



PROJET EOLIEN DE LA FONTAINE DU BERGER (02)

Etude d'impact acoustique

7 avril 2017

Rapport n°249ACO2016-01K



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

Tél : 02 47 26 88 16

E-mail : contact@erea-ingenierie.com

www.erea-ingenierie.com

SOMMAIRE

1. PREAMBULE	4
2. PRESENTATION DU SITE ET DU PROJET.....	5
3. CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET QUELQUES DEFINITIONS	6
3.1. CONTEXTE REGLEMENTAIRE	6
3.1.1. Textes réglementaires.....	6
3.1.2. Contexte normatif.....	7
3.2. GENERALITES SUR LE BRUIT	8
3.2.1. Quelques définitions.....	8
3.2.2. Commentaires sur les infrasons	10
3.2.3. Commentaires sur les effets extra-auditifs du bruit.....	11
3.2.4. Echelle de bruit	15
3.3. PARTICULARITE DU BRUIT DES EOLIENNES	16
4. ETAT INITIAL	17
4.1. DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE DE MESURES.....	17
4.2. PRESENTATION DES POINTS DE MESURES	20
4.3.1. Méthodologie générale.....	25
4.3.2. Résultats	27
5. ANALYSE PREVISIONNELLE	29
5.1. CALCULS PREVISIONNELS DE LA CONTRIBUTION DU PROJET	29
5.1.1. Présentation du modèle de calcul.....	29
5.1.2. Configuration étudiée	30
5.1.3. Hypothèses d'émissions.....	30
5.1.4. Résultats des calculs.....	32
5.2. ESTIMATION DES EMERGENCES	37
5.2.1. Résultats des émergences pour des vents de Sud-Ouest	38
5.2.1. Résultats des émergences pour des vents de Nord-Est.....	41
5.2.2. Modes optimisés	44
5.3. PERIMETRE DE MESURE DU BRUIT.....	48
5.4. TONALITE MARQUEE	50
5.5. EFFETS CUMULES.....	51
6. CONCLUSION	58
6.1. ETAT INITIAL.....	58
6.2. ANALYSE PREVISIONNELLE ET EMERGENCES	58
ANNEXES.....	60
ANNEXE N°1 : ANALYSES « BRUIT-VENT »	61
ANNEXE N°2 : DONNEES DES EMISSIONS SONORES	65

ANNEXE N°3 : INCERTITUDES DE CALCULS.....69

1. PREAMBULE

Ce rapport présente l'état initial acoustique concernant le projet éolien de La Fontaine du Berger, situé dans le département de l'Aisne (02).

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

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

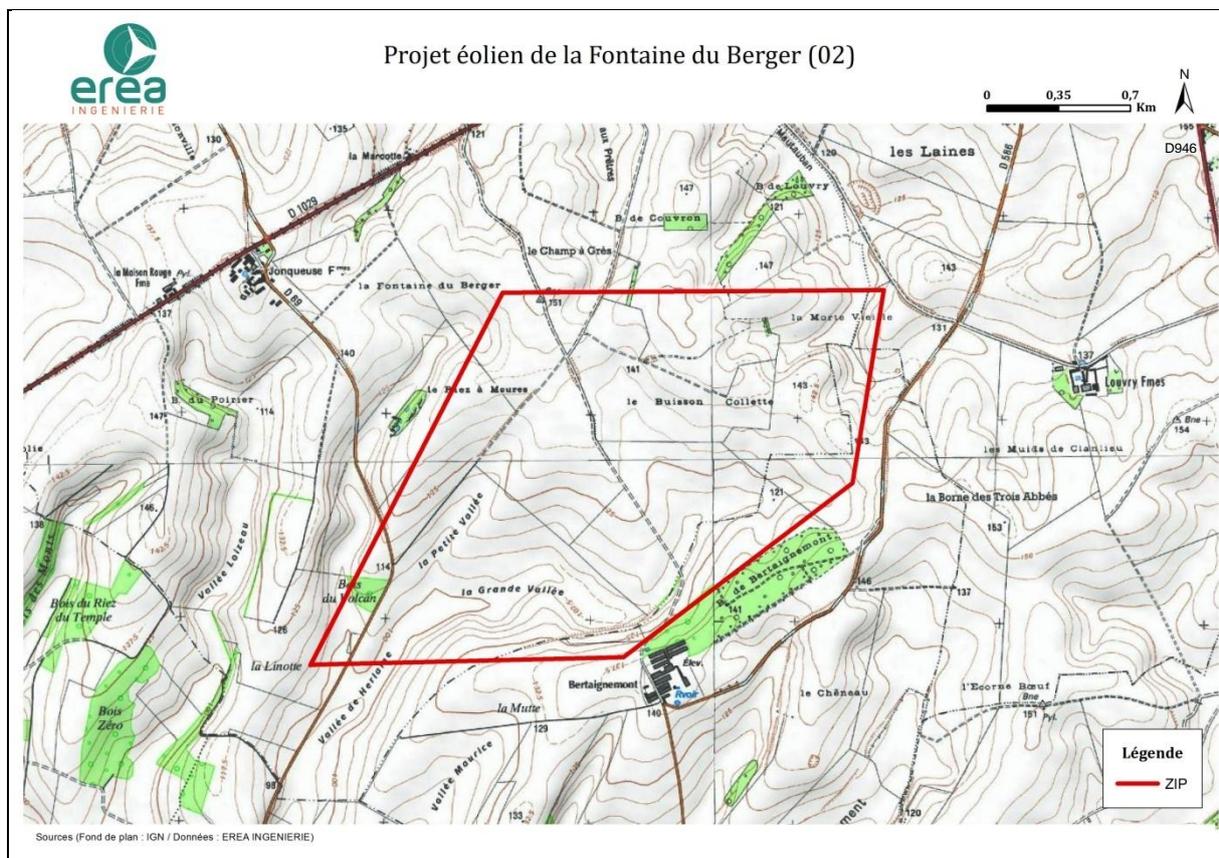
- **Campagnes de mesures *in situ*** : détermination du bruit résiduel sur le site en fonction de la vitesse du vent.
- **Calculs prévisionnels** du bruit des éoliennes : estimation de la contribution sonore du projet au droit des habitations riveraines.
- **Analyse de l'émergence** à partir des deux 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 de La Fontaine du Berger se situe au nord du département de l'Aisne (02) sur la commune de Macquigny.

L'ambiance sonore du site est globalement caractéristique d'un environnement rural calme. Il convient de noter la présence de plusieurs routes départementales (D946, D1029...). La circulation sur ces voies est relativement dense et marque l'ambiance sonore, principalement le jour.

Le premier parc éolien existant autour de la zone d'étude se situe sur la commune de Hauteville à environ 5 kilomètres à l'ouest du projet. Il s'agit d'un parc de 11 éoliennes de 2,5 MW chacune.



Localisation de la zone d'étude

3. CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET QUELQUES DEFINITIONS

3.1. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

3.1.1. TEXTES REGLEMENTAIRES

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

Cette réglementation se base sur **la notion d'émergence** qui est 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).

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

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

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

Niveau de bruit ambiant	Emergence admissible pour la période 7h – 22h	Emergence admissible pour la période 22h – 7h
Supérieur à 35 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.1.2. CONTEXTE NORMATIF

Les niveaux résiduels (ou ambiants lorsque les éoliennes sont en service) doivent être déterminés à partir de mesures *in situ* conformément à la norme NFS 31-010 de décembre 1996 "caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement". Celle-ci impose notamment que les mesures soient effectuées dans des conditions de vents inférieurs à 5 m/s à hauteur du microphone.

Le projet de norme NFS 31-114 a pour objectif de compléter et de préciser certains points pour l'adapter aux réceptions de 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 μ Pa).

Fréquence d'un son

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

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

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

Pondération A

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

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

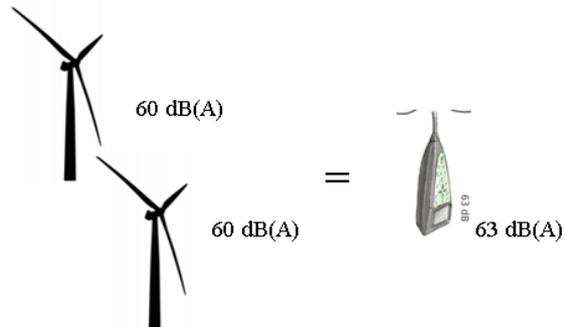
L'unité du niveau de pression devient alors le décibel « A », noté dB(A).

Arithmétique particulière du décibel

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

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

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



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

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

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

Indicateurs L_{Aeq} et L_{50}

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

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

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

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

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

p_0 est la pression acoustique de référence (20 μ Pa).

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

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

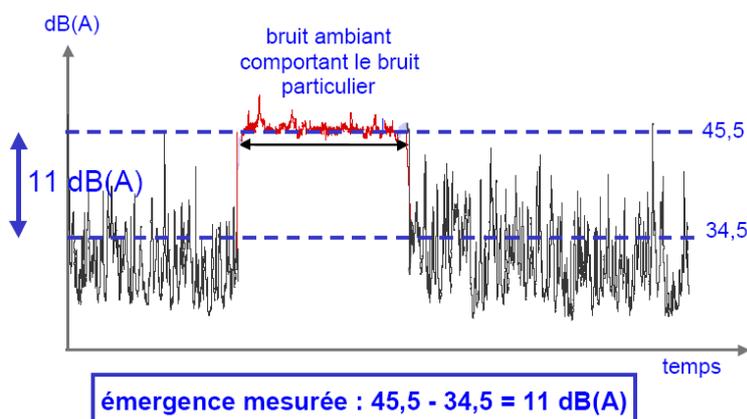
Par exemple, dans le cas de projets éoliens, nous faisons généralement le choix de l'indicateur L_{50} (niveau acoustique atteint ou dépassé pendant 50 % du temps) comme bruit préexistant pour le calcul des émergences car il permet une élimination très large des événements particuliers liés aux activités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

Notion d'émergence

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

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

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



3.2.2. COMMENTAIRES SUR LES INFRASONS

Les infrasons, définis par des fréquences inférieures à 20 Hz, sont inaudibles par l'oreille humaine.

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

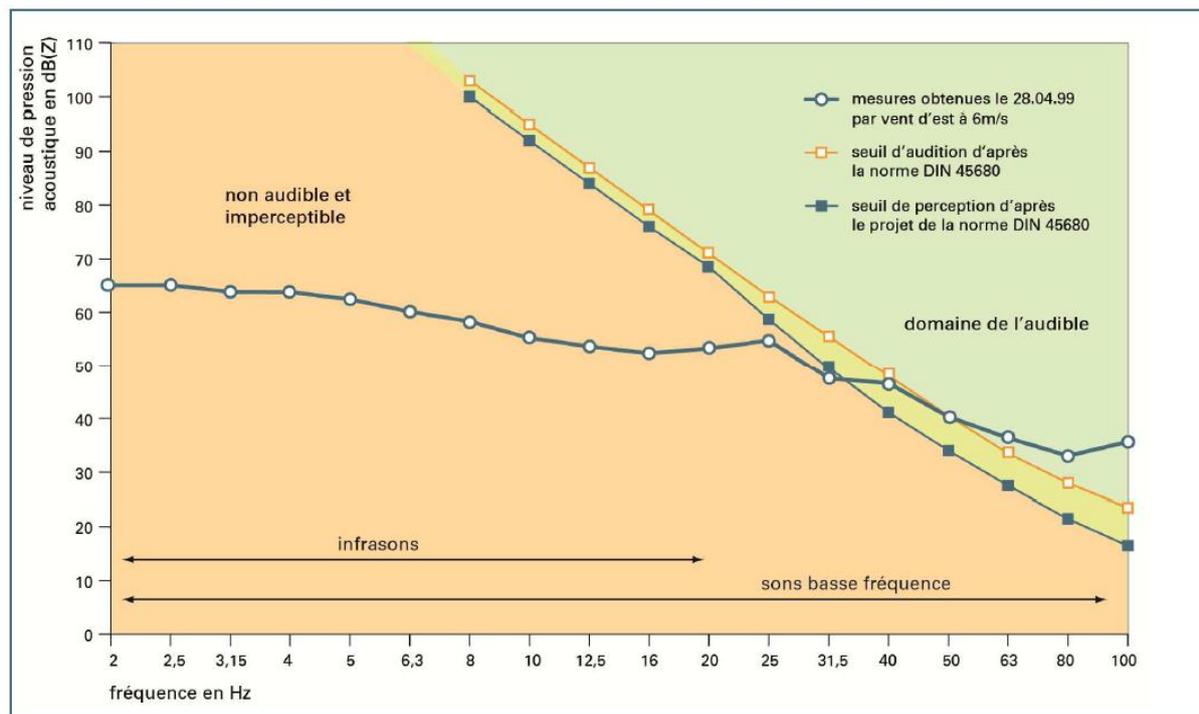
- Origines naturelles : les orages, les chutes d'eau, les événements naturels (tremblements de terre, tempêtes, ...), les obstacles au vent (arbres, falaises, ...).
- Origines techniques : la circulation (routière, ferroviaire ou aéronautique), le chauffage et la climatisation, l'activité industrielle en général, les obstacles au vent (bâtiments, pylônes, éoliennes,...).

A notre connaissance, il n'existe pas de réglementation précise en France relative à cette exposition. En revanche, certains pays étrangers, notamment l'Allemagne, la Suède et la Norvège, définissent des valeurs limites en fonction d'une part, de la fréquence et d'autre part, de la durée d'exposition.

En ce qui concerne l'éolienne, chaque mouvement du rotor engendre des turbulences de l'air, donc des bruits dans tous les domaines de fréquences. Les vibrations des pales et du mât d'une éolienne génèrent des ondes basses fréquences. Les nouveaux types d'éoliennes, dont les pales orientées face au vent se situent devant le mât, produisent moins d'infrasons que les anciennes installations, qui possédaient des pales situées derrière le mât et se retrouvaient régulièrement à l'abri du vent.

L'Office bavarois de protection de l'environnement a mené une étude sur la quantité de bruit émis par une éolienne de 1 mégawatt (de type Nordex N54), à Wiggensbach près de Kempten.

La figure suivante résume les principaux résultats.



Source : Office franco-allemand pour les énergies renouvelables, « Eoliennes : les infrasons portent-ils atteinte à notre santé ? ».

L'éolienne étudiée produit des ondes sonores, qu'un homme debout sur un balcon à une distance de 250 mètres, ne peut entendre que si elles excèdent 40 Hertz. Dans ce cas, les infrasons ne sont pas perceptibles : ils se situent sous les seuils d'audition et de perception.

L'étude est parvenue à la conclusion « qu'en matière d'infrasons, l'émission sonore due aux éoliennes est nettement inférieure à la limite de perception auditive de l'Homme et ne provoque donc aucune nuisance ». Il a été par ailleurs constaté que les infrasons produits par le vent étaient nettement plus forts que ceux engendrés uniquement par l'éolienne.

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 le éoliennes », recense les différents effets extra-auditifs suivants.

Les perturbations du sommeil

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

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

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

Les troubles chroniques du sommeil

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

Ces effets ne sont pas spécifiques des éoliennes.

Les effets sur la sphère végétative

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

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

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

Les effets sur le système endocrinien et immunitaire

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

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

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

Les effets sur la santé mentale

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

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

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

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

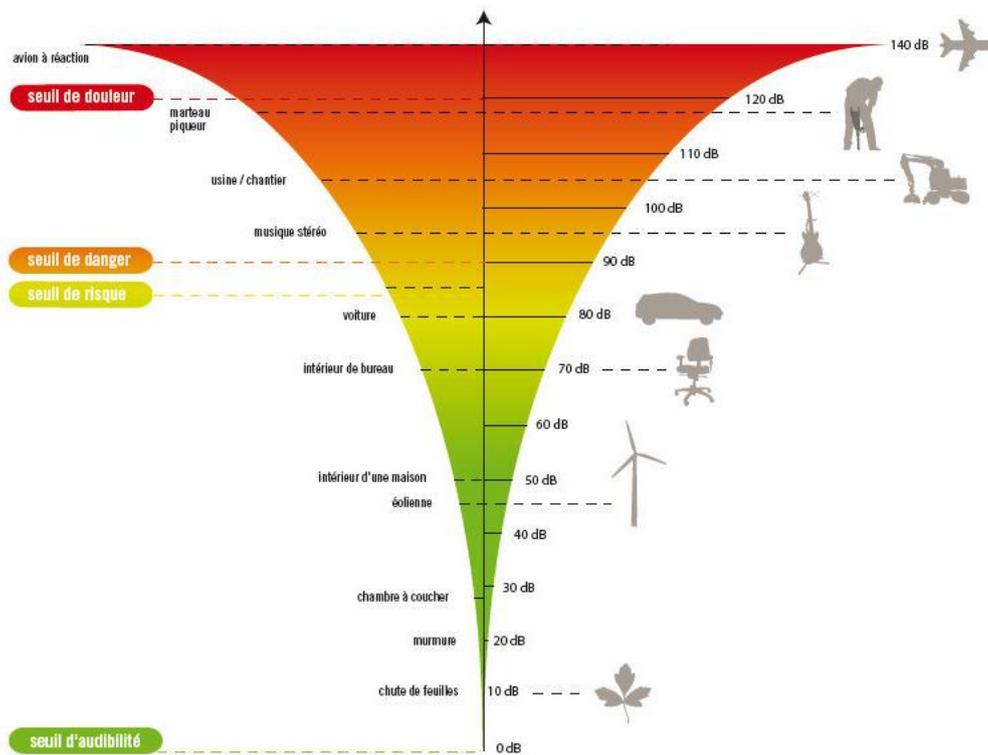
Effet	Classification de l'évidence	Observation des valeurs seuil		
		Mesure	Valeur (dB(A))	Intérieur/Extérieur
Détérioration auditive	Suffisante	L _{Aeq, 24 h}	70	Intérieur
Hypertension	Suffisante	L _{dn}	70	Extérieur
Cardiopathie ischémique	Suffisante	L _{dn}	70	Extérieur
Effets biochimiques	Limitée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

Source : Traduit de Passchier-Vermeer et Passchier, 2000²².

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 ». Le niveau de 45 dB(A) indiqué sur le schéma ci-dessous correspond au bruit mesuré à une distance de moins de 500 m d'une éolienne (distance variable selon le type de machine et les conditions météorologiques) en fonctionnement nominal.



3.3. PARTICULARITE DU BRUIT DES EOLIENNES

On retient généralement les trois phases de fonctionnement suivantes pour définir les différentes sources de bruit issues d'une éolienne :

- A des vitesses de vent inférieures à environ 3 m/s, 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, l'éolienne se met tout juste en fonctionnement et fournit une puissance qui augmente linéairement en fonction de la vitesse du vent jusqu'à environ 10 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, 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.

