

Étude acoustique

Ferme éolienne du Bois Élie

Communes de
Cormainville, Guillonville et Courbehaye (28)

Juin 2018



Volkswind France SAS
SAS au capital de 250 000 € R.C.S Nanterre 439 906 934

Centre Régional de Tours

32 rue de la Tuilerie

37 550 SAINT AVERTIN

Tél : 02.47.54.27.44 / Fax : 02.47.54.67.58

www.volkswind.fr



PROJET DE LA FERME EOLIENNE DU BOIS ELIE, COMMUNES DE CORMAINVILLE, GUILLONVILLE ET COURBEHAYE (28)

Etude d'impact acoustique

29 mars 2018

Rapport n°324ACO2017-01G



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

Tél : 02 47 26 88 16

E-mail : contact@ereaa-ingenierie.com

www.ereaa-ingenierie.com

SOMMAIRE

1. PREAMBULE	3
2. PRESENTATION DU SITE ET DU PROJET	4
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. Les infrasons et basses fréquences	10
3.2.3. Commentaires sur les effets extra-auditifs du bruit.....	12
3.2.4. Echelle de bruit	14
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	21
4.3. ANALYSE DU BRUIT RESIDUEL EN FONCTION DE LA VITESSE DU VENT.....	29
4.3.1. Méthodologie générale.....	29
4.3.1. Résultats	31
5. ANALYSE PREVISIONNELLE	34
5.1. CALCULS PREVISIONNELS DE LA CONTRIBUTION DU PROJET	34
5.1.1. Présentation du modèle de calcul.....	34
5.1.2. Configuration étudiée	35
5.1.3. Hypothèses d'émissions.....	36
5.1.4. Résultats des calculs.....	37
5.2. ESTIMATION DES EMERGENCES	42
5.2.1. Emergences en mode normal	42
5.3. PERIMETRE DE MESURE DU BRUIT.....	47
5.4. TONALITE MARQUEE	48
5.5. EFFETS CUMULES.....	49
6. CONCLUSION	53
6.1. ETAT INITIAL.....	53
6.2. ANALYSE PREVISIONNELLE ET EMERGENCES	53
ANNEXES.....	55
ANNEXE N°1 : ANALYSES « BRUIT-VENT »	56
ANNEXE N°2 : DONNEES DES EMISSIONS SONORES	63
ANNEXE N°3 : INCERTITUDES DE CALCULS.....	66

1. PREAMBULE

Ce rapport présente l'étude acoustique concernant le projet de la ferme éolienne du Bois Elie, situé sur les communes de Cormainville, Guillonville et Courbehaye, dans le département de l'Eure-et-Loir (28).

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 des projets 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 des projets 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

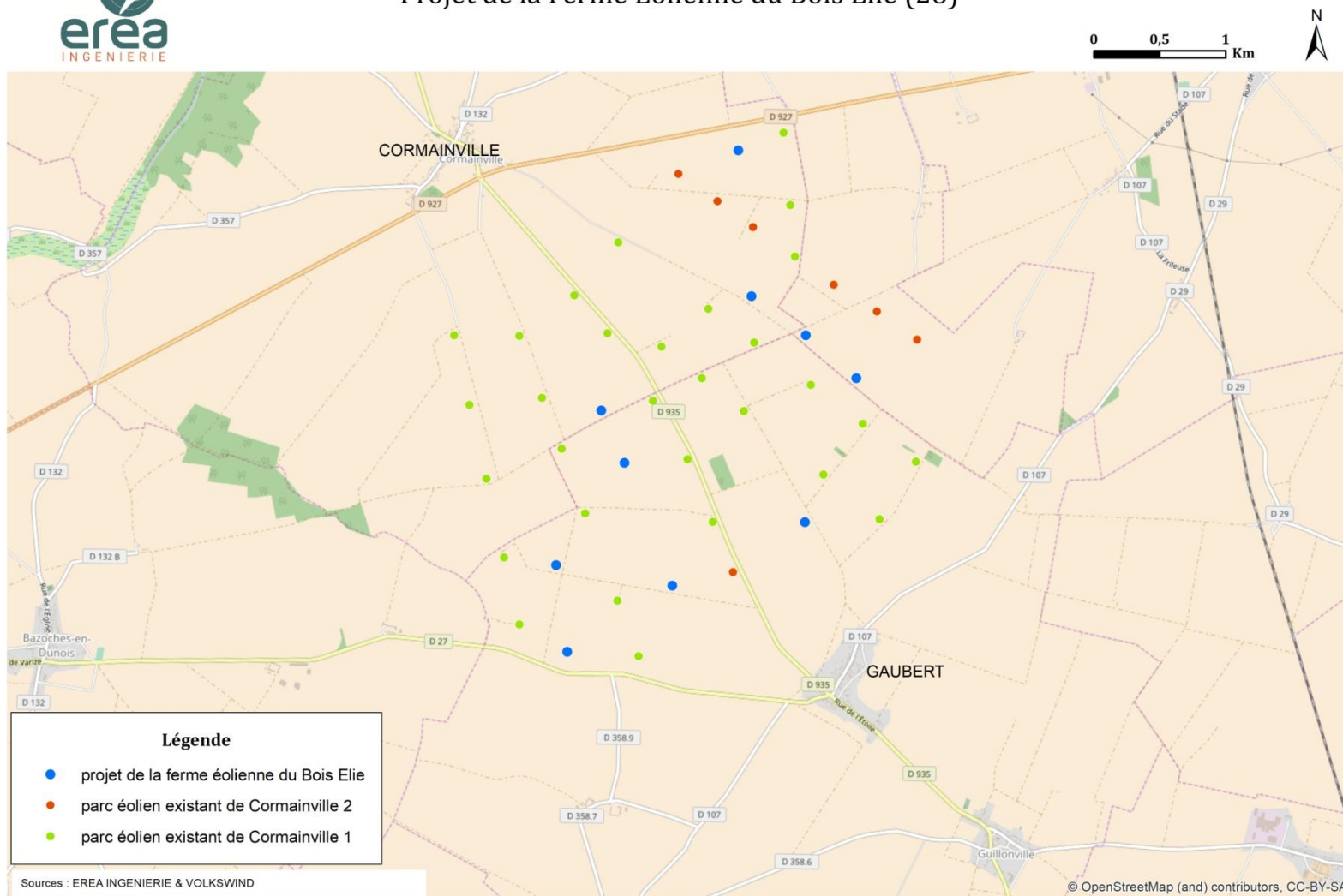
Le projet de la ferme éolienne du Bois Elie se situe dans le sud du département de l'Eure-et-Loir (28), sur les communes de Cormainville, Guillonville et Courbehaye, à proximité des éoliennes existantes.

La zone d'étude de ce projet éolien s'étend en zone rurale où les principales sources de bruit sont les activités agricoles, les axes de transport assez peu fréquentés comme les routes départementales D927, D935 et D27, ainsi que les éoliennes présentes dans la zone d'étude.

Le projet de la ferme éolienne du Bois Elie et les parcs éoliens voisins existants sont présentés sur la carte ci-dessous.



Projet de la Ferme Eolienne du Bois Elie (28)



Localisation du projet de la ferme éolienne du Bois Elie et des parcs éoliens existants

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

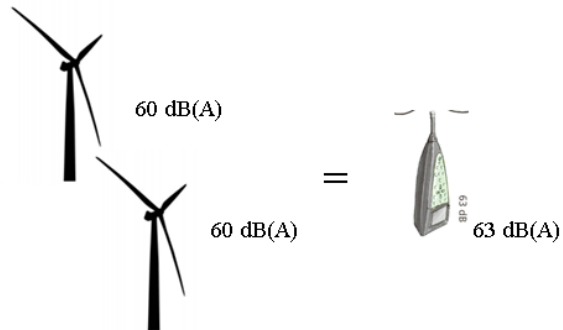
L'unité du niveau de pression devient alors le décibel « A », noté dB(A).

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.

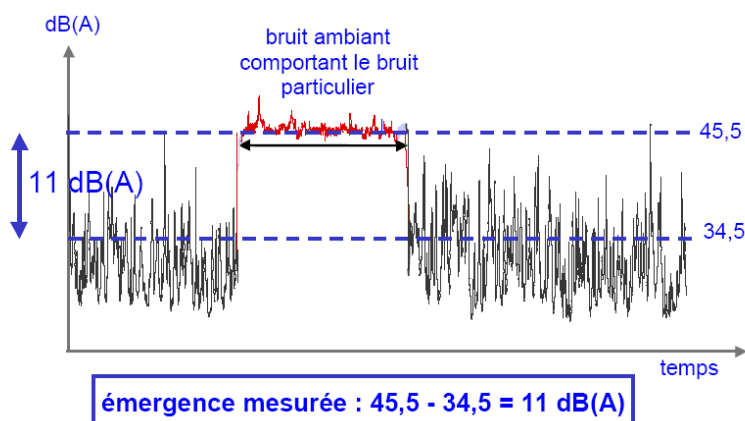
Par exemple, dans le cas de projets éoliens, nous faisons généralement le choix de l'indicateur L_{50} (niveau acoustique atteint ou dépassé pendant 50 % du temps) comme bruit préexistant pour le calcul des émergences car il permet une élimination très large des événements particuliers liés aux activités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



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

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

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

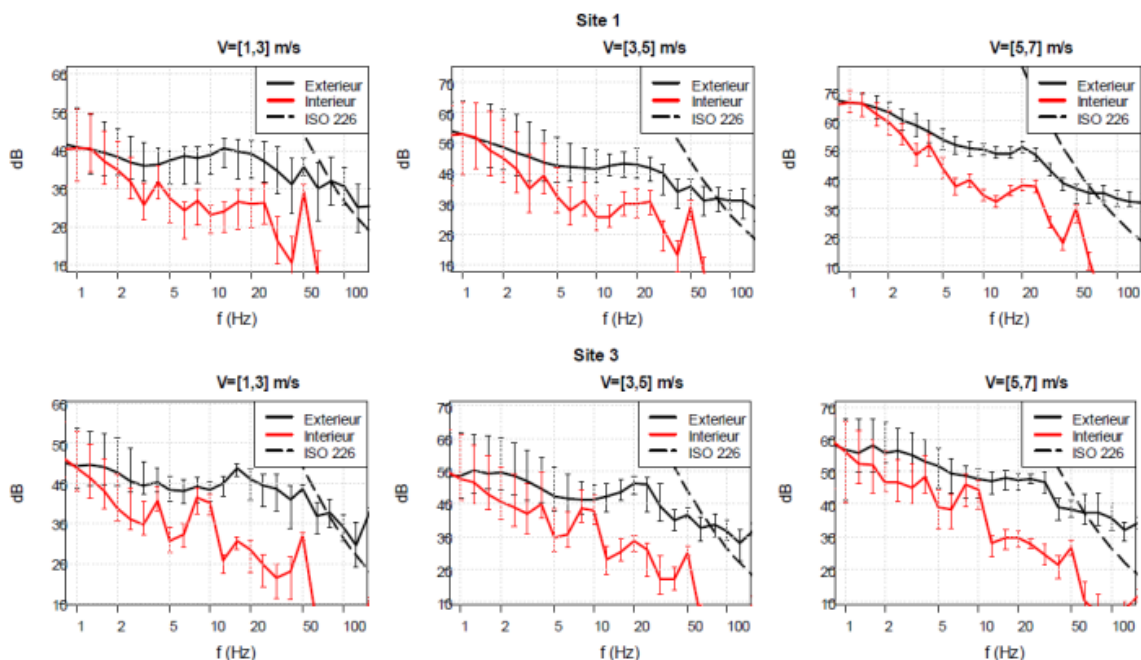
L'anses (l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) a publié en mars 2017 un avis sur le rapport relatif à l'expertise collective « Évaluation des effets sanitaires des basses fréquences sonores et infrasons dus aux parcs éoliens ». Ce document a pour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

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

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

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

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



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

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

L'avis de l'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail donne les conclusions suivantes. De manière générale, les infrasons ne sont audibles

ou perçus par l'être humain qu'à de très forts niveaux. À la distance minimale d'éloignement des habitations par rapport aux sites d'implantations des parcs éoliens (500 m) prévue par la réglementation, les infrasons produits par les éoliennes ne dépassent pas les seuils d'audibilité. Par conséquent, la gêne liée au bruit audible potentiellement ressentie par les personnes autour des parcs éoliens concerne essentiellement les fréquences supérieures à 50 Hz.

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

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

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 doit être situé à une distance réglementaire d'au moins 500 m des habitations, ainsi le niveau sonore à l'intérieur d'une habitation n'atteint pas les 45 dB(A). Il n'existe donc 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. Par ailleurs, le rapport de l'anses de mars 2017, cité dans le paragraphe précédent, montre qu'aucun effet sanitaire dû aux basses fréquences des éoliennes n'est recensé.

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.).

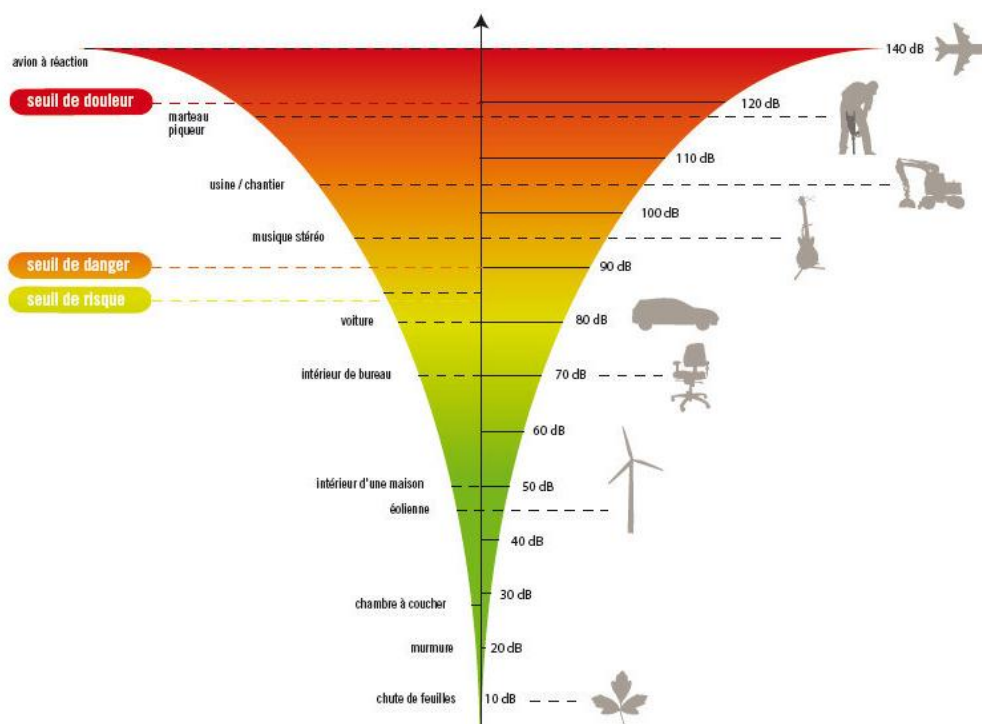
Effet	Classification de l'évidence	Observation des valeurs seuil		
		Mesure	Valeur (dB(A))	Intérieur/Extérieur
Détérioration auditive	Suffisante	L _{Aeq, 24 h}	70	Intérieur
Hypertension	Suffisante	L _{dn}	70	Extérieur
Cardiopathie ischémique	Suffisante	L _{dn}	70	Extérieur
Effets biochimiques	Limitée			
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 standardisées 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 standardisée d'environ 3 m/s, l'éolienne se met tout juste en fonctionnement et fournit une puissance qui augmente en fonction de la vitesse du vent jusqu'à environ 10 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 10 jours, du 3 au 13 mars 2017, afin de caractériser au mieux les différentes ambiances sonores présentes autour de la zone d'implantation potentielle (ZIP).

Cette campagne se compose de **7 points fixes**, placés au droit des habitations les plus exposées au projet. L'ambiance sonore générale est représentative d'une zone rurale avec la présence de plusieurs routes départementales. Il convient de noter que l'ensemble des éoliennes existantes étaient en fonctionnement pendant la période des mesures sur site.

Il est précisé qu'un point fixe consiste en une acquisition successive de mesures élémentaires (temps d'intégration 1s) 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, CUBE et SOLO de la société 01dB; les données sont traitées et analysées par voie informatique.

Les données météorologiques sont relevées à l'aide d'une station placée à une hauteur de 10m à l'aide d'un mât mobile. Cette mesure est positionnée à l'intérieur du lieu d'implantation potentielle du projet, au nord-ouest de la commune de Gaubert.

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

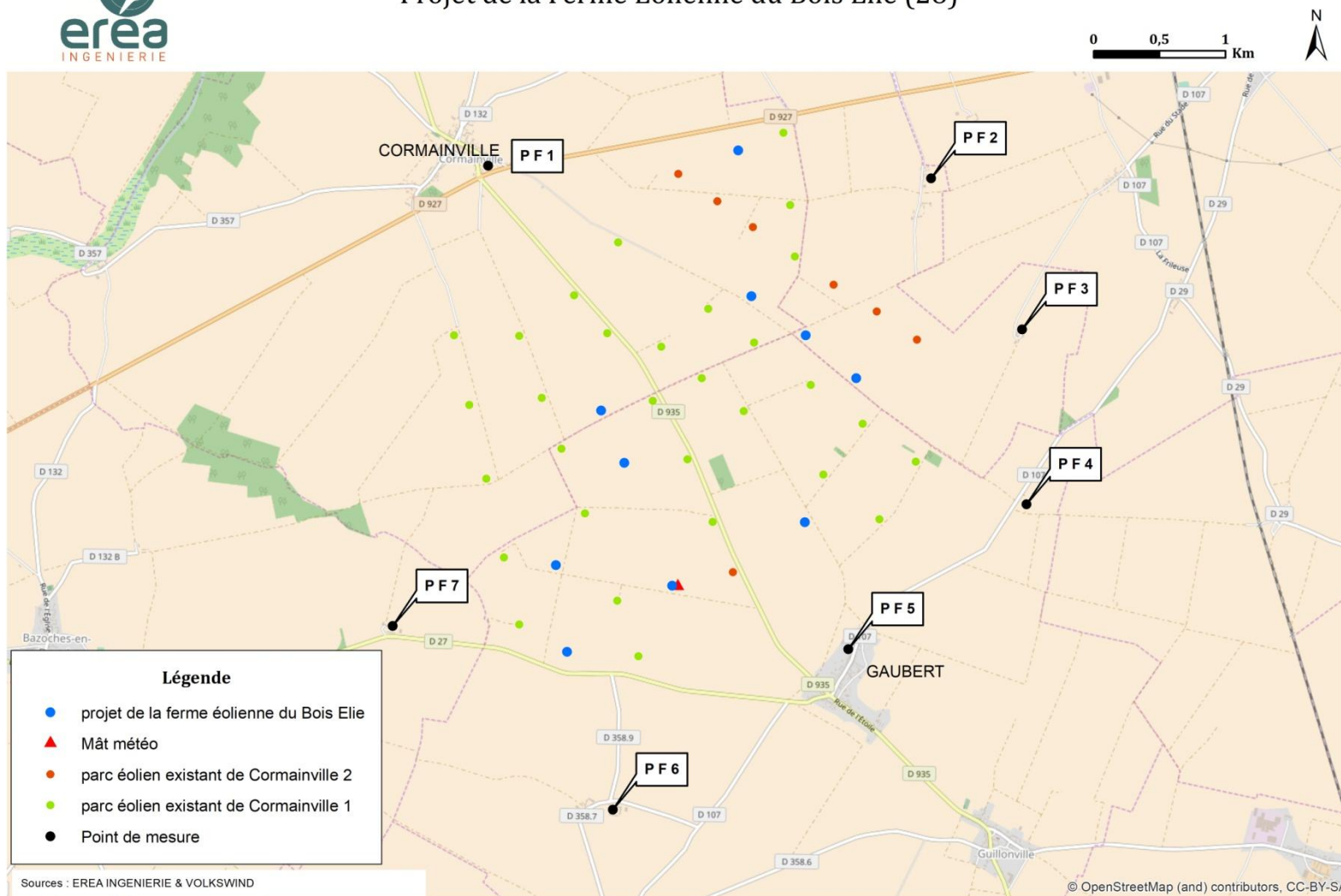
A hauteur des microphones (à environ 1,50 m du sol), la vitesse de vent est inférieure à 5 m/s lors des mesures (vent faible ou masqué par les habitations), conformément à la norme NFS 31-110.



