

DIAGNOSTIC PAYSAGER DU TERRITOIRE DU PNR DES BOUCLES DE LA SEINE NORMANDE

Client : PNR des Boucles de la Seine Normande - 2010 / 2011

Equipe : Atelier des Paysages (mandataires) - Cartographic (cartographe)

4. LES TROIS BOUCLES AVAL DE ROUEN et leurs limites

La boucle de Jumièges vue depuis le point de vue de Bardouville. (cliché Atelier des Paysages).



Les coteaux boisés en continu de la boucle de Jumièges marquent la limite avec la boucle de Brotonne et le plateau du Roumois. Ils marquent la limite des champs de vision depuis cette unité paysagère.

Duclair (cliché www.leuropevueduciel.com)



Duclair est une ville charnière entre les bords de Seine et le plateau du Pays de Caux. Elle est nettement tournée vers le fleuve (route, promenade, bac,...)

Les falaises entre Duclair et St Martin de Boscherville. (cliché Atelier des Paysages).



Ces falaises marquent une rupture topographique nette avec le Pays de Caux en contre haut. Elle font partie de la vallée et sont emblématiques des paysages de bord de Seine.



Canteleu fait partie du paysage urbain des coteaux Ouest de Rouen, bien qu'elle soit installée en grande partie sur la plateau. Il s'agit d'une enclave « rurale » de Rouen dans le plateau boisé. Néanmoins, tout dans les paysages, les modes d'urbanisme, les pratiques sociales, rattache la commune à l'agglomération de Rouen.

L'épaisse forêt de Roumare fait partie de l'unité paysagère des trois boucles aval de Rouen; seul le coteau boisé orienté vers Rouen s'en détache pour servir de cadre paysager à l'agglomération.

Hautot-sur-Seine est la dernière commune à dominante rurale de l'unité paysagère; au delà on bascule dans un paysage industriel avec les prémices du port de Rouen.

Carte des paysages du Pnr des Boucles de la Seine Normande cadrée sur l'unité paysagère des trois boucles aval de Rouen.

DIAGNOSTIC PAYSAGER DU TERRITOIRE DU PNR DES BOUCLES DE LA SEINE NORMANDE

Client : PNR des Boucles de la Seine Normande - 2010 / 2011

Equipe : Atelier des Paysages (mandataires) - Cartographic (cartographe)

3. LA BOUCLE DE BROTONNE

3-A. ORGANISATION ET FONCTIONNEMENT

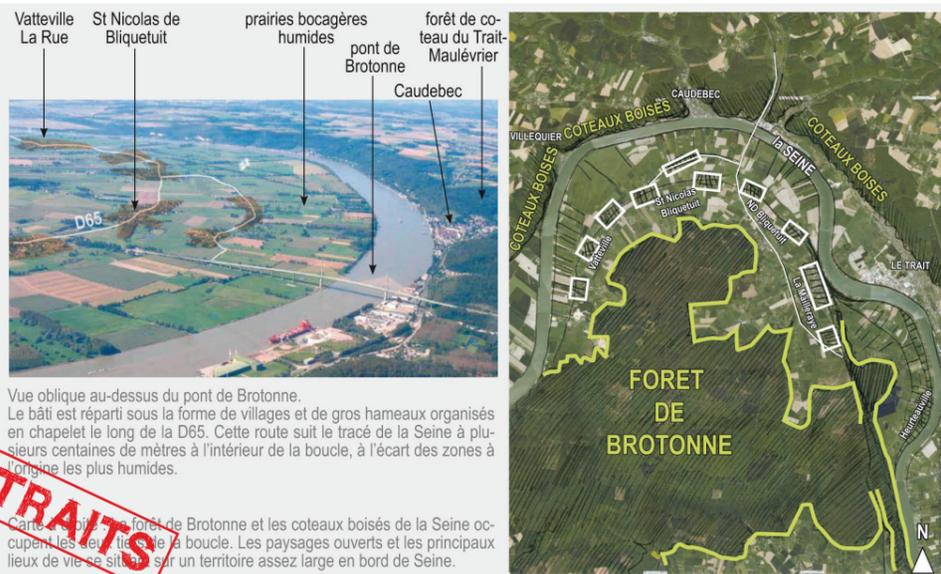
b ENTRE LES COTEAUX DE LA SEINE ET LA FORET DE BROTONNE

Un seul coteau marqué - une couronne de villages : un paysage orienté

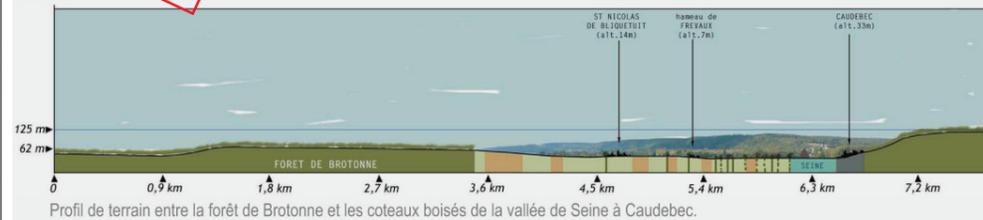
Cette unité est caractérisée par un **paysage très orienté** dans la mesure où la topographie de l'intérieur de la boucle s'incline progressivement vers les coteaux Nord qui accueillent Caudebec et Villequier. Il s'agit de la même orientation pour l'ensemble de la boucle : un adossement des lieux de vie à l'épaisse forêt de Brotonne et une orientation visuelle vers les coteaux boisés en face (voir carte et profil, ci-dessous).