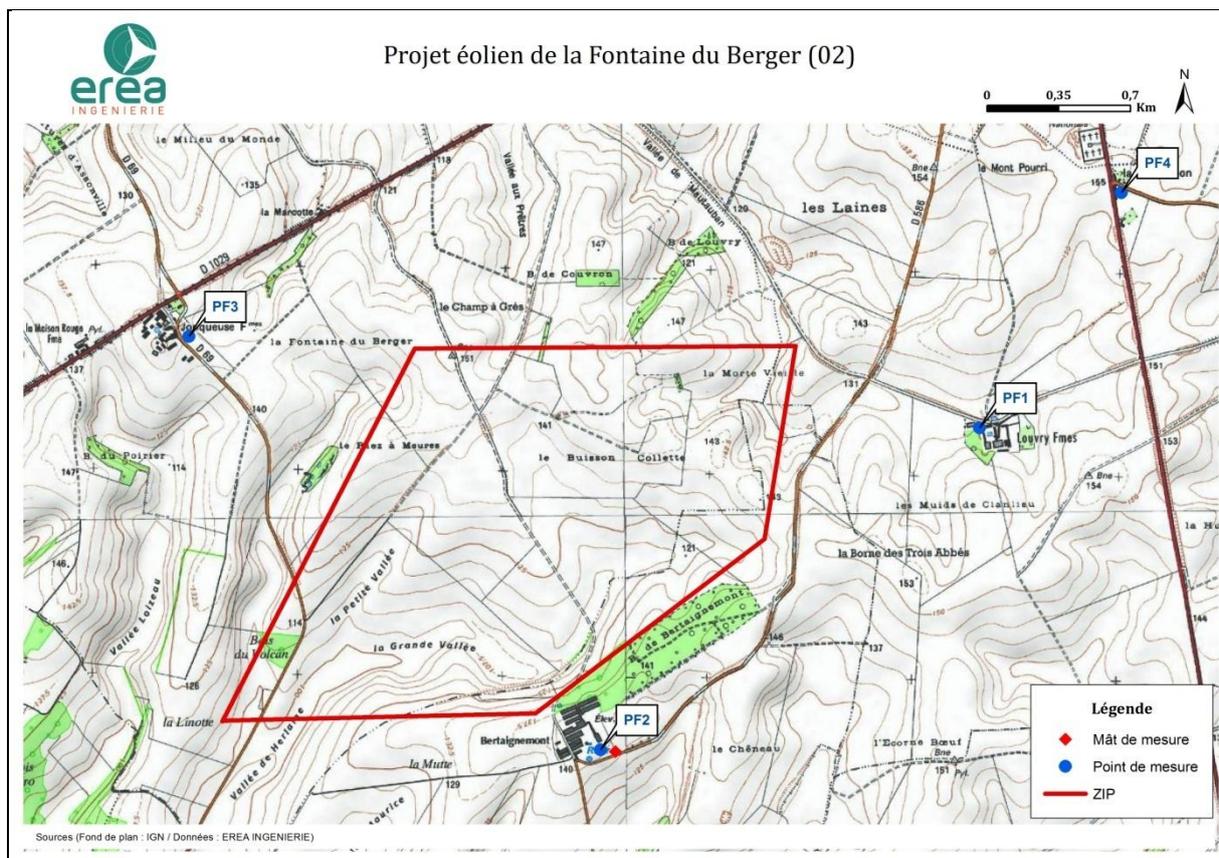
4. ETAT INITIAL

4.1. DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE DE MESURES

Une campagne de mesures *in situ* a été réalisée sur une période de 2 semaines, du 20 janvier au 2 février 2016, afin de caractériser au mieux les différentes ambiances sonores présentes autour de la zone d'implantation potentielle (ZIP).

Cette campagne se compose de **4 points fixes**, placés au droit des habitations les plus exposées au projet.

La carte suivante localise les 4 points de mesures réalisés ainsi que le mât de mesures météorologiques.



Localisation des points et du mât de mesure

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. Les appareils de mesures utilisés sont des sonomètres analyseurs statistiques (classe 1) de type FUSION 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...).

A hauteur des microphones (à environ 1,50 m du sol), la vitesse de vent est inférieure à 5 m/s lors des mesures (vent faible ou masqué par les habitations), conformément à la norme NFS 31-110.

Les mesures météorologiques sont réalisées à l'aide d'une station météorologique positionnée à une hauteur de 10 m. Ce mât est positionné à proximité du point fixe 2, à la ferme de Bertaignemont, dans une configuration représentative du site d'implantation des éoliennes. Ces données sont relevées toutes les 10 minutes.

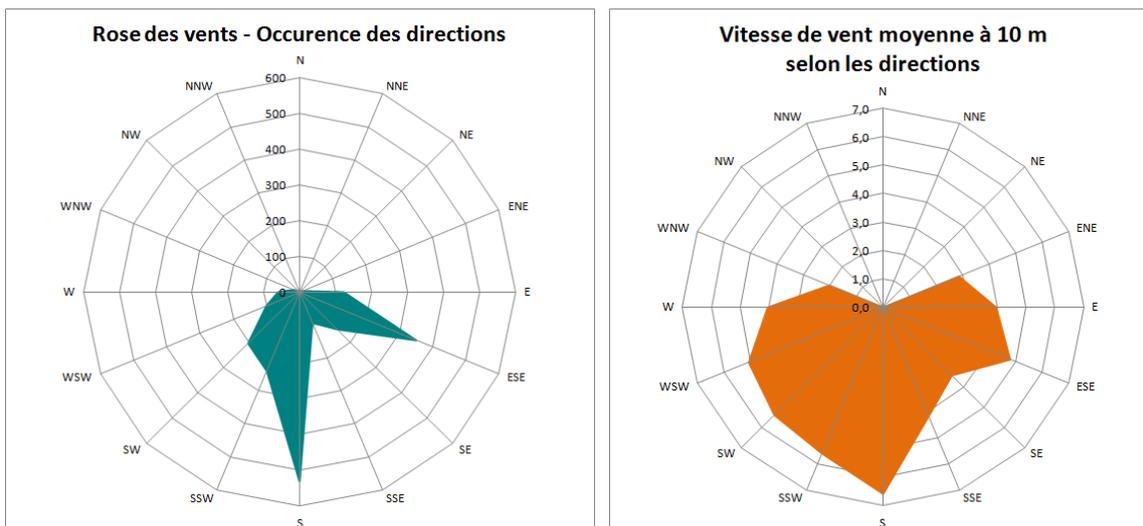
Les données météorologiques sont relevées à l'aide d'une station VAISALA WXT520 positionnées à 10 m de hauteur au dessus du sol. Cette station météorologique est reliée à une station OPERA qui communique au serveur les données enregistrées toutes les 4 heures par réseau 3G.



Photographie du mât de mesures météorologiques

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

- La vitesse de vent maximale relevée est de 12,0 m/s à 10 m du sol le matin du 30 janvier 2016 ;
- Le vent provient principalement du secteur Sud et Est-Sud-Est sur la période de mesures ;
- De fortes précipitations sont observées les 22, 27 et 30 janvier 2016.



Roses des vents du 20 janvier au 2 février 2016

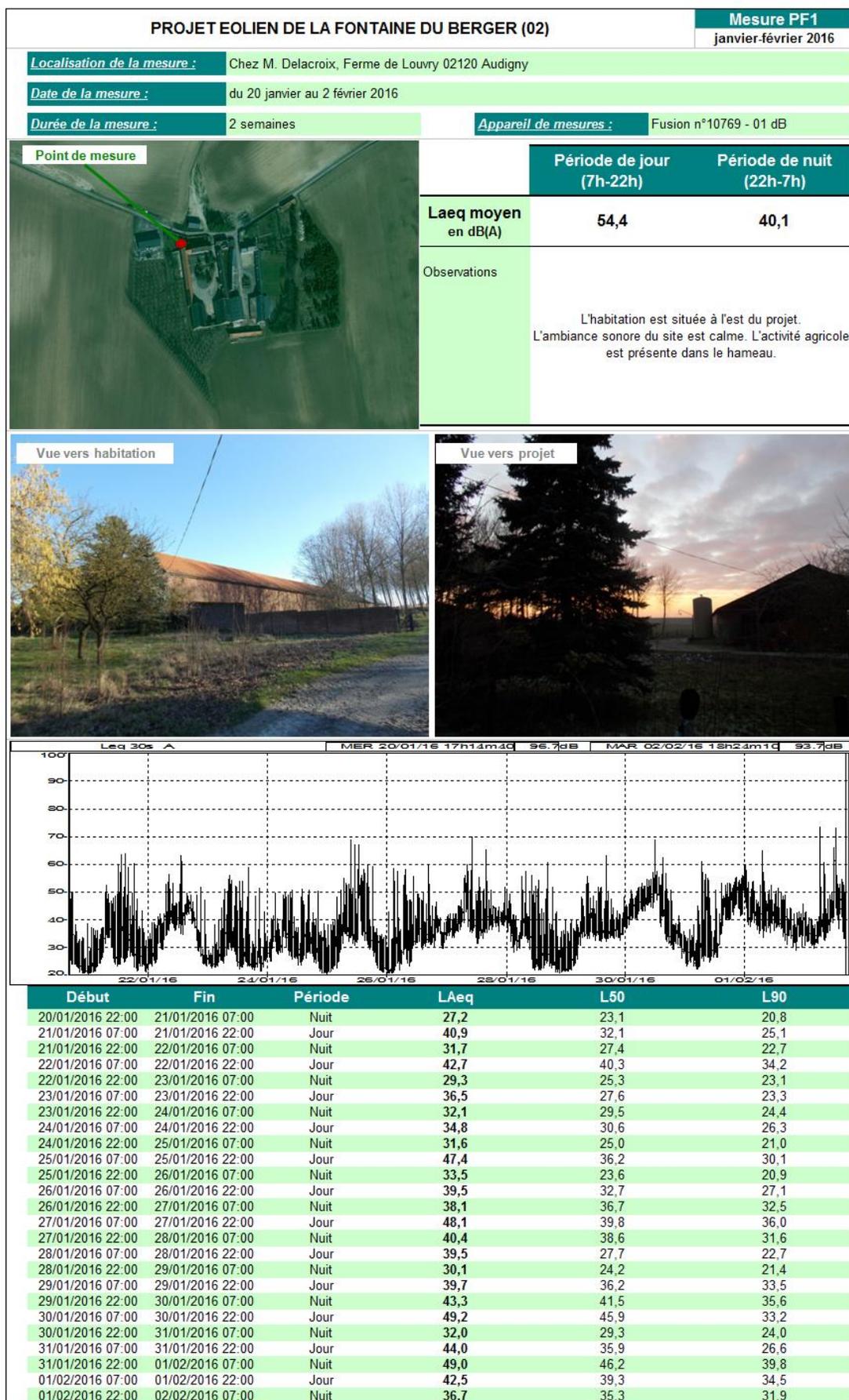
4.2. PRESENTATION DES POINTS DE MESURES

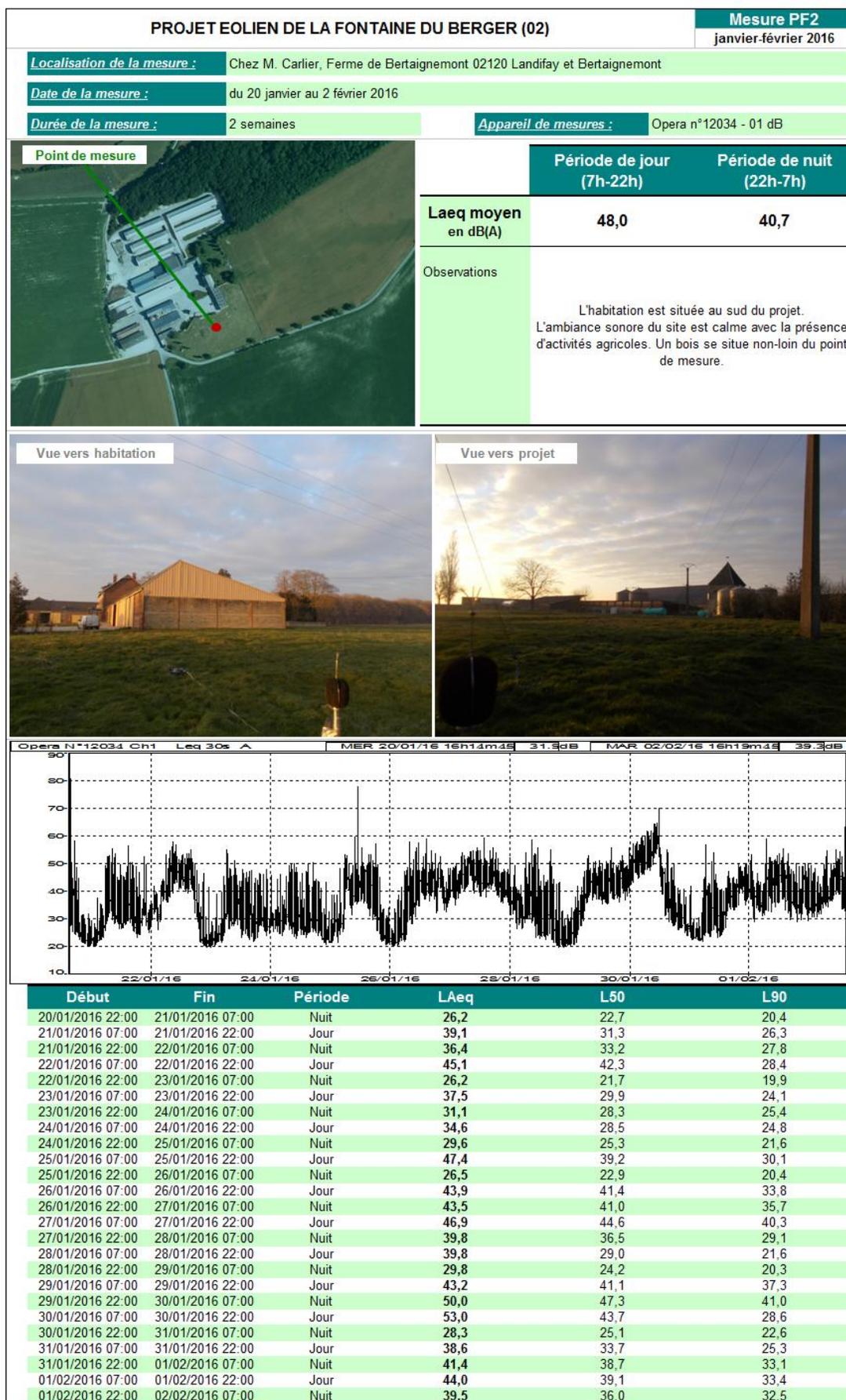
Pour les quatre points de mesures, les fiches ci-après présentent les informations suivantes :

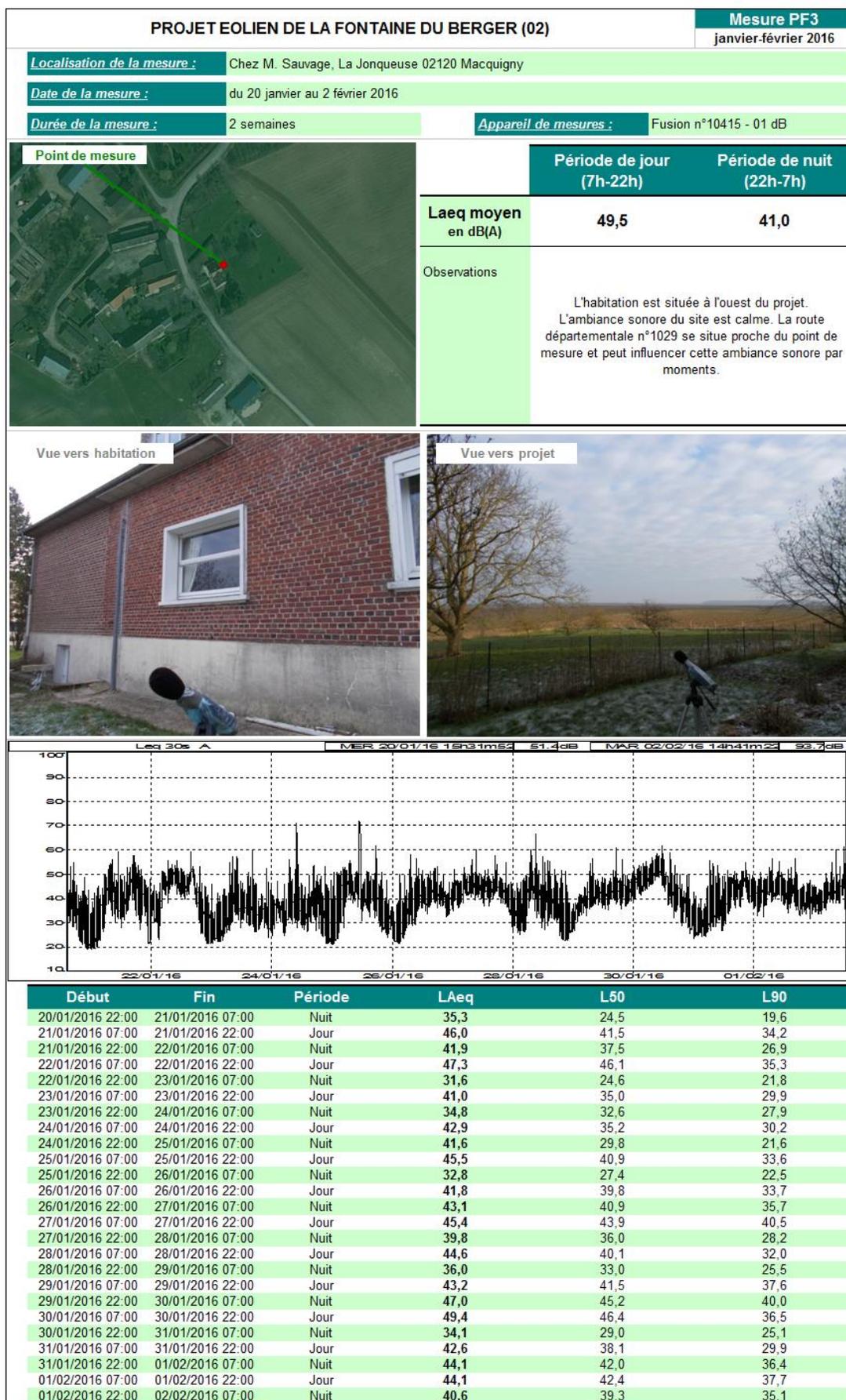
- caractéristiques du site
- photographies et repérage du point de mesure
- évolution temporelle du niveau de bruit
- listing des niveaux L_{Aeq} , L_{90} et L_{50} sur chaque période réglementaire de jour et de nuit
- niveau L_{Aeq} moyen sur chacune des périodes réglementaires.