Photographie du mât de mesures météorologiques

Les données météorologiques (vitesse et direction du vent) extraites de cette station météo présente sur la zone d'étude sont utilisées pour réaliser les analyses dans la suite de ce rapport. Ces données sont traitées toutes les 10 minutes. La carte suivante localise les 7 points de mesures réalisés et le mât météorologique.

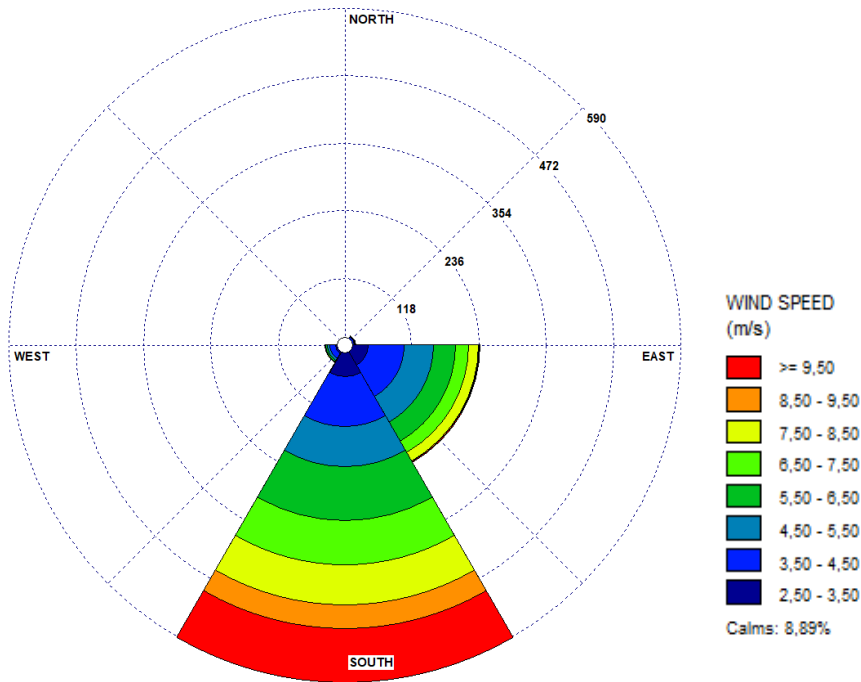
Projet de la Ferme Eolienne du Bois Elie (28)



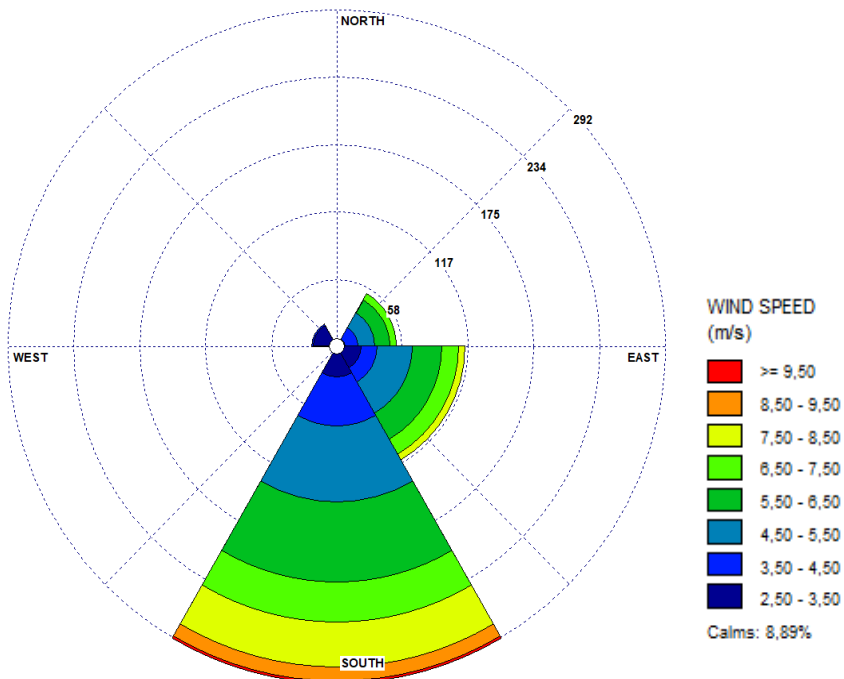
Localisation des points de mesures acoustiques et du mât météorologique

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

- La vitesse de vent maximale relevée est de 20,5 m/s à 10 m du sol l'après-midi du 5 mars 2017 ;
- Le vent provient principalement du quart sud sur la période de mesures ;
- Des précipitations sont observées entre le 3 et le 7 mars 2017, ces périodes de pluie sont retirées de l'analyse.



Rose des occurrences des vents du 3 au 17 mars 2017 en période de jour



Rose des occurrences des vents du 3 au 17 mars 2017 en période de nuit

Les directions de vent relevées incluent la direction des vents dominants sur site : vents provenant du quart sud-ouest. Les conditions météorologiques relevées pendant la campagne de mesures acoustiques sont donc représentatives des conditions habituellement rencontrées sur le site.

Les nombres d'échantillons par vitesse de vent sont donnés par secteur de vent dans les tableaux suivants en fonction des périodes de jour et de nuit. Un échantillon correspond à un relevé de 10 minutes.

Note : 0° correspond au nord et 180° au sud.

	vitesses de vent standardisées (en m/s)							
Secteurs de vent	3	4	5	6	7	8	9	10
[330°-30°[	4	0	0	0	0	0	0	0
[30°-90°[	7	9	2	1	0	0	0	0
[90°-150°[	42	59	54	35	24	16	2	1
[150°-210°[	63	84	69	98	74	70	42	27
[210°-270°[	17	11	4	2	0	2	0	0
[270°-330°[	1	3	0	0	0	0	0	0

Nombres d'échantillons par vitesse de vent standardisée en fonction des secteurs de vent pour la période de jour

	vitesses de vent standardisées (en m/s)							
Secteurs de vent	3	4	5	6	7	8	9	10
[330°-30°[	2	0	0	0	0	0	0	0
[30°-90°[	8	11	15	13	6	0	0	0
[90°-150°[	23	14	31	29	12	5	0	0
[150°-210°[	28	43	70	64	37	36	11	1
[210°-270°[	2	3	3	0	0	0	0	0
[270°-330°[	21	2	0	0	0	0	0	0

Nombres d'échantillons par vitesse de vent standardisée en fonction des secteurs de vent pour la période de nuit

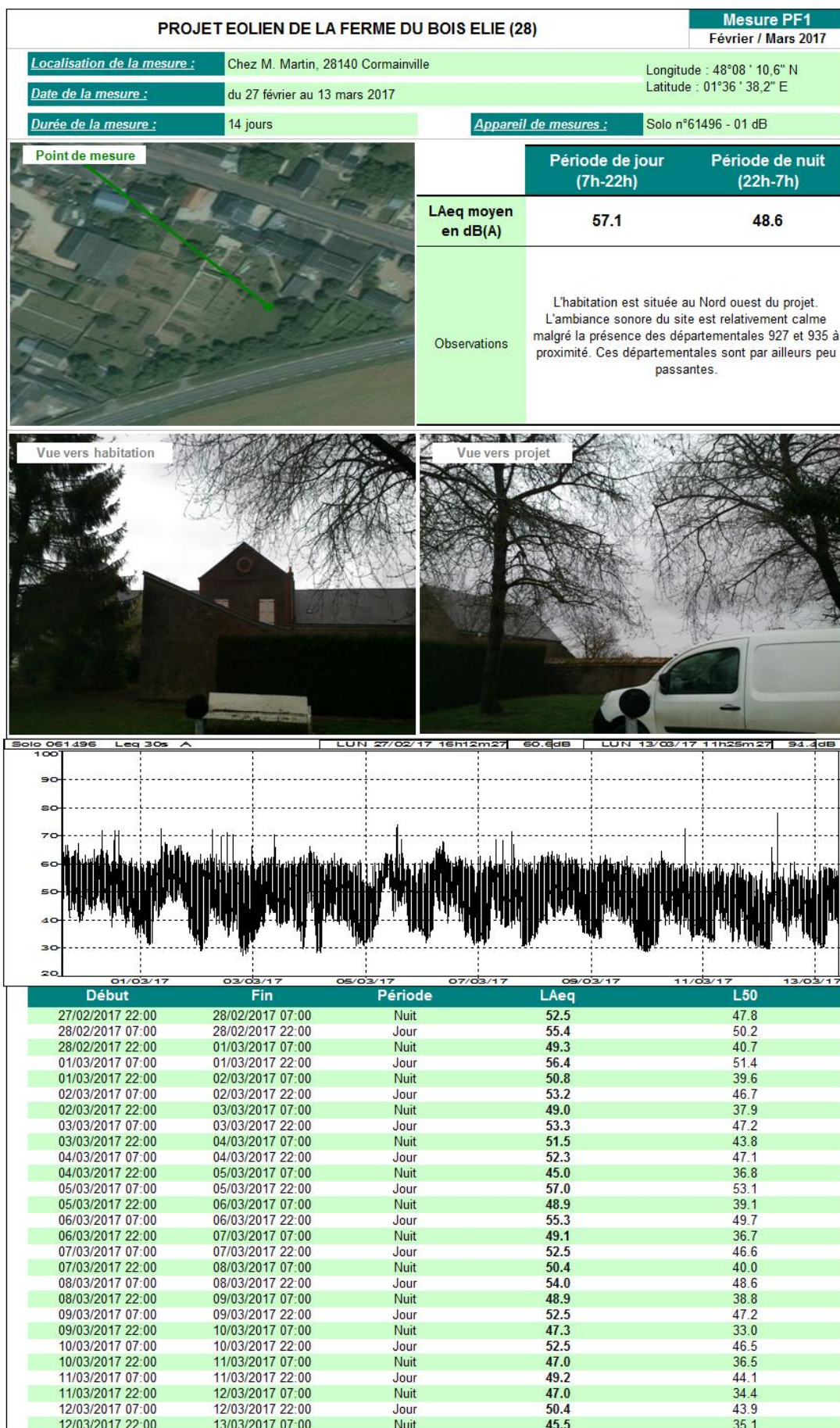
4.2. PRESENTATION DES POINTS DE MESURES

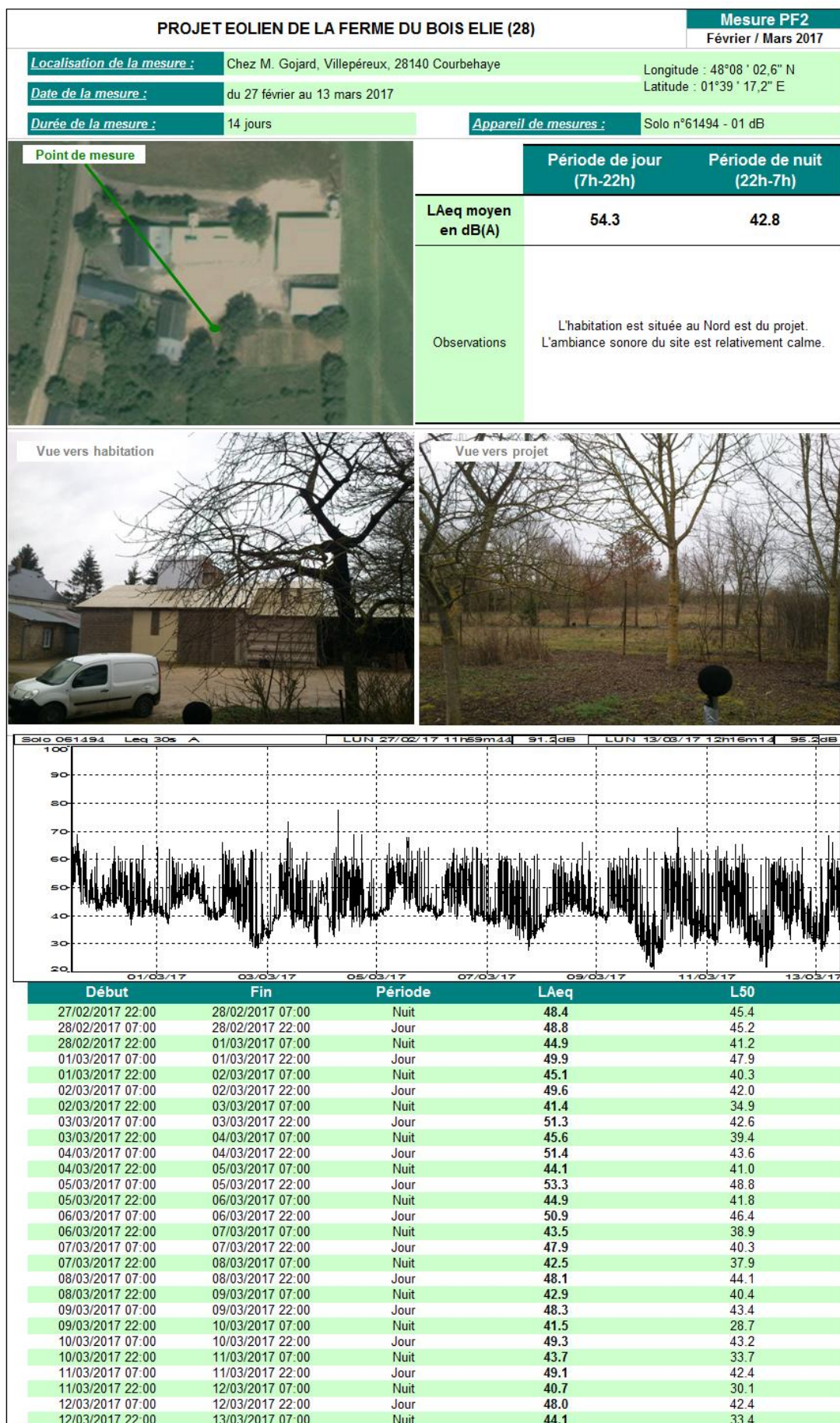
Pour les 7 points de mesures, les fiches ci-après présentent les informations suivantes :

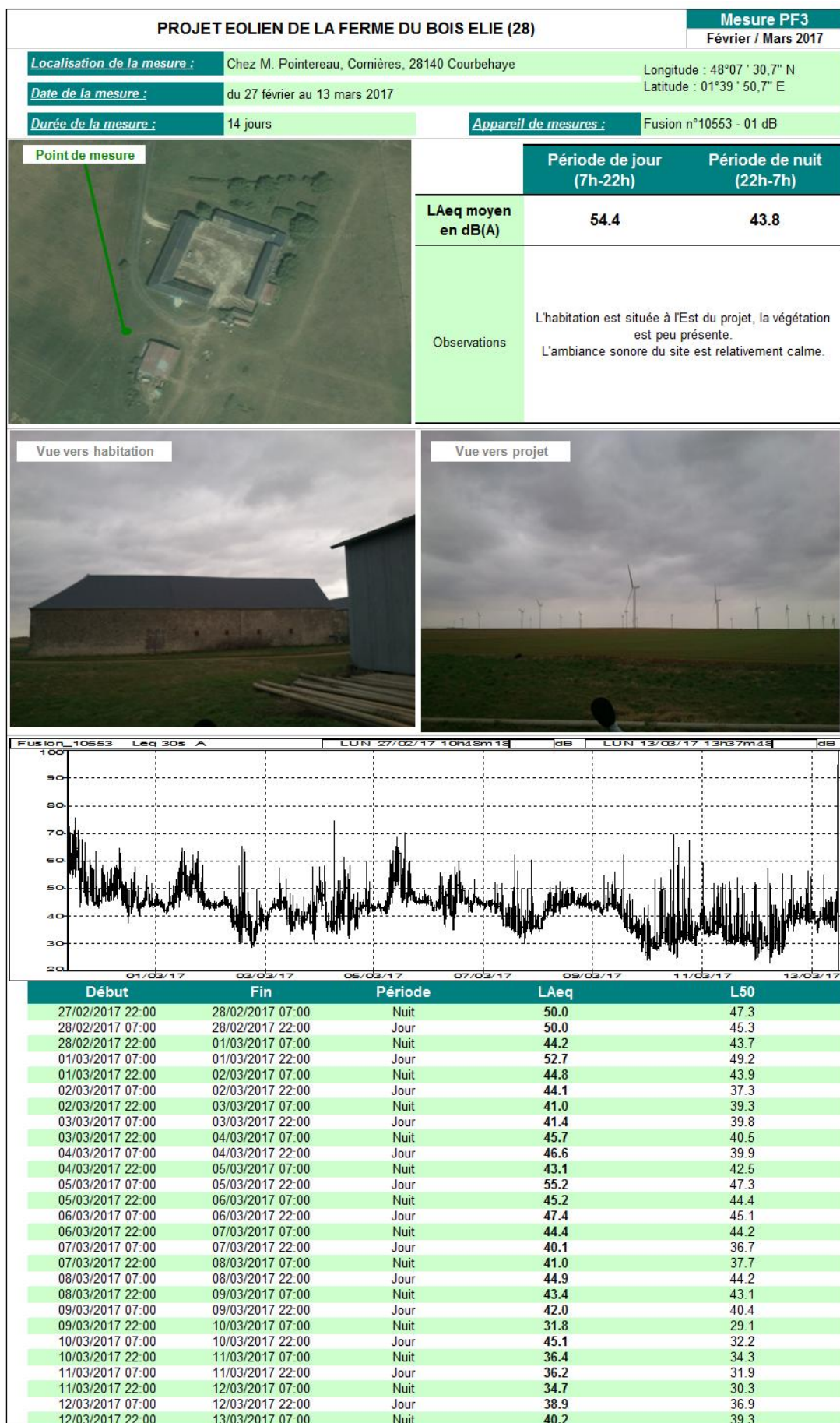
- caractéristiques du site
- photographies et repérage du point de mesure
- évolution temporelle du niveau de bruit
- listing des niveaux L_{Aeq} et L_{50} sur chaque période réglementaire de jour et de nuit
- niveau L_{Aeq} moyen sur chacune des périodes réglementaires.