Un maillage de structures végétales

Le cœur de la boucle présente un certain relief, mais il est entièrement boisé, donc assez peu perceptible. Les bords de Seine, qu'ils soient encore humides ou asséchés, présentent des structures végétales bien plus diversifiées et souvent plus à l'échelle de l'Homme. Cette végétation forme un réseau, un maillage qui finit par donner du relief à des bords de Seine plats.



EXTRAITS



Ci-dessus, vue depuis le pont de Brotonne vers Caudebec. Les prairies encore humides et les prairies maintenant cultivées sont délimitées par un réseau d'arbres traditionnellement taillés en têtards (saules, frênes, peupliers...) (cliché Atelier des Paysages). A droite, la brochure du Pnr BSN dédiée aux arbres têtards, insiste sur leur rôle de marqueur paysager et de réserve écologique (en plus de leur fonction économique originelle).



DIAGNOSTIC PAYSAGER DU TERRITOIRE DU PNR DES BOUCLES DE LA SEINE NORMANDE

Client : PNR des Boucles de la Seine Normande - 2010 / 2011

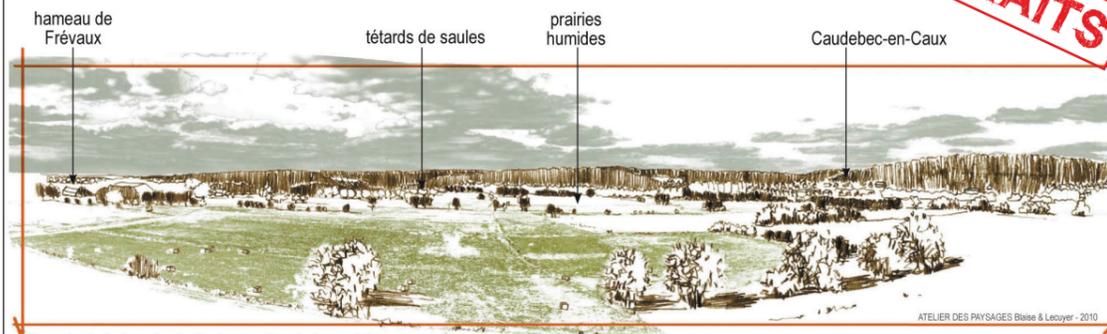
Equipe : Atelier des Paysages (mandataires) - Cartographic (cartographe)