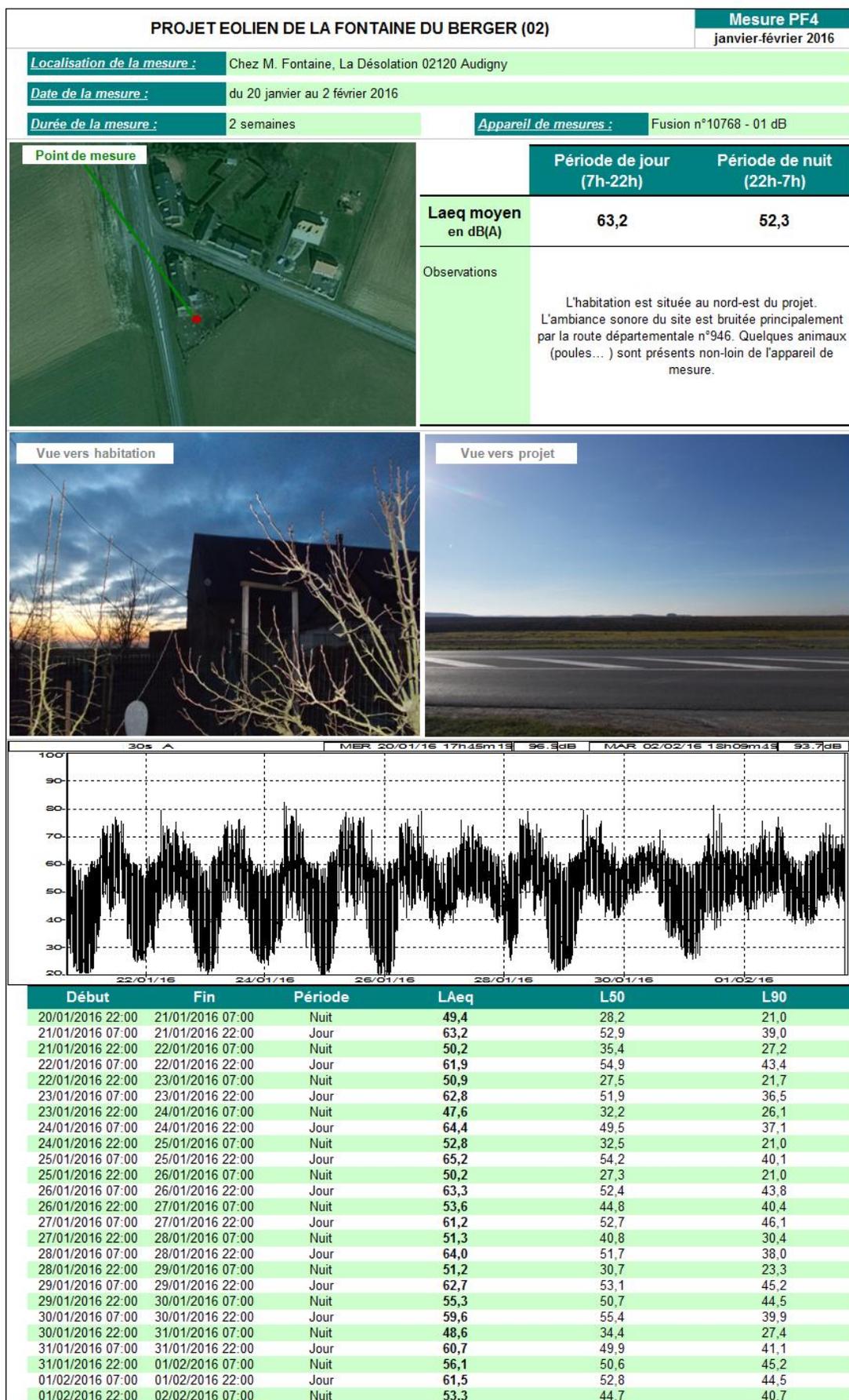
Remarque :

Si l'on observe des périodes qui sont marquées par des évènements particuliers (type : véhicule au ralenti devant le microphone, aboiements répétés, pompes, etc.), elles ne seront pas prises en compte dans le bruit résiduel pour le calcul des émergences. Dans la mesure où l'émergence est calculée à partir des niveaux L_{50} (qui correspondent aux niveaux sonores atteints ou dépassés pendant 50% du temps), la plupart de ces évènements 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_{50}** qui représente le niveau sonore atteint ou dépassé pendant 50 % du temps. Cet indicateur est adapté à la problématique de l'éolien car il caractérise bien les « bruits de fond moyens » en s'affranchissant des bruits particuliers ponctuels.

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

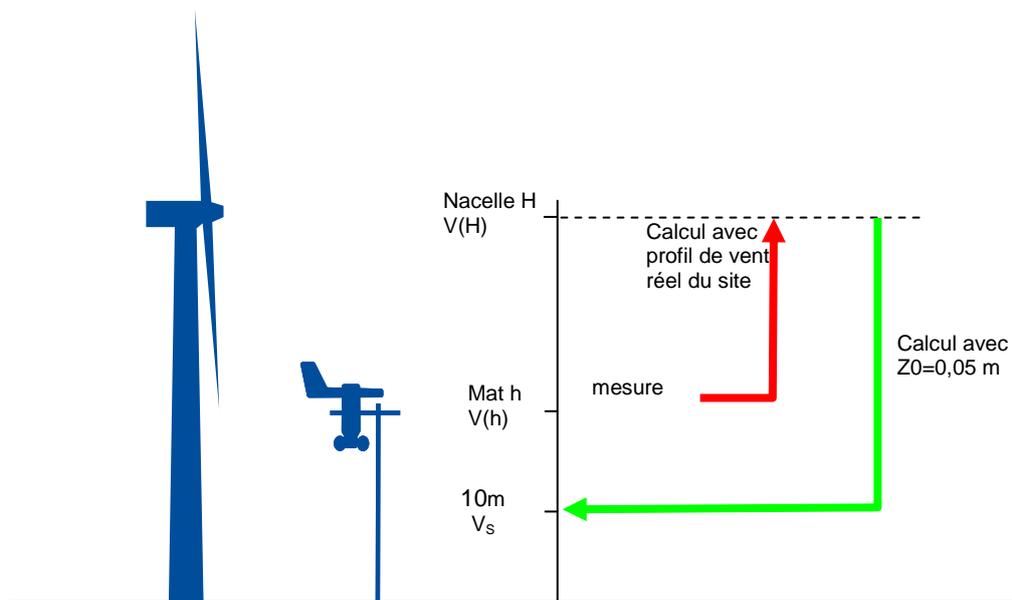
Ces niveaux de bruit résiduel sont ensuite analysés par **classe de vent** (selon la vitesse du vent globalement comprise entre 3 et 10 m/s à la hauteur standardisée de 10 m du sol) et par **classe homogène** (période de jour 7h-22h, de nuit 22h-7h).

- **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 ou le gradient de vitesse vertical α propre au site s'il est connu, puis est ramenée à hauteur de 10 m en considérant la rugosité standard $Z_0=0,05$ m. Ici, vue la configuration du site relativement plane et homogène, la rugosité estimée correspond à la rugosité standard ($Z=0,05$ m).

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

L'analyse porte sur l'ensemble des secteurs de vent. D'une manière générale, les niveaux résiduels varient essentiellement en fonction de la vitesse du vent et peu en fonction de la direction du vent.



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 ».

Le projet de norme NFS 31-114 est une norme de mesurage, et non une norme d'étude avant construction. Toutefois cette norme constitue la source d'inspiration principale pour le traitement des données de cette étude de l'impact prévisionnel acoustique.

Ainsi, 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. RESULTATS

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, « *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 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), le trafic routier, les précipitations. Cette méthode est majorante dans la mesure où, pour ces critères les niveaux sonores sont plus élevés.

Par ailleurs, à cette période de l'année, il n'apparaît pas de chorus matinal (réveil de la nature) pendant la période de nuit. Ce chorus apparaît en période estivale avec des niveaux sonores plus élevés entre 5h et 7h.

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

Nb échantillons JOUR (7h-22h)	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
PF1	138	139	77	101	225	125	37	3
PF2	136	123	76	110	216	115	38	2
PF3	131	132	84	106	223	119	41	7
PF4	146	127	48	97	225	123	41	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	96	100	101	56	62	27	15	23
PF2	95	100	106	81	92	47	16	21
PF3	77	81	93	81	75	47	16	23
PF4	63	80	94	77	84	45	16	22

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

Le nombre d'échantillons est satisfaisant pour les vents allant jusqu'à 9 m/s le jour et 10 m/s la 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.

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	30,0	30,2	32,9	36,0	37,6	39,2	40,0	41,6
PF2	28,8	28,9	30,1	37,0	40,5	43,3	46,1	49,3
PF3	35,4	35,7	36,6	40,1	42,2	44,0	45,5	47,5
PF4	52,0	52,2	52,3	53,0	53,5	53,9	54,1	54,6

Valeurs en italiques : valeurs estimées par régression linéaire

Niveaux résiduels par classe de vitesse de vent pour la classe 1

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	24,6	27,6	30,1	33,1	35,6	37,1	40,0	41,6
PF2	22,5	25,4	29,9	34,3	38,7	42,6	46,1	49,3
PF3	26,3	29,0	33,7	37,3	40,0	42,4	45,3	47,3
PF4	26,2	29,9	34,0	41,5	45,1	48,2	50,8	53,1

Valeurs en italiques : valeurs plafonnées avec les valeurs de jours

Niveaux résiduels par classe de vitesse de vent pour la classe 2

A 10 m/s, lorsque les niveaux sonores en période de nuit sont plus élevés que ceux définis en période de jour, les valeurs de nuit sont plafonnées par rapport aux valeurs de jour.

Les niveaux résiduels globaux sont compris environ entre 22,5 et 53,1 dB(A) en période de nuit (22h-7h) et entre 28,8 et 54,6 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 de La Fontaine du Berger.

Les différentes analyses « bruit-vent » réalisées pour chaque point de mesure sont présentées en annexe pour les périodes de jour (7h-22h), 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 avec le type d'éolienne suivant : NORDEX N117 – 3,6 MW – 91 m de mât pour E1, 106 m de mât pour E2 à E10. Ces éoliennes sont munies de peignes sur les pales.

L'implantation étudiée est composée de 10 éoliennes. Les coordonnées d'implantation des éoliennes sont données dans le tableau suivant :

Éolienne	Coordonnées	
	Lambert 93	
	X	Y
E01	742404	6974280
E02	743409	6974301
E03	741970	6973735
E04	742546	6973731
E05	743073	6973684
E06	741628	6973314
E07	742247	6973276
E08	742762	6973281
E09	741939	6972731
E10	741500	6972487

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 NORDEX). Le détail de ces données est présenté en annexe. Les spectres de puissances acoustiques pris comme hypothèses de base dans les calculs de propagation sont présentés dans les tableaux ci-après :

NORDEX N117 - 3,6 MW - STE - 91 m - mode normal

dB(A)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Global en dB(A)
3 m/s	70,1	81,4	81,6	83,4	86,3	86,8	85,2	74,0	92,5
4 m/s	72,1	83,4	83,6	85,4	88,3	88,8	87,2	76,0	94,5
5 m/s	77,6	88,9	89,1	90,9	93,8	94,3	92,7	81,5	100,0
6 m/s	81,3	88,4	92,7	94,6	97,4	97,1	95,7	84,2	103,0
7 m/s	82,5	89,2	94,1	95,6	98,1	97,0	94,9	85,1	103,5
8 m/s	82,0	89,0	93,8	95,4	98,3	97,2	94,8	84,7	103,5
9 m/s	82,0	89,0	93,8	95,4	98,3	97,2	94,8	84,7	103,5
10 m/s	82,0	89,0	93,8	95,4	98,3	97,2	94,8	84,7	103,5

NORDEX N117 - 3,6 MW - STE - 106 m - mode normal

dB(A)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Global en dB(A)
3 m/s	70,1	81,4	81,6	83,4	86,3	86,8	85,2	74,0	92,5
4 m/s	72,4	83,7	83,9	85,7	88,6	89,1	87,5	76,3	94,8
5 m/s	78,0	89,3	89,5	91,3	94,2	94,7	93,1	81,9	100,4
6 m/s	81,3	88,4	92,7	94,6	97,4	97,1	95,7	84,2	103,0
7 m/s	82,5	89,2	94,1	95,6	98,1	97,0	94,9	85,1	103,5
8 m/s	82,0	89,0	93,8	95,4	98,3	97,2	94,8	84,7	103,5
9 m/s	82,0	89,0	93,8	95,4	98,3	97,2	94,8	84,7	103,5
10 m/s	82,0	89,0	93,8	95,4	98,3	97,2	94,8	84,7	103,5

Hypothèses d'émissions en mode de fonctionnement normal avec peignes (STE : Serrated Trailig Edge)

5.1.4. RESULTATS DES CALCULS

Les simulations informatiques en trois dimensions permettent de déterminer la contribution sonore de l'ensemble du projet éolien selon les vitesses de fonctionnement, au droit de récepteurs positionnés à proximité des habitations riveraines au projet (à hauteur de 2 m du sol).

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

Les récepteurs sont positionnés de manière à quadriller les habitations et zones à émergence réglementée les plus exposées au parc éolien. Des points récepteurs de calculs sont donc placés au droit des habitations où des points de mesures ont été réalisés (R1, R2, R3, etc.) mais aussi au droit d'autres habitations à proximité (R2a, R3a, R3b, etc.) afin d'étudier les impacts sonores à venir de manière exhaustive. En effet, si la réglementation est respectée au droit de tous les récepteurs de calculs (positionnés aux endroits les plus exposés au projet éolien), elle le sera au droit de toutes les zones à émergence réglementée aux alentours.

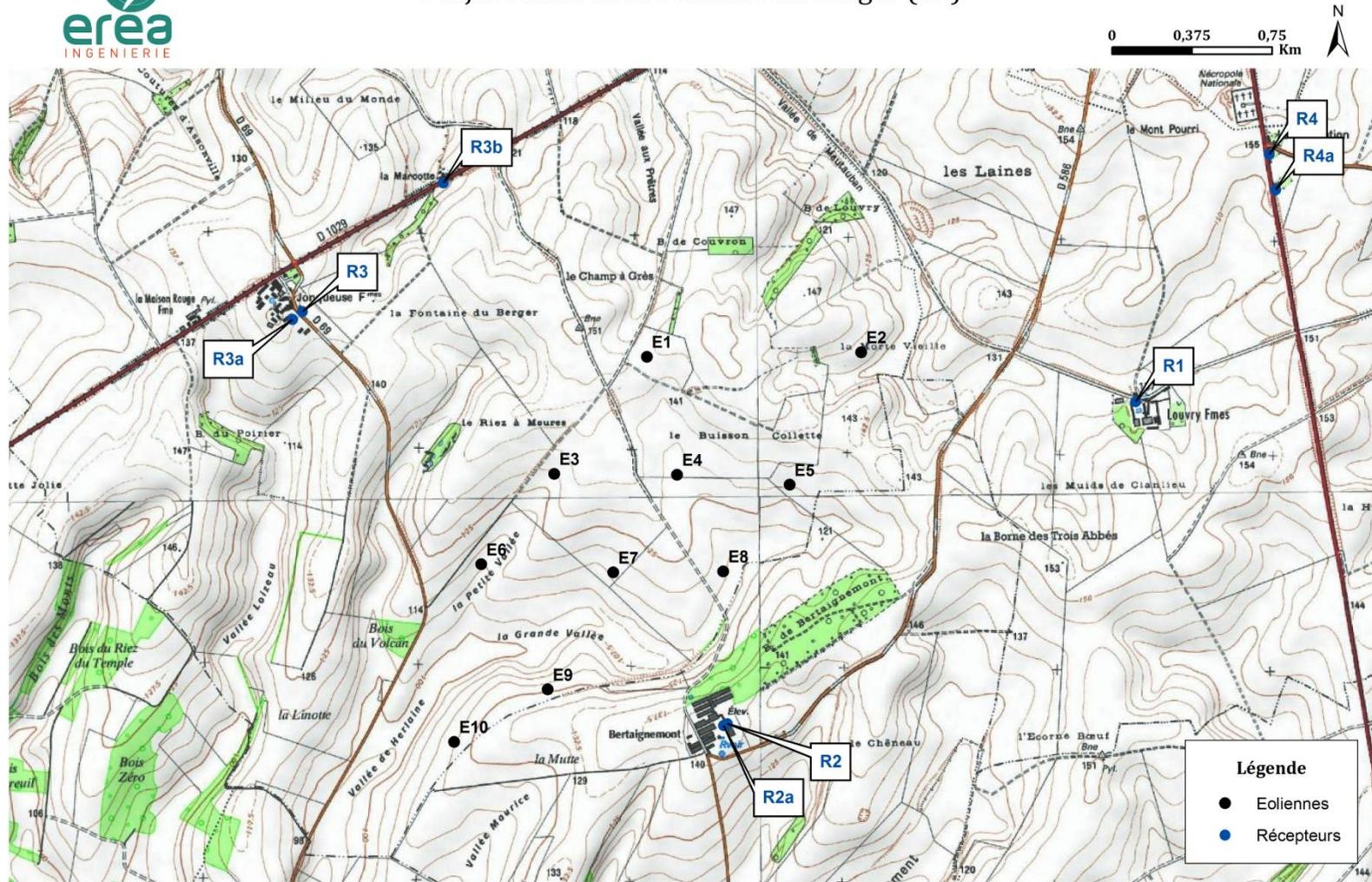
Les distances des récepteurs aux éoliennes les plus proches sont répertoriées dans le tableau ci-dessous.

Récepteurs	Eolienne la plus proche	Distance (m)
R1	E2	1305
R2	E8	665
R2a	E8	670
R3	E3	1400
R3a	E3	1425
R3b	E1	1250
R4	E2	2120
R4a	E2	2085

Distance entre les récepteurs de calculs et les éoliennes les plus proches.