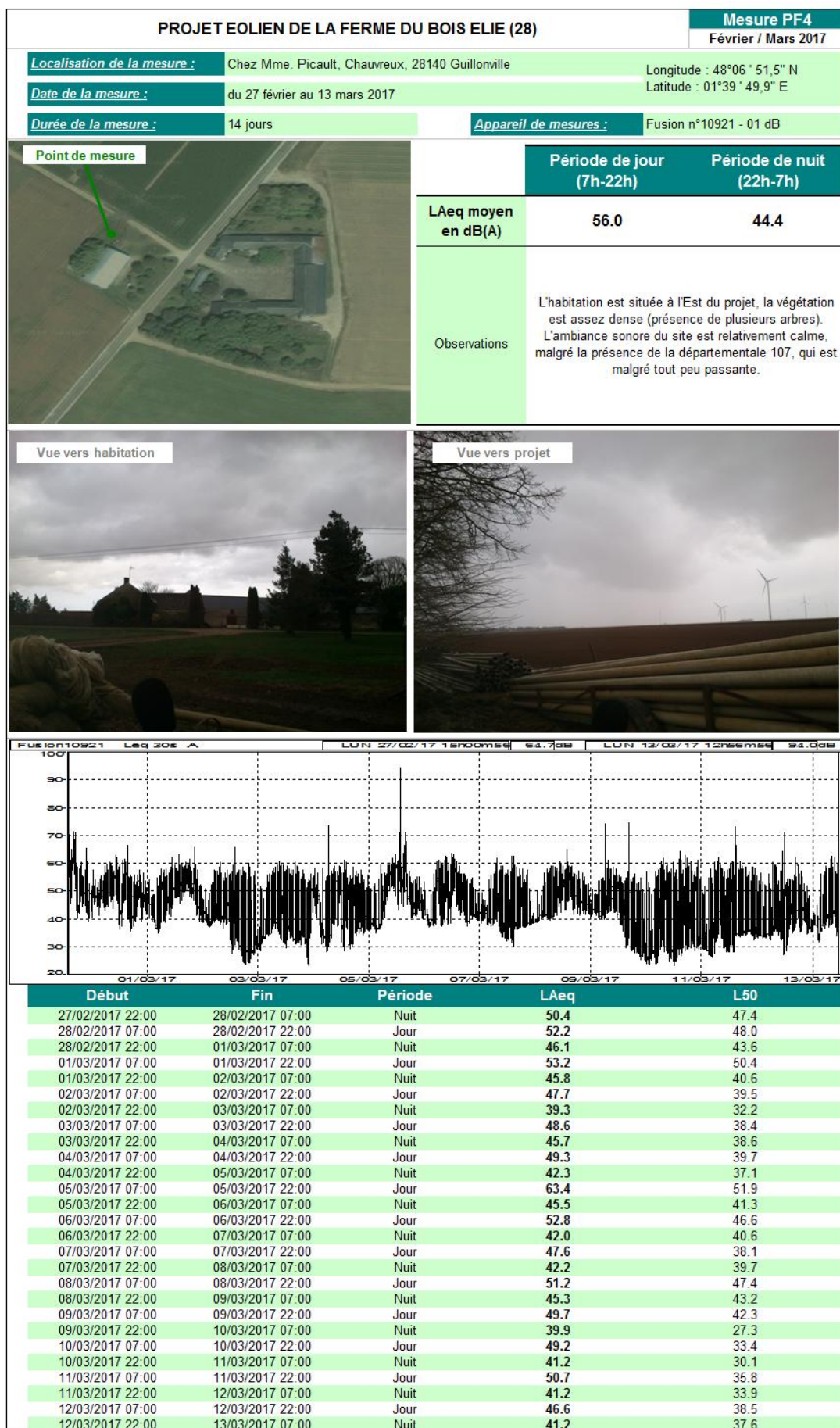
Remarque :

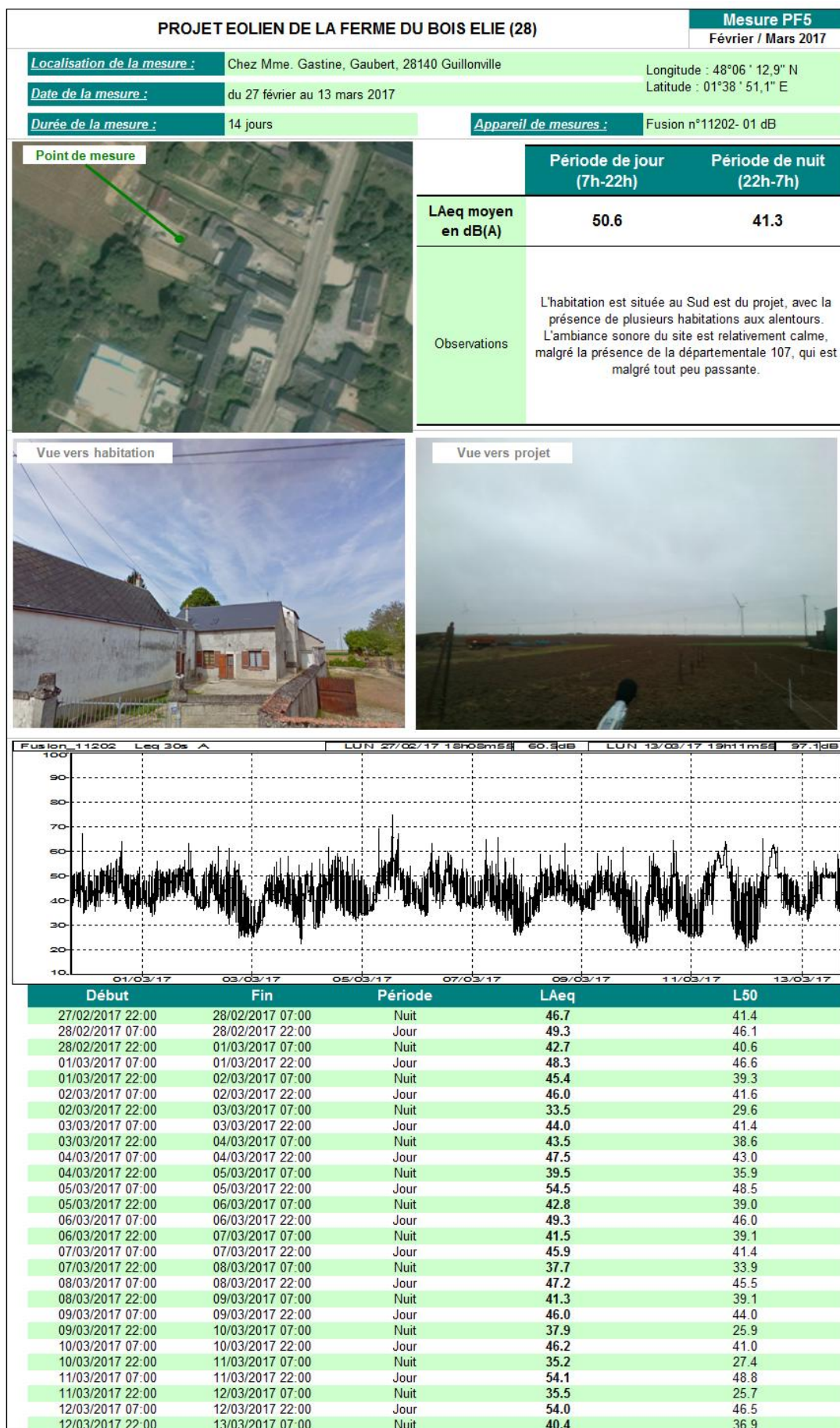
Si l'on observe des périodes qui sont marquées par des évènements particuliers (type : véhicule au ralenti devant le microphone, aboiements répétés, pompes, etc.), elles ne seront pas prises en compte dans le bruit résiduel pour le calcul des émergences. Dans la mesure où l'émergence est calculée à partir 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.



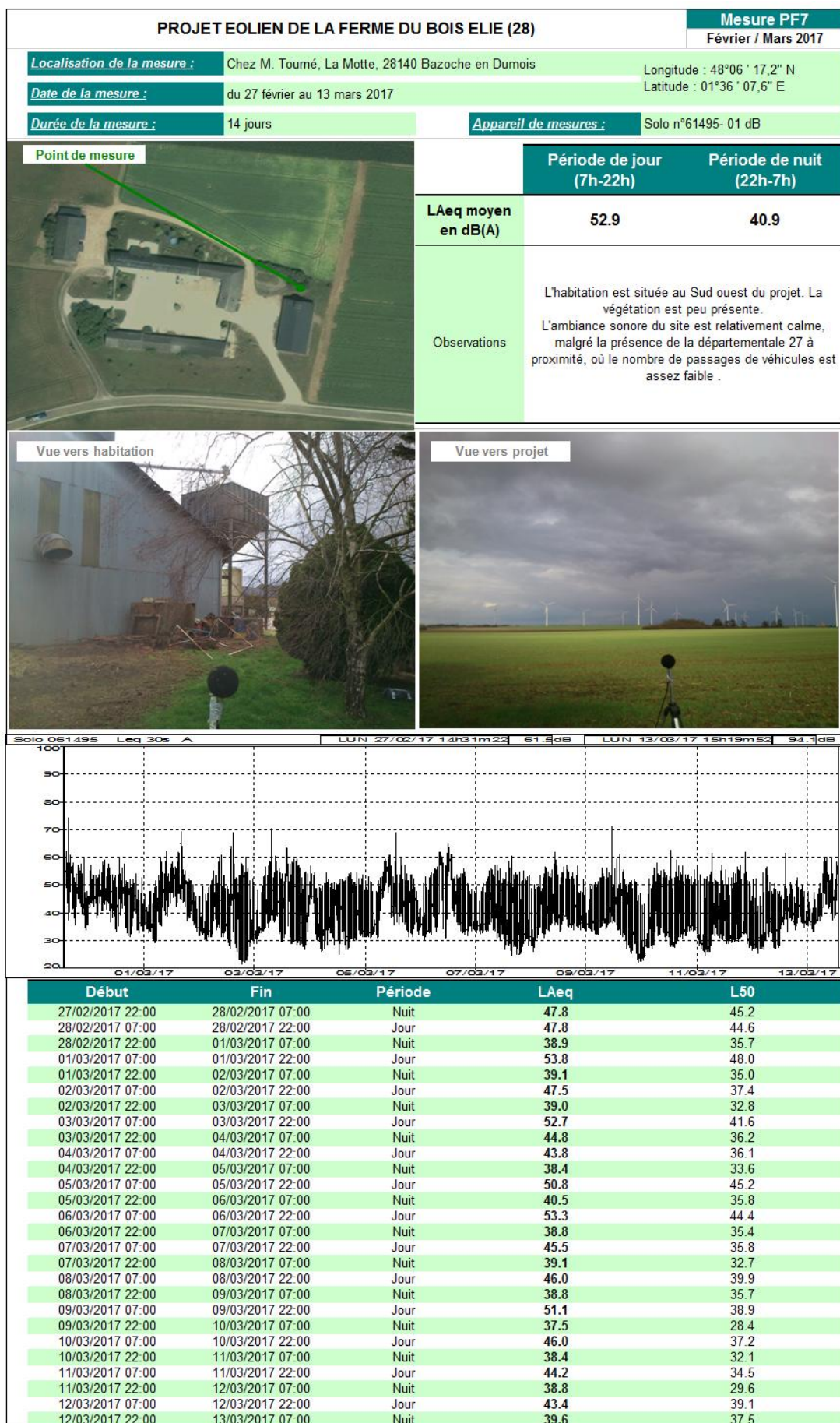












4.3. ANALYSE DU BRUIT RESIDUEL EN FONCTION DE LA VITESSE DU VENT

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 de hauteur 10 m, situé sur le site. Les niveaux résiduels et les vitesses de vent sont déterminés selon les méthodes décrites ci-après.

- **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.

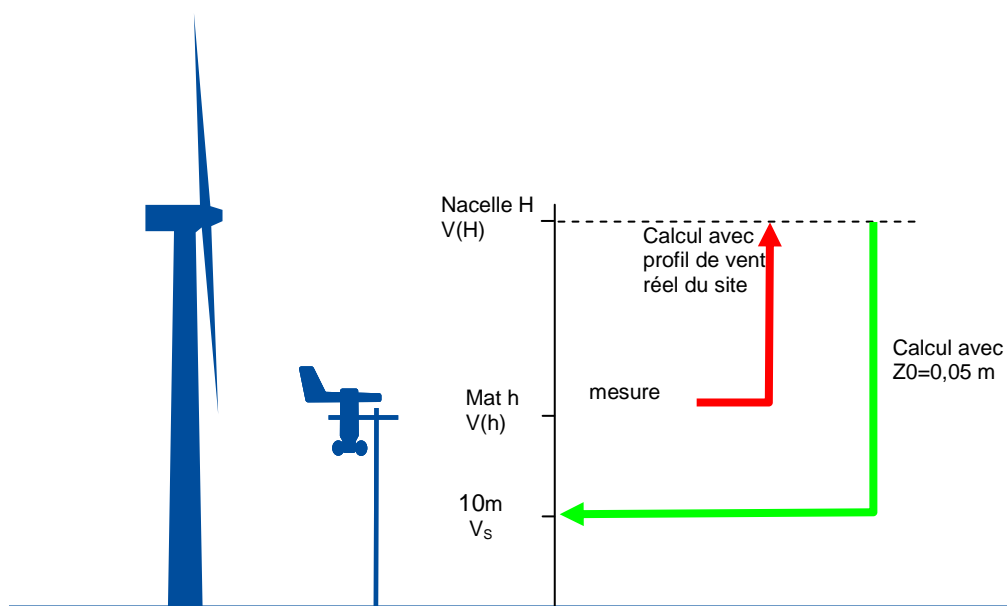
Ces niveaux de bruit résiduel sont ensuite analysés par **classe de vent** (selon la vitesse du vent globalement comprise entre 3 et 20 m/s à la hauteur standardisée de 10 m du sol) et par **classe homogène** (période de jour 7h-22h, de nuit 22h-7h). La classe homogène est définie par l'opérateur en fonction des facteurs environnementaux ayant une influence sur la variabilité des niveaux sonores (variation de trafic routier, activités humaines, chorus matinal, orientation du vent, saison...). Pour assurer une représentativité optimale des mesures, le nombre de classes homogènes ne doit être ni trop faible ni trop élevé. S'il est trop faible, les mesures seront trop dispersées pour être représentatives, mais à l'inverse s'il est trop élevé, le nombre de mesures à réaliser deviendra prohibitif.

- **Les vitesses du vent :**

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

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 un large secteur sud de vent présent majoritairement pendant la campagne de mesures. Cette direction de vent inclut les vents dominants sur site, soit les vents de sud-ouest. Ainsi, l'analyse est représentative des conditions généralement rencontrées sur site. La présence d'infrastructures de transports (routes départementales en proche habitation, circulation d'engins agricoles), et d'éoliennes déjà présentes sur site peut influencer l'environnement sonore des lieux.



Principe du calcul de la vitesse standardisée V_s

H : hauteur de la nacelle (m),
 H_{ref} : hauteur de référence (10m),
 h : hauteur de mesure de l'anémomètre (m),
 $V(h)$: vitesse mesurée à la hauteur h .

Afin de s'assurer de conditions météorologiques analogues en termes de conditions de vent pour l'estimation des niveaux sonores ambiants et résiduels, l'analyse de l'émergence s'appuie sur le calcul de l'indicateur de bruit. Ce calcul de l'indicateur de bruit se base sur les deux étapes suivantes :

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

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

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

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

Les analyses « **bruit – vent** » permettent de déterminer les médianes recentrées correspondant aux niveaux sonores moyens mesurés par intervalle de vitesse de vent à 10 m (selon le projet de norme NF S 31-114).

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

4.3.1. 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) – vent de secteur [150°-210°]
- **Classe 2** : période de nuit (22h–7h) – vent de secteur [150°-210°]

Les directions de vent définissant les classes homogènes incluent les vents dominants sur site et sont donc représentatives des conditions habituellement rencontrées sur site.

A 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	44	83	54	79	56	66	40	24
PF2	45	78	62	80	57	66	39	19
PF3	44	72	52	67	50	67	38	21
PF4	56	78	65	83	61	67	39	22
PF5	50	63	53	74	54	67	38	24
PF6	44	79	63	89	71	68	42	27
PF7	58	75	55	76	35	61	41	25

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	16	40	60	55	34	29	10	1
PF2	20	38	57	61	33	31	10	1
PF3	22	36	34	51	33	31	10	1
PF4	25	39	62	63	33	30	10	1
PF5	24	37	51	60	33	30	10	1
PF6	28	41	58	63	37	36	11	1
PF7	28	28	64	63	36	34	11	1

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

Le nombre d'échantillons est satisfaisant pour les vents allant de 3 à 10 m/s de jour et de 3 à 9 m/s de nuit pour la plupart des points de mesures. Là où le nombre d'échantillons est inférieur à 10 (en italique dans les tableaux ci-dessous), une extrapolation réaliste est effectuée 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	44,5	44,6	45,5	45,6	45,6	47,7	49,2	50,0
PF2	40,6	41,7	41,8	42,2	42,9	43,7	45,2	45,3
PF3	32,4	32,4	35,0	37,6	40,2	44,0	44,8	45,2
PF4	33,9	35,2	36,8	39,2	43,2	46,7	48,9	50,4
PF5	38,5	40,8	41,1	42,2	43,4	45,6	46,5	47,0
PF6	32,3	34,1	36,9	39,0	40,9	44,5	47,4	49,4
PF7	34,2	34,5	36,7	38,1	38,4	39,7	41,1	41,9

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	34,3	34,3	35,1	36,9	38,2	40,3	43,2	43,4
PF2	32,4	33,6	35,9	39,2	40,7	42,4	43,5	45,3
PF3	33,8	35,6	38,3	41,1	43,3	44,5	45,4	45,4
PF4	30,7	32,7	36,5	38,9	42,4	44,2	46,9	50,0
PF5	28,0	32,3	35,0	37,5	39,2	40,8	43,3	46,2
PF6	27,3	32,8	34,3	37,4	40,9	43,0	44,1	45,1
PF7	30,7	33,1	34,5	35,1	36,1	37,4	39,3	40,3

Valeurs estimées

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

Il convient de noter que le point fixe 3 présente des niveaux sonores résiduels plus élevés de nuit que de jour. C'est pourquoi, dans la suite de l'analyse, les niveaux sonores résiduels de nuit sont plafonnés par rapport à ceux mesurés de jour. Cette considération est conservatrice dans la mesure où les niveaux sont alors plus faibles, et par conséquent l'émergence potentiellement plus importante. La différence entre ces niveaux sonores est principalement due aux incertitudes de mesures car l'écart est peu important et aucune activité nocturne anormale n'a été identifiée. Par ailleurs, cela signifie que l'ambiance sonore de jour est similaire à celle de nuit donc relativement calme.

Les niveaux résiduels sont globalement compris entre 27 et 50 dB(A) environ en période de nuit (22h-7h) et entre 32 et 50 dB(A) environ 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 de la ferme éolienne du Bois Elie.

Les différentes analyses « bruit-vent » réalisées pour chaque point de mesure sont présentées en annexe pour les différentes classes homogènes étudiées.