3. LA BOUCLE DE BROTONNE

3-A. ORGANISATION ET FONCTIONNEMENT

C DES HORIZONS BOISES STRUCTURANTS

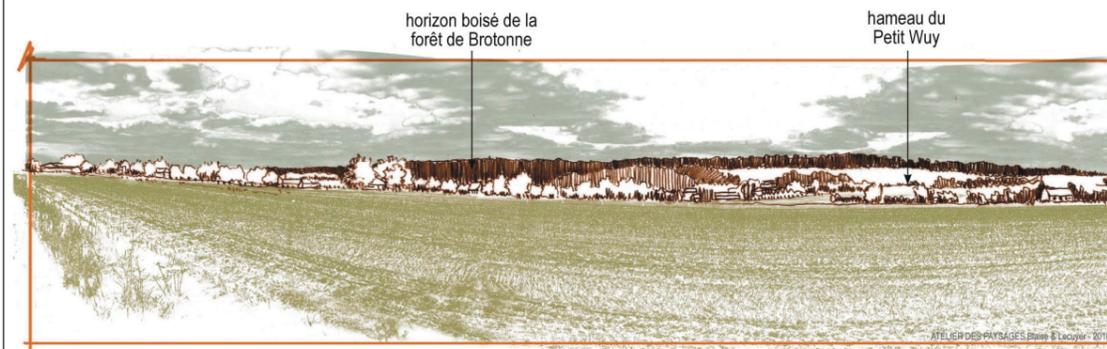
Le rideau boisé des coteaux de la Seine



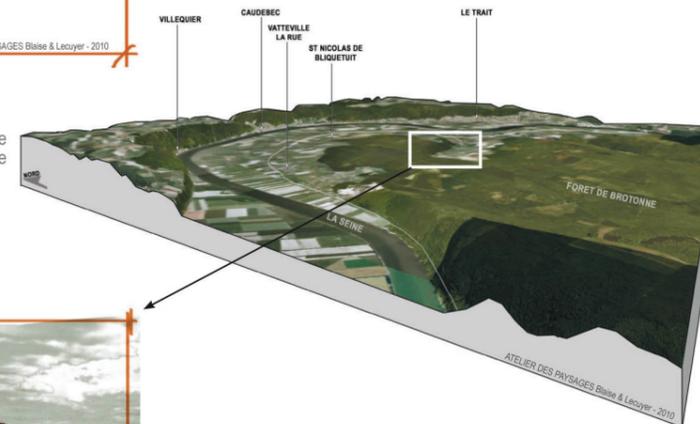
Croquis de la boucle de Brotonne depuis le pont éponyme.

Bloc paysager de la boucle de Brotonne : au centre, une grande « clairière » habitée entre les coteaux de la Seine et l'immense forêt domaniale de Brotonne.

L'ourlet forestier de la forêt de Brotonne



Croquis du hameau du Wuy depuis la route de La Mailleraye à Bourneville.



Ce croquis met en évidence l'arrière plan boisé, continu et sombre des coteaux de la Seine, sur lequel se détachent toutes les autres structures paysagères et éléments de paysage de la boucle : les rideaux d'arbres, les têtards, les différents hameaux, les fossés plantés et évidemment la silhouette bâtie de Caudebec-en-Caux, marqueur paysager de premier ordre (c'est le cas également de Villequier plus loin).

Ce « rideau de scène (Seine) » est essentiel dans la mesure où il donne de la profondeur à des bords de fleuve plats en permettant aux éléments de paysages d'exister les uns par rapport aux autres. C'est dire alors l'importance de ces derniers dans la notion de qualité paysagère de la boucle, sachant que les structures végétales ont tendance à régres-

De la forêt de Brotonne on perçoit plus souvent l'horizon forestier qu'elle forme depuis les paysages ouverts en périphérie. C'est le cas ici au niveau du hameau du Petit Wuy.

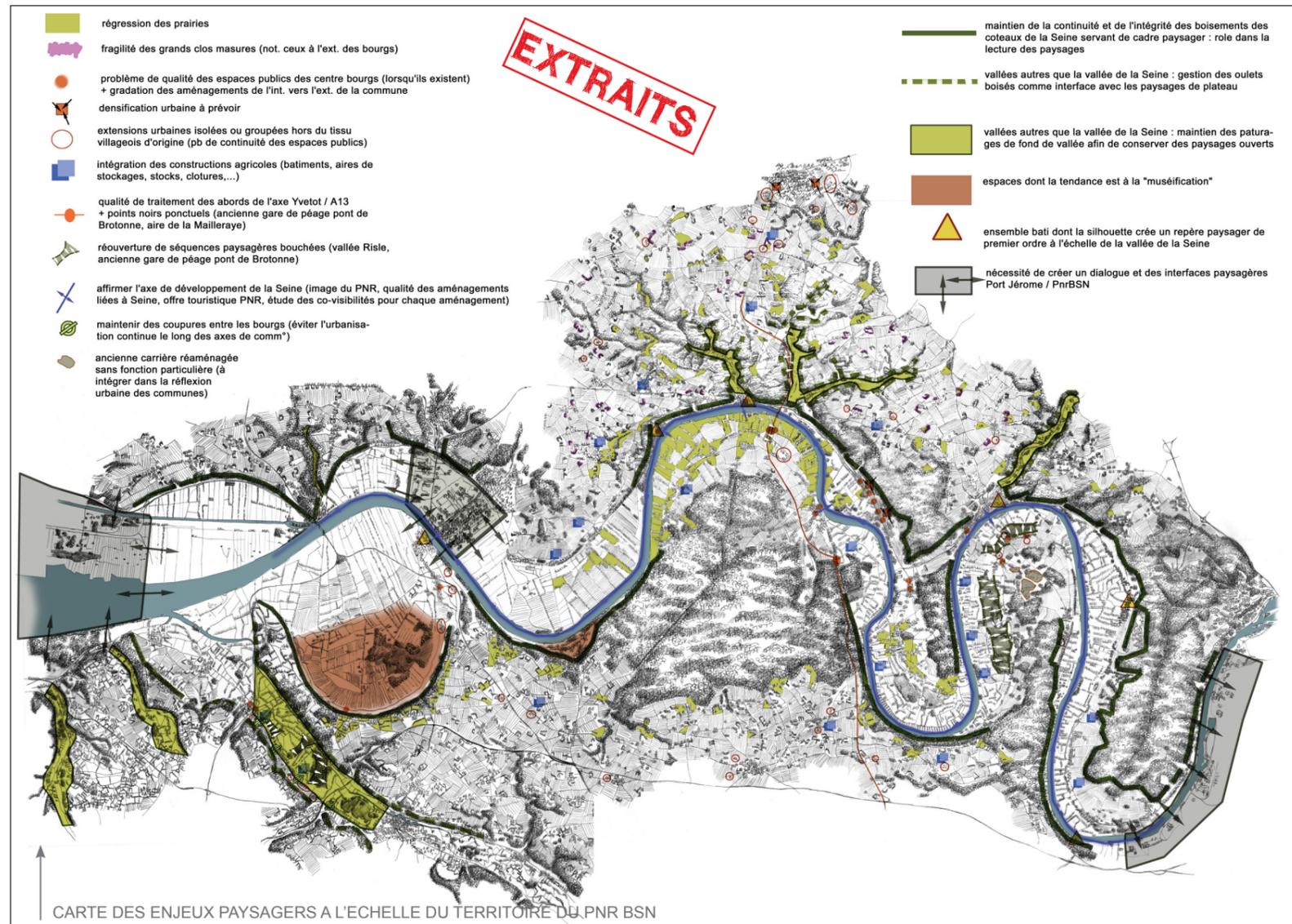
Cet ourlet forestier met également en valeur les différentes structures paysagères en particulier lorsqu'il existe une légère topographie comme c'est le cas ici (cela correspond à une branche de l'ancien méandre fossile de la Seine).