Projet éolien de la Fontaine du Berger (02)



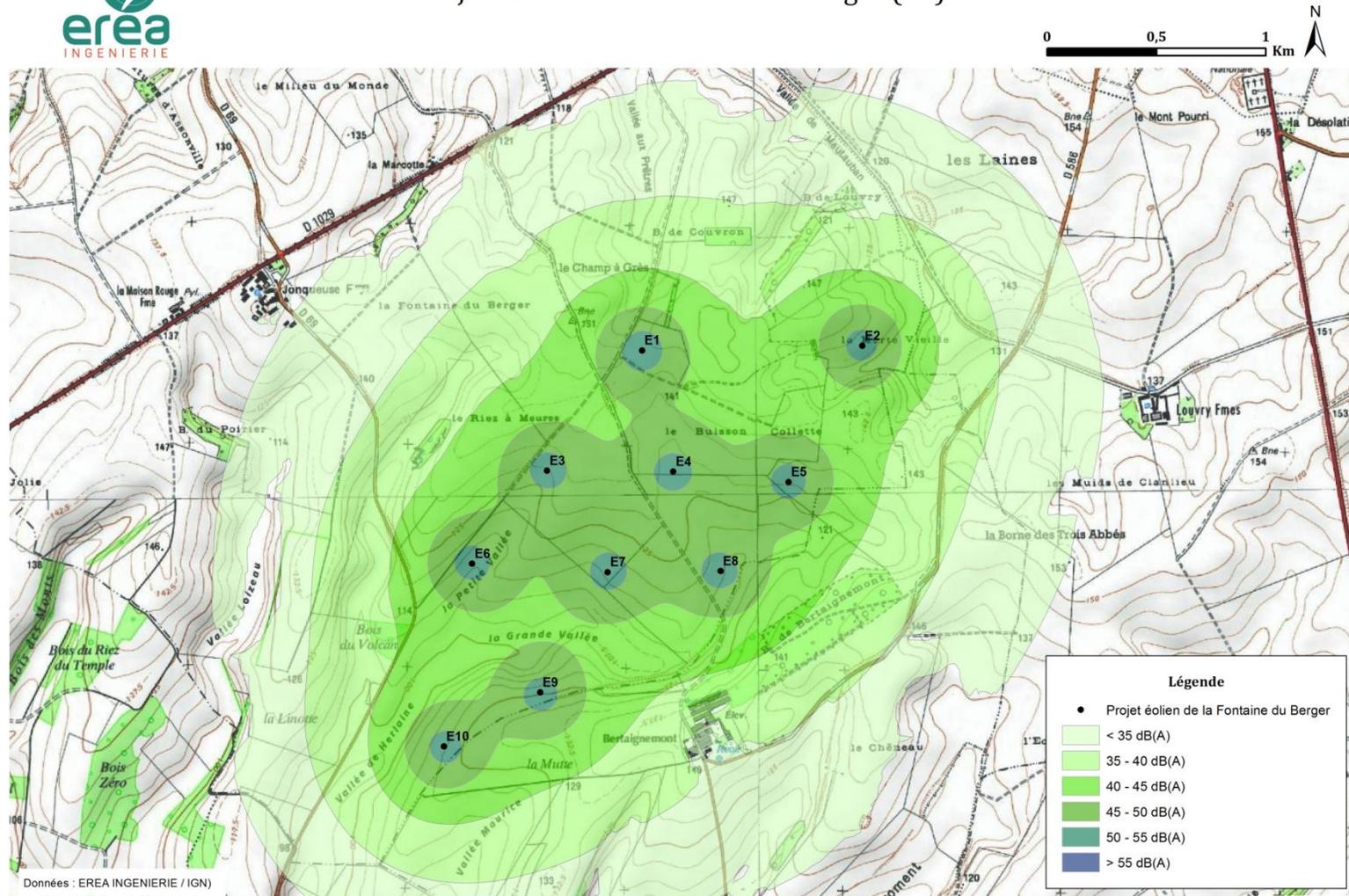
Sources (Fond de plan : IGN / Données : EREA INGENIERIE)

Localisation des récepteurs de calculs

La contribution maximale des éoliennes est calculée au droit du récepteur de calculs situé au sud du projet la Ferme de Bertaignemont (R2). Ce niveau sonore est entre 36,6 et 36,8 dB(A), selon les secteurs de vent calculés, pour des vitesses de vent standardisées comprise entre 7 et 10 m/s.

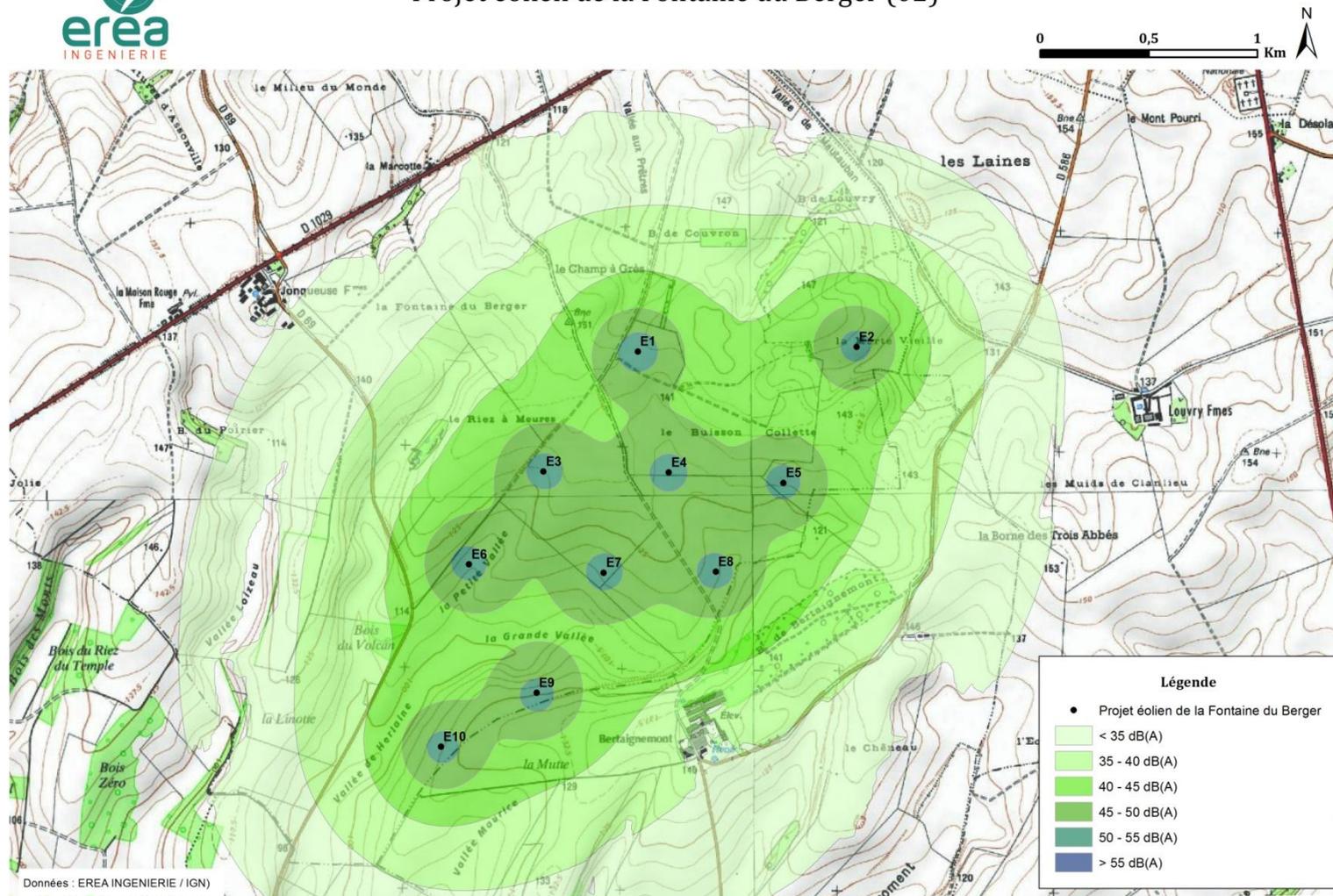
Les cartes d'isophones présentées dans la suite de ce document illustrent la propagation du bruit des éoliennes du projet dans l'environnement à une hauteur de 2 m du sol, pour la vitesse de vent standardisée de 10 m/s et pour les deux secteurs de vent dominants.

Projet éolien de la Fontaine du Berger (02)



Isophones à une hauteur de 2 m du sol de la contribution des éoliennes NORDEX N117 – 3,6 MW à une vitesse de vent standardisée de 10m/s et pour des vents de secteur Sud-Ouest

Projet éolien de la Fontaine du Berger (02)



Isophones à une hauteur de 2 m du sol de la contribution des éoliennes NORDEX N117 – 3,6 MW à une vitesse de vent standardisée de 10m/s et pour des vents de secteur Nord-Est

5.2. ESTIMATION DES EMERGENCES

Méthodologie

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

Ainsi, l'émergence globale est calculée à partir du bruit résiduel L_{50} observé lors des mesures (selon analyses L_{50} / vitesse du vent) et de la contribution des éoliennes. Les émergences sont calculées pour 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).

Le détail des calculs des émergences est donné dans les tableaux ci-après pour la machine étudiée (NORDEX N117 – 3,6MW), en période de jour et de nuit. Les résultats sont exprimés pour les différentes vitesses de vent de 3 à 10 m/s au droit des différents récepteurs. Les récepteurs RX (R1, R2, R3...) correspondent aux récepteurs placés au droit des habitations ayant fait l'objet d'une mesure aux PFX (PF1, PF2, PF3...). Les récepteurs RXy (R1a, R1b, R2a,...) correspondent à des points de calculs supplémentaires placés à proximité du point de mesure. Les calculs sont réalisés à partir de deux secteurs de vent différents. Ces secteurs correspondent aux vents dominants présents sur le site du projet.

Ces résultats donnent, dans les tableaux suivants :

- Le niveau de bruit résiduel à partir des mesures acoustiques
- Le niveau de bruit des éoliennes à partir du calcul
- Le niveau de bruit ambiant qui est la somme logarithmique du bruit des éoliennes et du bruit résiduel
- L'émergence qui est la soustraction du bruit ambiant par le bruit résiduel
- La diminution éventuellement nécessaire de la contribution au niveau du parc pour respecter les seuils réglementaires.

Il est considéré que les éoliennes sont munies de peignes dans les calculs suivants. Les peignes acoustiques sont positionnés sur les pales afin de réduire les émissions sonores tout en conservant la production d'électricité (voir illustrations ci-dessous).



Illustrations de peignes sur les pales d'une éolienne (source : Vestas)

5.2.1. RESULTATS DES EMERGENCES POUR DES VENTS DE SUD-OUEST

EMERGENCES GLOBALES - 10 x NORDEX N117 - 3,6 MW - mâts de 91 et 106 m - secteur sud-ouest

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
Ferme de Louvry	R1	Bruit résiduel	30,0	30,2	32,9	36,0	37,6	39,2	40,0	41,6
		Bruit éoliennes	17,1	19,3	24,8	27,6	28,4	28,4	28,4	28,4
		Bruit ambiant	30,2	30,5	33,5	36,6	38,1	39,6	40,2	41,8
		EMERGENCE	0,2	0,3	0,6	0,6	0,5	0,4	0,2	0,2
		Diminution nécessaire	0,0							
Ferme de Bertaignemont	R2	Bruit résiduel	28,8	28,9	30,1	37,0	40,5	43,3	46,1	49,3
		Bruit éoliennes	25,2	27,5	33,1	35,9	36,6	36,6	36,6	36,6
		Bruit ambiant	30,4	31,3	34,8	39,5	42,0	44,2	46,6	49,6
		EMERGENCE	1,6	2,4	4,7	2,5	1,5	0,9	0,5	0,3
		Diminution nécessaire	0,0							
	R2a	Bruit résiduel	28,8	28,9	30,1	37,0	40,5	43,3	46,1	49,3
		Bruit éoliennes	22,6	24,9	30,5	33,3	34,1	34,1	34,1	34,1
		Bruit ambiant	29,7	30,4	33,3	38,5	41,4	43,8	46,4	49,5
		EMERGENCE	0,9	1,5	3,2	1,5	0,9	0,5	0,3	0,2
		Diminution nécessaire	0,0							
La Jonqueuse	R3	Bruit résiduel	35,4	35,7	36,6	40,1	42,2	44,0	45,5	47,5
		Bruit éoliennes	20,3	22,5	28,1	30,9	31,7	31,7	31,7	31,7
		Bruit ambiant	35,5	35,9	37,1	40,5	42,6	44,2	45,7	47,6
		EMERGENCE	0,1	0,2	0,5	0,4	0,4	0,2	0,2	0,1
		Diminution nécessaire	0,0							
	R3a	Bruit résiduel	35,4	35,7	36,6	40,1	42,2	44,0	45,5	47,5
		Bruit éoliennes	19,9	22,2	27,7	30,5	31,4	31,4	31,4	31,4
		Bruit ambiant	35,5	35,9	37,1	40,5	42,5	44,2	45,7	47,6
		EMERGENCE	0,1	0,2	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1
		Diminution nécessaire	0,0							
	R3b	Bruit résiduel	35,4	35,7	36,6	40,1	42,2	44,0	45,5	47,5
		Bruit éoliennes	16,6	18,7	24,3	27,0	27,8	27,8	27,8	27,8
		Bruit ambiant	35,4	35,8	36,8	40,3	42,3	44,1	45,6	47,5
		EMERGENCE	0,0	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0
		Diminution nécessaire	0,0							
La Désolation	R4	Bruit résiduel	52,0	52,2	52,3	53,0	53,5	53,9	54,1	54,6
		Bruit éoliennes	12,7	14,3	19,1	21,4	22,4	22,4	22,4	22,4
		Bruit ambiant	52,0	52,2	52,3	53,0	53,5	53,9	54,1	54,6
		EMERGENCE	0,0							
		Diminution nécessaire	0,0							
	R4a	Bruit résiduel	52,0	52,2	52,3	53,0	53,5	53,9	54,1	54,6
		Bruit éoliennes	12,9	14,6	19,3	21,8	22,6	22,6	22,6	22,6
		Bruit ambiant	52,0	52,2	52,3	53,0	53,5	53,9	54,1	54,6
		EMERGENCE	0,0							
		Diminution nécessaire	0,0							

Diminution 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'urgence n'est à respecter dans ce cas

Rappel : si bruit ambiant > 35 dB(A), seuil de 5 dB(A)

Résultats des calculs des émergences en période de jour – NORDEX N117 de 3,6 MW mode normal - 91m et 106m de hauteurs de mâts

EMERGENCES GLOBALES - 10 x NORDEX N117 - 3,6 MW - mâts de 91 et 106 m - secteur sud-ouest

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
Ferme de Louvry	R1	Bruit résiduel	24,6	27,6	30,1	33,1	35,6	37,1	40,0	41,6
		Bruit éoliennes	17,1	19,3	24,8	27,6	28,4	28,4	28,4	28,4
		Bruit ambiant	25,3	28,2	31,2	34,2	36,4	37,7	40,2	41,8
		EMERGENCE	0,7	0,6	1,1	1,1	0,8	0,6	0,2	0,2
		Diminution nécessaire	0,0							
Ferme de Bertaignemont	R2	Bruit résiduel	22,5	25,4	29,9	34,3	38,7	42,6	46,1	49,3
		Bruit éoliennes	25,2	27,5	33,1	35,9	36,6	36,6	36,6	36,6
		Bruit ambiant	27,1	29,6	34,8	38,2	40,8	43,6	46,6	49,5
		EMERGENCE	4,6	4,2	4,9	3,9	2,1	1,0	0,5	0,2
		Diminution nécessaire	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0
	R2a	Bruit résiduel	22,5	25,4	29,9	34,3	38,7	42,6	46,1	49,3
		Bruit éoliennes	22,6	24,9	30,5	33,3	34,1	34,1	34,1	34,1
		Bruit ambiant	25,6	28,2	33,2	36,9	40,0	43,2	46,4	49,4
		EMERGENCE	3,1	2,8	3,3	2,6	1,3	0,6	0,3	0,1
		Diminution nécessaire	0,0							
La Jonqueuse	R3	Bruit résiduel	26,3	29,0	33,7	37,3	40,0	42,4	45,3	47,3
		Bruit éoliennes	20,3	22,5	28,1	30,9	31,7	31,7	31,7	31,7
		Bruit ambiant	27,3	29,9	34,8	38,2	40,6	42,7	45,4	47,4
		EMERGENCE	1,0	0,9	1,1	0,9	0,6	0,3	0,1	0,1
		Diminution nécessaire	0,0							
	R3a	Bruit résiduel	26,3	29,0	33,7	37,3	40,0	42,4	45,3	47,3
		Bruit éoliennes	19,9	22,2	27,7	30,5	31,4	31,4	31,4	31,4
		Bruit ambiant	27,2	29,8	34,7	38,1	40,6	42,7	45,4	47,4
		EMERGENCE	0,9	0,8	1,0	0,8	0,6	0,3	0,1	0,1
		Diminution nécessaire	0,0							
	R3b	Bruit résiduel	26,3	29,0	33,7	37,3	40,0	42,4	45,3	47,3
		Bruit éoliennes	16,6	18,7	24,3	27,0	27,8	27,8	27,8	27,8
		Bruit ambiant	26,8	29,4	34,2	37,7	40,3	42,5	45,3	47,3
		EMERGENCE	0,5	0,4	0,5	0,4	0,3	0,1	0,0	0,0
La Désolation	R4	Bruit résiduel	26,2	29,9	34,0	41,5	45,1	48,2	50,8	53,1
		Bruit éoliennes	12,7	14,3	19,1	21,4	22,4	22,4	22,4	22,4
		Bruit ambiant	26,4	30,0	34,2	41,6	45,1	48,2	50,8	53,1
		EMERGENCE	0,2	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
		Diminution nécessaire	0,0							
	R4a	Bruit résiduel	26,2	29,9	34,0	41,5	45,1	48,2	50,8	53,1
		Bruit éoliennes	12,9	14,6	19,3	21,8	22,6	22,6	22,6	22,6
		Bruit ambiant	26,4	30,0	34,2	41,6	45,2	48,2	50,8	53,1
		EMERGENCE	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
		Diminution nécessaire	0,0							

Diminution 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'urgence n'est à respecter dans ce cas
Rappel : si bruit ambiant > 35 dB(A), seuil de 3 dB(A)

Résultats des calculs des émergences en période de nuit – NORDEX N117 de 3,6 MW
mode normal - 91m et 106m de hauteurs de mâts

Les résultats du calcul des émergences n'indiquent aucun dépassement des seuils réglementaires en période de jour. Il convient de noter que l'émergence maximale pour cette période de jour est calculée à la Ferme de Bertaignemont (R2), pour une vitesse de vent standardisée de 5 m/s. L'émergence estimée dans ces conditions est de 4,7 dB(A).

En période de nuit, un risque de dépassement du seuil réglementaire est calculé au droit du récepteur R2 (Ferme de Bertaignemont) avec 3,9 dB(A) pour la vitesse de vent standardisée de 6 m/s.

