40,1	40,5	41,4	41,8	42,4	44,8	46,1		
		<b>EMERGENCE</b>	0,1	0,2	0,5	1,1	1,4	1,2	0,7	0,4		
	<b>Optimisation nécessaire</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	Batilly-en-Gâtinais	R3b	Bruit résiduel	38,8	39,9	40,0	40,3	40,4	41,2	44,1	45,7	
			Bruit éoliennes	16,5	22,3	27,5	31,6	33,1	33,0	32,9	32,8	
Bruit ambiant			38,9	40,0	40,2	40,9	41,1	41,8	44,5	45,9		
<b>EMERGENCE</b>			0,1	0,1	0,2	0,6	0,7	0,6	0,4	0,2		
<b>Optimisation nécessaire</b>		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
R3c		Bruit résiduel	38,8	39,9	40,0	40,3	40,4	41,2	44,1	45,7		
		Bruit éoliennes	16,8	22,6	27,9	31,9	33,4	33,4	33,3	33,2		
		Bruit ambiant	38,9	40,0	40,3	40,9	41,2	41,9	44,5	45,9		
		<b>EMERGENCE</b>	0,1	0,1	0,3	0,6	0,8	0,7	0,4	0,2		
<b>Optimisation nécessaire</b>		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
R3d		Bruit résiduel	38,8	39,9	40,0	40,3	40,4	41,2	44,1	45,7		
		Bruit éoliennes	18,3	24,0	29,3	33,3	34,8	34,8	34,6	34,6		
	Bruit ambiant	38,9	40,0	40,4	41,1	41,5	42,1	44,6	46,0			
	<b>EMERGENCE</b>	0,1	0,1	0,4	0,8	1,1	0,9	0,5	0,3			
<b>Optimisation nécessaire</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
Les Grands Champs	R3e	Bruit résiduel	38,8	39,9	40,0	40,3	40,4	41,2	44,1	45,7		
		Bruit éoliennes	14,2	19,9	25,1	29,1	30,6	30,5	30,4	30,4		
		Bruit ambiant	38,9	40,0	40,1	40,6	40,8	41,6	44,3	45,8		
		<b>EMERGENCE</b>	0,1	0,1	0,1	0,3	0,4	0,4	0,2	0,1		
<b>Optimisation nécessaire</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
Arconville	R3f	Bruit résiduel	38,8	39,9	40,0	40,3	40,4	41,2	44,1	45,7		
		Bruit éoliennes	14,4	20,1	25,3	29,3	30,8	30,7	30,5	30,5		
		Bruit ambiant	38,9	40,0	40,1	40,6	40,9	41,6	44,3	45,8		
		<b>EMERGENCE</b>	0,1	0,1	0,1	0,3	0,5	0,4	0,2	0,1		
	<b>Optimisation nécessaire</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	Barville-en-Gâtinais	R4	Bruit résiduel	36,1	38,0	39,1	41,4	43,1	44,2	45,3	47,3	
			Bruit éoliennes	12,8	18,4	23,5	27,5	28,9	28,9	28,7	28,6	
			Bruit ambiant	36,1	38,0	39,2	41,6	43,3	44,3	45,4	47,4	
			<b>EMERGENCE</b>	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	
		<b>Optimisation nécessaire</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		R4a	Bruit résiduel	36,1	38,0	39,1	41,4	43,1	44,2	45,3	47,3	
			Bruit éoliennes	13,0	18,6	23,7	27,7	29,1	29,1	28,9	28,8	
Bruit ambiant			36,2	38,0	39,2	41,6	43,3	44,3	45,4	47,4		
<b>EMERGENCE</b>	0,1		0,0	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1			
<b>Optimisation nécessaire</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
Les Bordes	R4b	Bruit résiduel	36,1	38,0	39,1	41,4	43,1	44,2	45,3	47,3		
		Bruit éoliennes	10,0	15,2	20,2	24,0	25,5	25,4	25,2	25,1		
		Bruit ambiant	36,1	38,0	39,2	41,5	43,2	44,2	45,4	47,3		
		<b>EMERGENCE</b>	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0		
<b>Optimisation nécessaire</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			

Optimisation nécessaire = diminution nécessaire de la contribution au niveau du parc pour respecter les seuils réglementaires  
 Niveau ambiant inférieur ou égal à 35 dB(A) : aucun seuil d'émergence n'est à respecter dans ce cas  
 Rappel : si bruit ambiant > 35 dB(A), seuil de 5 dB(A)