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

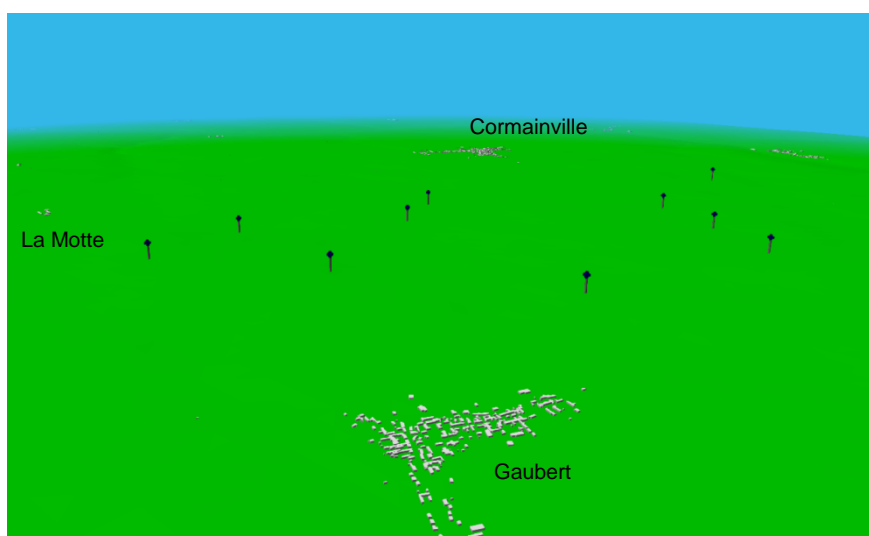
5.1.1. PRESENTATION DU MODELE DE CALCUL

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

Le modèle d'éolienne étudié est le suivant :

- VESTAS V110 – 2,2 MW – 80 m de mât munie de peignes sur les pales.

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

numéro éolienne	Lambert 93		WSG 84	Lambert II étendu		
	X	Y	Longitude	Latitude	x	y
1	597127	6779662	1°37'3.7625" E	48°6'33.2129" N	546465	2345806
2	597211	6779005	1°37'8.3662" E	48°6'11.9891" N	546554	2345149
3	597469	6780832	1°37'19.2925" E	48°7'11.3092" N	546797	2346980
4	597647	6780435	1°37'28.2263" E	48°6'58.5576" N	546978	2346584
5	598008	6779507	1°37'46.4880" E	48°6'28.6801" N	547347	2345658
6	599013	6779986	1°38'34.6888" E	48°6'44.7822" N	548349	2346146
7	598609	6781697	1°38'13.7335" E	48°7'39.9497" N	547930	2347854
8	599021	6781401	1°38'33.9115" E	48°7'30.5936" N	548345	2347562
9	599404	6781077	1°38'52.6794" E	48°7'20.3171" N	548731	2347241
10	598510	6782800	1°38'8.0056" E	48°8'15.6448" N	547822	2348958

Tableau des coordonnées d'implantation des éoliennes

L'éolienne de type VESTAS V110 est équipée de peignes positionnés sur les pales afin de réduire les émissions sonores tout en conservant la production d'électricité (voir illustrations ci-dessous).



Illustrations du montage des peignes sur les pales d'une éolienne (source VESTAS : 0048-1259 V01 - STE Technical description)

5.1.3. HYPOTHESES D'EMISSIONS

Les émissions acoustiques utilisées dans les calculs de propagation correspondent aux valeurs globales garanties (données constructeur VESTAS). 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 le tableau ci-après, en dB(A), en fonction de la vitesse de vent standardisée (à 10 m du sol).

VESTAS V110 - 2,2 MW - 80 m - Mode 0s

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	78,9	81,0	83,7	86,5	88,0	89,0	89,7	90,2	96,3
4 m/s	82,6	85,6	88,7	91,3	92,0	91,8	91,7	91,5	99,4
5 m/s	87,3	90,3	93,2	95,3	95,3	94,5	93,9	93,3	102,5
6 m/s	89,3	92,3	95,4	97,8	98,0	97,4	97,0	96,6	105,2
7 m/s	86,9	90,1	93,7	97,1	98,5	98,9	99,1	99,3	106,1
8 m/s	87,9	90,9	94,3	97,3	98,5	98,8	99,0	99,1	106,1
9 m/s	88,0	90,8	94,1	97,0	98,3	98,8	99,2	99,4	106,1
10 m/s	88,0	91,0	94,4	97,4	98,5	98,8	99,0	99,0	106,1

Hypothèses d'émissions en mode de fonctionnement normal avec peignes

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 présentée sur la page 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. Pour les récepteurs positionnés au droit d'habitations où il n'y a pas eu de mesures sur site, les niveaux résiduels seront extrapolés par rapport au point de mesure le plus représentatif de l'ambiance sonore au droit du récepteur. Ainsi, l'émergence pourra être calculée en tout point récepteur.

De cette manière, si la réglementation est respectée au droit de tous les récepteurs de calculs (positionnés aux endroits les plus exposés au projet éolien), elle le sera au droit de toutes les zones à émergence réglementée aux alentours.

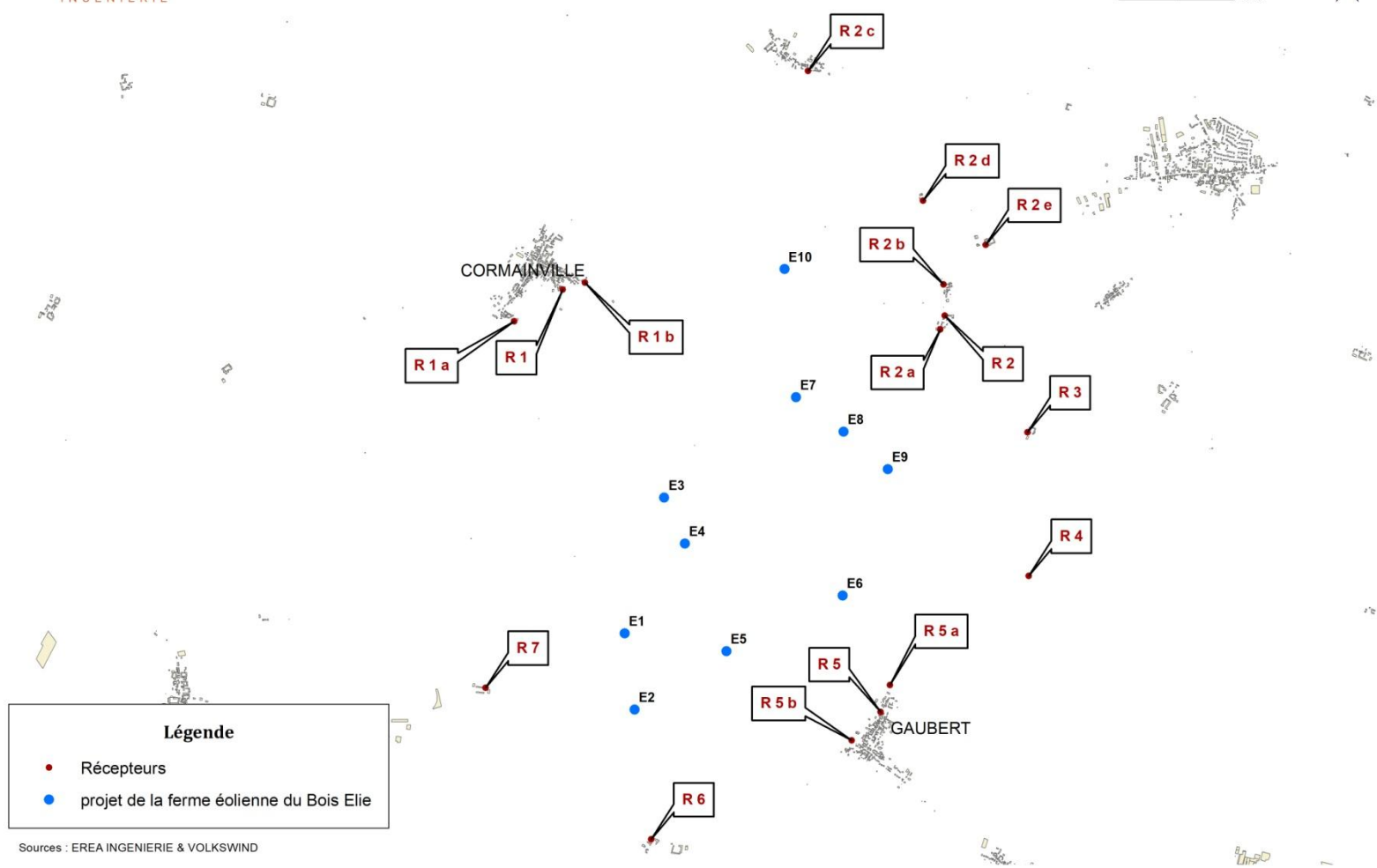
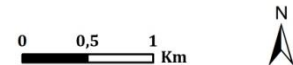
Les distances des récepteurs aux éoliennes les plus proches sont répertoriées dans le tableau ci-dessous.

Récepteur	Eolienne la plus proche	Distance (en m)
R1	E10	1930
R1a	E3	1998
R1b	E10	1731
R2	E8	1329
R2a	E8	1213
R2b	E10	1383
R2c	E10	1721
R2d	E10	1336
R2e	E10	1753
R3	E9	1250
R4	E9	1528
R5	E6	1055
R5a	E6	874
R5b	E6	1250
R6	E2	1129
R7	E1	1293

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



Projet de la Ferme Eolienne du Bois Elie (28)



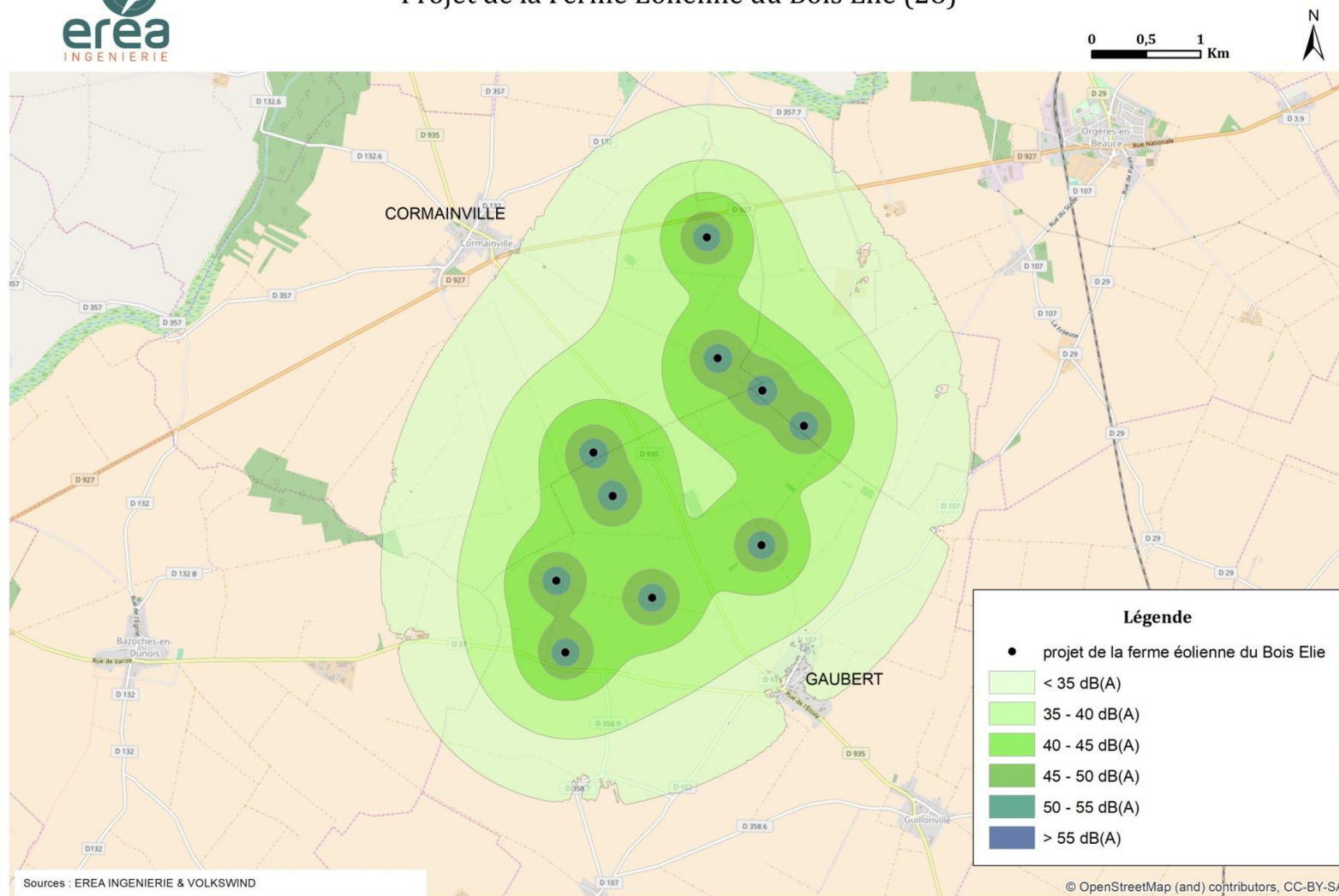
Localisation des récepteurs de calculs

La contribution maximale des éoliennes est calculée au droit du récepteur de calculs situé à Gaubert (R5a). Ce niveau sonore est d'environ 35,4 dB(A) pour une vitesse de vent standardisée de 6 m/s.

Les cartes d'isophones présentées ci-après illustrent la propagation du bruit des éoliennes du projet dans l'environnement à une hauteur de 2 m du sol, pour les vitesses de vent standardisées de 6 et 10 m/s.



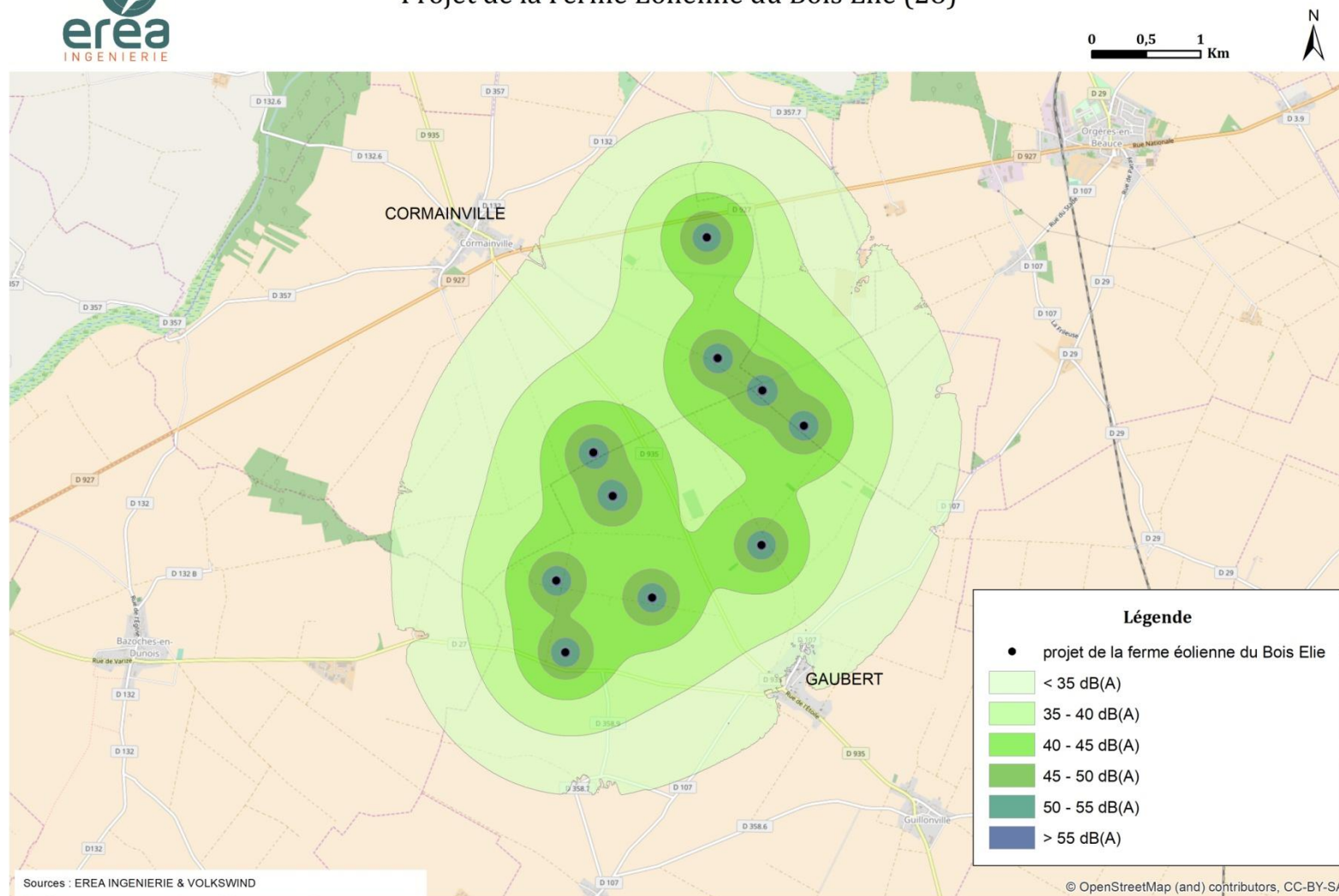
Projet de la Ferme Eolienne du Bois Elie (28)



Isophones à une hauteur de 2 m du sol de la contribution des éoliennes VESTAS V110–80 m de mât - vitesse de vent standardisée de 6 m/s



Projet de la Ferme Eolienne du Bois Elie (28)



Isophones à une hauteur de 2 m du sol de la contribution des éoliennes VESTAS V110–80 m de mât - vitesse de vent standardisée de 10 m/s

5.2. ESTIMATION DES EMERGENCES

Méthodologie

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

Ainsi, l'émergence globale est calculée à partir du bruit résiduel L_{50} observé lors des mesures (selon analyses L_{50} / vitesse du vent) et de la contribution des éoliennes (selon les hypothèses d'émissions pour les deux configurations avec et sans peignes). Les émergences sont calculées à 2 m du sol pour des vitesses de vent standardisées allant de 3 à 10 m/s (à 10 m du sol).

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

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

Ces résultats donnent :

- Le niveau de bruit résiduel à partir des mesures acoustiques comprenant la contribution sonore des parcs existants
- Le niveau de bruit des éoliennes du projet à partir du calcul
- Le niveau de bruit ambiant qui est la somme logarithmique du bruit des 10 éoliennes du projet 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.