5.2.1. RESULTATS DES EMERGENCES POUR DES VENTS DE NORD-EST

EMERGENCES GLOBALES - 10 x NORDEX N117 - 3,6 MW - mâts de 91 et 106 m - secteur nord-est

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
Ferme de Louvry	R1	Bruit résiduel	30,0	30,2	32,9	36,0	37,6	39,2	40,0	41,6
		Bruit éoliennes	15,9	18,0	23,4	26,3	27,1	27,1	27,1	27,1
		Bruit ambiant	30,2	30,5	33,4	36,4	38,0	39,5	40,2	41,7
		EMERGENCE	0,2	0,3	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1
		Diminution nécessaire	0,0							
Ferme de Bertaignemont	R2	Bruit résiduel	28,8	28,9	30,1	37,0	40,5	43,3	46,1	49,3
		Bruit éoliennes	25,4	27,7	33,3	36,0	36,8	36,8	36,8	36,8
		Bruit ambiant	30,4	31,3	35,0	39,5	42,1	44,2	46,6	49,6
		EMERGENCE	1,6	2,4	4,9	2,5	1,6	0,9	0,5	0,3
		Diminution nécessaire	0,0							
	R2a	Bruit résiduel	28,8	28,9	30,1	37,0	40,5	43,3	46,1	49,3
		Bruit éoliennes	22,6	24,9	30,5	33,3	34,1	34,1	34,1	34,1
		Bruit ambiant	29,7	30,4	33,3	38,5	41,4	43,8	46,4	49,5
		EMERGENCE	0,9	1,5	3,2	1,5	0,9	0,5	0,3	0,2
		Diminution nécessaire	0,0							
La Jonqueuse	R3	Bruit résiduel	35,4	35,7	36,6	40,1	42,2	44,0	45,5	47,5
		Bruit éoliennes	20,4	22,7	28,2	31,0	31,8	31,8	31,8	31,8
		Bruit ambiant	35,5	35,9	37,2	40,6	42,6	44,2	45,7	47,6
		EMERGENCE	0,1	0,2	0,6	0,5	0,4	0,2	0,2	0,1
		Diminution nécessaire	0,0							
	R3a	Bruit résiduel	35,4	35,7	36,6	40,1	42,2	44,0	45,5	47,5
		Bruit éoliennes	20,1	22,3	27,9	30,7	31,6	31,6	31,6	31,6
		Bruit ambiant	35,5	35,9	37,1	40,5	42,5	44,2	45,7	47,6
		EMERGENCE	0,1	0,2	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1
		Diminution nécessaire	0,0							
	R3b	Bruit résiduel	35,4	35,7	36,6	40,1	42,2	44,0	45,5	47,5
		Bruit éoliennes	16,5	18,6	24,1	26,9	27,7	27,7	27,7	27,7
Bruit ambiant		35,4	35,8	36,8	40,3	42,3	44,1	45,6	47,5	
EMERGENCE		0,0	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	
Diminution nécessaire		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
La Désolation	R4	Bruit résiduel	52,0	52,2	52,3	53,0	53,5	53,9	54,1	54,6
		Bruit éoliennes	10,1	11,1	14,6	16,7	17,6	17,6	17,6	17,6
		Bruit ambiant	52,0	52,2	52,3	53,0	53,5	53,9	54,1	54,6
		EMERGENCE	0,0							
		Diminution nécessaire	0,0							
	R4a	Bruit résiduel	52,0	52,2	52,3	53,0	53,5	53,9	54,1	54,6
		Bruit éoliennes	10,2	11,2	14,8	17,0	17,8	17,8	17,8	17,8
		Bruit ambiant	52,0	52,2	52,3	53,0	53,5	53,9	54,1	54,6
		EMERGENCE	0,0							
Diminution nécessaire	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		

Diminution 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'urgence n'est à respecter dans ce cas

Rappel : si bruit ambiant > 35 dB(A), seuil de 5 dB(A)

Résultats des calculs des émergences en période de jour – NORDEX N117 de 3,6 MW mode normal - 91m et 106m de hauteurs de mâts

EMERGENCES GLOBALES - 10 x NORDEX N117 - 3,6 MW - mâts de 91 et 106 m - secteur nord-est

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
Ferme de Louvry	R1	Bruit résiduel	24,6	27,6	30,1	33,1	35,6	37,1	40,0	41,6
		Bruit éoliennes	15,9	18,0	23,4	26,3	27,1	27,1	27,1	27,1
		Bruit ambiant	25,2	28,0	30,9	33,9	36,2	37,5	40,2	41,7
		EMERGENCE	0,6	0,4	0,8	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1
		Diminution nécessaire	0,0							
Ferme de Bertaignemont	R2	Bruit résiduel	22,5	25,4	29,9	34,3	38,7	42,6	46,1	49,3
		Bruit éoliennes	25,4	27,7	33,3	36,0	36,8	36,8	36,8	36,8
		Bruit ambiant	27,2	29,7	34,9	38,3	40,9	43,6	46,6	49,5
		EMERGENCE	4,7	4,3	5,0	4,0	2,2	1,0	0,5	0,2
		Diminution nécessaire	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0
	R2a	Bruit résiduel	22,5	25,4	29,9	34,3	38,7	42,6	46,1	49,3
		Bruit éoliennes	22,6	24,9	30,5	33,3	34,1	34,1	34,1	34,1
		Bruit ambiant	25,6	28,2	33,2	36,9	40,0	43,2	46,4	49,4
		EMERGENCE	3,1	2,8	3,3	2,6	1,3	0,6	0,3	0,1
		Diminution nécessaire	0,0							
La Jonqueuse	R3	Bruit résiduel	26,3	29,0	33,7	37,3	40,0	42,4	45,3	47,3
		Bruit éoliennes	20,4	22,7	28,2	31,0	31,8	31,8	31,8	31,8
		Bruit ambiant	27,3	29,9	34,8	38,2	40,6	42,8	45,5	47,4
		EMERGENCE	1,0	0,9	1,1	0,9	0,6	0,4	0,2	0,1
		Diminution nécessaire	0,0							
	R3a	Bruit résiduel	26,3	29,0	33,7	37,3	40,0	42,4	45,3	47,3
		Bruit éoliennes	20,1	22,3	27,9	30,7	31,6	31,6	31,6	31,6
		Bruit ambiant	27,3	29,8	34,7	38,2	40,6	42,7	45,4	47,4
		EMERGENCE	1,0	0,8	1,0	0,9	0,6	0,3	0,1	0,1
		Diminution nécessaire	0,0							
	R3b	Bruit résiduel	26,3	29,0	33,7	37,3	40,0	42,4	45,3	47,3
		Bruit éoliennes	16,5	18,6	24,1	26,9	27,7	27,7	27,7	27,7
		Bruit ambiant	26,8	29,4	34,2	37,7	40,3	42,5	45,3	47,3
		EMERGENCE	0,5	0,4	0,5	0,4	0,3	0,1	0,0	0,0
La Désolation	R4	Bruit résiduel	26,2	29,9	34,0	41,5	45,1	48,2	50,8	53,1
		Bruit éoliennes	10,1	11,1	14,6	16,7	17,6	17,6	17,6	17,6
		Bruit ambiant	26,3	30,0	34,1	41,5	45,1	48,2	50,8	53,1
		EMERGENCE	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Diminution nécessaire	0,0							
	R4a	Bruit résiduel	26,2	29,9	34,0	41,5	45,1	48,2	50,8	53,1
		Bruit éoliennes	10,2	11,2	14,8	17,0	17,8	17,8	17,8	17,8
		Bruit ambiant	26,3	30,0	34,1	41,5	45,1	48,2	50,8	53,1
		EMERGENCE	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Diminution nécessaire	0,0							

Diminution 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'urgence n'est à respecter dans ce cas
Rappel : si bruit ambiant > 35 dB(A), seuil de 3 dB(A)

Résultats des calculs des émergences en période de nuit – NORDEX N117 de 3,6 MW
mode normal - 91m et 106m de hauteurs de mâts

Les résultats du calcul des émergences n'indiquent aucun dépassement des seuils réglementaires en période de jour. Il convient de noter que l'émergence maximale pour cette période de jour est calculée à la Ferme de Bertaignemont (R2), pour une vitesse de vent standardisée de 5 m/s. L'émergence estimée dans ces conditions est de 4,9 dB(A).

En période de nuit, un risque de dépassement du seuil réglementaire est calculé au droit du récepteur R2 (Ferme de Bertaignemont) avec 4 dB(A) pour la vitesse de vent standardisée de 6 m/s.

5.2.2. MODES OPTIMISES

Les modes optimisés proposés consistent à brider en période de nuit (fonctionnement réduit) si nécessaire, selon la vitesse et le secteur de vent.

Les plans de fonctionnement optimisé théorique sont proposés dans les tableaux suivants en fonction de la vitesse standardisée et des secteurs de vent.

NUIT (22h-7h)		Fonctionnement optimisé - 10 x NORDEX N117 - 3,6 MW - mâts de 91 et 106 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 standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard
E2	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard
E3	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard
E4	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard
E5	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard
E6	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard
E7	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard
E8	mode standard	mode standard	mode standard	mode 5+	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard
E9	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard
E10	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard

Tableau du fonctionnement optimisé des éoliennes en fonction de la vitesse standardisée du vent en période de nuit et pour des secteurs de vent de Sud-Ouest

NUIT (22h-7h)		Fonctionnement optimisé - 10 x NORDEX N117 - 3,6 MW - mâts de 91 et 106 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 standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard
E2	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard
E3	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard
E4	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard
E5	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard
E6	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard
E7	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard
E8	mode standard	mode standard	mode standard	mode 6+	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard
E9	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard
E10	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard	mode standard

Tableau du fonctionnement optimisé des éoliennes en fonction de la vitesse standardisée du vent en période de nuit et pour des secteurs de vent de Nord-Est

Le mode standard comprend la mise en place de peignes sur les pales des éoliennes.

Les modes 6+ et 5+ est un mode bridé appliqué à une éolienne sur laquelle est mis en places des peignes. Les détails de ces données sont présentés en annexe.

Ce plan de bridage correspond donc à **un bridage à mettre en place pour une vitesse de vent standardisée de 6 m/s. Aucun arrêt des éoliennes n'est nécessaire.**

En appliquant les modes optimisés définis précédemment, les seuils réglementaires sont respectés au droit des habitations riveraines les plus exposées au projet, comme le montre le tableau suivant :

EMERGENCES GLOBALES - 10 x NORDEX N117 - 3,6 MW - mâts de 91 et 106 m - secteur sud-ouest

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
Ferme de Louvry	R1	Bruit résiduel	24,6	27,6	30,1	33,1	35,6	37,1	40,0	41,6
		Bruit éoliennes	17,1	19,3	24,8	27,5	28,4	28,4	28,4	28,4
		Bruit ambiant	25,3	28,2	31,2	34,2	36,4	37,7	40,2	41,8
		EMERGENCE	0,7	0,6	1,1	1,1	0,8	0,6	0,2	0,2
		Diminution nécessaire	0,0							
Ferme de Bertaignemont	R2	Bruit résiduel	22,5	25,4	29,9	34,3	38,7	42,6	46,1	49,3
		Bruit éoliennes	25,2	27,5	33,1	34,2	36,6	36,6	36,6	36,6
		Bruit ambiant	27,1	29,6	34,8	37,3	40,8	43,6	46,6	49,5
		EMERGENCE	4,6	4,2	4,9	3,0	2,1	1,0	0,5	0,2
		Diminution nécessaire	0,0							
	R2a	Bruit résiduel	22,5	25,4	29,9	34,3	38,7	42,6	46,1	49,3
		Bruit éoliennes	22,6	24,9	30,5	33,2	34,1	34,1	34,1	34,1
		Bruit ambiant	25,6	28,2	33,2	36,8	40,0	43,2	46,4	49,4
		EMERGENCE	3,1	2,8	3,3	2,5	1,3	0,6	0,3	0,1
		Diminution nécessaire	0,0							
La Jonqueuse	R3	Bruit résiduel	26,3	29,0	33,7	37,3	40,0	42,4	45,3	47,3
		Bruit éoliennes	20,3	22,5	28,1	30,7	31,7	31,7	31,7	31,7
		Bruit ambiant	27,3	29,9	34,8	38,2	40,6	42,7	45,4	47,4
		EMERGENCE	1,0	0,9	1,1	0,9	0,6	0,3	0,1	0,1
		Diminution nécessaire	0,0							
	R3a	Bruit résiduel	26,3	29,0	33,7	37,3	40,0	42,4	45,3	47,3
		Bruit éoliennes	19,9	22,2	27,7	30,4	31,4	31,4	31,4	31,4
		Bruit ambiant	27,2	29,8	34,7	38,1	40,6	42,7	45,4	47,4
		EMERGENCE	0,9	0,8	1,0	0,8	0,6	0,3	0,1	0,1
		Diminution nécessaire	0,0							
	R3b	Bruit résiduel	26,3	29,0	33,7	37,3	40,0	42,4	45,3	47,3
		Bruit éoliennes	16,6	18,7	24,3	26,9	27,8	27,8	27,8	27,8
		Bruit ambiant	26,8	29,4	34,2	37,7	40,3	42,5	45,3	47,3
		EMERGENCE	0,5	0,4	0,5	0,4	0,3	0,1	0,0	0,0
		Diminution nécessaire	0,0							
La Désolation	R4	Bruit résiduel	26,2	29,9	34,0	41,5	45,1	48,2	50,8	53,1
		Bruit éoliennes	12,7	14,3	19,1	21,4	22,4	22,4	22,4	22,4
		Bruit ambiant	26,4	30,0	34,2	41,6	45,1	48,2	50,8	53,1
		EMERGENCE	0,2	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
		Diminution nécessaire	0,0							
	R4a	Bruit résiduel	26,2	29,9	34,0	41,5	45,1	48,2	50,8	53,1
		Bruit éoliennes	12,9	14,6	19,3	21,8	22,6	22,6	22,6	22,6
		Bruit ambiant	26,4	30,0	34,2	41,6	45,2	48,2	50,8	53,1
		EMERGENCE	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
		Diminution nécessaire	0,0							

Diminution 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'urgence n'est à respecter dans ce cas
 Rappel : si bruit ambiant > 35 dB(A), seuil de 3 dB(A)

Résultats des calculs des émergences en période de nuit – NORDEX N117 de 3,6 MW
mode optimisé - 91m et 106m de hauteurs de mâts – secteur Sud-Ouest

EMERGENCES GLOBALES - 10 x NORDEX N117 - 3,6 MW - mâts de 91 et 106 m - secteur nord-est

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
Ferme de Louvry	R1	Bruit résiduel	24,6	27,6	30,1	33,1	35,6	37,1	40,0	41,6
		Bruit éoliennes	15,9	18,0	23,4	26,3	27,1	27,1	27,1	27,1
		Bruit ambiant	25,2	28,0	30,9	33,9	36,2	37,5	40,2	41,7
		EMERGENCE	0,6	0,4	0,8	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1
		Diminution nécessaire	0,0							
Ferme de Bertaignemont	R2	Bruit résiduel	22,5	25,4	29,9	34,3	38,7	42,6	46,1	49,3
		Bruit éoliennes	25,4	27,7	33,3	34,3	36,8	36,8	36,8	36,8
		Bruit ambiant	27,2	29,7	34,9	37,3	40,9	43,6	46,6	49,5
		EMERGENCE	4,7	4,3	5,0	3,0	2,2	1,0	0,5	0,2
		Diminution nécessaire	0,0							
	R2a	Bruit résiduel	22,5	25,4	29,9	34,3	38,7	42,6	46,1	49,3
		Bruit éoliennes	22,6	24,9	30,5	33,2	34,1	34,1	34,1	34,1
		Bruit ambiant	25,6	28,2	33,2	36,8	40,0	43,2	46,4	49,4
		EMERGENCE	3,1	2,8	3,3	2,5	1,3	0,6	0,3	0,1
		Diminution nécessaire	0,0							
La Jonqueuse	R3	Bruit résiduel	26,3	29,0	33,7	37,3	40,0	42,4	45,3	47,3
		Bruit éoliennes	20,4	22,7	28,2	30,9	31,8	31,8	31,8	31,8
		Bruit ambiant	27,3	29,9	34,8	38,2	40,6	42,8	45,5	47,4
		EMERGENCE	1,0	0,9	1,1	0,9	0,6	0,4	0,2	0,1
		Diminution nécessaire	0,0							
	R3a	Bruit résiduel	26,3	29,0	33,7	37,3	40,0	42,4	45,3	47,3
		Bruit éoliennes	20,1	22,3	27,9	30,6	31,6	31,6	31,6	31,6
		Bruit ambiant	27,3	29,8	34,7	38,2	40,6	42,7	45,4	47,4
		EMERGENCE	1,0	0,8	1,0	0,9	0,6	0,3	0,1	0,1
		Diminution nécessaire	0,0							
	R3b	Bruit résiduel	26,3	29,0	33,7	37,3	40,0	42,4	45,3	47,3
		Bruit éoliennes	16,5	18,6	24,1	26,8	27,7	27,7	27,7	27,7
		Bruit ambiant	26,8	29,4	34,2	37,7	40,3	42,5	45,3	47,3
		EMERGENCE	0,5	0,4	0,5	0,4	0,3	0,1	0,0	0,0
Diminution nécessaire	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
La Désolation	R4	Bruit résiduel	26,2	29,9	34,0	41,5	45,1	48,2	50,8	53,1
		Bruit éoliennes	10,1	11,1	14,6	16,6	17,6	17,6	17,6	17,6
		Bruit ambiant	26,3	30,0	34,1	41,5	45,1	48,2	50,8	53,1
		EMERGENCE	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Diminution nécessaire	0,0							
	R4a	Bruit résiduel	26,2	29,9	34,0	41,5	45,1	48,2	50,8	53,1
		Bruit éoliennes	10,2	11,2	14,8	16,9	17,8	17,8	17,8	17,8
		Bruit ambiant	26,3	30,0	34,1	41,5	45,1	48,2	50,8	53,1
		EMERGENCE	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Diminution nécessaire	0,0							

Diminution 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'urgence n'est à respecter dans ce cas
Rappel : si bruit ambiant > 35 dB(A), seuil de 3 dB(A)

Résultats des calculs des émergences en période de nuit – NORDEX N117 de 3,6 MW
mode optimisé - 91m et 106m de hauteurs de mâts – secteur Nord-Est

5.3. PERIMETRE DE MESURE DU BRUIT

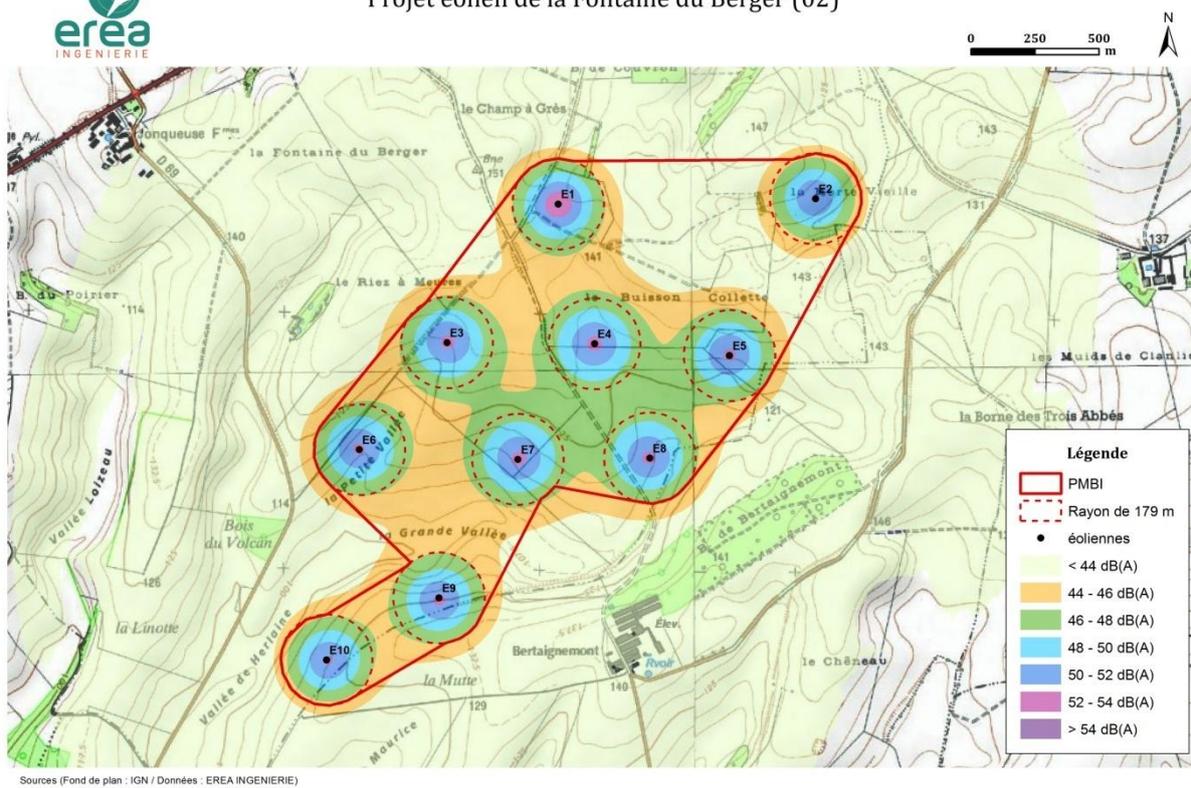
Le niveau de bruit maximal des installations éoliennes est fixé à 70 dB(A) pour la période de jour et 60 dB(A) pour la période de nuit dans le périmètre de mesure du bruit. Ce périmètre correspond au plus petit polygone dans lequel sont inscrits les disques de centre chaque aérogénérateur et de rayon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

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

Le rayon du périmètre de mesure du bruit de l'installation du projet est de 179,4 m pour les éoliennes ayant un mât de 91 m et de 197,4 m pour les éoliennes ayant un mât de 106m. Afin d'être majorants dans les résultats, un rayon de 179 m est conservé pour l'analyse qui suit.