EMERGENCES GLOBALES - ENERCON E126 - 3 MW - hauteur de mât de 99 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
Beaune-la-Rolande - La Pierre Percée	R1	Bruit résiduel	28,1	31,2	34,9	37,1	40,1	42,1	43,9	47,1
		Bruit éoliennes	18,6	24,4	29,8	33,8	35,3	35,3	35,2	35,2
		Bruit ambiant	28,6	32,1	36,0	38,8	41,4	42,9	44,5	47,4
		<b>EMERGENCE</b>	Lamb<35	Lamb<35	1,1	1,7	1,3	0,8	0,6	0,3
		<b>Optimisation nécessaire</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	R1a	Bruit résiduel	28,1	31,2	34,9	37,1	40,1	42,1	43,9	47,1
		Bruit éoliennes	20,3	26,1	31,5	35,5	37,0	37,0	36,9	36,9
		Bruit ambiant	28,8	32,4	36,5	39,4	41,9	43,3	44,7	47,5
		<b>EMERGENCE</b>	Lamb<35	Lamb<35	1,6	2,3	1,8	1,2	0,8	0,4
		<b>Optimisation nécessaire</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	R2	Bruit résiduel	31,1	32,0	35,4	36,3	38,5	40,2	41,5	46,8
		Bruit éoliennes	20,9	26,7	32,2	36,3	37,8	37,7	37,7	37,7
		Bruit ambiant	31,5	33,1	37,1	39,3	41,2	42,2	43,0	47,3
		<b>EMERGENCE</b>	Lamb<35	Lamb<35	1,7	3,0	2,7	2,0	1,5	0,5
		<b>Optimisation nécessaire</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	R2a	Bruit résiduel	31,1	32,0	35,4	36,3	38,5	40,2	41,5	46,8
		Bruit éoliennes	21,4	27,1	32,4	36,4	37,9	38,0	37,9	37,8
		Bruit ambiant	31,5	33,2	37,2	39,4	41,3	42,3	43,0	47,4
		<b>EMERGENCE</b>	Lamb<35	Lamb<35	1,8	3,1	2,8	2,1	1,5	0,6
		<b>Optimisation nécessaire</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Beaune-la-Rolande - Le Bois de la Leu	R3	Bruit résiduel	26,7	28,0	29,8	30,8	33,7	36,7	40,1	45,5
		Bruit éoliennes	20,0	25,8	31,1	35,1	36,6	36,6	36,5	36,4
		Bruit ambiant	27,6	30,1	33,5	36,5	38,4	39,7	41,6	46,0
		<b>EMERGENCE</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	5,7	4,7	3,0	1,5	0,5
		<b>Optimisation nécessaire</b>	0,0	0,0	0,0	2,2	2,8	0,0	0,0	0,0
	R3a	Bruit résiduel	26,7	28,0	29,8	30,8	33,7	36,7	40,1	45,5
		Bruit éoliennes	19,6	25,3	30,6	34,7	36,1	36,1	36,0	36,0
		Bruit ambiant	27,5	29,9	33,2	36,2	38,1	39,4	41,5	46,0
		<b>EMERGENCE</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	5,4	4,4	2,7	1,4	0,5
		<b>Optimisation nécessaire</b>	0,0	0,0	0,0	1,7	2,4	0,0	0,0	0,0
Batilly-en-Gâtinais	R3b	Bruit résiduel	26,7	28,0	29,8	30,8	33,7	36,7	40,1	45,5
		Bruit éoliennes	16,5	22,3	27,5	31,6	33,1	33,0	32,9	32,8
		Bruit ambiant	27,1	29,0	31,8	34,2	36,4	38,2	40,8	45,8
		<b>EMERGENCE</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,7	1,5	0,7	0,3
		<b>Optimisation nécessaire</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	R3c	Bruit résiduel	26,7	28,0	29,8	30,8	33,7	36,7	40,1	45,5
		Bruit éoliennes	16,8	22,6	27,9	31,9	33,4	33,4	33,3	33,2
		Bruit ambiant	27,2	29,1	32,0	34,4	36,6	38,4	40,9	45,8
		<b>EMERGENCE</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,9	1,7	0,8	0,3
		<b>Optimisation nécessaire</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ménneville	R3d	Bruit résiduel	26,7	28,0	29,8	30,8	33,7	36,7	40,1	45,5
		Bruit éoliennes	18,3	24,0	29,3	33,3	34,8	34,8	34,6	34,6
		Bruit ambiant	27,3	29,5	32,6	35,2	37,3	38,8	41,2	45,9
		<b>EMERGENCE</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	4,4	3,6	2,1	1,1	0,4
Les Grands Champs	R3e	Bruit résiduel	26,7	28,0	29,8	30,8	33,7	36,7	40,1	45,5
		Bruit éoliennes	14,2	19,9	25,1	29,1	30,6	30,5	30,4	30,4
		Bruit ambiant	27,0	28,6	31,1	33,0	35,4	37,6	40,5	45,7
		<b>EMERGENCE</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	1,7	0,9	0,4	0,2
Arconville	R3f	Bruit résiduel	26,7	28,0	29,8	30,8	33,7	36,7	40,1	45,5
		Bruit éoliennes	14,4	20,1	25,3	29,3	30,8	30,7	30,5	30,5
		Bruit ambiant	27,0	28,7	31,1	33,1	35,5	37,7	40,5	45,7
		<b>EMERGENCE</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	1,8	1,0	0,4	0,2
Barville-en-Gâtinais	R4	Bruit résiduel	28,5	30,2	31,2	33,3	35,4	36,8	38,7	40,3
		Bruit éoliennes	12,8	18,4	23,5	27,5	28,9	28,9	28,7	28,6
		Bruit ambiant	28,6	30,4	31,8	34,3	36,2	37,4	39,1	40,6
		<b>EMERGENCE</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	0,8	0,6	0,4	0,3
	R4a	Bruit résiduel	28,5	30,2	31,2	33,3	35,4	36,8	38,7	40,3
		Bruit éoliennes	13,0	18,6	23,7	27,7	29,1	29,1	28,9	28,8
		Bruit ambiant	28,6	30,4	31,9	34,4	36,3	37,5	39,2	40,6
		<b>EMERGENCE</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	0,9	0,7	0,5	0,3
Les Bordes	R4b	Bruit résiduel	28,5	30,2	31,2	33,3	35,4	36,8	38,7	40,3
		Bruit éoliennes	10,0	15,2	20,2	24,0	25,5	25,4	25,2	25,1
		Bruit ambiant	28,5	30,3	31,5	33,8	35,8	37,1	38,9	40,4
		<b>EMERGENCE</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	0,4	0,3	0,2	0,1
<b>Optimisation nécessaire</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		

Optimisation nécessaire = diminution nécessaire de la contribution au niveau du parc pour respecter les seuils réglementaires  
 Niveau ambiant inférieur ou égal à 35 dB(A) : aucun seuil d'émergence n'est à respecter dans ce cas  
 Rappel : si bruit ambiant > 35 dB(A), seuil de 3 dB(A)

5.2.2. EMERGENCES EN MODE STANDARD E126 – 116M

Les tableaux suivants présentent l'ensemble de ces résultats pour la période de jour (7h-22h), puis pour la période de nuit (22h-7h).

EMERGENCES GLOBALES - ENERCON E126 - 3 MW - hauteur de mât de 116 m

EMERGENCES GLOBALES - ENERCON E126 - 3 MW - hauteur de mât de 116 m

Table with columns: 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. Rows include locations like Beaune-la-Rolande, Le Bois de la Leu, Batilly-en-Gâtinais, etc.

Table with columns: 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. Rows include locations like Beaune-la-Rolande, Le Bois de la Leu, Batilly-en-Gâtinais, etc.

Optimisation nécessaire = diminution nécessaire de la contribution au niveau du parc pour respecter les seuils réglementaires  
Niveau ambiant inférieur ou égal à 35 dB(A) : aucun seuil d'émergence n'est à respecter dans ce cas  
Rappel : si bruit ambiant > 35 dB(A), seuil de 5 dB(A)

Optimisation nécessaire = diminution nécessaire de la contribution au niveau du parc pour respecter les seuils réglementaires  
Niveau ambiant inférieur ou égal à 35 dB(A) : aucun seuil d'émergence n'est à respecter dans ce cas  
Rappel : si bruit ambiant > 35 dB(A), seuil de 3 dB(A)



Les résultats du calcul des émergences indiquent le respect des seuils réglementaires en période de jour pour le projet éolien du Bois de Chaumont.

En période de nuit, des risques de dépassements des seuils réglementaires sont estimés au droit des lieux-dits La Pierre Percée (R2a), Le Bois de la Leu et Menneville pour des vitesses de vents comprises entre 6 et 7 m/s.

Un plan de fonctionnement optimisé est donc à prévoir pour la période nocturne, dans le but de respecter les seuils réglementaires.

Les résultats du calcul des émergences indiquent le respect des seuils réglementaires en période de jour pour le projet éolien du Bois de Chaumont.

### 5.3. FONCTIONNEMENT OPTIMISE

Un plan de fonctionnement optimisé consiste à brider (fonctionnement réduit) une partie des éoliennes, selon la période de nuit et selon la vitesse de vent.