On est ici dans un micro paysage ouvert enclavé dans la forêt de Brotonne et isolé de l'influence visuelle de la Seine.

DIAGNOSTIC PAYSAGER DU TERRITOIRE DU PNR DES BOUCLES DE LA SEINE NORMANDE

Client : PNR des Boucles de la Seine Normande - 2010 / 2011

Equipe : Atelier des Paysages (mandataires) - Cartographic (cartographe)



13.4 ANNEXE 4 : POLITIQUE ENVIRONNEMENTALE DE RES

RES POLITIQUE ENVIRONNEMENTALE

Dans le cadre de la politique RSE initiée depuis de nombreuses années, RES Méditerranée s'est engagée dans une démarche de maîtrise de ses impacts environnementaux, de réduction de ses émissions de CO₂, de prévention de la pollution et de conformité à l'ensemble des exigences applicables légales et autres (telles que les prescriptions définies dans les permis de construire ou autorisations d'exploiter).

Cette démarche, inscrite dans notre système de management intégré, est basée sur le principe d'amélioration continue et englobe l'ensemble des activités d'EOLE-RES ainsi que celles de RES Méditerranée.

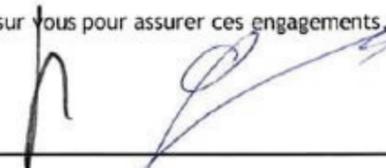
Ce système de management, revu et communiqué de manière régulière s'appuie sur la présente politique transcrite dans les axes stratégiques et principaux objectifs suivants.

Cette politique est disponible pour le public sur demande.

| NOTRE STRATEGIE | NOS PRINCIPAUX OBJECTIFS ANNUELS |
|---|--|
| Réduction de nos consommations et rejets de CO ₂ liés aux déplacements | <ul style="list-style-type: none">▪ Ne pas augmenter le ratio d'émission de CO₂/personne lié aux déplacements par rapport à l'année précédente▪ 20% des salariés sont inscrits au programme de covoiturage ou utilisent des moyens de transport alternatifs▪ Analyser les consommations énergétiques et identifier des actions de réduction de ces consommations▪ Intégration de sous-traitants locaux (hors turbines) |
| Maîtriser notre production de déchets | <ul style="list-style-type: none">▪ Mise en place du tri sélectif dans l'ensemble des agences▪ Garantir la maîtrise des déchets en Construction et Exploitation |
| Tendre vers zéro plainte et zéro incident environnemental | <ul style="list-style-type: none">▪ Maîtriser les évolutions et les exigences réglementaires, techniques, environnementales ou attentes des tiers. Respecter et faire respecter ces exigences. |

Nous comptons sur vous pour assurer ces engagements.

La Direction
Février 2014



13.5 ANNEXE 5 : ETUDE ACOUSTIQUE



Rapport de l'étude d'impact acoustique du projet éolien de Vieille Carrière

Auteur: Alexis Morin

Date: 05 octobre 2016

Ref: 3415-000735

Historique des modifications

| Révision | Date | Rédacteur (fonction) | Motif et localisation des modifications |
|----------|------------------|----------------------|---|
| 01 | 05 octobre 2016 | Alexis Morin | Création du document |
| 02 | 08 décembre 2016 | Matthieu Tusch | Mise à jour mesures de bruit de fond 2016 |
| | | | |

Formulaire et Procédure

| Formulaire: | Procédure: |
|--|--|
| Rapport de l'étude d'impact acoustique du projet éolien ,01566-000827, Révision 02 | Acoustique - Procédure pour l'étude d'impact acoustique d'un parc éolien, 01564-000100 |