En limite de ce périmètre, les niveaux sonores varient au maximum entre 44 et 50 dB(A) à 2 m de hauteur pour la vitesse de vent correspondant aux émissions de bruits les plus bruyantes. D'autre part, ces niveaux sonores sont calculés avec un fonctionnement normal (sans bridage) des éoliennes avec peignes. Ces niveaux sont donc bien inférieurs aux seuils réglementaires de 70 dB(A) de jour et 60 dB(A) de nuit.

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



Niveaux sonores dans le périmètre de mesure de bruit de l'installation de 179m – NORDEX N117 – 3,6 MW de 91m et 106m de hauteurs de mâts en mode de fonctionnement normal pour la vitesse standardisée de 10 m/s

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

5.4. TONALITE MARQUEE

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

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

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

Les tonalités des éoliennes NORDEX N117 sont calculées à partir des données des émissions spectrales des machines selon les données disponibles en tiers d'octave.

Les tableaux suivants présentent les tonalités en dB, calculées pour les différentes vitesses de vent standardisées.

Fréquences (en Hz)	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800
3 m/s	0,4	0,9	0,1	0,1	0,5	1,5	1,3	0,5	0,0	1,1	0,9	0,9	1,3
4 m/s	0,8	0,4	1,3	0,0	1,0	1,1	0,7	0,6	0,4	1,3	1,3	1,0	1,1
5 m/s	0,4	0,2	0,3	0,2	1,2	0,9	0,7	0,5	0,0	1,4	1,1	1,6	0,8
6 m/s	0,5	0,3	0,3	0,3	0,6	0,8	0,3	0,6	0,4	1,2	1,4	0,7	1,0
7 à 12 m/s	0,4	0,7	1,1	1,4	1,0	1,9	0,5	0,8	0,4	1,5	1,4	0,5	0,9

Fréquences (en Hz)	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300
3 m/s	0,6	1,0	0,2	0,4	0,1	1,7	0,7	1,4	0,6
4 m/s	0,1	0,4	0,7	0,3	0,5	0,1	0,0	0,1	3,0
5 m/s	0,7	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5	0,8	0,9	1,8
6 m/s	0,4	0,1	0,4	0,7	0,1	0,5	1,0	1,2	1,7
7 à 12 m/s	0,5	0,0	0,5	0,6	0,2	0,7	0,7	0,5	1,4

Calculs des tonalités de l'éolienne NORDEX N117 - 3,6 MW – avec peignes

Il n'existe aucune tonalité marquée à l'émission.

Les données des émissions des éoliennes ne font apparaître aucune tonalité marquée au droit des zones à émergences réglementées les plus proches.

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

5.5. EFFETS CUMULES

Ce paragraphe concerne l'article 26, intitulé bruit et voisinage, de la section 6 de l'arrêté ministériel du 26 août 2011.

La présente étude acoustique élaborée dans le cadre de cette demande d'autorisation d'exploiter, sous forme d'un volet dédié, répond à l'ensemble des points abordés dans cet article. Concernant le respect des émergences, un plan d'optimisation est proposé en période nocturne afin de respecter les seuils réglementaires. 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.

Le projet éolien de la Fontaine du Berger est exploité par un tiers différent de celui des projets éoliens de la Mutte et de Clanlieu. Ainsi, selon l'article 26, aucun effet cumulé au niveau du bruit n'est recensé.

Toutefois, afin d'être le plus exhaustif possibles ces parcs seront intégrés dans l'analyse des effets cumulés.

Les installations étudiées dans le présent chapitre sont les suivantes :

- Le projet éolien de la Mutte situé au sud du projet de la Fontaine du Berger.
- Le projet éolien de Clanlieu situé au sud également.

Au moment de la rédaction de ce rapport, ces projets sont acceptés et/ou en construction. Les autres projets sont situés à plus de 2,5 km du projet éolien de la Fontaine du Berger.

Les éoliennes intégrées dans les calculs sont les suivantes :

- Vestas V100 de 2 MW et de 80 m de hauteur nacelle pour le projet éolien de la Mutte.
- Vestas V90 de 2 MW et de 79 m de hauteur nacelle pour le projet éolien de Clanlieu.

Les hypothèses des émissions sonores de ces éoliennes sont issues des données des constructeurs. Il convient de noter que ces hypothèses ne prennent pas en compte la pose de peignes sur les pales des éoliennes.

VESTAS V100 - 2 MW - 80 m

dB(A)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Global en dB(A)
3 m/s	75,9	84,1	88,9	88,2	86,3	86,0	77,3	68,8	94,2
4 m/s	77,1	85,7	91,3	91,6	90,0	88,6	80,3	71,6	97,1
5 m/s	79,3	87,9	93,9	95,4	94,6	92,5	84,5	75,3	100,6
6 m/s	81,4	89,9	95,8	98,5	98,7	96,2	88,5	78,7	103,9
7 m/s	82,4	90,4	96,1	99,3	100,1	97,9	90,2	80,1	105,0
8 m/s	83,3	90,5	95,2	98,4	100,2	99,0	91,3	80,7	105,0
9 m/s	84,0	90,6	94,5	97,7	100,2	99,7	91,9	80,9	105,0
10 m/s	84,5	90,6	93,9	97,1	100,1	100,2	92,4	81,1	105,0

Hypothèses d'émissions en mode de fonctionnement normal de l'éolienne Vestas V100 – 2MW de 80 m de mât

VESTAS V90 - 2 MW - 79 m

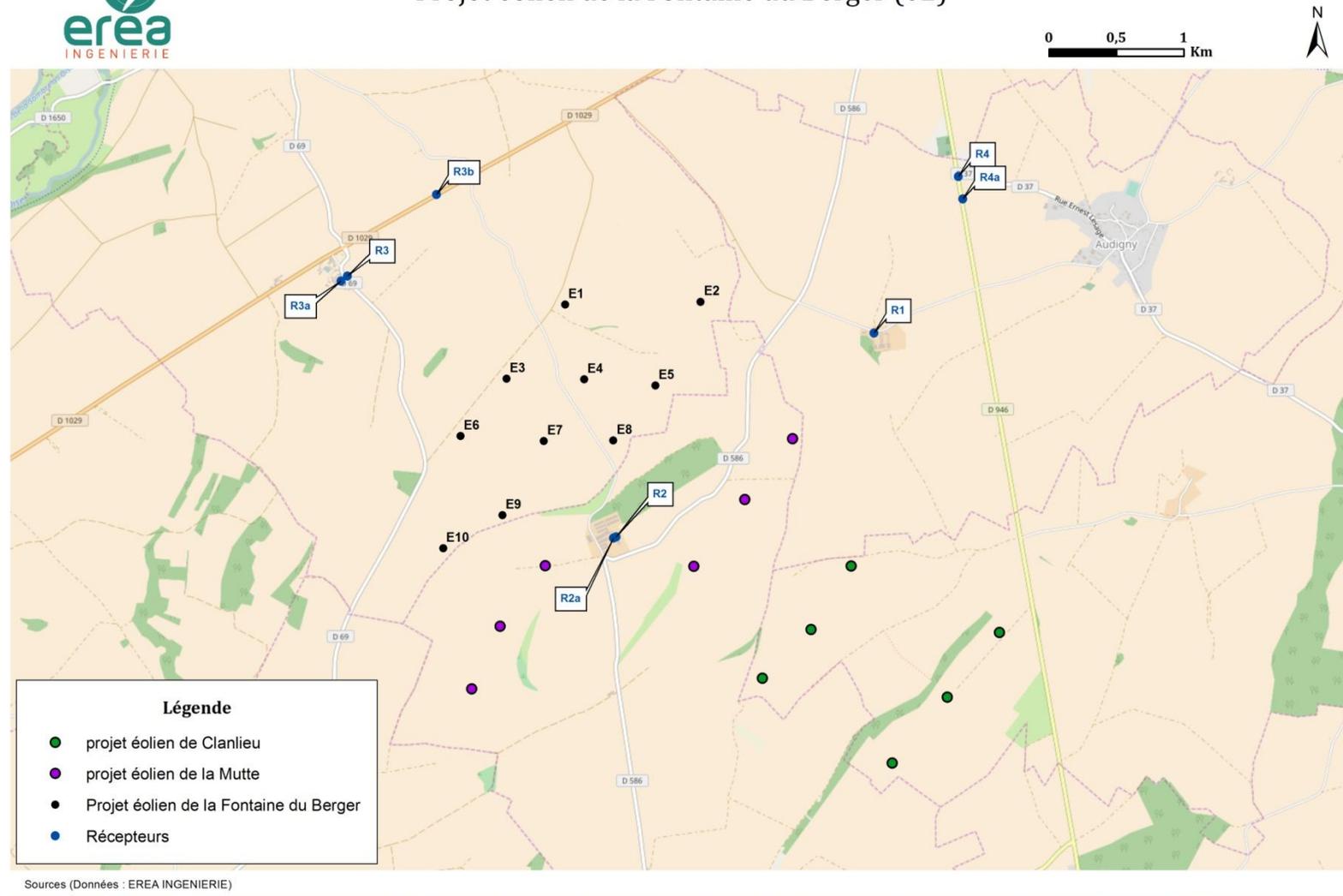
dB(A)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Global en dB(A)
3 m/s	72,7	79,0	83,9	86,6	87,6	85,3	80,4	67,0	92,6
4 m/s	75,7	82,0	86,9	89,6	90,6	88,3	83,4	70,0	95,6
5 m/s	79,9	86,2	91,1	93,8	94,8	92,5	87,6	74,2	99,8
6 m/s	82,9	89,2	94,1	96,8	97,8	95,5	90,6	77,2	102,8
7 m/s	81,8	90,7	96,3	99,0	98,3	93,9	88,1	73,8	103,7
8 m/s	82,8	92,1	97,0	99,2	98,3	93,9	88,1	73,5	104,0
9 m/s	82,8	92,1	97,0	99,2	98,3	93,9	88,1	73,5	104,0
10 m/s	82,8	92,1	97,0	99,2	98,3	93,9	88,1	73,5	104,0

Hypothèses d'émissions en mode de fonctionnement normal de l'éolienne Vestas V90 – 2MW de 79 m de mât

Les contributions sonores de chacun des parcs et du projet de la Fontaine du Berger sont calculées au droit des récepteurs de calculs présentés au paragraphe 5.1.4. Ces récepteurs concernent le projet de la Fontaine du Berger afin d'analyser si ce projet apporte un cumul important dans les contributions des niveaux sonores des éoliennes.

Selon les tableaux et les cartes en pages suivantes, les projets voisins de la Fontaine du Berger ont un faible impact acoustique sur les habitations situées au droit de la Ferme de Louvry et de la Jonqueuse. En effet, en ces points les contributions sonores des éoliennes des projets de la Mutte et de Clanlieu sont inférieures, de 10 dB(A) environ, par rapport à celles des éoliennes du projet de la Fontaine du Berger. Au lieu-dit « La Désolation », l'impact sonore des trois projets est relativement faible, car des niveaux sonores de 23,3 dB(A) sont calculés au maximum. Au droit de la Ferme de Bertaignemont, les contributions sonores des projets de la Fontaine du Berger et de la Mutte sont relativement proches, avec toutefois une contribution légèrement plus élevée pour le projet de la Mutte.

Projet éolien de la Fontaine du Berger (02)



Localisation des récepteurs de calculs autour du projet de la Région de Guise et des parcs en fonctionnement

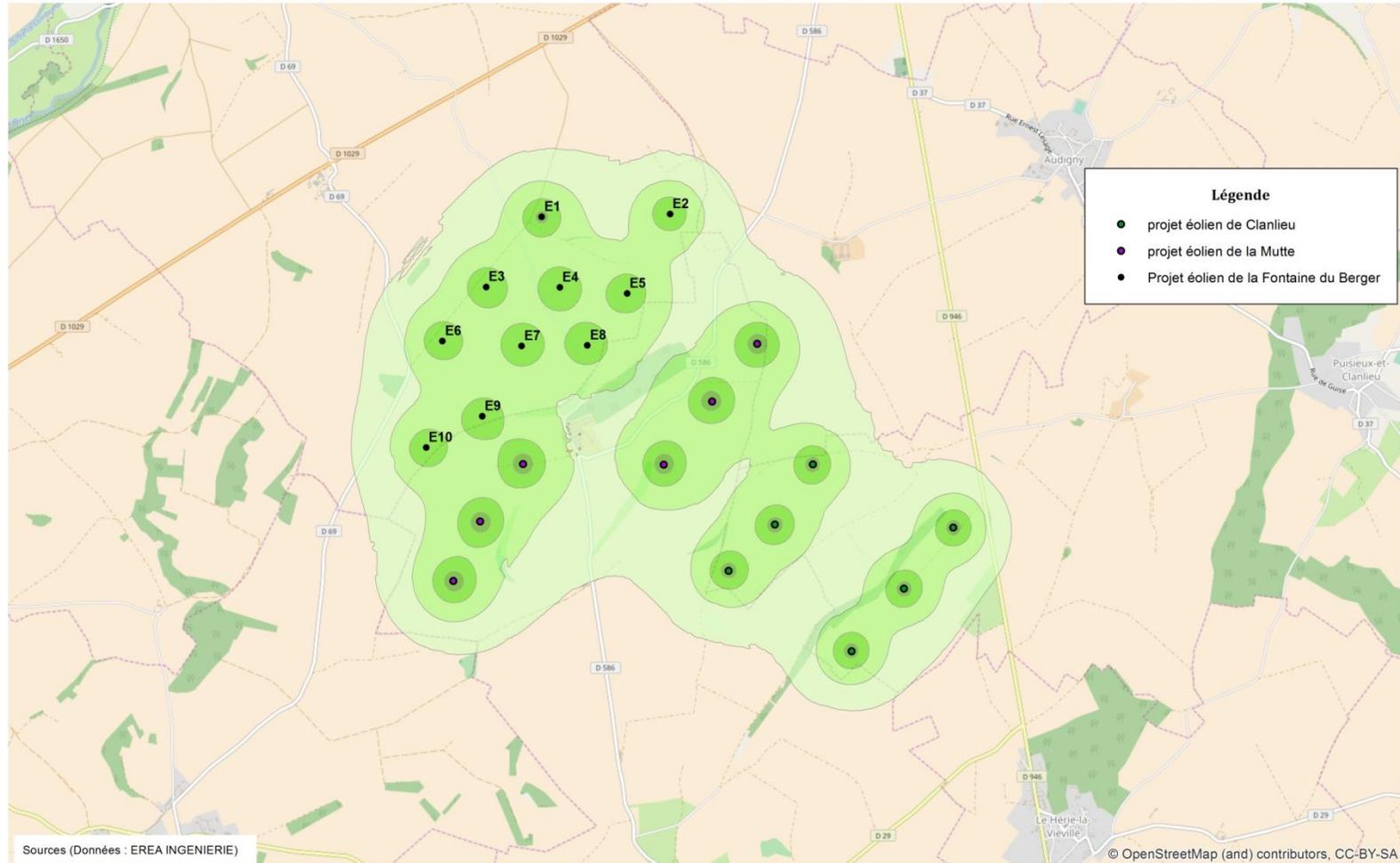
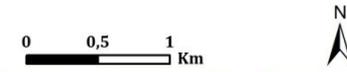
		3 m/s			4 m/s			5 m/s			6 m/s		
		Projet éolien de la Fontaine du Berger	Projet éolien de la Mutte	Projet éolien de Clanlieu	Projet éolien de la Fontaine du Berger	Projet éolien de la Mutte	Projet éolien de Clanlieu	Projet éolien de la Fontaine du Berger	Projet éolien de la Mutte	Projet éolien de Clanlieu	Projet éolien de la Fontaine du Berger	Projet éolien de la Mutte	Projet éolien de Clanlieu
Ferme de Louvry	R1	18,7	11,8	7,3	20,9	13,9	9,9	26,4	16,7	13,8	29,3	19,5	16,7
Ferme de Bertaignemont	R2	26,9	28,4	19,7	29,2	31,2	22,7	34,8	34,8	26,9	37,6	38,2	29,9
	R2a	24,2	28,2	8,2	26,5	31,2	11,2	32,1	34,9	15,4	34,9	38,4	18,4
La Jonqueuse	R3	22,4	14,1	7,8	24,7	16,3	7,8	30,3	19,3	7,8	33,0	22,2	7,8
	R3a	22,1	11,5	7,8	24,3	13,6	7,8	29,9	16,6	7,8	32,7	19,6	7,8
	R3b	18,5	9,0	7,8	20,7	10,2	7,8	26,3	12,1	7,8	29,0	14,4	7,8
La Désolation	R4	14,0	14,6	9,6	15,7	16,9	11,2	20,5	20,0	14,3	22,9	23,0	16,9
	R4a	14,2	15,1	10,0	15,9	17,5	11,7	20,8	20,6	14,9	23,2	23,6	17,5