Le plan de fonctionnement optimisé proposé pour le projet éolien du Bois de Chaumont est le suivant :

NUIT (22h-7h) Fonctionnement optimisé - ENERCON E126 - EP3 - 3MW - hauteur de mât de 99 m								
Eolienne	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
E1	mode standard	mode standard	mode standard	mode II s	mode II s	mode standard	mode standard	mode standard
E2	mode standard	mode standard	mode standard	mode 1000 kW s	mode 1500 kW s	mode standard	mode standard	mode standard
E3	mode standard	mode standard	mode standard	mode II s	mode II s	mode standard	mode standard	mode standard
E4	mode standard	mode standard	mode standard	mode II s	mode II s	mode standard	mode standard	mode standard
E5	mode standard	mode standard	mode standard	mode II s	mode 1500 kW s	mode standard	mode standard	mode standard

*Fonctionnement optimisé E126 de 3 MW – 99m de hauteur en fonction de la vitesse de vent standardisée*

NUIT (22h-7h) Fonctionnement optimisé - ENERCON E126 - EP3 - 3MW - hauteur de mât de 116 m								
Eolienne	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
E1	mode standard	mode standard	mode standard	mode II s	mode II s	mode standard	mode standard	mode standard
E2	mode standard	mode standard	mode standard	mode 1000 kW s	mode 1500 kW s	mode standard	mode standard	mode standard
E3	mode standard	mode standard	mode standard	mode II s	mode II s	mode standard	mode standard	mode standard
E4	mode standard	mode standard	mode standard	mode II s	mode II s	mode standard	mode standard	mode standard
E5	mode standard	mode standard	mode standard	mode II s	mode 1500 kW s	mode standard	mode standard	mode standard

*Fonctionnement optimisé E126 de 3 MW – 116m de hauteur en fonction de la vitesse de vent standardisée*

Le porteur de projet étant soumis à la directive européenne pour le marché des turbines, il s'engage en tout état de cause à réaliser une campagne de mesures de réception acoustique à la mise en service du parc éolien pour vérifier le respect de ces seuils réglementaires.

En appliquant les modes optimisés définis précédemment, les seuils réglementaires sont respectés pour l'ensemble des zones à émergence réglementée à proximité du projet, comme le montre le tableau suivant.



## 5.4. 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 pour les types de configurations E126 en 99 m est de 194,4 m et pour la E126 en 116 m est de 214,8 m.

**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 les types d'éoliennes étudiés.**



*Isophones au périmètre de mesure du bruit de l'installation – Configuration E126 en 99 m*

## 5.5. TONALITE MARQUEE

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

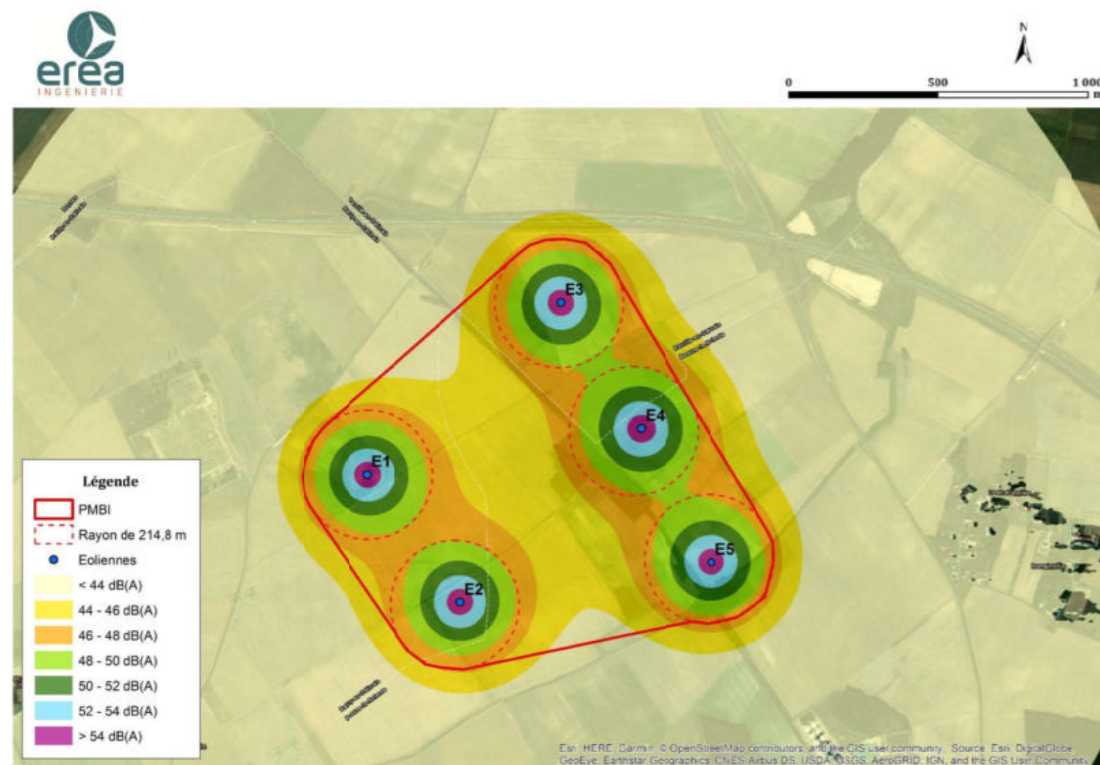
Ainsi, dans le cas où le bruit des éoliennes est à tonalité marquée de manière établie ou cyclique, sa durée d'apparition ne doit pas excéder 30% de la durée de fonctionnement de l'établissement dans chacune des périodes diurne et nocturne. La signature spectrale de l'éolienne chez les riverains reste théoriquement la même quelle que soit la vitesse du vent. L'étude de tonalité pour une vitesse de vent peut suffire à répondre à la problématique. Cette étude de la tonalité marquée peut directement être étudiée sur le spectre de puissance acoustique donné par le constructeur. Il est en effet admis que, malgré les déformations subies par le spectre de l'éolienne notamment par les effets de sol et d'absorption atmosphérique, celles-ci n'entraîneront pas de déformation suffisamment inégale sur des bandes de 1/3 d'octave adjacentes pour provoquer, chez le riverain, une tonalité marquée imputable au bruit des éoliennes.

Les tonalités des éoliennes ENERCON E126 – 3 MW avec peignes sont calculées à partir des données des émissions spectrales des machines selon les données du constructeur disponibles en tiers d'octave.

Les tableaux suivants présentent les tonalités en dB, calculées pour les différentes vitesses de vent à hauteur de la nacelle.

Enercon E126 - 3,0 MW (vitesse de vent à hauteur nacelle)

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



Isophones au périmètre de mesure du bruit de l'installation – Configuration E126 en 116 m

Fréquences (en Hz)	630 Hz	800 Hz	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz
5 m/s	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	0,1	0,4	0,1	1,0	1,7	3,2
6 m/s	0,2	0,1	0,2	0,4	0,3	0,2	0,4	0,2	1,0	1,7	3,1
7 m/s	0,1	0,0	0,1	0,4	0,3	0,2	0,4	0,2	0,9	1,6	3,1
8 m/s	0,0	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	0,4	0,1	1,0	1,6	2,9
9 m/s	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,1	0,4	0,1	0,9	1,6	2,9
10 m/s	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,2	0,4	0,1	0,8	1,5	2,7
11 m/s	0,1	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,4	0,0	0,7	1,2	2,5
12 m/s	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3	0,5	0,1	0,6	1,1	2,4
13 m/s	0,2	0,1	0,0	0,2	0,1	0,4	0,6	0,3	0,4	1,2	2,8
14 m/s	0,2	0,1	0,0	0,2	0,1	0,4	0,7	0,3	0,5	1,4	3,1
15 m/s	0,3	0,2	0,0	0,2	0,0	0,4	0,7	0,3	0,6	1,6	3,3

*Calculs des tonalités de l'éolienne ENERCON E126 – 3 MW*

**Les données des émissions des éoliennes 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

## 5.6. EFFETS CUMULES

L'étude acoustique présentée dans le cadre de cette demande d'autorisation environnementale, 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 du Bois de Chaumont. D'autre part, le modèle d'éolienne utilisé pour ce projet permet 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 respecte les valeurs limites.