Sommaire

| | | |
|----------------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUCTION..... | 3 |
| 1.1 | Rappel du contexte | 3 |
| 1.2 | Présentation du projet | 3 |
| 2 | ACOUSTIQUE ET EOLIENNES - GENERALITES | 4 |
| 2.1 | Définitions..... | 4 |
| 2.2 | Généralités..... | 5 |
| 2.2.1 | Niveaux de bruit couramment rencontrés | 5 |
| 2.2.2 | Recommandation de l'Organisation Mondiale de la Santé..... | 6 |
| 2.2.3 | Infrasons | 6 |
| 2.3 | Généralités sur le bruit d'une éolienne..... | 6 |
| 2.3.1 | Origine du bruit d'une éolienne | 6 |
| 2.3.2 | Variation du bruit d'une éolienne avec la vitesse du vent | 7 |
| 3 | REGLEMENTATION..... | 8 |
| 3.1 | Critère d'émergence | 8 |
| 3.2 | Critère de tonalité marquée..... | 8 |
| 3.3 | Limite de bruit ambiant en limite du périmètre de mesure du bruit de l'installation | 8 |
| 4 | METHODOLOGIE D'UNE ETUDE ACOUSTIQUE ET IDENTIFICATION DES ZONES A EMERGENCE REGLEMENTEE..... | 9 |
| 4.1 | Processus d'une étude acoustique..... | 9 |
| 4.2 | Identification des zones à émergence réglementée (ZER) | 11 |
| 5 | ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT SONORE DU SITE | 12 |
| 5.1 | Campagne de mesures du bruit résiduel..... | 12 |
| 5.1.1 | Sélection des points de mesure du bruit résiduel..... | 12 |
| 5.1.2 | Instrument de mesure du bruit | 17 |
| 5.1.3 | Instrument de mesure du vent..... | 17 |
| 5.1.4 | Durée des mesures | 17 |
| 5.2 | Analyse du bruit résiduel..... | 18 |
| 5.2.1 | Conditions climatiques durant les campagnes de mesure du bruit résiduel | 18 |
| ❖ | Distribution des vitesses de vent sur site..... | 18 |
| ❖ | Rose des vents mesurée à l'emplacement du mât | 18 |
| ❖ | Pluie | 19 |
| ❖ | Mesures du vent au niveau des sonomètres..... | 19 |
| ❖ | Classes de vent homogènes..... | 19 |
| 5.2.2 | Nombre de points de mesure par classe de vitesse de vent..... | 19 |
| 5.2.3 | Corrélation des données de bruit résiduel avec le vent sur site..... | 20 |
| 5.2.4 | Résultats | 20 |
| 6 | MODELISATION DE L'IMPACT SONORE DU PROJET EOLIEN DE Vieille Carrière | 21 |
| 6.1 | Caractéristiques des éoliennes..... | 21 |
| 6.1.1 | Modèle retenu..... | 21 |
| 6.1.2 | Puissance acoustique et spectre sonore..... | 21 |
| 6.2 | Propagation | 21 |
| 6.3 | Points de calcul retenus au sein des ZER | 22 |
| 7 | EVALUATION DES CRITERES REGLEMENTAIRES | 25 |
| 7.1 | émergences | 25 |
| 7.1.1 | Emergences diurnes | 26 |
| 7.1.2 | Emergences nocturnes | 27 |
| 7.2 | Tonalité marquée | 29 |
| 7.3 | Bruit ambiant en limite du périmètre de mesure du bruit de l'installation..... | 30 |
| 7.4 | Analyse des effets acoustiques cumulés..... | 32 |
| 8 | CONCLUSION | 33 |
| 9 | RÉFÉRENCES..... | 34 |
| 9.1 | Législatives | 34 |
| 9.2 | Normatives..... | 34 |
| 9.3 | Scientifiques | 34 |
| ANNEXES | 35 | |
| Annexe 1 | Réglementation ICPE - arrêté du 26 août 2011 | 36 |
| Annexe 2 | Standardisation des vitesses de vent mesurées sur le site | 39 |
| Annexe 3 | Evolution du niveau sonore résiduel en fonction de la vitesse du vent sur site | 40 |
| Annexe 4 | Certificats d'émission sonore de l'éolienne retenue | 43 |