		7 m/s			8 m/s			9 m/s			10 m/s		
		Projet éolien de la Fontaine du Berger	Projet éolien de la Mutte	Projet éolien de Clanlieu	Projet éolien de la Fontaine du Berger	Projet éolien de la Mutte	Projet éolien de Clanlieu	Projet éolien de la Fontaine du Berger	Projet éolien de la Mutte	Projet éolien de Clanlieu	Projet éolien de la Fontaine du Berger	Projet éolien de la Mutte	Projet éolien de Clanlieu
Ferme de Louvry	R1	30,1	20,2	17,5	28,6	19,9	17,9	28,6	19,7	17,9	28,6	19,5	17,9
Ferme de Bertaignemont	R2	38,4	39,2	31,4	36,9	39,0	31,7	36,9	38,9	31,7	36,9	38,7	31,7
	R2a	35,6	39,4	19,8	34,1	39,3	20,4	34,1	39,1	20,4	34,1	39,1	20,4
La Jonqueuse	R3	33,9	22,9	7,8	32,2	22,5	7,8	32,2	22,2	7,8	32,2	22,0	7,8
	R3a	33,6	20,5	7,8	31,9	20,1	7,8	31,9	19,8	7,8	31,9	19,7	7,8
	R3b	29,8	15,0	7,8	28,1	14,5	7,8	28,1	14,3	7,8	28,1	14,1	7,8
La Désolation	R4	23,9	23,8	18,3	22,3	23,3	18,8	22,3	23,0	18,8	22,3	22,7	18,8
	R4a	24,1	24,4	19,0	22,6	23,9	19,4	22,6	23,6	19,4	22,6	23,3	19,4

Contribution sonore la plus élevée

Contribution sonore des projets au droit des différents récepteurs de calculs et pour différentes vitesses de vent

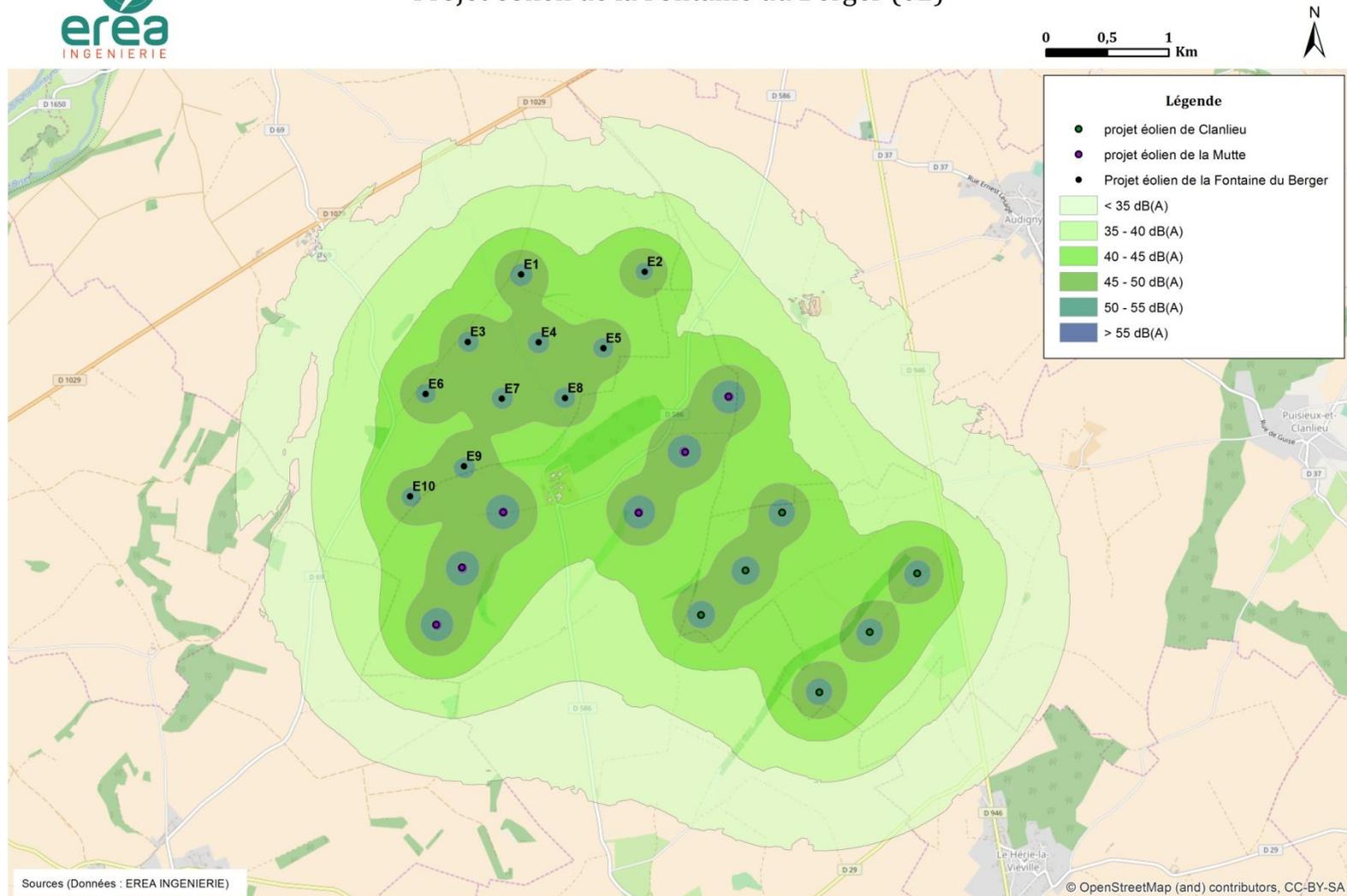
Projet éolien de la Fontaine du Berger (02)



Isophones des contributions de l'ensemble des éoliennes à une hauteur de 2 m du sol pour une vitesse de vent standardisée de 4 m/s



Projet éolien de la Fontaine du Berger (02)



Isophones des contributions de l'ensemble des éoliennes à une hauteur de 2 m du sol pour une vitesse de vent standardisée de 10 m/s

D'une manière générale, les impacts acoustiques des différents projets ne se cumulent pas, hormis au droit de la ferme de Bertaignemont. En effet, pour cette ferme, les contributions sonores des projets de la Fontaine du Berger et de la Mutte sont relativement proches.

Pour les autres hameaux ou lieux-dits, les contributions sonores des éoliennes des projets de la Mutte et de Clanlieu sont faibles par rapport à celles des éoliennes du projet de la Fontaine du Berger.

6. CONCLUSION

Ce rapport fait état d'une étude acoustique détaillée menée dans le cadre du dossier de demande d'autorisation unique du projet de La Fontaine du Berger. Ce rapport intègre les différents éléments de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement (Section 6 – Articles 26 à 31).

Ce projet prévoit l'implantation de onze éoliennes au nord du département de l'Aisne (02). La présente étude prend en compte l'ensemble de ces éoliennes et s'articule autour des trois principaux axes suivants :

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

6.1. ETAT INITIAL

Une campagne de mesures *in situ* a été réalisée sur une période de 2 semaines, du 20 janvier au 2 février 2016, afin de caractériser au mieux les différentes ambiances sonores présentes autour de la zone d'implantation potentielle.

Les niveaux sonores mesurés *in situ* sont variables d'une journée à l'autre, mais d'une manière générale les niveaux observés de jour comme de nuit sont caractéristiques d'un environnement rural calme pour certains points. En revanche, il apparaît pour d'autres points que le site est impacté par le bruit de la circulation sur les routes départementales (PF3 et PF4 notamment).

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 22,5 et 55 dB(A) selon les classes de vent (entre 3 et 10 m/s) et les périodes (jour et nuit) considérées.

6.2. ANALYSE PREVISIONNELLE ET EMERGENCES

Les habitations riveraines les plus proches du projet sont situées à la Ferme de Bertaignemont à une distance d'environ 665 m des premières éoliennes.

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 L₅₀ / vitesse du vent).

Les analyses prévisionnelles permettent d'observer un risque de dépassement des seuils réglementaires en période de nuit (22h-7h) au droit de certaines habitations riveraines au projet. Ce risque de dépassement est estimé à la Ferme de Bertaignemont dont les habitations sont les plus proches du projet éolien.

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 éolienne en période de nuit à la vitesse de vent standardisée de 6 m/s.

Il n'apparaît pas de tonalité marquée au droit des habitations riveraines du projet pour le type de machine utilisé pour le projet de La Fontaine du Berger.

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).

ANNEXES

ANNEXE N°1 : ANALYSES « BRUIT-VENT »

ANNEXE N°2 : DONNEES DES EMISSIONS SONORES

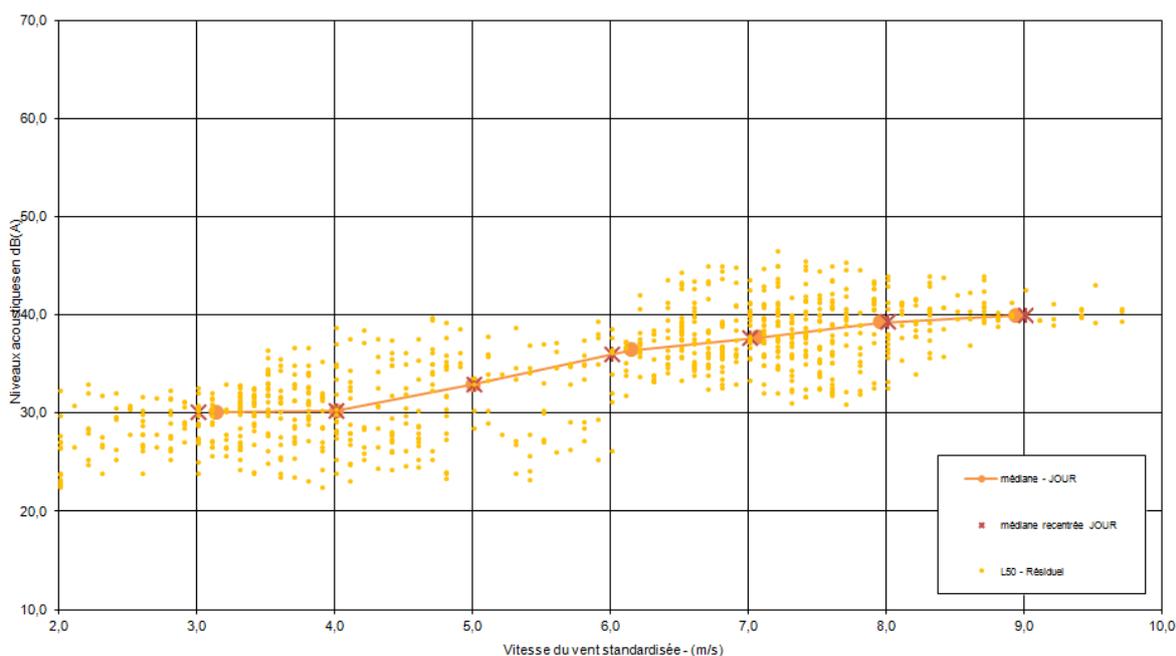
ANNEXE N°3 : INCERTITUDES DE CALCULS

ANNEXE N°1 : ANALYSES « BRUIT-VENT »

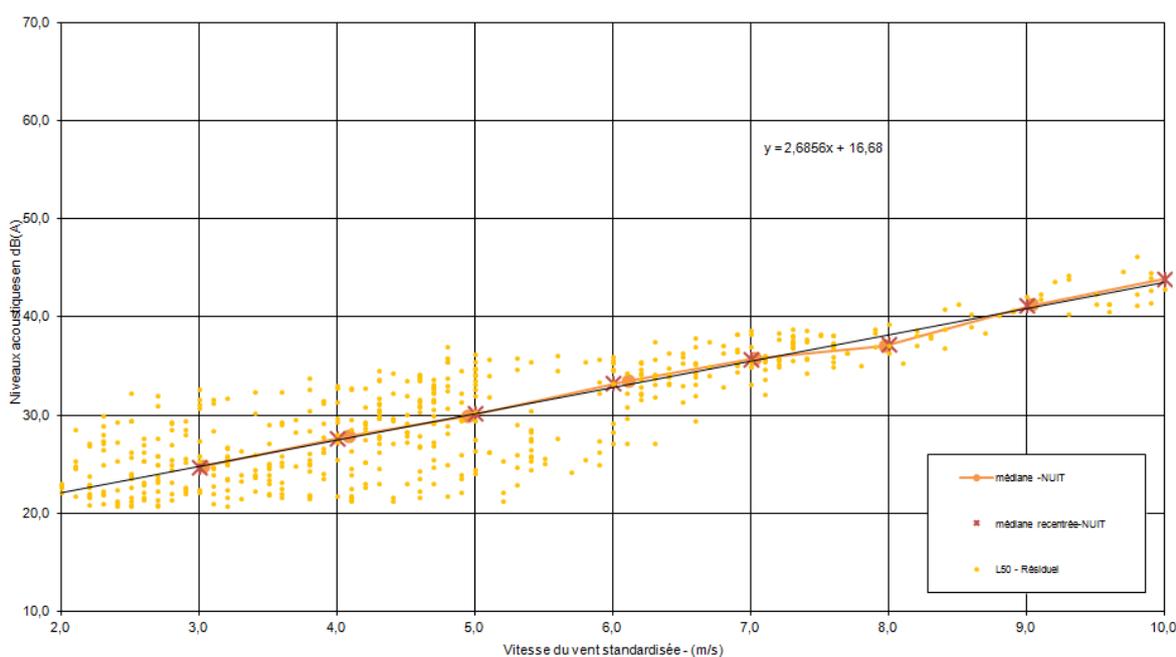
Les analyses « bruit-vent » sont présentées ci-après pour chacun des 4 points de mesures réalisés.

PF1 – Ferme de Louvry

PF1 - Ferme de Louvry - Période de Jour (7h-22h)

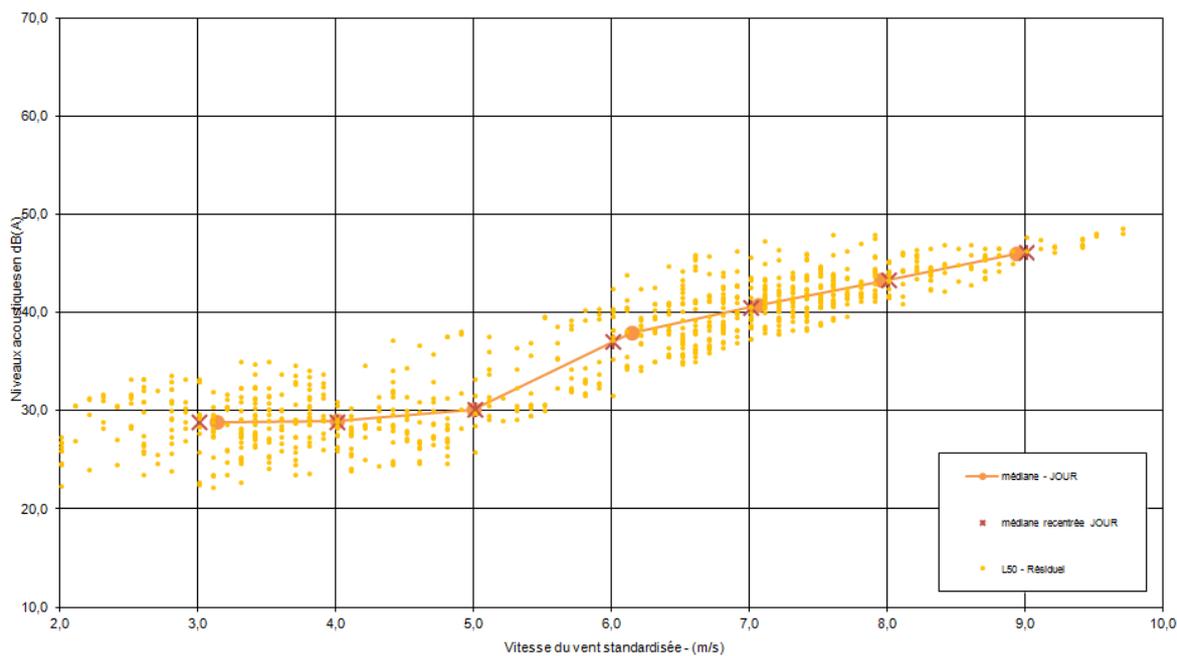


PF1 - Ferme de Louvry - Période de Nuit (22h-7h)

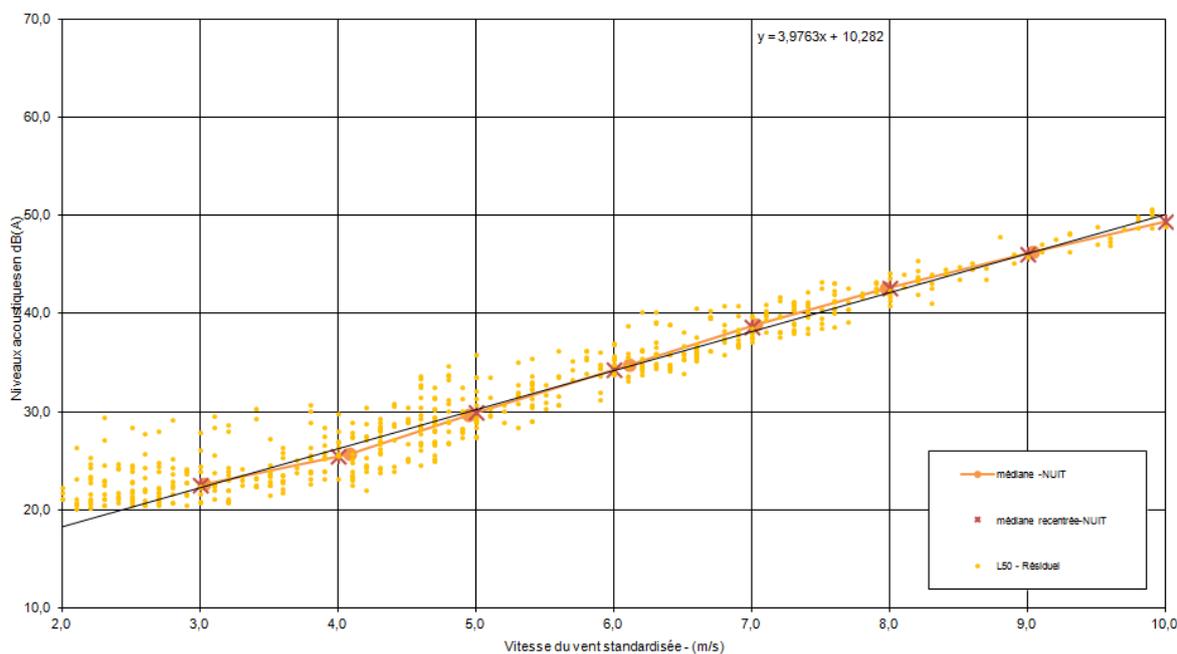


PF2 – Ferme de Bertaignemont

PF2 - Ferme de Bertaignemont - Période de Jour (7h-22h)