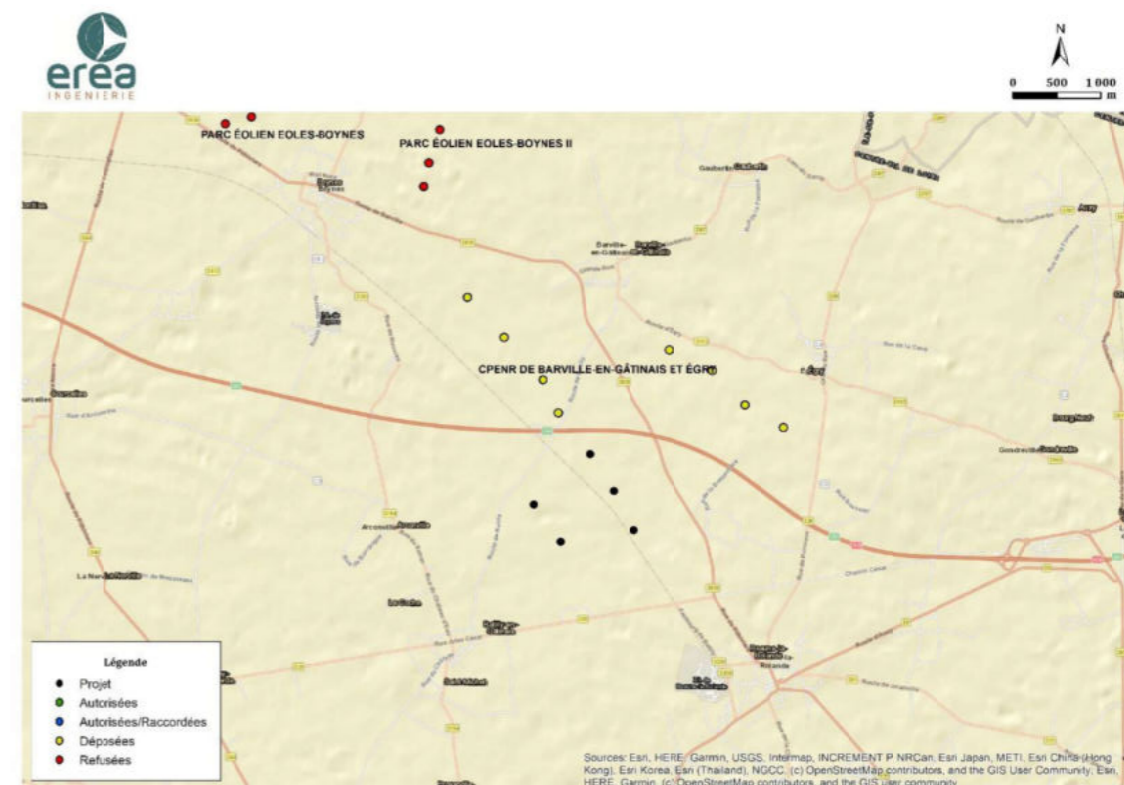
Cette notion est précisée dans le guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres de décembre 2016. Ainsi, il est indiqué que « *Le développement de l'éolien implique de plus en plus de développer des projets dans des zones déjà prospectées et exploitées. L'étude 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) ».*

A notre connaissance le parc en exploitation le plus proche est situé à plus de 11 km du projet éolien du Bois de Chaumont, il s'agit du parc éolien du Gâtinais situé au nord du projet.

Un projet a été refusé au nord à plus de 3,5 km du projet éolien du Bois de Chaumont, il s'agit des projets de Eoles-Boynes I et II.

Un projet a été autorisé le 17/01/2020, il s'agit du projet de CPENR de Barville en Gâtinais et Egry au nord du projet du Bois de Chaumont et de l'autoroute A19.



Localisation du projet du Bois de Chaumont et des parcs/projets voisins

Bien que le projet de CPENR de Barville-en-Gâtinais et Egry sera exploité par un autre exploitant que le projet du Bois de Chaumont, une analyse plus approfondie est réalisée pour les effets cumulés entre les deux projets.

Le projet de CPENR de Barville-en-Gâtinais et Egry sera constitué de 8 éoliennes du modèle suivant :

- Senvion 4,2M148 de 4,2MW et de 114m de hauteur nacelle

La contribution sonore du projet de CPENR de Barville-en-Gâtinais et Egry est estimée à partir du modèle 3D réalisé sous CadnaA avec les hypothèses d'émissions suivantes :

**SENVION - 148 - 4,2 MW - 114 m - Mode 0**

dB(A)	31,5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Global en dB(A)
3 m/s	66,6	72,4	75,5	76,9	84,8	92,8	88,4	83,2	58,9	94,0
4 m/s	66,8	75,3	79,8	82,8	86,1	90,4	87,3	82,6	62,2	94,0
5 m/s	68,3	77,1	82,7	86,4	87,4	89,1	87,2	82,5	65,1	94,4
6 m/s	72,4	81,6	87,3	90,2	91,1	92,5	91,1	85,4	70,5	98,1
7 m/s	75,2	84,2	89,6	92,6	93,8	94,9	94,6	91,3	77,2	101,1
8 m/s	77,1	85,8	91,7	94,7	96,3	97,7	97,2	95,0	79,0	103,7
9 m/s	78,4	87,1	93,0	96,0	97,6	99,0	98,5	96,3	80,3	105,0
10 m/s	78,4	87,1	93,0	96,0	97,6	99,0	98,5	96,3	80,3	105,0

Les calculs des contributions sonores des projets éoliens sont effectués pour les récepteurs localisés sur la carte présentée au chapitre 5.1.4.



*Localisation des deux projets et des récepteurs de calculs*

Les calculs des contributions de chacun des deux projets sont réalisés afin d'analyser précisément les impacts cumulés.

Le tableau suivant présente la contribution sonore de chacun des deux projets pour chaque récepteur.