5.2.1. EMERGENCES EN MODE NORMAL

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

EMERGENCES GLOBALES - VESTAS V110 - 2,2 MW - mât de 80 m

Période de JOUR (7h-22h)		Type de bruit	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Cormainville	R1	Bruit résiduel	44,5	44,6	45,5	45,6	45,6	47,7	49,2	50,0
		Bruit éoliennes	18,8	23,2	27,4	29,7	28,6	29,0	28,9	29,1
		Bruit ambiant	44,5	44,6	45,6	45,7	45,6	47,8	49,2	50,0
		EMERGENCE	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0
		Diminution nécessaire	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	R1a	Bruit résiduel	44,5	44,6	45,5	45,6	45,6	47,7	49,2	50,0
		Bruit éoliennes	18,4	22,8	27,0	29,3	28,3	28,7	28,5	28,7
		Bruit ambiant	44,5	44,6	45,6	45,7	45,6	47,8	49,2	50,0
		EMERGENCE	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0
		Diminution nécessaire	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	R1b	Bruit résiduel	44,5	44,6	45,5	45,6	45,6	47,7	49,2	50,0
		Bruit éoliennes	19,4	23,7	27,9	30,2	29,2	29,6	29,4	29,6
Bruit ambiant		44,5	44,6	45,6	45,7	45,6	47,8	49,2	50,0	
EMERGENCE		0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	
Diminution nécessaire		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Villepéroux	R2	Bruit résiduel	40,6	41,7	41,8	42,2	42,9	43,7	45,2	45,3
		Bruit éoliennes	21,2	25,5	29,5	31,9	31,1	31,4	31,3	31,5
		Bruit ambiant	40,7	41,8	42,1	42,6	43,2	44,0	45,4	45,5
		EMERGENCE	0,1	0,1	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2
		Diminution nécessaire	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	R2a	Bruit résiduel	40,6	41,7	41,8	42,2	42,9	43,7	45,2	45,3
		Bruit éoliennes	22,5	26,8	30,8	33,2	32,4	32,7	32,5	32,8
		Bruit ambiant	40,7	41,8	42,1	42,7	43,3	44,1	45,4	45,5
		EMERGENCE	0,1	0,1	0,3	0,5	0,4	0,4	0,2	0,2
		Diminution nécessaire	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	R2b	Bruit résiduel	40,6	41,7	41,8	42,2	42,9	43,7	45,2	45,3
		Bruit éoliennes	21,9	26,2	30,2	32,6	31,8	32,1	31,9	32,2
Bruit ambiant		40,7	41,8	42,1	42,6	43,2	44,0	45,4	45,5	
EMERGENCE		0,1	0,1	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	
Diminution nécessaire		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Ormoy	R2c	Bruit résiduel	40,6	41,7	41,8	42,2	42,9	43,7	45,2	45,3
		Bruit éoliennes	16,8	20,8	24,9	27,1	26,1	26,5	26,4	26,6
		Bruit ambiant	40,7	41,7	41,9	42,3	43,0	43,8	45,3	45,4
		EMERGENCE	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		Diminution nécessaire	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Le Moulin de Mongé	R2d	Bruit résiduel	40,6	41,7	41,8	42,2	42,9	43,7	45,2	45,3
		Bruit éoliennes	19,5	23,8	27,8	30,2	29,2	29,6	29,5	29,7
		Bruit ambiant	40,7	41,8	42,0	42,5	43,1	43,9	45,3	45,4
		EMERGENCE	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1
		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'émergence n'est à respecter dans ce cas
Rappel : si bruit ambiant > 35 dB(A), seuil de 5 dB(A)

EMERGENCES GLOBALES - VESTAS V110 - 2,2 MW - mât de 80 m

Période de JOUR (7h-22h)		Type de bruit	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Mongé	R2e	Bruit résiduel	40,6	41,7	41,8	42,2	42,9	43,7	45,2	45,3
		Bruit éoliennes	18,1	22,4	26,4	28,7	27,8	28,2	28,0	28,2
		Bruit ambiant	40,7	41,8	41,9	42,4	43,0	43,8	45,3	45,4
		EMERGENCE	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
		Diminution nécessaire	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cornières	R3	Bruit résiduel	32,4	32,4	35,0	37,6	40,2	44,0	44,8	45,2
		Bruit éoliennes	21,6	25,9	29,9	32,2	31,5	31,8	31,6	31,9
		Bruit ambiant	32,7	33,3	36,2	38,7	40,7	44,3	45,0	45,4
		EMERGENCE	0,3	0,9	1,2	1,1	0,5	0,3	0,2	0,2
		Diminution nécessaire	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Chauvieux	R4	Bruit résiduel	33,9	35,2	36,8	39,2	43,2	46,7	48,9	50,4
		Bruit éoliennes	19,8	24,1	28,2	30,5	29,6	29,9	29,8	30,0
		Bruit ambiant	34,0	35,5	37,4	39,8	43,4	46,7	49,0	50,5
		EMERGENCE	0,1	0,3	0,6	0,6	0,2	0,0	0,1	0,1
		Diminution nécessaire	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gaubert	R5	Bruit résiduel	38,5	40,8	41,1	42,2	43,4	45,6	46,5	47,0
		Bruit éoliennes	21,4	25,7	29,8	32,2	31,3	31,6	31,5	31,7
		Bruit ambiant	38,5	40,9	41,4	42,6	43,7	45,7	46,6	47,2
		EMERGENCE	0,0	0,1	0,3	0,4	0,3	0,1	0,1	0,2
		Diminution nécessaire	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	R5a	Bruit résiduel	38,5	40,8	41,1	42,2	43,4	45,6	46,5	47,0
		Bruit éoliennes	24,7	29,0	32,9	35,4	34,7	35,0	34,9	35,1
		Bruit ambiant	38,6	41,1	41,8	43,0	43,9	45,9	46,8	47,3
		EMERGENCE	0,1	0,3	0,7	0,8	0,5	0,3	0,3	0,3
	Diminution nécessaire	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	R5b	Bruit résiduel	38,5	40,8	41,1	42,2	43,4	45,6	46,5	47,0
		Bruit éoliennes	23,1	27,3	31,4	33,7	33,0	33,3	33,1	33,4
		Bruit ambiant	38,6	41,0	41,6	42,7	43,8	45,8	46,7	47,2
EMERGENCE		0,1	0,2	0,5	0,5	0,4	0,2	0,2	0,2	
Diminution nécessaire	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Bourneville	R6	Bruit résiduel	32,3	34,1	36,9	39,0	40,9	44,5	47,4	49,4
		Bruit éoliennes	21,5	25,8	29,7	32,1	31,5	31,8	31,6	31,8
		Bruit ambiant	32,7	34,7	37,6	39,8	41,4	44,7	47,5	49,5
		EMERGENCE	0,4	0,6	0,7	0,8	0,5	0,2	0,1	0,1
		Diminution nécessaire	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
La Motte	R7	Bruit résiduel	34,2	34,5	36,7	38,1	38,4	39,7	41,1	41,9
		Bruit éoliennes	22,4	26,7	30,8	33,1	32,4	32,7	32,5	32,7
		Bruit ambiant	34,5	35,1	37,7	39,3	39,4	40,5	41,7	42,4
		EMERGENCE	0,3	0,6	1,0	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5
		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'émergence n'est à respecter dans ce cas
Rappel : si bruit ambiant > 35 dB(A), seuil de 5 dB(A)

EMERGENCES GLOBALES - VESTAS V110 - 2,2 MW - mât de 80 m

Période de NUIT (22h-7h)		Type de bruit	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Cormainville	R1	Bruit résiduel	34,3	34,3	35,1	36,9	38,2	40,3	43,2	43,4
		Bruit éoliennes	18,8	23,2	27,4	29,7	28,6	29,0	28,9	29,1
		Bruit ambiant	34,4	34,7	35,8	37,6	38,7	40,6	43,4	43,6
		EMERGENCE	0,1	0,4	0,7	0,7	0,5	0,3	0,2	0,2
		Diminution nécessaire	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	R1a	Bruit résiduel	34,3	34,3	35,1	36,9	38,2	40,3	43,2	43,4
		Bruit éoliennes	18,4	22,8	27,0	29,3	28,3	28,7	28,5	28,7
		Bruit ambiant	34,4	34,6	35,7	37,6	38,6	40,6	43,4	43,6
		EMERGENCE	0,1	0,3	0,6	0,7	0,4	0,3	0,2	0,2
		Diminution nécessaire	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	R1b	Bruit résiduel	34,3	34,3	35,1	36,9	38,2	40,3	43,2	43,4
		Bruit éoliennes	19,4	23,7	27,9	30,2	29,2	29,6	29,4	29,6
Bruit ambiant		34,4	34,7	35,8	37,7	38,7	40,7	43,4	43,6	
EMERGENCE		0,1	0,4	0,7	0,8	0,5	0,4	0,2	0,2	
Diminution nécessaire		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Villepéroux	R2	Bruit résiduel	32,4	33,6	35,9	39,2	40,7	42,4	43,5	45,3
		Bruit éoliennes	21,2	25,5	29,5	31,9	31,1	31,4	31,3	31,5
		Bruit ambiant	32,8	34,2	36,8	40,0	41,1	42,7	43,8	45,5
		EMERGENCE	0,4	0,6	0,9	0,8	0,4	0,3	0,3	0,2
		Diminution nécessaire	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	R2a	Bruit résiduel	32,4	33,6	35,9	39,2	40,7	42,4	43,5	45,3
		Bruit éoliennes	22,5	26,8	30,8	33,2	32,4	32,7	32,5	32,8
		Bruit ambiant	32,9	34,4	37,1	40,2	41,3	42,9	43,8	45,5
		EMERGENCE	0,5	0,8	1,2	1,0	0,6	0,5	0,3	0,2
		Diminution nécessaire	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	R2b	Bruit résiduel	32,4	33,6	35,9	39,2	40,7	42,4	43,5	45,3
		Bruit éoliennes	21,9	26,2	30,2	32,6	31,8	32,1	31,9	32,2
Bruit ambiant		32,8	34,3	36,9	40,1	41,2	42,8	43,8	45,5	
EMERGENCE		0,4	0,7	1,0	0,9	0,5	0,4	0,3	0,2	
Diminution nécessaire		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Ormoy	R2c	Bruit résiduel	32,4	33,6	35,9	39,2	40,7	42,4	43,5	45,3
		Bruit éoliennes	16,8	20,8	24,9	27,1	26,1	26,5	26,4	26,6
		Bruit ambiant	32,6	33,8	36,3	39,5	40,8	42,5	43,6	45,4
		EMERGENCE	0,2	0,2	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1
		Diminution nécessaire	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Le Moulin de Mongé	R2d	Bruit résiduel	32,4	33,6	35,9	39,2	40,7	42,4	43,5	45,3
		Bruit éoliennes	19,5	23,8	27,8	30,2	29,2	29,6	29,5	29,7
		Bruit ambiant	32,7	34,0	36,5	39,7	41,0	42,6	43,7	45,4
		EMERGENCE	0,3	0,4	0,6	0,5	0,3	0,2	0,2	0,1
		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 3 dB(A)

EMERGENCES GLOBALES - VESTAS V110 - 2,2 MW - mât de 80 m

Période de NUIT (22h-7h)		Type de bruit	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Mongé	R2e	Bruit résiduel	32,4	33,6	35,9	39,2	40,7	42,4	43,5	45,3
		Bruit éoliennes	18,1	22,4	26,4	28,7	27,8	28,2	28,0	28,2
		Bruit ambiant	32,6	33,9	36,4	39,6	40,9	42,6	43,6	45,4
		EMERGENCE	0,2	0,3	0,5	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1
		Diminution nécessaire	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cornières	R3	Bruit résiduel	32,4	32,4	35,0	37,6	40,2	44,0	44,8	45,2
		Bruit éoliennes	21,6	25,9	29,9	32,2	31,5	31,8	31,6	31,9
		Bruit ambiant	32,7	33,3	36,2	38,7	40,7	44,3	45,0	45,4
		EMERGENCE	0,3	0,9	1,2	1,1	0,5	0,3	0,2	0,2
		Diminution nécessaire	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Chauvieux	R4	Bruit résiduel	30,7	32,7	36,5	38,9	42,4	44,2	46,9	50,0
		Bruit éoliennes	19,8	24,1	28,2	30,5	29,6	29,9	29,8	30,0
		Bruit ambiant	31,0	33,2	37,1	39,5	42,6	44,3	47,0	50,0
		EMERGENCE	0,3	0,5	0,6	0,6	0,2	0,1	0,1	0,0
		Diminution nécessaire	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gaubert	R5	Bruit résiduel	28,0	32,3	35,0	37,5	39,2	40,8	43,3	46,2
		Bruit éoliennes	21,4	25,7	29,8	32,2	31,3	31,6	31,5	31,7
		Bruit ambiant	28,9	33,2	36,2	38,6	39,9	41,3	43,6	46,3
		EMERGENCE	0,9	0,9	1,2	1,1	0,7	0,5	0,3	0,1
		Diminution nécessaire	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	R5a	Bruit résiduel	28,0	32,3	35,0	37,5	39,2	40,8	43,3	46,2
		Bruit éoliennes	24,7	29,0	32,9	35,4	34,7	35,0	34,9	35,1
		Bruit ambiant	29,7	34,0	37,1	39,6	40,6	41,8	43,9	46,5
		EMERGENCE	1,7	1,7	2,1	2,1	1,4	1,0	0,6	0,3
		Diminution nécessaire	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	R5b	Bruit résiduel	28,0	32,3	35,0	37,5	39,2	40,8	43,3	46,2
		Bruit éoliennes	23,1	27,3	31,4	33,7	33,0	33,3	33,1	33,4
		Bruit ambiant	29,2	33,5	36,6	39,1	40,2	41,5	43,7	46,4
		EMERGENCE	1,2	1,2	1,6	1,6	1,0	0,7	0,4	0,2
Diminution nécessaire	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Bourneville	R6	Bruit résiduel	27,3	32,8	34,3	37,4	40,9	43,0	44,1	45,1
		Bruit éoliennes	21,5	25,8	29,7	32,1	31,5	31,8	31,6	31,8
		Bruit ambiant	28,4	33,6	35,6	38,5	41,4	43,3	44,3	45,3
		EMERGENCE	1,1	0,8	1,3	1,1	0,5	0,3	0,2	0,2
		Diminution nécessaire	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
La Motte	R7	Bruit résiduel	30,7	33,1	34,5	35,1	36,1	37,4	39,3	40,3
		Bruit éoliennes	22,4	26,7	30,8	33,1	32,4	32,7	32,5	32,7
		Bruit ambiant	31,3	34,0	36,0	37,2	37,6	38,6	40,1	41,0
		EMERGENCE	0,6	0,9	1,5	2,1	1,5	1,2	0,8	0,7
		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 3 dB(A)

En période de jour et de nuit, aucun dépassement des seuils réglementaires n'est estimé au droit des habitations et zones à émergence réglementée les plus proches du projet de la ferme éolienne du Bois Elie en considérant la contribution seule du projet.

5.3. PERIMETRE DE MESURE DU BRUIT

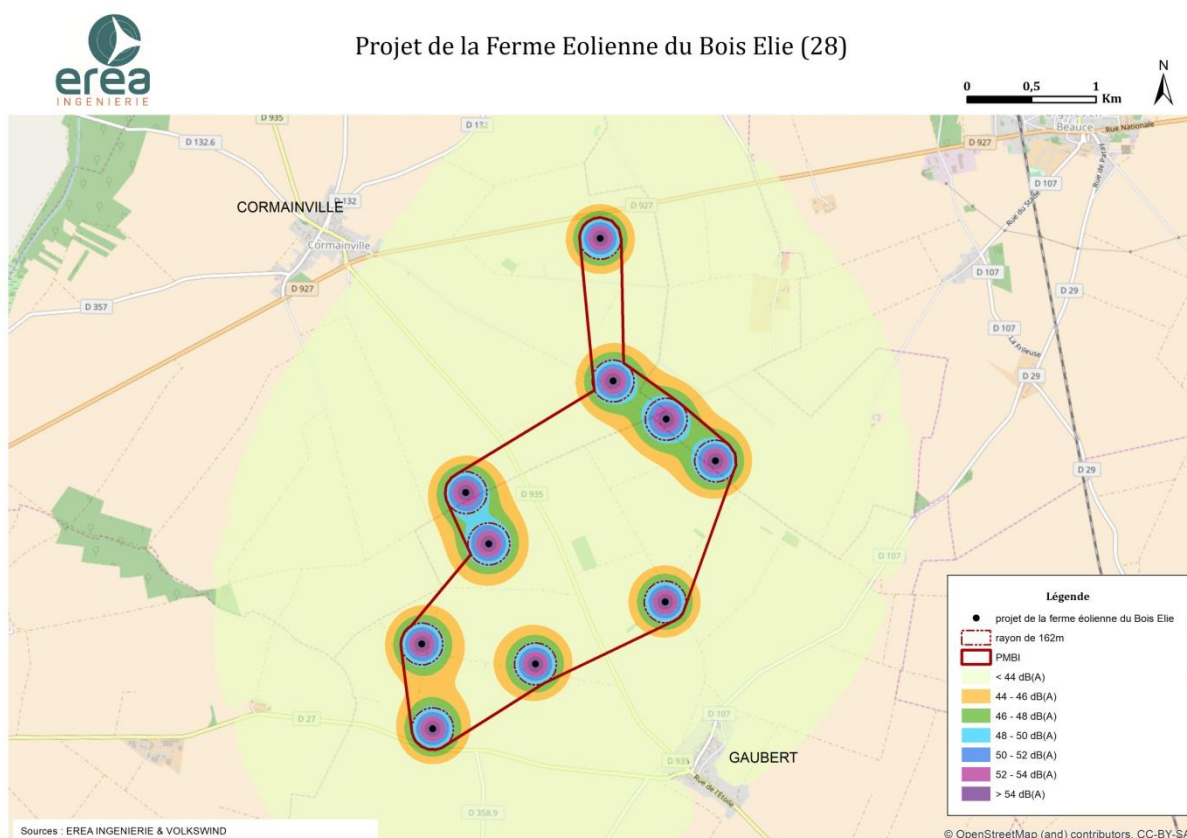
Le niveau de bruit maximal des installations éoliennes est fixé à 70 dB(A) pour la période de jour et 60 dB(A) pour la période de nuit dans le périmètre de mesure du bruit. Ce périmètre correspond au plus petit polygone dans lequel sont inscrits les disques de centre chaque aérogénérateur et de rayon 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 162 m pour le type d'éolienne étudié.

En limite de ce périmètre, les niveaux sonores varient au maximum entre 48 et 52 dB(A) à 2 m de hauteur pour la vitesse de vent correspondant aux émissions de bruits les plus importantes. D'autre part, ces niveaux sonores sont calculés avec un fonctionnement normal (sans bridage) des éoliennes. Ces niveaux sont donc bien inférieurs aux seuils réglementaires de 70 dB(A) de jour et 60 dB(A) de nuit.

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



Niveaux sonores dans le périmètre de mesure de bruit de l'installation – VESTAS V110 - 2,2MW de 80 m de hauteur nacelle en mode de fonctionnement normal avec peignes pour la vitesse de vent standardisée de 6 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 VESTAS V110 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 à hauteur de la nacelle.