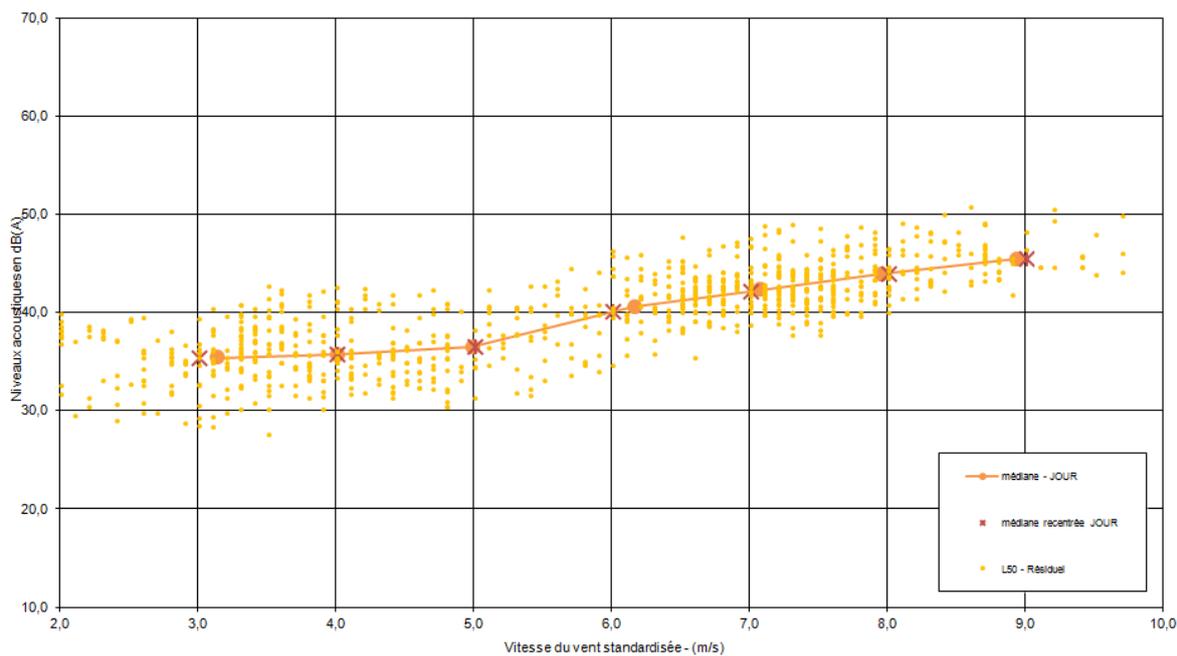


PF2 - Ferme de Bertaignemont - Période de Nuit (22h-7h)

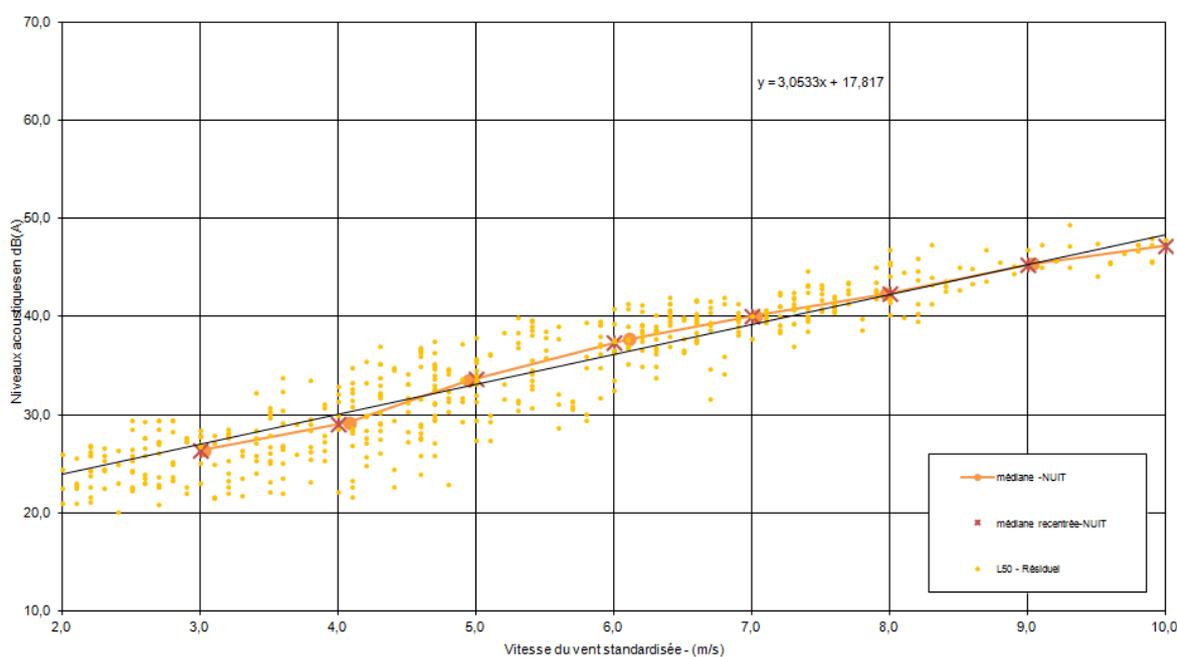


PF3 – La Jonqueuse

PF3 - La Jonqueuse - Période de Jour (7h-22h)

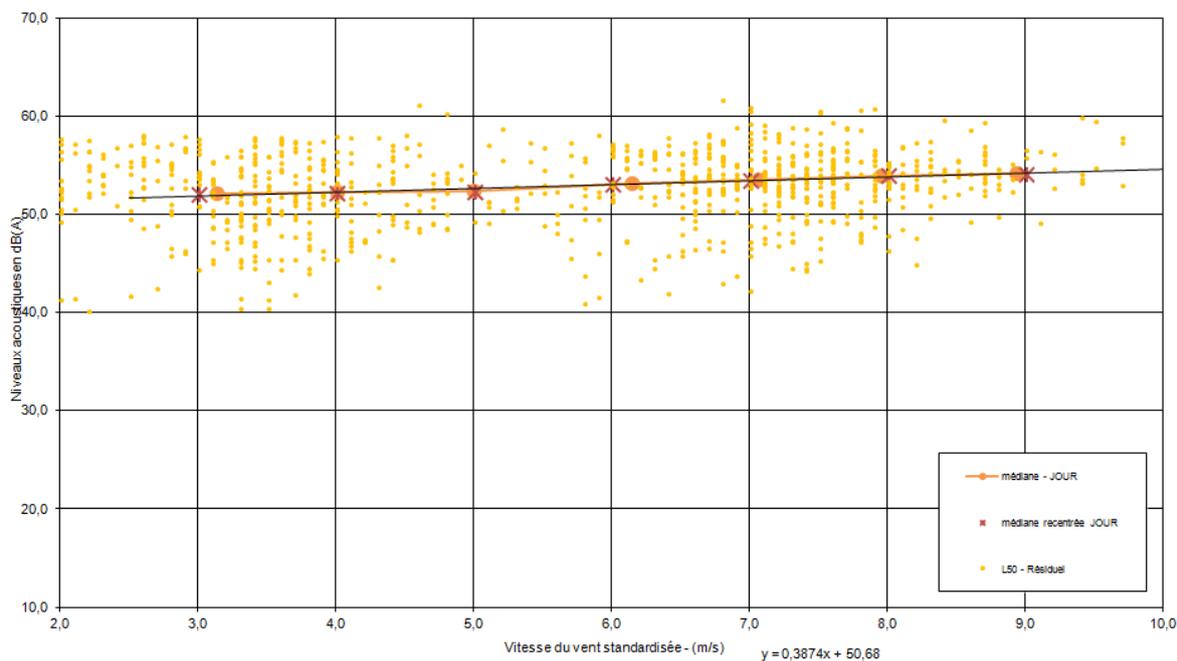


PF3 - La Jonqueuse - Période de Nuit (22h-7h)

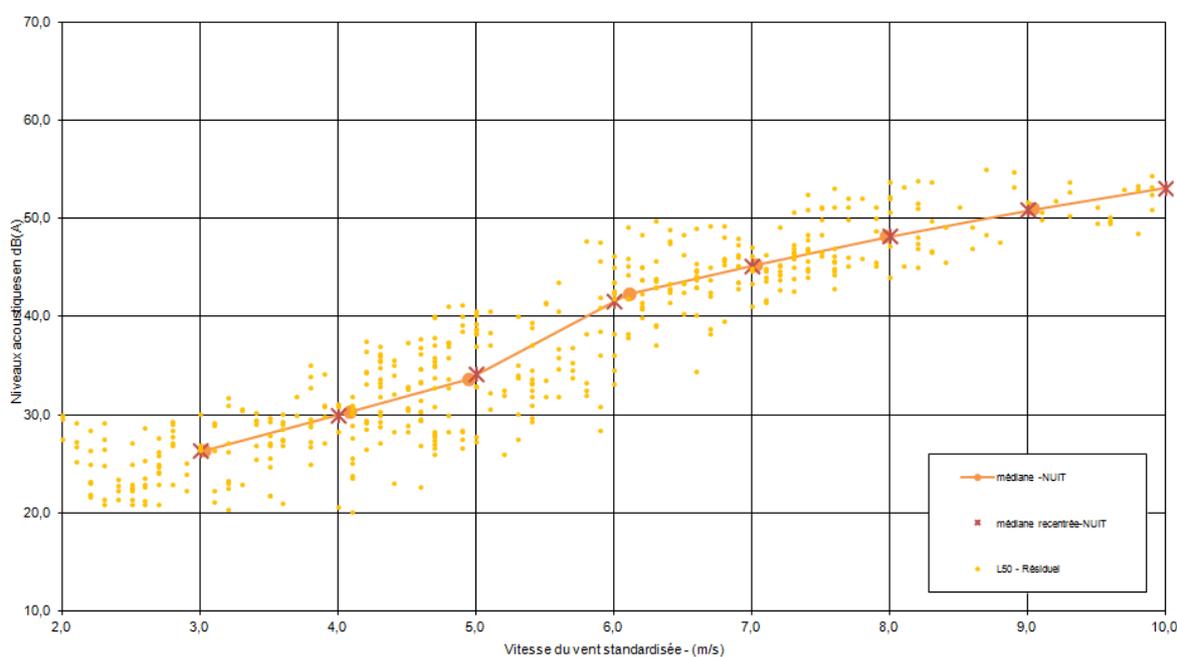


PF4 – La Désolation

PF4 - La Désolation - Période de Jour (7h-22h)



PF4 - La Désolation - Période de Nuit (22h-7h)



ANNEXE N°2 : DONNEES DES EMISSIONS SONORES



Noise level, Power curves, Thrust curves

Nordex N117/3600
Serrated Trailing Edge
Operational modes

© Nordex Energy GmbH, Langenhorner Chaussee 600, D-22419 Hamburg, Germany
All rights reserved. Observe protection notice ISO 16016.



Noise level - Nordex N117/3600 Serrated Trailing Edge

Standard mode

Standardized wind speed $V_{S(10m)}$ [m/s]	Apparent sound power level			
	hub height 91 m		hub height 106 m	
	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]	L_{WA} [dB(A)]	v_H [m/s]
3.0	92.5	4.3	92.5	4.3
4.0	94.5	5.7	94.8	5.8
5.0	100.0	7.1	100.4	7.2
6.0	103.0	8.5	103.0	8.7
7.0	103.5	9.9	103.5	10.1
8.0	103.5	11.3	103.5	11.6
9.0	103.5	12.8	103.5	13.0
10.0	103.5	14.2	103.5	14.5
11.0	103.5	15.6	103.5	15.9
12.0	103.5	17.0	103.5	17.3



Noise level - Nordex N117/3600 Serrated Trailing Edge

Sound optimized mode - Mode 5

Standardized wind speed $V_{S(10m)}$ [m/s]	Apparent sound power level			
	hub height 91 m		hub height 106 m	
	LWA [dB(A)]	v_H [m/s]	LWA [dB(A)]	v_H [m/s]
3.0	92.5	4.3	92.5	4.3
4.0	94.5	5.7	94.9	5.8
5.0	99.0	7.1	99.0	7.2
6.0	99.0	8.5	99.0	8.7
7.0	99.0	9.9	99.0	10.1
8.0	99.0	11.3	99.0	11.6
9.0	99.0	12.8	99.0	13.0
10.0	99.0	14.2	99.0	14.5
11.0	99.0	15.6	99.0	15.9
12.0	99.0	17.0	99.0	17.3



Noise level - Nordex N117/3600 Serrated Trailing Edge

Sound optimized mode - Mode 6

Standardized wind speed VS(10m) [m/s]	Apparent sound power level			
	hub height 91 m		hub height 106 m	
	LWA [dB(A)]	VH [m/s]	LWA [dB(A)]	VH [m/s]
3.0	92.5	4.3	92.5	4.3
4.0	94.5	5.7	94.9	5.8
5.0	98.5	7.1	98.5	7.2
6.0	98.5	8.5	98.5	8.7
7.0	98.5	9.9	98.5	10.1
8.0	98.5	11.3	98.5	11.6
9.0	98.5	12.8	98.5	13.0
10.0	98.5	14.2	98.5	14.5
11.0	98.5	15.6	98.5	15.9
12.0	98.5	17.0	98.5	17.3

ANNEXE N°3 : INCERTITUDES 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.

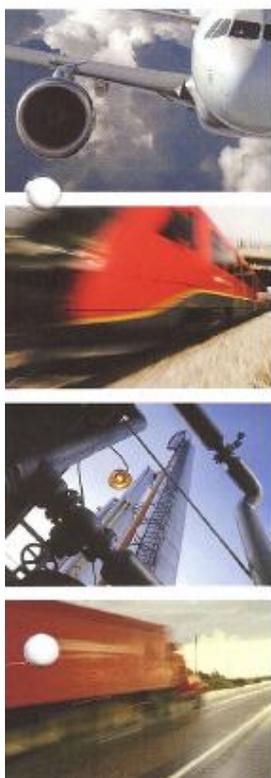
Détails sur la modélisation avec le logiciel CadnaA

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**[®]
Logiciel de prévision
de bruit ultra-moderne



Le logiciel de calcul et de cartographie
de bruit le plus avancé, le plus puissant
et le plus réussi qui soit!

 **DataKustik**

CadnaA en un coup d'oeil

CadnaA (Computer Aided Noise Abatement) est un logiciel de calcul, de représentation, d'estimation et de prédiction de l'exposition au bruit et de l'impact de polluants dans l'air. Que votre objectif soit d'étudier le bruit d'une installation industrielle, d'un centre commercial avec parking, d'une nouvelle route ou voie ferrée, voire d'une ville entière ou de zones urbanisées: CadnaA est conçu pour réaliser toutes ces tâches.



Calcul

CadnaA est un logiciel facile à utiliser pour toutes les études allant du simple contrôle aux études scientifiques les plus complexes. La modélisation 3D du projet et le choix de la méthode de calcul offrent une flexibilité unique dans ce domaine. Il est possible d'utiliser le même modèle géométrique, sans modification, pour exécuter des calculs à partir de normes différentes.

- Calculs conformément à plus de 30 normes et directives
- Les résultats partiels et la contribution de chaque source sont donnés pour les calculs sur récepteurs ponctuels, et ceci en n'effectuant qu'un seul calcul
- Les cartes de bruits peuvent être additionnées, soustraites et traitées selon les fonctions définies par l'utilisateur
- Traitement en parallèle avec plusieurs ordinateurs pour réduire le temps de calcul pour les cartes de bruit à grande échelle (par ex. centaines milliers de km²) avec PCSP (Program Controlled Segmented Processing)
- Multi-threading compatibilité – utilisation en parallèle de tous les processeurs sur un PC à processeurs multiples avec une seule licence
- Affichage des cartes de bruit représentant les niveaux sonores sur les façades de bâtiments
- Jusqu'à 4 indicateurs de bruit calculés en parallèle – par ex. L(day), L(night), L(dn), L(evening), L(den)

Produits

Il existe trois versions différentes du produit afin de répondre de manière pratique et personnalisée aux besoins du client. Ces trois versions sont entièrement pourvues de toutes les fonctions et diffèrent principalement par le nombre de types de bruit et de normes implémentés:

Cadna A Standard

CadnaA Standard comporte tous les types de bruit (industrie, route et voie ferrée) et toutes les normes et directives existantes pour chaque type de bruit ainsi qu'une interface utilisateur multilingue.

Cadna A Basic

CadnaA Basic comporte également tous les types de bruit mais seulement une norme ou directive pour chaque type de bruit et l'interface utilisateur est limitée à une des langues disponibles.

Cadna A Modular

CadnaA Modular permet de sélectionner séparément chacun des types de bruit ainsi qu'une des normes ou directives correspondant.



Utilisation et conception

Tout en améliorant continuellement la puissance de calcul et la polyvalence des fonctions de CadnaA, nous ne faisons pas de compromis avec le design compact et facile d'utilisation de CadnaA. La plupart des opérations ne demandent pas plus que quelques clics de souris pour être effectuées très rapidement.

- Possibilité de modéliser toutes les formes géométriques avec seulement trois objets (point, ligne ouverte, ligne fermée)
- Calculez le bruit et analysez des situations complexes grâce aux représentations graphiques des rayons
- Prenez automatiquement en compte toutes les influences physiques importantes, comme la réflexion et la diffraction sur des écrans
- Profitez du confort d'utilisation de CadnaA, même après des longues interruptions, et des différentes icônes et menus simples d'utilisation
- Utilisez des orthophotos ou autres textures pour visualiser votre projet dans son environnement naturel!

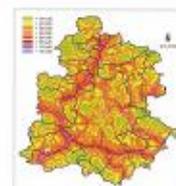
- Utilisez toutes les données disponibles sans perdre d'information – CadnaA offre une quantité gigantesque de formats d'importation et d'interfaces minimisant votre charge de travail
- Présentez les niveaux de bruit calculés à des points récepteurs fixes, sur des maillages, sous forme de cartes de bruit horizontales ou verticales présentant la distribution sur les façades
- Import et export de tous les formats de données géographiques existants (par ex. export de vos projets vers GoogleEarth)
- Explorez votre modèle virtuel et observez l'effet des traitements acoustiques proposés en éditant les objets en temps réel avec la fonction dynamic-3D
- Analysez la priorité des traitements acoustiques des sources en classant la contribution énergétique de toutes les sources en un point récepteur et en appliquant des mesures aux sources les plus importantes
- Mettez automatiquement à jour vos cartes de bruit à des intervalles de temps prédéfinis, en utilisant les données mesurées, et créez des cartes de bruit dynamiques avec la fonction DYNMAP



Pour en savoir plus sur le plus performant logiciel de prévision de bruit CadnaA, veuillez consulter www.datakustik.com.



Version d'essai disponible gratuitement! Visitez www.datakustik.com



Extensions

Il existe en outre plusieurs extensions disponibles pour CadnaA afin de répondre à vos exigences. Par exemple:

Option APL: pollution de l'air

Calcul de la distribution des polluants, par ex. pour PM_{10} (particules fines), NO_2 , NO_x , SO_2 et benzène. Cartes d'exposition pour les sources industrielles et routières. Import de statistiques annuelles ou pluriannuelles de paramètres météorologiques.

Option FLG: bruit d'avions

Calcul sur cartes de bruit et points récepteurs des bruits d'avion autour des aéroports, à partir de données d'émission des classes d'avions. Les résultats de bruit d'avions peuvent être combinés avec tous les autres types de bruit (industrie, route, voie ferrée).

Option XL: cartes de bruit

Calcul avec un nombre illimité d'objets pour le calcul de cartes de bruit à grande échelle (par ex. des villes). De nombreuses fonctions supplémentaires comme la fonction Objet-Scan, cartes de conflit, évaluation monétaire ou densité de population.