	R1	R1a	R2	R2a	R3	R3a	R3b	R3c	R3d	R3e	R3f	R4	R4a	R4b
<b>ENSEMBLE</b>	36,6	37,5	38,1	38,2	36,6	36,1	33,1	33,5	34,8	30,6	31,1	36,8	37,6	29,4
<b>CPENR de Barville en Gâtinais et Egry</b>	30,4	28,1	27,4	27,9	20,7	20,5	19,9	19,9	22,3	17,2	22,2	36,1	37,0	27,3
<b>Projet éolien du Bois de Chaumont</b>	35,4	36,9	37,7	37,8	36,5	36,0	32,8	33,3	34,6	30,4	30,5	28,7	28,9	25,2
Contribution sonore de l'ensemble des projets inférieure à 32 dB(A)	non	non	non	non	non	non	non	non	non	oui	oui	non	non	oui
contribution sonore la plus élevée	35,4	36,9	37,7	37,8	36,5	36,0	32,8	33,3	34,6	30,4	30,5	36,1	37,0	27,3
différence CPENR de Barville en Gâtinais et Egry - Projet éolien du Bois de Chaumont	-5,0	-8,8	-10,3	-9,9	-15,7	-15,5	-12,9	-13,4	-12,3	-13,2	-8,3	7,4	8,2	2,1

**Tableau des contributions sonores des éoliennes des différents projets éoliens à la vitesse de vent standardisée de 10m/s**

Ces calculs correspondent à la puissance maximale produite par les machines, et donc aux niveaux sonores maximaux générés par ces dernières.

Pour les récepteurs R1 à R3f la contribution sonore des éoliennes du projet du Bois de Chaumont est supérieure à l'autre projet. Au nord du projet (R4 à R4b), la contribution du projet du CPENR de Barville en Gâtinais est plus importante que celle du projet éolien du Bois de Chaumont.

## 5.7. 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 au sein de la zone d'étude est représentative d'une zone rurale calme marquée par les activités anthropiques dont l'agriculture et la circulation routière (autoroute A19). Ces bruits vont a priori peu évoluer, avec ou sans la prise en considération du projet éolien du Bois de Chaumont. En effet, seul le trafic routier sur l'A19 risque d'augmenter légèrement, sans toutefois modifier significativement 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, mais l'ambiance sonore générale restera caractéristique d'une zone rurale avec quelques activités anthropiques.

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 dossier de demande d'autorisation environnementale du projet éolien du Bois de Chaumont. Ce rapport intègre les différents éléments de l'arrêté du 26 août 2011, modifié le 6 novembre 2014, 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 cinq éoliennes sur les communes de Beaune-la-Rolande, Barville-en-Gâtinais et Batilly-en-Gâtinais. Dans l'ensemble du rapport, ce projet est considéré comme un nouveau projet indépendant des autres projets connus avec des exploitants différents. Ainsi, la présente étude prend en compte les cinq 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

Les niveaux sonores mesurés *in situ* sont variables d'une journée à l'autre, mais d'une manière générale les niveaux observés de jour et de nuit sont caractéristiques d'un environnement rural relativement calme. Toutefois, il convient de noter de la présence de l'autoroute A19 qui peut potentiellement impacter certains points au nord du projet.

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 27 et 48 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). Une configuration est calculée à partir de deux modèles d'éolienne ENERCON E126 3MW 99 m et 116 m de hauteur de nacelle.

L'analyse prévisionnelle ne montre aucun risque de dépassement des seuils réglementaires en période de jour au droit des habitations riveraines du projet.

En revanche, elle montre des risques de dépassement des seuils réglementaires en période de nuit au droit de certaines habitations riveraines au projet, pour des vitesses de vent standardisées de 6 à 7 m/s.

Par conséquent, une mesure de réduction d'impact acoustique est proposée avec la mise en place d'un plan de fonctionnement optimisé. Il s'agit de brider une partie des éoliennes en période de nuit, pour des vitesses de vent standardisées comprises entre 6 et 7 m/s.

Il n'apparaît pas de tonalité marquée au droit des habitations riveraines du projet pour le type d'éolienne utilisé pour le projet éolien du Bois de Chaumont.

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 où les principales sources de bruit sont les activités humaines, agricole et les axes de transport plus ou moins fréquentés.

**En conclusion, l'analyse acoustique prévisionnelle fait apparaître que les seuils réglementaires admissibles seront respectés, en considérant les modes de fonctionnement définis, pour l'ensemble des zones à émergence réglementée concernées par le projet éolien, quelles que soient les périodes de jour ou de nuit et les conditions (vitesse et direction) de vent.**



## ANNEXE

ANNEXE N°1 : ANALYSES « BRUIT-VENT »