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

Fréquences (en Hz)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
3 m/s	1,9	1,2	0,8	0,7	0,8	0,4	0,5	0,4	1,6	5,9	8,8	6,6
4 m/s	2,5	1,8	0,4	1,6	1,1	0,0	0,6	0,4	1,5	5,7	8,4	6,2
5 m/s	2,8	2,1	0,0	2,2	1,4	0,4	0,5	0,4	1,3	5,5	8,1	6,0
6 m/s	2,0	1,4	0,3	1,5	1,0	0,1	0,5	0,4	2,6	5,0	7,2	7,3
7 m/s	1,9	1,4	0,1	1,5	0,9	0,3	0,3	0,2	1,5	5,1	7,9	7,6
8 m/s	1,6	1,2	0,3	1,2	0,8	0,2	0,2	0,2	1,6	5,0	7,8	8,1
9 m/s	1,1	0,8	0,4	0,7	0,5	0,1	0,2	0,1	1,8	5,0	7,9	8,7
10 m/s	0,8	0,5	0,6	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	1,9	5,1	8,0	9,0
11 m/s	0,6	0,3	0,8	0,3	0,1	0,4	0,0	0,1	1,9	5,2	8,3	9,3
12 m/s	0,4	0,1	0,9	0,7	0,0	0,6	0,1	0,1	2,0	5,3	8,3	9,5
13 m/s	0,3	0,1	1,0	1,0	0,2	0,7	0,1	0,1	2,1	5,4	8,5	9,6
14 m/s	0,2	0,2	1,2	1,2	0,2	0,7	0,1	0,1	2,2	5,5	8,5	9,8
15 m/s	0,1	0,3	1,2	1,5	0,3	0,9	0,0	0,0	2,2	5,5	8,7	10,0

Calculs des tonalités de l'éolienne VESTAS V110 – 2,2 MW

Le calcul de ces tonalités indique des tonalités marquées à l'émission pour les fréquences supérieures à 5000 Hz.

L'analyse de ces fréquences est donc réalisée au droit de l'habitation riveraine où la contribution sonore est la plus élevée (« Gaubert » (R5a)). Les contributions sonores au R5a, en dB(A), selon les fréquences, sont les suivantes :

Contributions sonores des éoliennes (en dB(A))		
Fréquences (en Hz)	4000	8000
10 m/s	0	0

Contributions sonores des éoliennes au droit du riverain le plus proche pour les fréquences de 4000 et 8000 Hz

La contribution étant nulle à 4000 et 8000 Hz, aucune tonalité marquée n'est audible au droit des habitations les plus exposées.

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

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

5.5. EFFETS CUMULES

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

L'étude acoustique présentée dans le cadre de cette demande d'autorisation d'exploiter, sous forme d'un volet dédié, répond à l'ensemble des points abordés dans cet article.

Concernant le respect des émergences, les calculs réalisés montrent un respect des seuils réglementaires si on considère la contribution du projet de la ferme éolienne du Bois Elie. D'autre part, le modèle d'éolienne utilisé pour ce projet permet de respecter le niveau maximal fixé en période diurne et nocturne en n'importe quel point du périmètre de mesure de bruit défini à l'article 2.

Selon l'article, lorsque plusieurs installations classées, soumises à autorisation au titre de rubriques différentes, sont exploitées par un même exploitant sur un même site, le niveau de bruit global émis par ces installations respecte les valeurs limites.

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

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

Les installations étudiées dans le présent chapitre sont les suivantes :

- Le parc éolien de Cormainville 1 constitué de 30 éoliennes VESTAS V80 de 2 MW de 95 m de hauteur nacelle.
- Le parc éolien de Cormainville 2 constitué de 7 éoliennes NORDEX N100 de 2 MW de 80 m de hauteur nacelle.
- Le projet de la ferme éolienne du Bois Elie constitué de 10 éoliennes VESTAS V110 de 2,2 MW de 80 m de hauteur nacelle.

Les hypothèses des émissions sonores de ces éoliennes sont issues des données des constructeurs. Les contributions sonores de chacun des parcs et du projet sont calculées au droit des récepteurs de calculs présentés au paragraphe 5.1.4 et données en dB(A) dans les tableaux suivants.

Volkswind –Projet de la Ferme Eolienne du Bois Elie (28)
Etude d'impact acoustique

		3 m/s			4 m/s			5 m/s			6 m/s		
		Ferme du Bois Elie	Cormainville 1	Cormainville 2	Ferme du Bois Elie	Cormainville 1	Cormainville 2	Ferme du Bois Elie	Cormainville 1	Cormainville 2	Ferme du Bois Elie	Cormainville 1	Cormainville 2
Cormainville	R1	18,8	24,3	21,0	23,2	29,5	22,9	27,4	34,7	26,1	29,7	38,0	30,1
	R1a	18,4	24,2	18,3	22,8	29,4	20,2	27,0	34,6	23,3	29,3	37,9	27,3
	R1b	19,4	23,6	22,7	23,7	28,8	24,6	27,9	34,0	27,8	30,2	37,3	31,8
Villepéroux	R2	21,2	23,3	25,7	25,5	28,4	27,6	29,5	33,6	31,0	31,9	36,9	34,9
	R2a	22,5	22,5	29,2	26,8	27,7	31,1	30,8	32,8	34,5	33,2	36,1	38,4
	R2b	21,9	23,3	25,6	26,2	28,4	27,5	30,2	33,6	30,8	32,6	36,9	34,8
Ornoy	R2c	16,8	17,9	18,7	20,8	22,4	20,5	24,9	27,3	23,6	27,1	30,6	27,7
Le Moulin de Mongé	R2d	19,5	21,3	22,1	23,8	26,3	24,0	27,8	31,5	27,3	30,2	34,7	31,3
Mongé	R2e	18,1	20,0	23,0	22,4	25,0	24,9	26,4	30,1	28,1	28,7	33,4	32,1
Cornières	R3	21,6	22,3	27,2	25,9	27,4	29,1	29,9	32,6	32,4	32,2	35,9	36,4
Chauvreux	R4	19,8	23,4	21,2	24,1	28,5	23,1	28,2	33,7	26,3	30,5	37,0	30,3
Gaubert	R5	21,4	21,2	22,0	25,7	26,4	23,9	29,8	31,6	27,2	32,2	34,9	31,2
	R5a	24,7	23,9	22,8	29,0	29,1	24,7	32,9	34,3	28,0	35,4	37,6	32,0
	R5b	23,1	22,3	22,1	27,3	27,4	24,0	31,4	32,6	27,3	33,7	35,9	31,3
Bourneville	R6	21,5	20,5	13,3	25,8	25,6	14,8	29,7	30,8	17,6	32,1	34,1	21,3
La Motte	R7	22,4	23,8	12,4	26,7	28,9	13,8	30,8	34,1	16,4	33,1	37,4	20,0
		7 m/s			8 m/s			9 m/s			10 m/s		
		Ferme du Bois Elie	Cormainville 1	Cormainville 2	Ferme du Bois Elie	Cormainville 1	Cormainville 2	Ferme du Bois Elie	Cormainville 1	Cormainville 2	Ferme du Bois Elie	Cormainville 1	Cormainville 2
Cormainville	R1	28,6	39,3	31,3	29,0	39,6	31,4	28,9	39,6	31,0	29,1	39,7	31,0
	R1a	28,3	39,2	28,5	28,7	39,4	28,6	28,5	39,5	28,1	28,7	39,6	28,1
	R1b	29,2	38,6	33,0	29,6	38,9	33,1	29,4	39,0	32,8	29,6	39,1	32,8
Villepéroux	R2	31,1	38,2	36,1	31,4	38,5	36,2	31,3	38,5	35,9	31,5	38,7	35,9
	R2a	32,4	37,5	39,6	32,7	37,8	39,7	32,5	37,8	39,5	32,8	38,0	39,5
	R2b	31,8	38,2	36,0	32,1	38,4	36,1	31,9	38,5	35,8	32,2	38,6	35,8
Ornoy	R2c	26,1	31,9	28,9	26,5	32,2	29,0	26,4	32,3	28,5	26,6	32,4	28,5
Le Moulin de Mongé	R2d	29,2	36,0	32,5	29,6	36,3	32,5	29,5	36,4	32,2	29,7	36,5	32,2
Mongé	R2e	27,8	34,7	33,3	28,2	35,0	33,4	28,0	35,1	33,0	28,2	35,2	33,0
Cornières	R3	31,5	37,2	37,5	31,8	37,4	37,6	31,6	37,5	37,5	31,9	37,6	37,5
Chauvreux	R4	29,6	38,3	31,5	29,9	38,6	31,6	29,8	38,7	31,2	30,0	38,8	31,2
Gaubert	R5	31,3	36,3	32,4	31,6	36,5	32,5	31,5	36,6	32,1	31,7	36,7	32,1
	R5a	34,7	38,9	33,1	35,0	39,2	33,2	34,9	39,3	33,0	35,1	39,4	33,0
	R5b	33,0	37,3	32,4	33,3	37,5	32,5	33,1	37,7	32,2	33,4	37,7	32,2
Bourneville	R6	31,5	35,4	22,5	31,8	35,7	22,5	31,6	35,8	22,3	31,8	35,9	22,3
La Motte	R7	32,4	38,7	21,1	32,7	39,0	21,2	32,5	39,1	20,8	32,7	39,2	20,8

Contribution sonore la plus élevée

Contribution sonore, en dB(A), de chacun des parcs éoliens en fonctionnement et du projet au droit des différents récepteurs de calculs et pour différentes vitesses de vent

Ces résultats indiquent que, d'une manière générale, la contribution du parc de Cormainville 1 est prépondérante par rapport aux autres parcs de Cormainville 2 et la ferme éolienne du Bois Elie. En effet, à partir d'une vitesse de vent de 5 m/s, la contribution sonore la plus élevée est attribuée au parc de Cormainville 1 pour l'ensemble des récepteurs (hors R2a et R3 où la contribution maximale est engendrée par le parc de Cormainville 2).

Par exemple, à la vitesse de vent de 10 m/s (puissances nominales de l'ensemble des éoliennes des trois parcs), la ferme éolienne du Bois Elie a une contribution sonore moins importante que celle du parc de Cormainville 1, de 9 à 2 dB(A).

6. CONCLUSION

Ce rapport fait état d'une étude acoustique détaillée menée dans le cadre du projet éolien de la ferme éolienne du Bois Elie. 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 dix éoliennes sur les communes de Cormainville, Guillonville et Courbehaye, dans le département de l'Eure-et-Loir (28). 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 10 jours, du 3 au 13 mars 2017. Cette campagne se compose de **7 points fixes**, placés au droit d'habitations autour du projet.

Les niveaux sonores mesurés *in situ* de jour comme de nuit sont caractéristiques d'un environnement rural calme quelques fois impacté par les routes départementales et les éoliennes déjà présentes proches du site.

Les mesures de bruit réalisées ont été analysées à partir de l'indicateur L50 en fonction de la vitesse du vent (vitesse standardisée à 10 m du sol). **Ces niveaux varient globalement entre 27 et 50 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 Gaubert, à une distance d'environ 870 m de l'éolienne E6, la plus proche.

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).

L'analyse prévisionnelle ne montre aucun risque de dépassement des seuils réglementaires en périodes de jour et de nuit au droit des habitations riveraines en considérant la contribution des éoliennes du projet de la ferme éolienne du Bois Elie. Il n'apparaît pas de

tonalité marquée au droit des habitations riveraines du projet pour le type d'éolienne utilisé pour le projet de la ferme éolienne du Bois Elie.

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).

L'analyse des effets cumulés indique que le projet de la ferme du Bois Elie à une contribution moindre au regard de celle des parcs voisins de Cormainville 1 et 2.

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

ANNEXES

ANNEXE N°1 : ANALYSES « BRUIT-VENT »

ANNEXE N°2 : DONNEES DES EMISSIONS SONORES

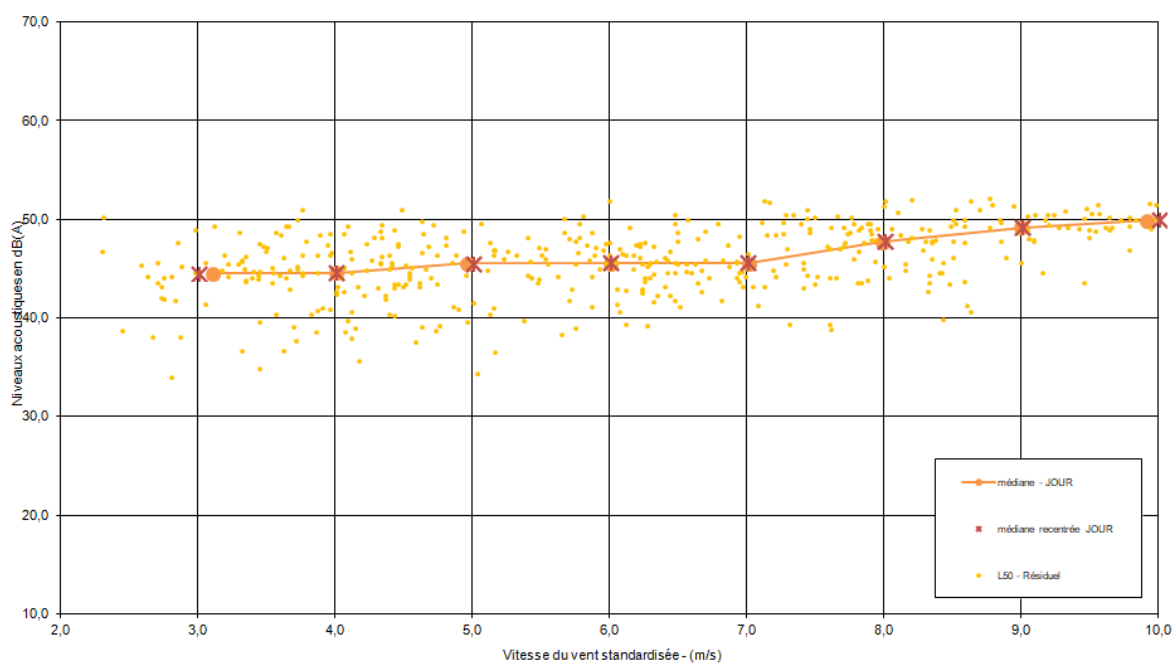
ANNEXE N°3 : INCERTITUDES DE CALCULS

ANNEXE N°1 : ANALYSES « BRUIT-VENT »

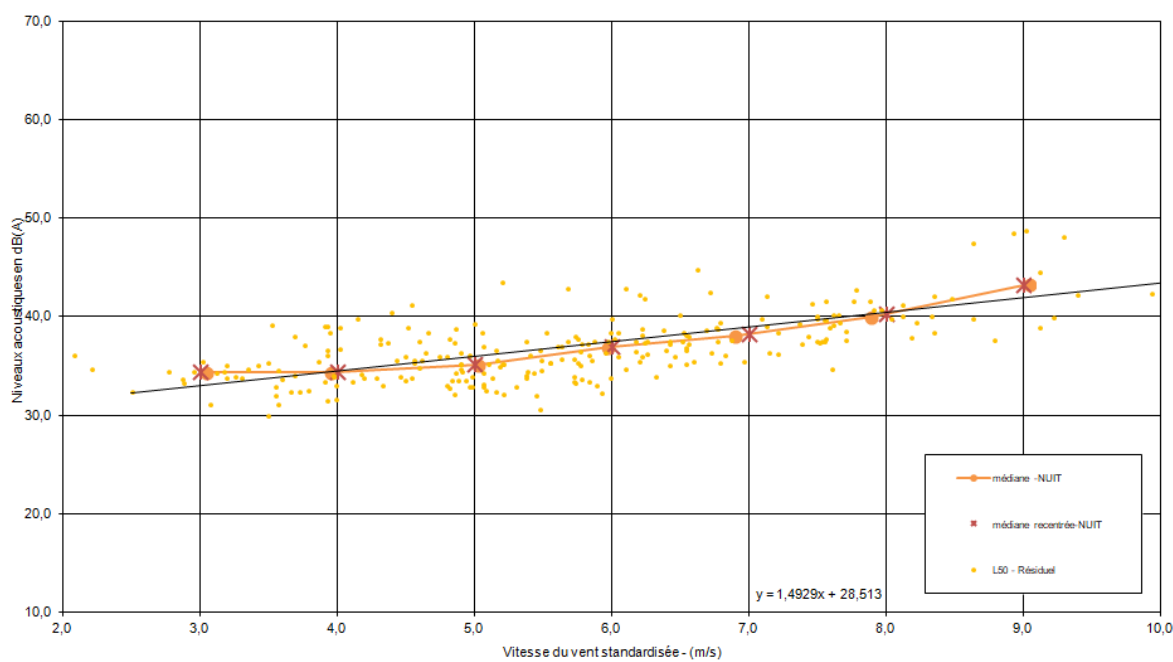
Les analyses « bruit-vent » sont présentées ci-après pour chacun des 7 points de mesures réalisés.

PF1 – Cormainville

PF1 - Cormainville - Période de Jour (7h-22h)

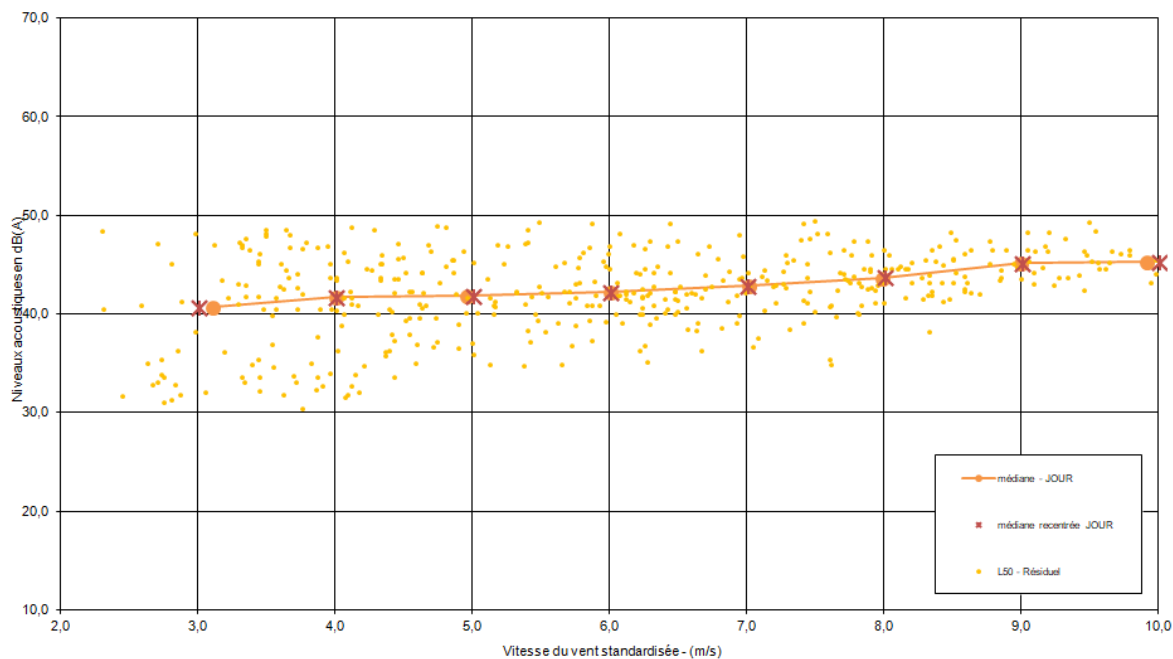


PF1 - Cormainville - Période de Nuit (22h-7h)