Table des illustrations

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Localisation du projet de Vieille Carrière, du projet de Vieille Carrière (Accordé) et du parc de Carrière Martin | 3 |
| Figure 2 : Bruit résiduel, bruit ambiant et émergence..... | 4 |
| Figure 3 : Représentation des spectres par bandes de 1/3 d'octave | 5 |
| Figure 4 : Niveaux de bruit générés par diverses sources sonores..... | 5 |
| Figure 5 : Evolution de la puissance sonore d'une éolienne au niveau de la nacelle pour 2 modes de fonctionnement | 7 |
| Figure 6: Exemple de spectre par bande de 1/3 d'octave présentant des tonalités marquées..... | 8 |
| Figure 7 : Schéma de principe d'une étude d'impact acoustique d'un projet éolien (évaluation des émergences)..... | 10 |
| Figure 8 : Localisation des ZER dans le périmètre de l'étude acoustique ainsi que des ZER retenues pour l'analyse | 11 |
| Figure 9 : Localisation des points de mesure au sein des ZER | 16 |
| Figure 10 : Photographie d'un sonomètre en cours d'utilisation | 17 |
| Figure 11 : Distributions des vitesses de vent mesurées durant les campagnes acoustiques du 05/10/07 au 06/02/08, du 26/02/16 au 14/03/16 et du 27/04/16 au 30/05/16, et estimée sur le long-terme . | 18 |
| Figure 12 : Roses des vents mesurées pendant les campagnes acoustiques du 05/10/07 au 06/02/08, du 26/02/16 au 14/03/16 et du 27/04/16 au 30/05/16 | 18 |
| Figure 13 : Rose des vents long-terme estimée sur site | 19 |
| Figure 14 : Exemple de nuage de points illustrant la corrélation des niveaux sonores du bruit résiduel avec la vitesse de vent sur site..... | 20 |
| Figure 15 : Illustration d'une configuration de 2 lieux soumis à des impacts sonores différents | 22 |
| Figure 16 : Localisation des points de calcul et des points de mesure au sein des ZER étudiées..... | 24 |
| Figure 17 : Spectre de 1/3 d'octave non pondéré pour l'éolienne Vestas V110..... | 30 |
| Figure 18 : Périmètre de mesure du bruit du parc éolien et bruit ambiant..... | 31 |
| Figure 19 : Principe de calcul de la vitesse standardisée à 10m au dessus du sol (extrait du guide 2010 de l'étude d'impact sur l'environnement d'un projet éolien - ADEME) | 39 |
| Figure 20 : Evolution du niveau sonore résiduel en fonction de la vitesse du vent sur site, pour la ZER Torcy | 40 |
| Figure 21 : Evolution du niveau sonore résiduel en fonction de la vitesse du vent sur site, pour la ZER Parpeville et ZER Villers le Sec | 40 |
| Figure 22 : Evolution du niveau sonore résiduel en fonction de la vitesse du vent sur site, pour la ZER Fay le Noyer | 41 |

| | |
|---|----|
| Figure 23 : Evolution du niveau sonore résiduel en fonction de la vitesse du vent sur site, pour la ZER Ferrière..... | 41 |
| Figure 24 : Evolution du niveau sonore résiduel en fonction de la vitesse du vent sur site, pour la ZER Chevresis-Monceau, ZER Ferté Chevresis et ZER Monceau le Neuf | 42 |

1 INTRODUCTION

Ce rapport présente les résultats de l'étude d'impact acoustique réalisée dans le cadre du projet éolien de Vieille Carrière.

1.1 RAPPEL DU CONTEXTE

Depuis la publication du décret n° 2011-984 du 23 août 2011 [1], les projets éoliens sont soumis au régime des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement. Ce décret soumet :

- au régime d'autorisation les installations d'éoliennes comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 mètres, ainsi que celles comprenant des aérogénérateurs d'une hauteur comprise entre 12 et 50 mètres et d'une puissance supérieure ou égale à 20 MW;
- au régime de déclaration les installations d'éoliennes comprenant des aérogénérateurs d'une hauteur comprise entre 12 et 50 mètres et d'une puissance inférieure à 20 MW.

Le projet éolien de Vieille Carrière est soumis au régime d'autorisation, et fait donc l'objet d'une étude d'impact sur l'environnement dont la partie expertise acoustique est décrite dans ce document.

L'ensemble des textes législatifs, normatifs et scientifiques dont il est fait référence dans ce document sont détaillés au chapitre 8.

1.2 PRESENTATION DU PROJET

Le projet éolien de Vieille Carrière est situé dans le département de l'Aisne (02), sur les communes de Surfontaine, Villers le Sec, La Ferté-Chevresis, Chevresis-Monceau, Parpeville et Landifay-et-Bertaignemont.

Le projet est composé de 12 éoliennes d'une hauteur maximale en bout de pales de 150m.

Il existe, à ce jour, un parc éolien construit dans un rayon de 5km autour de la zone du projet étudié. Il s'agit du parc de Carrière Martin, sur les communes de Brissy Hamegicourt, Sery les Mézières, Ribemont et Villers le Sec, et exploité par EDF EN. Ce parc éolien fait naturellement partie de l'environnement sonore local : ses émissions sonores sont donc capturées dans les mesures de bruit résiduel de la campagne acoustique qui ont été effectuées après son installation, finalisée en 2008.

Il existe, à ce jour, également un projet ayant obtenu un arrêté préfectoral d'autorisation d'exploiter dans un rayon de 5km autour de la zone du projet. Il s'agit du projet de Vieille Carrière (Accordé), 6 éoliennes sur les communes de Villers le Sec et La Ferté Chevresis, dont l'arrêté d'AE a été obtenu le 7 Juillet 2010.