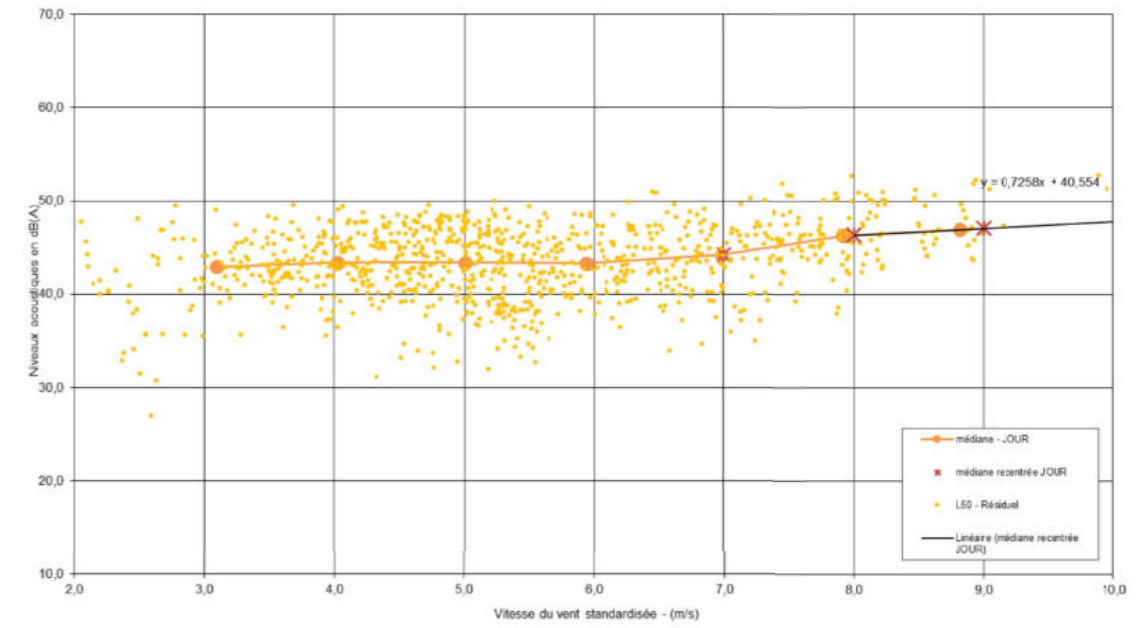
ANNEXE N°2 : DONNEES DES EMISSIONS

ANNEXE N°3 : LOGICIEL DE CALCULS

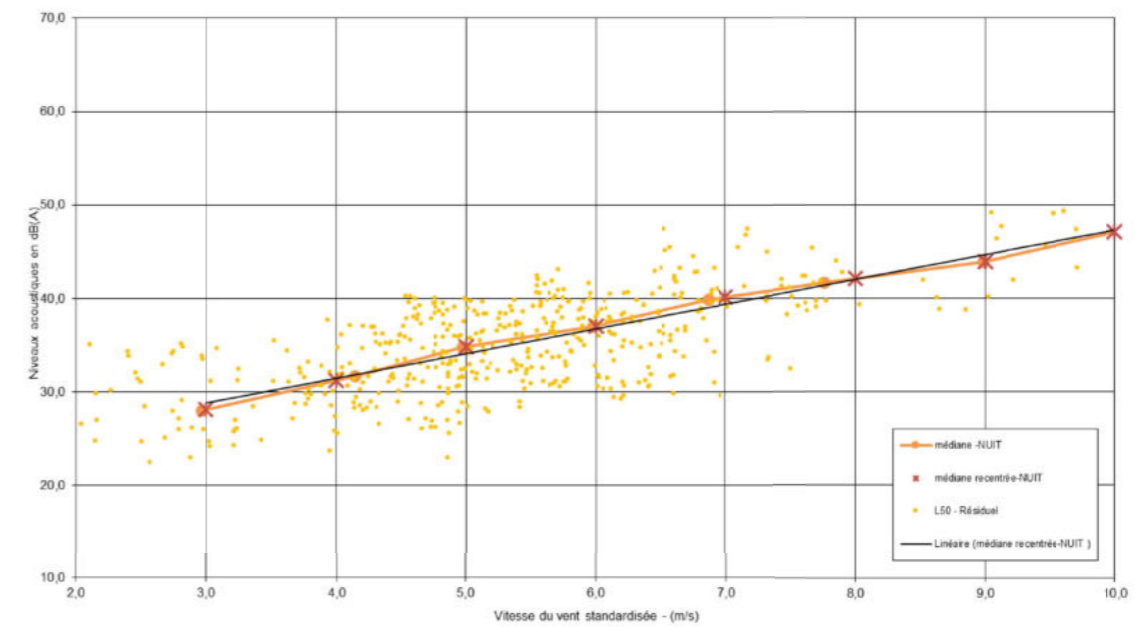
## ANNEXE N°1 : ANALYSES « BRUIT-VENT »

Les analyses « bruit-vent » sont présentées ci-après pour chacun des 4 points de mesures réalisés.

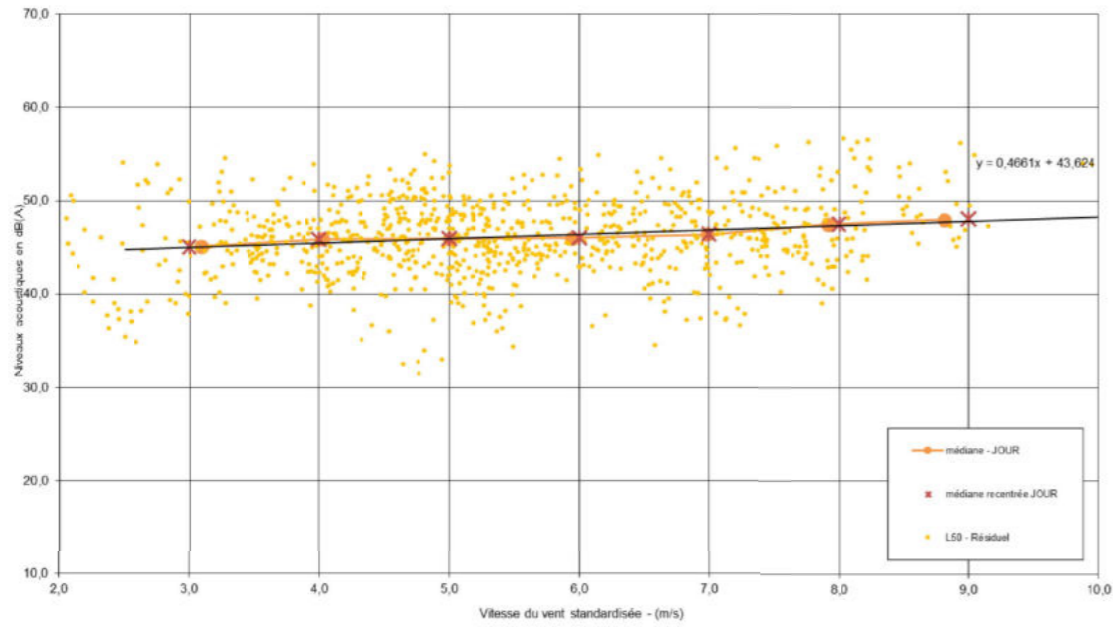
PF1 - La Bretonnière Nord - Période de Jour (7h-22h)



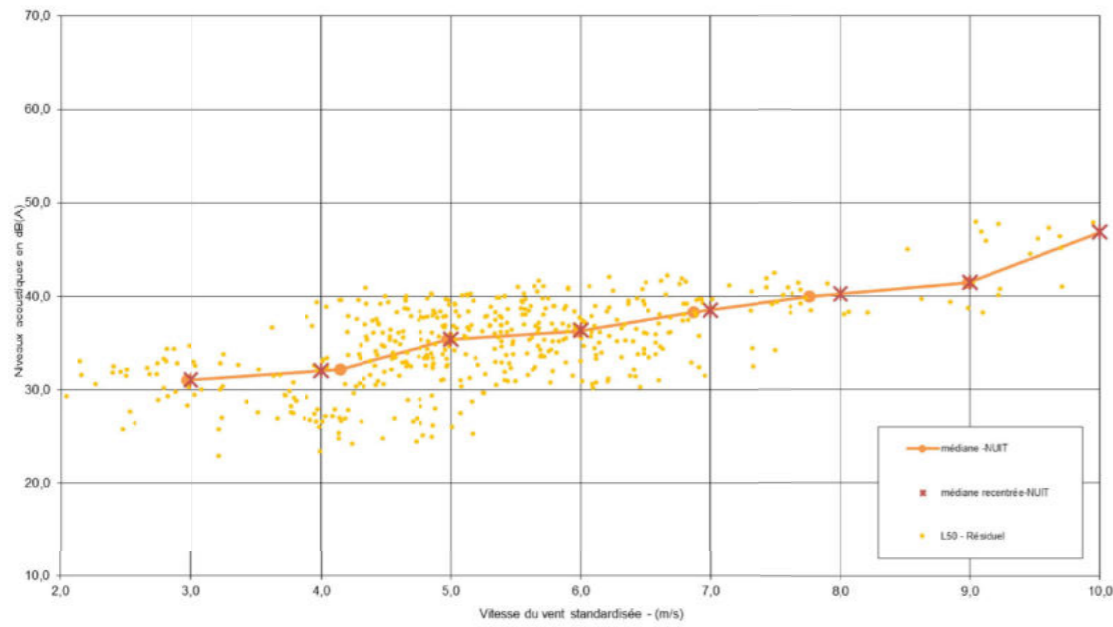
PF1 - La Bretonnière Nord - Période de Nuit (22h-7h)