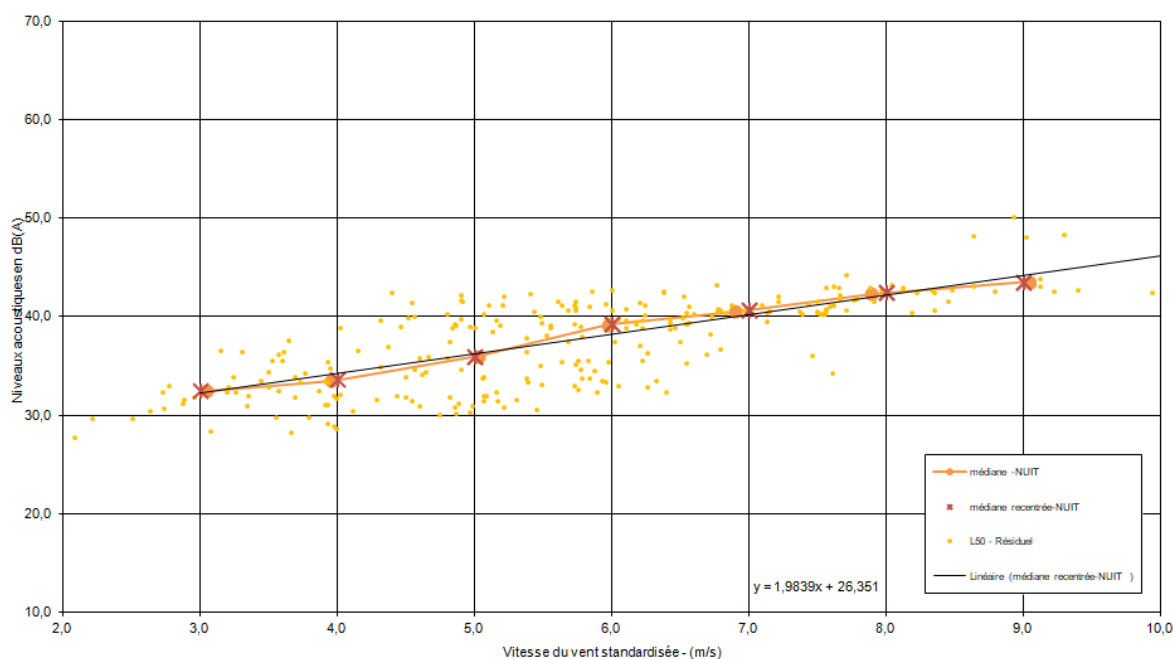


PF2 – Villepéroux

PF2 - Villepéroux - Période de Jour (7h-22h)

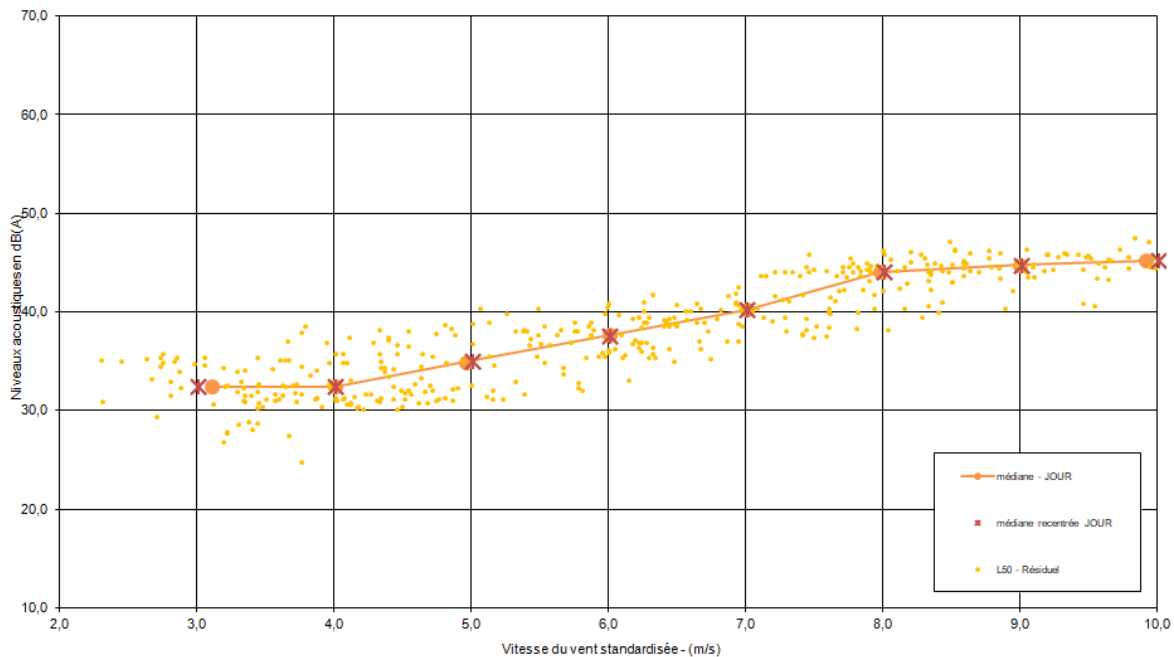


PF2 - Villepéroux - Période de Nuit (22h-7h)

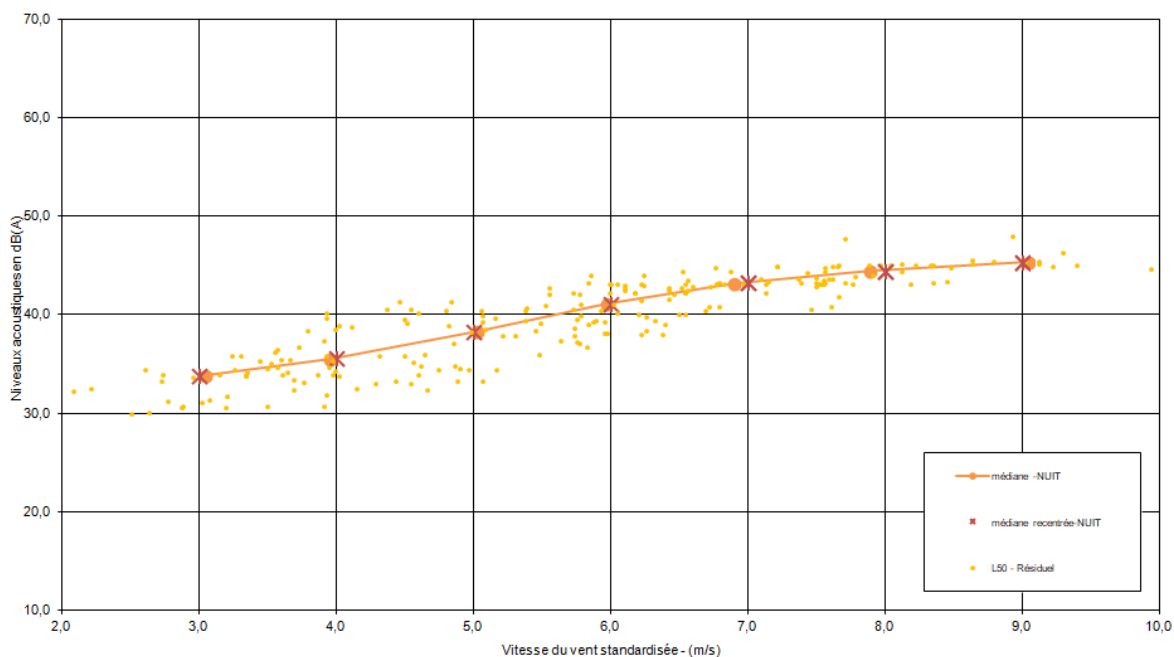


PF3 – Cornières

PF3 - Cornières - Période de Jour (7h-22h)

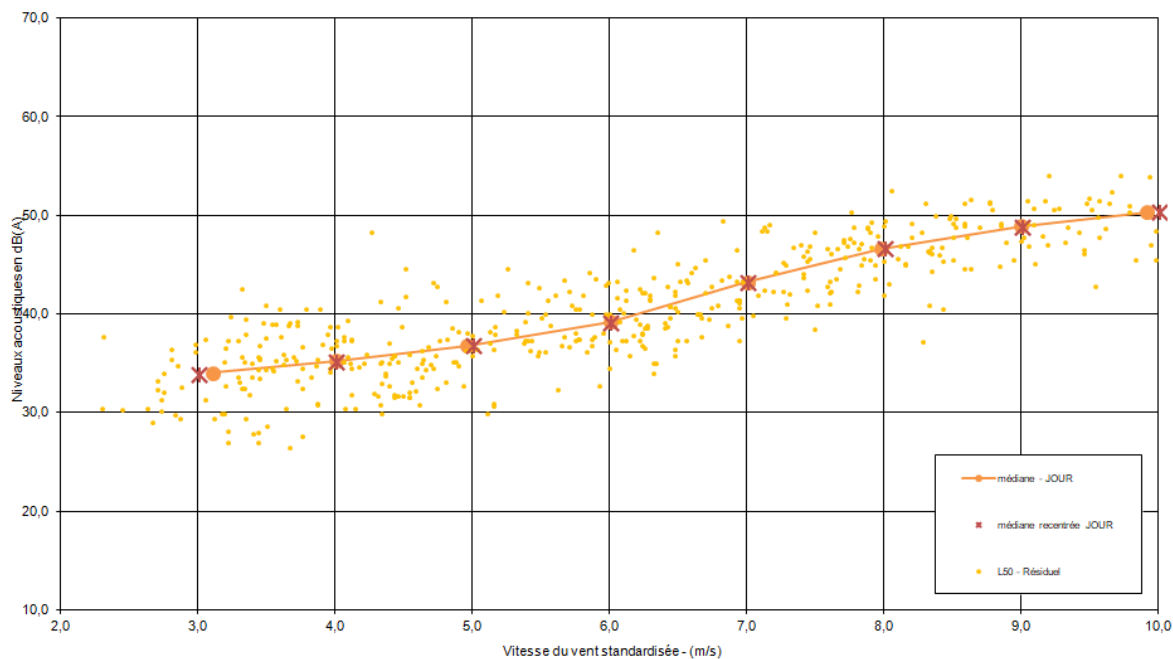


PF3 - Cornières - Période de Nuit (22h-7h)

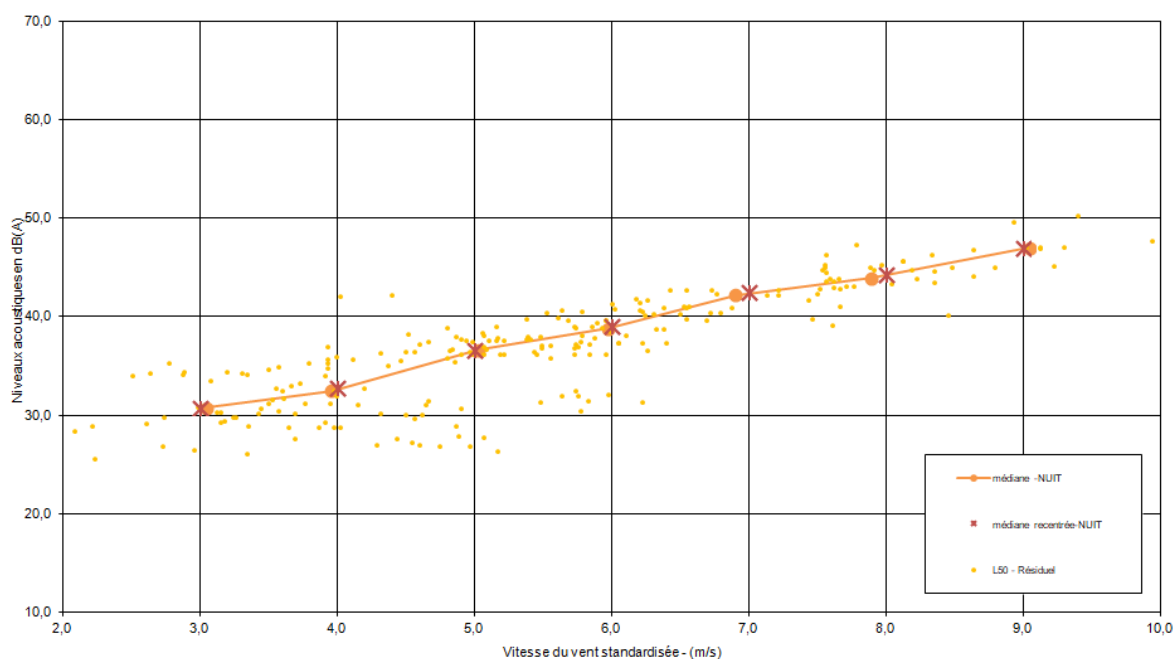


PF4 – Chauvieux

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

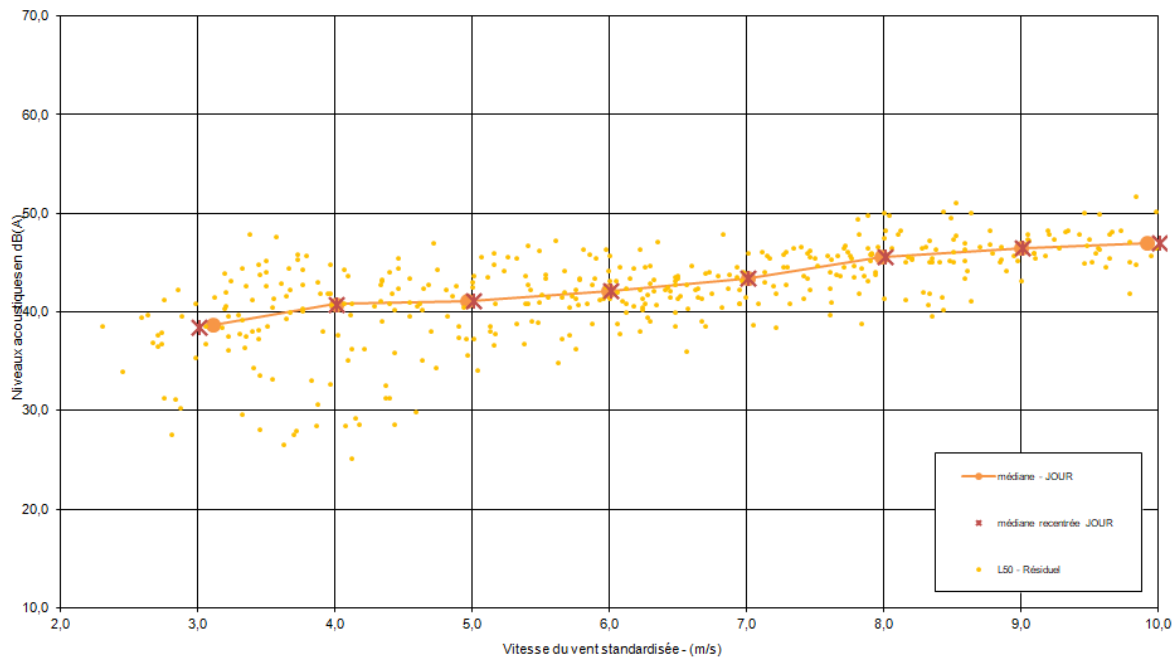


PF4 - Chauvieux - Période de Nuit (22h-7h)

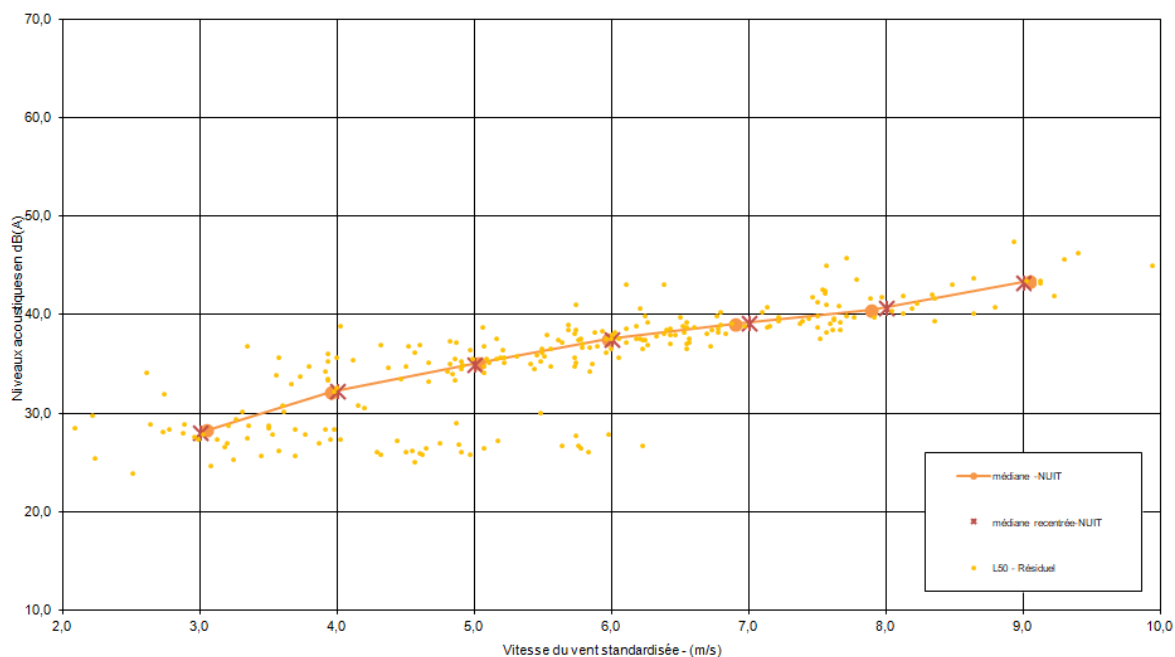


PF5 – Gaubert

PF5 - Gaubert - Période de Jour (7h-22h)

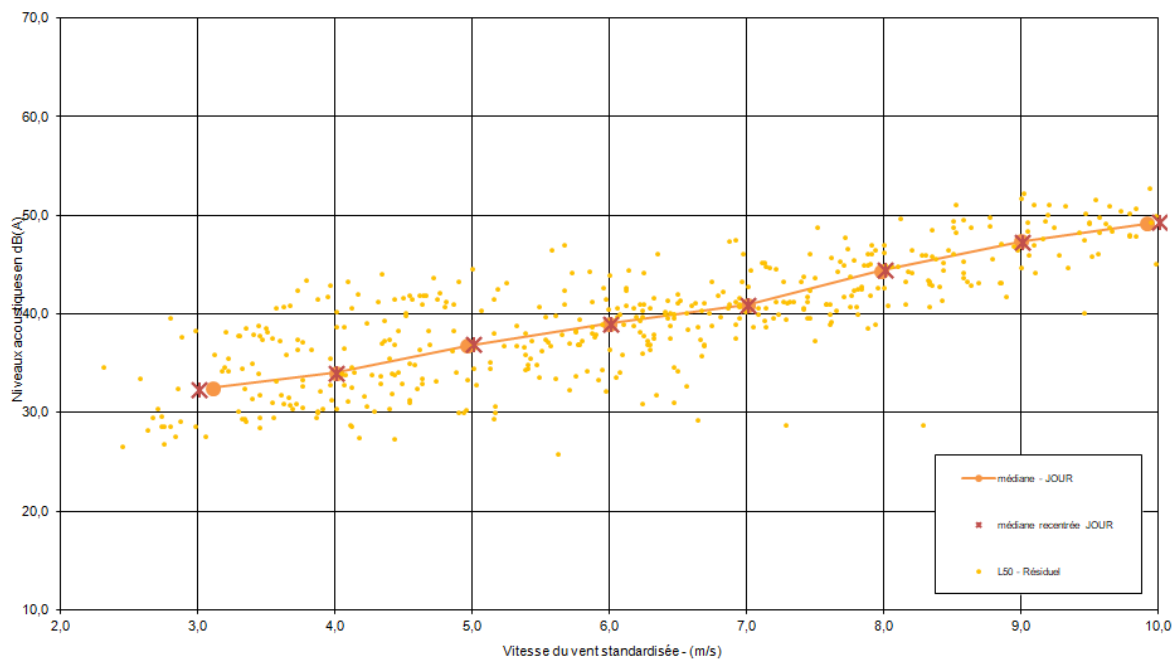


PF5 - Gaubert - Période de Nuit (22h-7h)