L'effet cumulé des impacts acoustiques de ce projet avec celui de Vieille Carrière (Accordé) est analysé dans ce rapport, dans la section 7.4.

D'autres parcs existent ou sont en instruction autour du projet Vieille Carrière (Accordé) mais ils sont tous suffisamment loin des zones à émergence réglementées concernées par notre projet pour ne pas présenter d'impact acoustique cumulé.

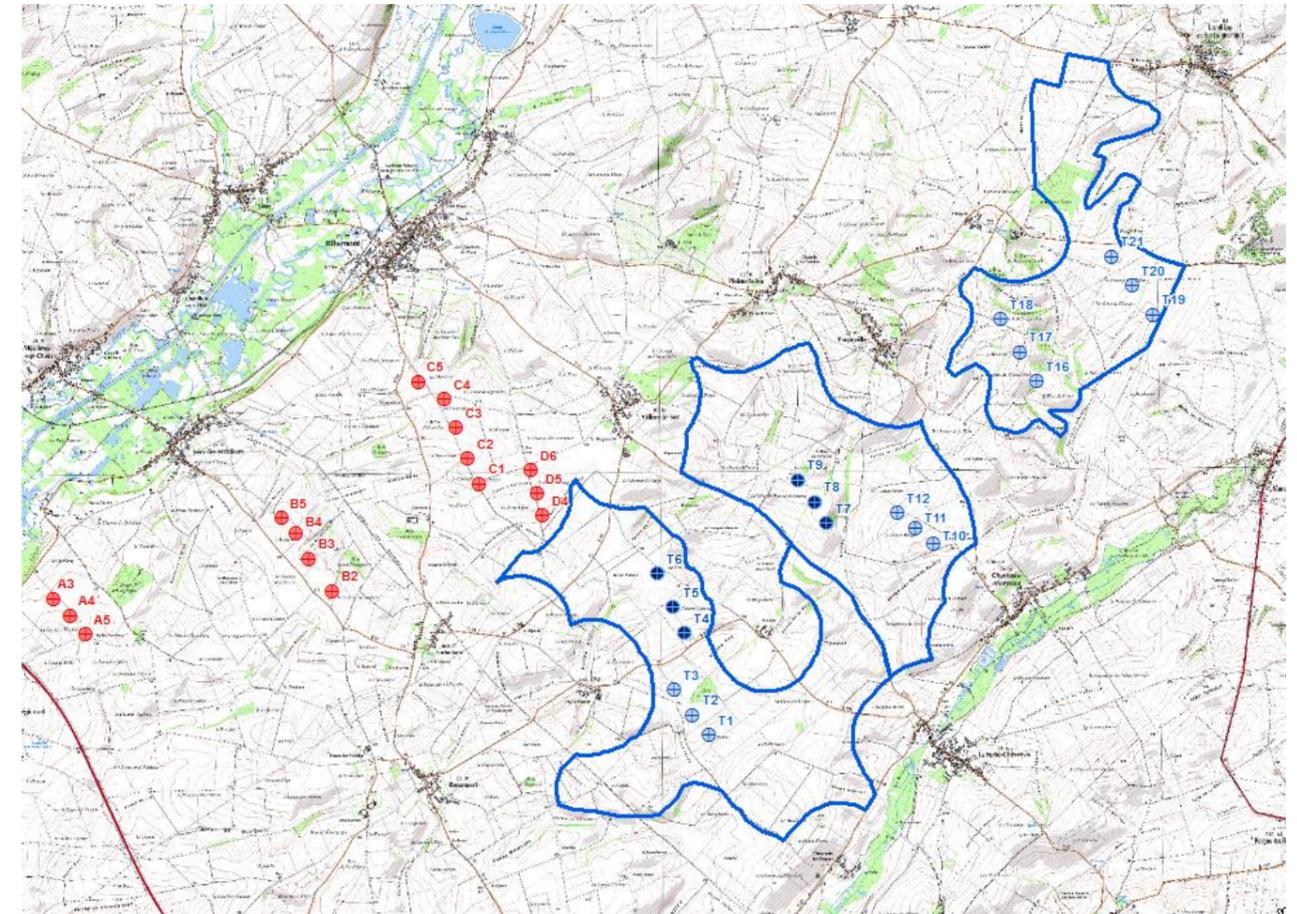


Figure 1 : Localisation du projet de Vieille Carrière en bleu clair, du projet de Vieille Carrière (Accordé) en bleu foncé et du parc de Carrière Martin en rouge

2 ACOUSTIQUE ET EOLIENNES - GENERALITES

2.1 DEFINITIONS

Son : Un son est défini par :

- sa force perçue, son volume ou son amplitude exprimée en décibel (dB) permettant de distinguer les sons faibles des sons forts ;
- sa fréquence, exprimée en Hertz (Hz) c'est-à-dire en vibrations par seconde, permettant de distinguer les sons graves des sons aigus. Les sons graves correspondent à des fréquences de 20 à 200 Hz, les médiums à des fréquences de 200 à 2 000 Hz et les aigus de 2 000 à 20 000 Hz. En deçà, ce sont des infrasons inaudibles et au-delà, ce sont des ultrasons perçus par certains animaux.