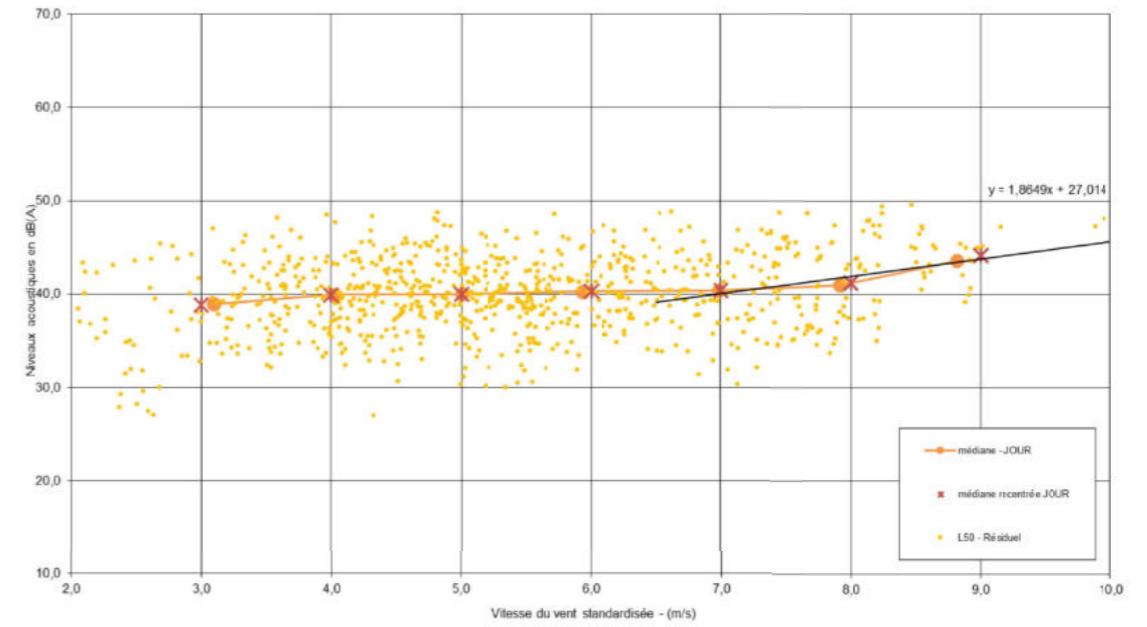
PF2 - La Bretonnière Sud - Période de Jour (7h-22h)



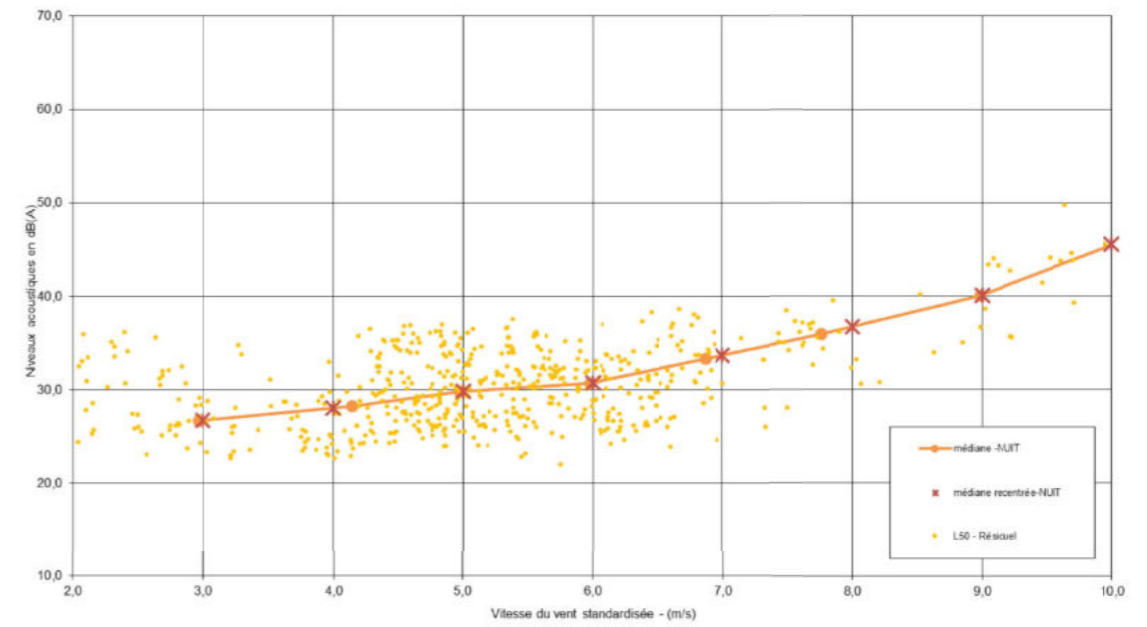
PF2 - La Bretonnière Sud - Période de Nuit (22h-7h)



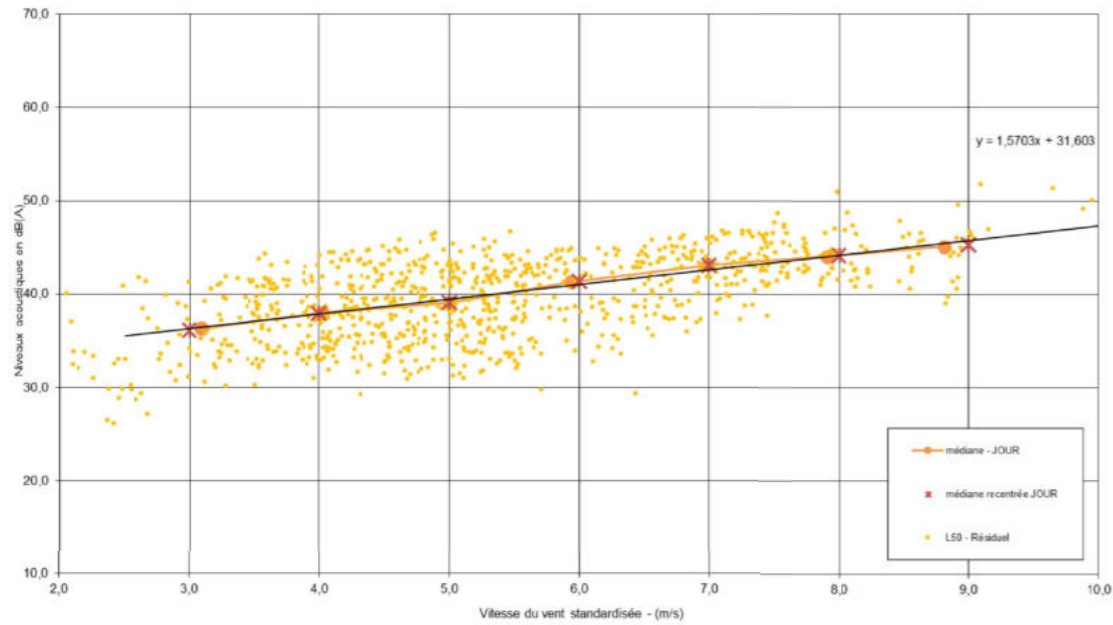
PF3 - Bois de la Leu - Période de Jour (7h-22h)