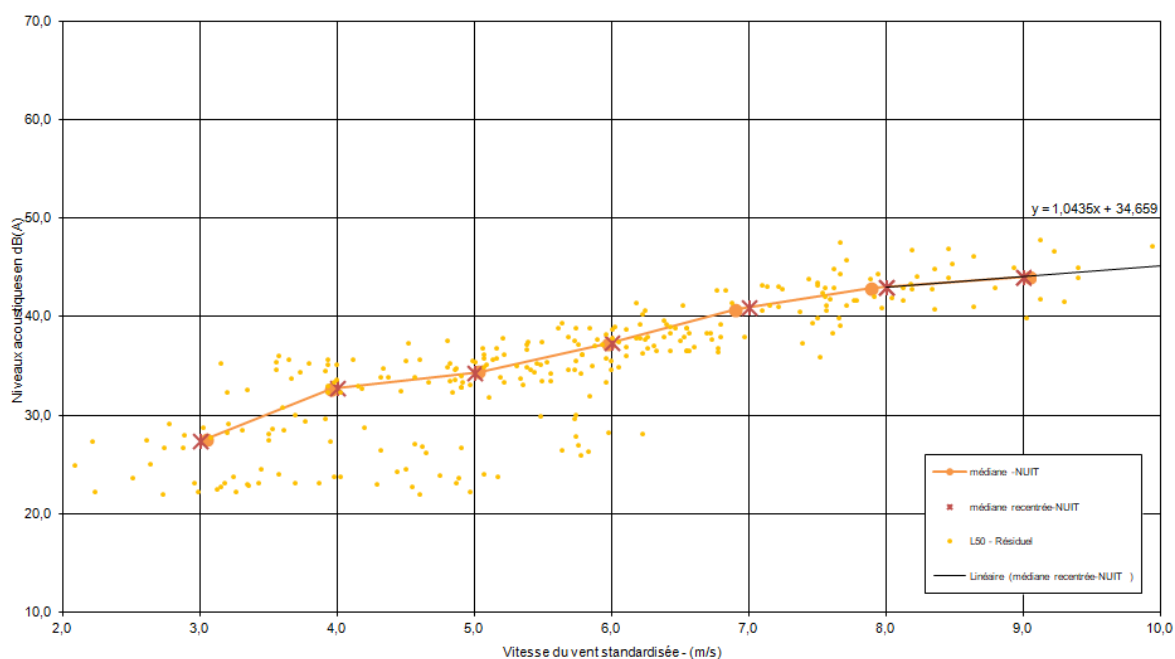


PF6 – Bourneville

PF6 - Bourneville - Période de Jour (7h-22h)

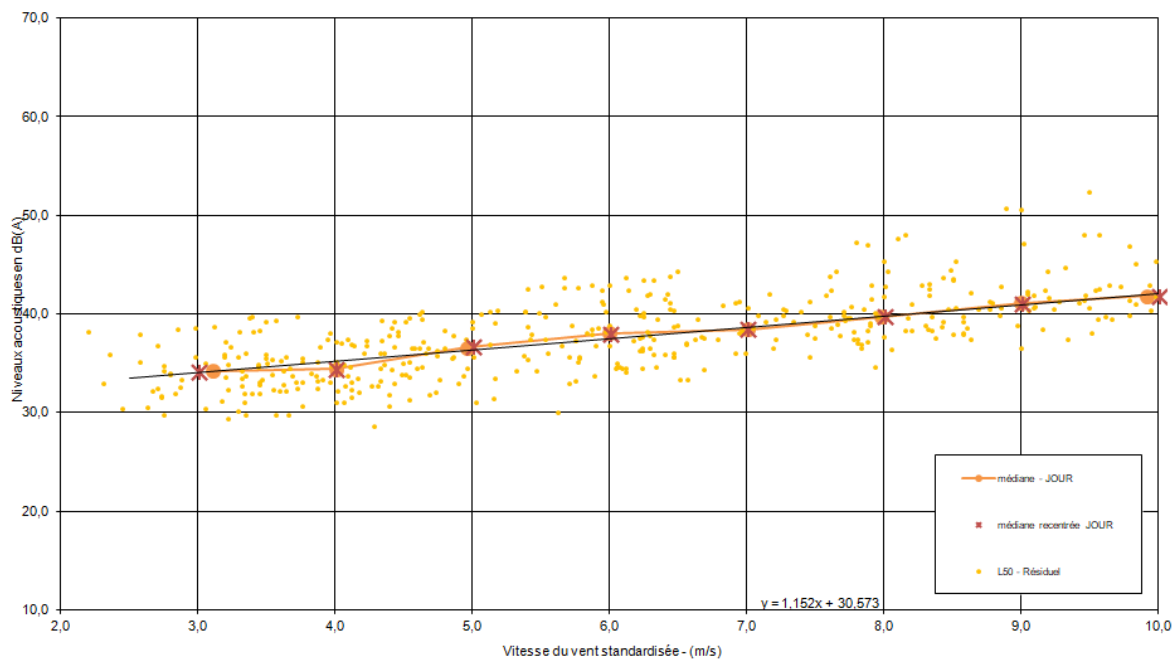


PF6 - Bourneville - Période de Nuit (22h-7h)

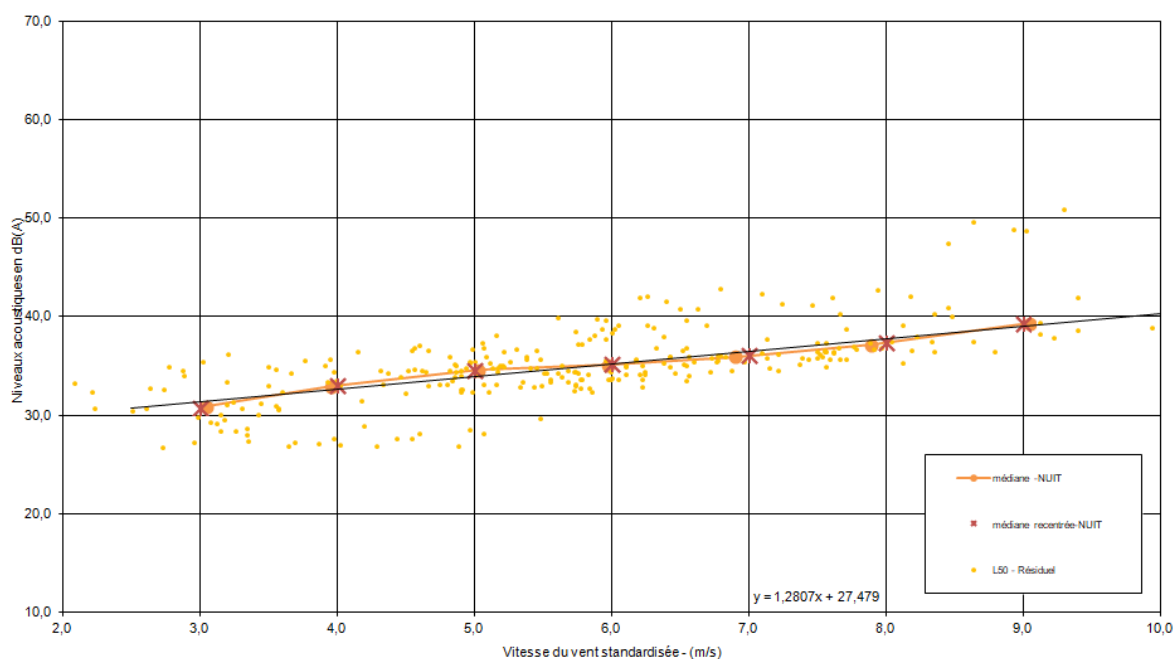


PF7 – La Motte

PF7 - La Motte - Période de Jour (7h-22h)



PF7 - La Motte - Période de Nuit (22h-7h)

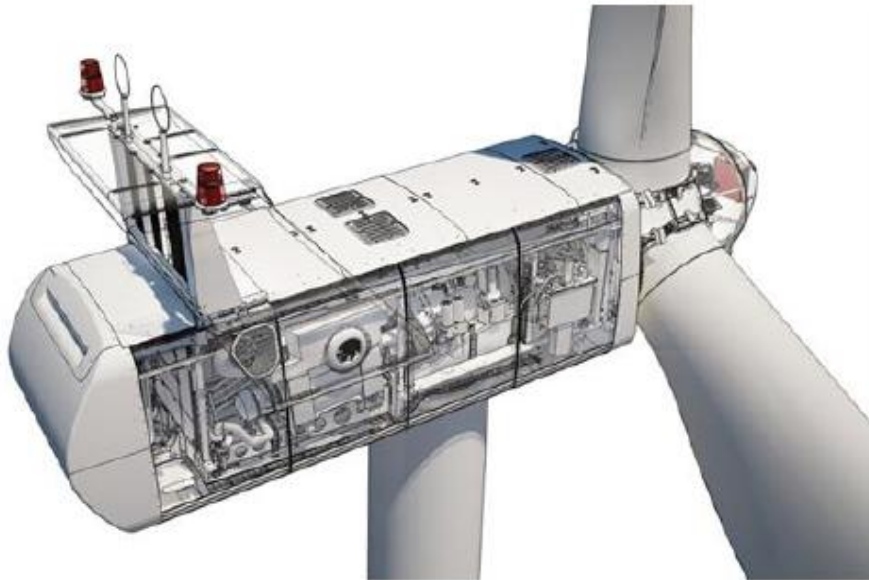


ANNEXE N°2 : DONNEES DES EMISSIONS SONORES

RESTRICTED

DMS 0058-0042_00
V110-2.2 MW
Third octave
noise emission

Original Instruction: T05 0058-0042_VER 00



T05 0058-0042 Ver 00 - Approved - Exported from DMS: 2016-07-01 by SASOU

Vestas Wind Systems A/S · Hedeager · 8200 Aarhus N · Denmark · www.vestas.com

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

DMS no.: 0058-0042_00
Issued by: Technology
Type: T05

RESTRICTED
V110-2.2 MW
Third octave noise emission

Date 2016-03-04

Page 6 of 7

Original Instruction: T05 0058-0042 VER 00

Frequency	Hub height wind speeds [m/s]																	
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s	15 m/s	16 m/s	17 m/s	18 m/s	19 m/s	20 m/s
6.3 Hz	20.4	18.5	17.8	22.8	23.9	26.6	28.9	30.0	31.2	32.2	33.0	33.6	34.1	34.6	35.0	35.3	35.7	36.0
8 Hz	26.4	24.6	23.9	29.1	30.3	33.1	35.4	36.5	37.7	38.6	39.5	40.0	40.5	41.0	41.4	41.7	42.1	42.4
10 Hz	31.4	29.7	29.3	34.7	36.0	38.9	41.2	42.3	43.4	44.2	44.9	45.4	45.9	46.3	46.7	46.9	47.2	47.5
12.5 Hz	39.1	38.0	37.9	42.8	44.2	47.0	49.0	49.8	50.6	51.3	51.8	52.2	52.5	52.8	53.1	53.3	53.5	53.7
16 Hz	44.7	44.0	44.2	49.0	50.5	53.1	55.0	55.6	56.2	56.6	57.0	57.2	57.5	57.7	57.8	58.0	58.1	58.3
20 Hz	49.4	48.2	48.1	53.2	54.7	57.5	59.6	60.4	61.3	61.9	62.5	62.8	63.2	63.5	63.8	64.0	64.2	64.4
25 Hz	54.6	53.1	52.8	58.1	59.5	62.4	64.7	65.7	66.7	67.5	68.2	68.7	69.1	69.5	69.8	70.1	70.4	70.7
31.5 Hz	59.4	58.3	58.2	63.4	64.8	67.7	69.8	70.6	71.5	72.1	72.7	73.0	73.4	73.7	74.0	74.2	74.4	74.6
40 Hz	64.4	63.0	62.7	67.8	69.1	72.0	74.1	75.1	76.1	76.8	77.5	77.9	78.4	78.7	79.0	79.3	79.6	79.8
50 Hz	68.9	68.0	68.1	72.9	74.4	77.2	79.1	79.8	80.6	81.1	81.6	81.9	82.2	82.5	82.7	82.9	83.1	83.2
63 Hz	74.7	73.5	73.1	78.9	77.8	79.9	81.6	82.3	83.1	83.8	84.4	84.7	85.1	85.4	85.6	85.9	86.1	86.3
80 Hz	76.1	75.4	75.4	79.0	80.1	82.2	83.7	84.2	84.8	85.3	85.7	85.9	86.2	86.3	86.5	86.6	86.8	87.0
100 Hz	76.4	76.9	78.0	82.0	83.8	86.2	87.4	87.5	87.4	87.4	87.3	87.2	87.1	87.1	87.0	86.9	86.8	86.8
125 Hz	78.3	78.5	79.4	83.3	85.0	87.3	88.6	88.7	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8	88.7	88.7	88.6	88.6	88.6
160 Hz	80.2	81.2	82.6	85.6	87.3	89.3	90.1	89.8	89.5	89.2	89.0	88.7	88.5	88.3	88.1	87.9	87.8	87.7
200 Hz	80.9	82.5	84.3	87.1	89.0	90.8	91.4	90.9	90.3	89.8	89.3	88.9	88.6	88.3	88.0	87.7	87.4	87.2
250 Hz	82.3	83.7	85.4	88.4	90.3	92.2	92.9	92.5	91.9	91.5	91.1	90.8	90.4	90.2	89.9	89.6	89.4	89.2
315 Hz	84.5	86.0	87.7	90.2	92.0	93.7	94.1	93.6	93.0	92.5	92.1	91.7	91.4	91.1	90.8	90.5	90.3	90.1
400 Hz	84.2	86.1	88.0	90.4	92.3	94.0	94.3	93.7	92.9	92.3	91.7	91.3	90.8	90.5	90.1	89.8	89.5	89.3
500 Hz	85.0	85.9	87.2	90.5	92.2	94.3	95.1	94.9	94.7	94.4	94.2	94.0	93.8	93.6	93.4	93.3	93.1	93.0
630 Hz	83.9	84.9	86.4	89.9	91.8	94.1	95.0	94.8	94.5	94.2	94.0	93.8	93.6	93.4	93.2	93.0	92.9	92.8
800 Hz	83.1	83.1	84.0	88.5	90.3	93.0	94.6	94.9	95.1	95.2	95.3	95.4	95.4	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5
1 kHz	83.3	83.2	84.0	88.7	90.4	93.1	94.8	95.2	95.4	95.6	95.8	95.9	96.0	96.0	96.1	96.1	96.1	96.2
1.25 kHz	84.8	84.5	85.0	89.6	91.2	93.9	95.6	96.0	96.4	96.7	96.9	97.1	97.2	97.3	97.4	97.5	97.6	97.6
1.6 kHz	84.9	85.5	86.7	90.5	92.2	94.5	95.7	95.6	95.5	95.4	95.3	95.2	95.1	95.0	94.9	94.8	94.7	94.7
2 kHz	83.6	83.2	83.7	88.3	90.0	92.6	94.4	94.8	95.3	95.6	95.9	96.0	96.2	96.3	96.4	96.5	96.6	96.7
2.5 kHz	83.9	83.5	83.9	88.3	89.8	92.3	93.9	94.4	94.8	95.1	95.4	95.5	95.7	95.8	95.9	96.0	96.1	96.2
3.15 kHz	82.7	82.4	82.8	87.1	88.6	91.0	92.6	93.0	93.3	93.6	93.9	94.0	94.1	94.2	94.3	94.3	94.4	94.5
4 kHz	81.1	80.8	81.3	85.4	86.9	89.3	90.8	91.2	91.6	91.8	92.1	92.2	92.3	92.4	92.5	92.6	92.6	92.7
5 kHz	76.9	76.8	77.4	81.3	82.9	85.2	86.6	86.9	87.2	87.4	87.6	87.6	87.7	87.8	87.8	87.8	87.9	87.9
6.3 kHz	69.7	69.7	70.4	74.7	76.4	78.8	80.3	80.6	80.8	80.9	81.1	81.1	81.2	81.2	81.2	81.2	81.2	81.3
8 kHz	61.5	61.8	62.7	66.8	68.5	70.9	72.2	72.4	72.4	72.5	72.5	72.5	72.4	72.4	72.4	72.3	72.3	72.3
10 kHz	55.9	56.4	57.4	60.2	61.6	63.4	64.3	64.2	64.1	64.0	64.0	63.8	63.7	63.7	63.6	63.4	63.4	63.3
A-wgt	95.5	96.1	97.3	100.9	102.6	104.8	106.0	106.1	106.1	106.1	106.1	106.1	106.1	106.1	106.1	106.1	106.1	106.1

Table 2 Expected 1/3 octave band performance, V110-2.05, 2.1, 2.15 & 2.2 MW, (with optional serrated trailing edge)

T05 0058-0042 Ver 00 - Approved - Exported from DMS: 2016-07-01 by SASOU

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

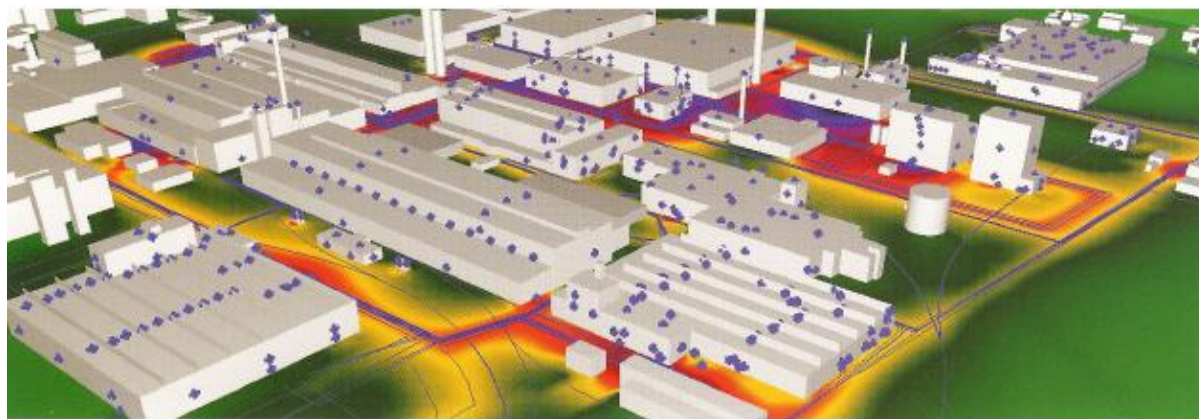
CadnaA Standard comporte tous les types de bruit (industrie, route et voie ferrée) et toutes les normes et directives existantes pour chaque type de bruit ainsi qu'une interface utilisateur multilingue.

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!

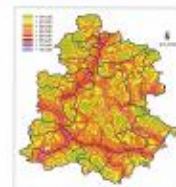
- Utilisez toutes les données disponibles sans perdre d'information – CadnaA offre une quantité gigantesque de formats d'importation et d'interfaces minimisant votre charge de travail
- Présentez les niveaux de bruit calculés à des points récepteurs fixes, sur des maillages, sous forme de cartes de bruit 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.