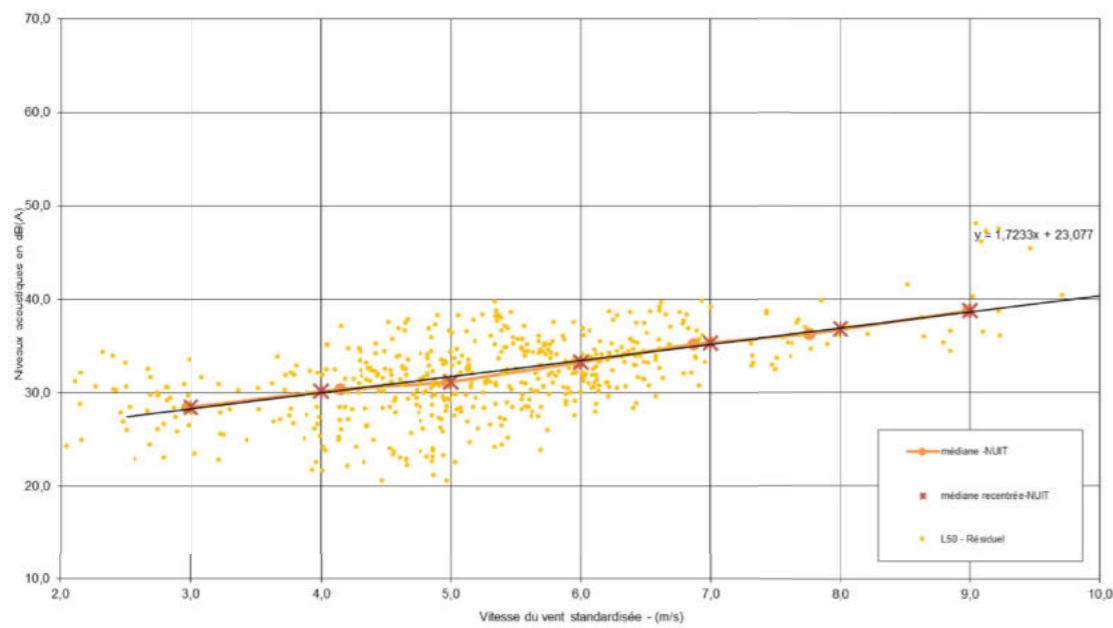
PF3 - Bois de la Leu - Période de Nuit (22h-7h)



PF4 - Barville - Période de Jour (7h-22h)



PF4 - Barville - Période de Nuit (22h-7h)



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

**Data Sheet**

**ENERCON Wind Energy Converter E-126 EP3 / 3000 kW with  
TES (Trailing Edge Serrations)  
Operating Modes 0 s, I s, II s and Power-Reduced Operation**





### 3.2 Calculated sound power levels – operating mode 0 s

In mode 0 s the wind energy converter operates in a power-optimised mode to achieve optimum yield. The highest expected sound power level is 105.4 dB(A) in the nominal power range. Once nominal power has been achieved a steady level is guaranteed.

Tab. 4: Technical specifications

Parameter	Value	Unit
Power ( $P_n$ )	3000	kW
Nominal wind speed	14.0	m/s
Minimum operating speed	4.4	rpm
Speed setpoint	12.0	rpm

The following sound power levels apply, taking into account the specified uncertainties in ch. 2, p. 10.

Tab. 5: Calculated sound power level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

Wind speed ( $v_s$ ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)			
	HH 86 m	HH 99 m	HH 116 m	HH 135 m
3 m/s	88.1	88.3	88.5	88.7
3.5 m/s	90.0	90.3	90.9	91.4
4 m/s	93.6	94.2	94.8	95.3
4.5 m/s	96.7	97.2	97.7	98.2
5 m/s	99.3	99.7	100.2	100.7
5.5 m/s	101.5	101.9	102.3	102.8
6 m/s	103.4	103.8	104.2	104.5
6.5 m/s	104.7	104.8	105.0	105.1
7 m/s	105.2	105.3	105.3	105.4
7.5 m/s	105.4	105.4	105.4	105.4
8 m/s	105.4	105.4	105.4	105.4
8.5 m/s	105.4	105.4	105.4	105.4
9 m/s	105.4	105.4	105.4	105.4
9.5 m/s	105.4	105.4	105.4	105.4
10 m/s	105.4	105.4	105.4	105.4
10.5 m/s	105.4	105.4	105.4	105.4
11 m/s	105.4	105.4	105.4	105.4
11.5 m/s	105.4	105.4	105.4	105.4
12 m/s	105.4	105.4	105.4	105.4

## 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.

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.



**Cadna A : 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 min), 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 ligne téléphonique.

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

### ❖ Manipulation intuitive

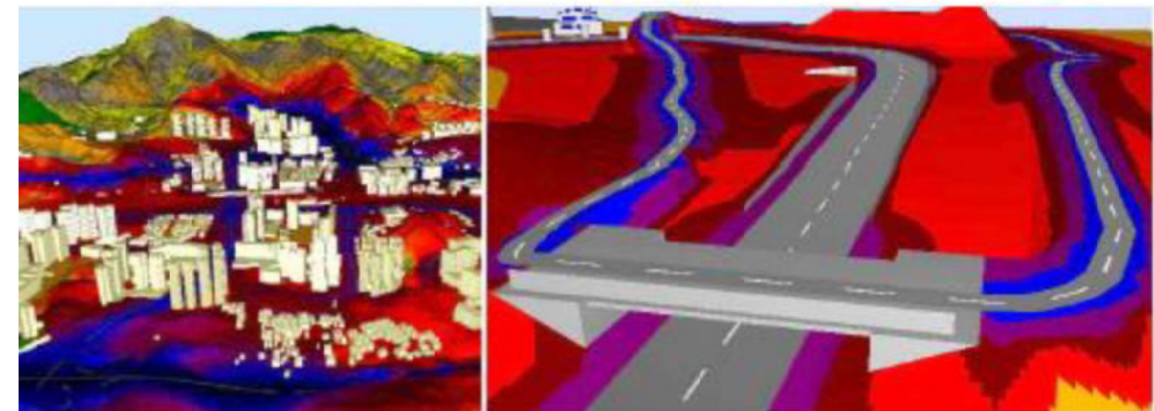
Travaillez dans une interface claire et bien ordonnée pour des calculs simples, tout en bénéficiant des possibilités les plus sophistiquées pour la manipulation de vos données lorsque l'analyse devient plus complexe. Concentrez-vous sur le projet, et non pas sur le logiciel. Toutes les caractéristiques 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 calcul et les consignes réglementaires. Exécutez une analyse préliminaire 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 calculateurs 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/mn)
- 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

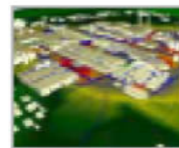
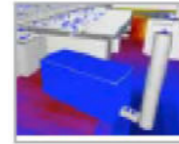
### (Option FLC)

- Calcul du bruit émis par les aéroports civils et militaires en fonction des méthodes de calcul AEB 2008, AEB (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 AUSTAL2000 (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



Venez nous rendre visite  
Visitez le site  
[www.datakustik.com](http://www.datakustik.com)



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



Utilisez également notre logiciel CadnaA R<sup>®</sup> 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

## DataKustik

DataKustik GmbH  
Gewerbering 5  
80926 Greifenberg  
Allemagne  
Téléphone : +49 8192 93308 0  
[info@datakustik.com](mailto:info@datakustik.com)  
[www.datakustik.com](http://www.datakustik.com)