Bruit : Mélange de sons, d'intensités et de fréquences différentes. Il est notamment défini par son spectre.

Bruit ambiant : Bruit total existant dans une situation donnée, dans un intervalle de temps donné prenant en compte l'ensemble des sources de bruit proches ou éloignées. Dans notre cas, c'est le bruit total incluant le fonctionnement du parc éolien.

Bruit particulier : C'est une composante du bruit ambiant que l'on désire distinguer car elle fait l'objet d'une requête. Dans notre cas, cette composante correspond au bruit généré par les éoliennes.

Bruit résiduel : Correspond au bruit ambiant en l'absence de bruit particulier. Dans notre cas, cela correspond au bruit mesuré dans les zones à émergence réglementée avant construction du projet éolien i.e. lors de l'étude de l'état initial du projet.

Emergence : Différence arithmétique entre bruit ambiant et bruit résiduel.

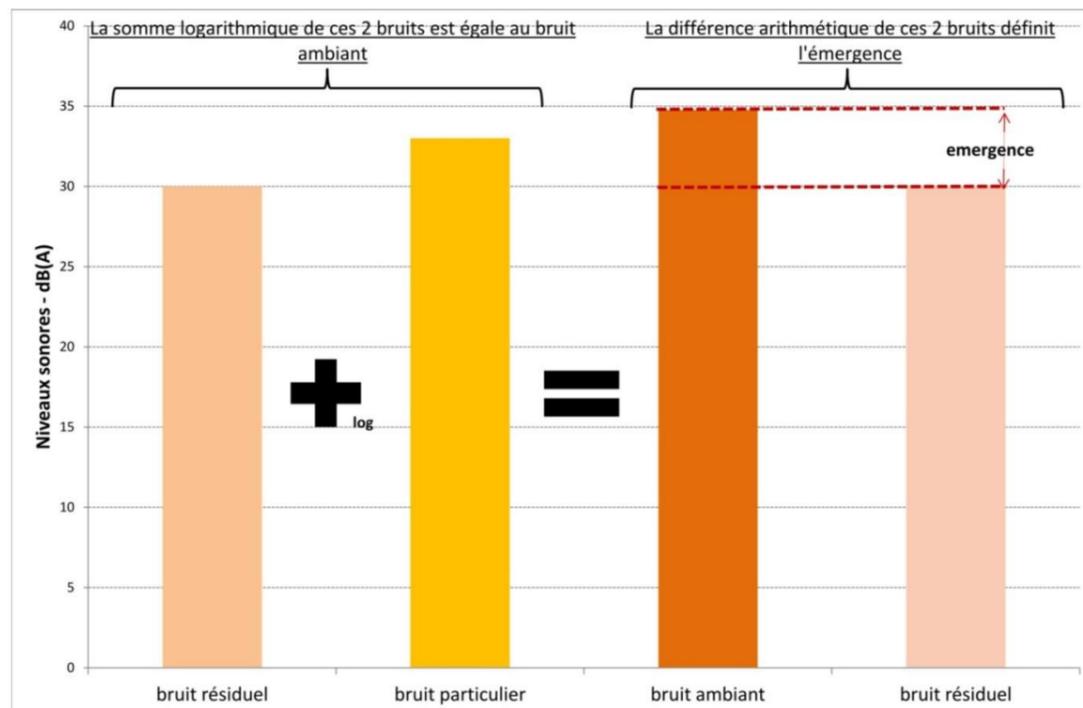


Figure 2 : Bruit résiduel, bruit ambiant et émergence

Intervalle de mesure / durée d'intégration : intervalle de temps où la pression acoustique pondérée est intégrée et moyennée par les sonomètres lors de la mesure du bruit résiduel. Dans le cadre de cette étude, il a été fixé à 1s, tel que recommandé par la NFS 31-114 [7].

Intervalle de base : Intervalle d'échantillonnage de la mesure brute lors du traitement des mesures de bruit. Dans le cadre de cette étude, il a été fixé à 10min, tel que recommandé par la NFS 31-114 [7].

Périmètre de mesure du bruit de l'installation [1] : c'est le périmètre correspondant au plus petit polygone dans lequel sont inscrits les disques de centre chaque aérogénérateur et de rayon R défini comme suit :

$$R = 1.2 \times \left(\text{Hauteur de moyeu} + \frac{\text{Diamètre}}{2} \right) \quad \text{Formule 1}$$

Niveau acoustique équivalent $L_{eq,T}$: en considérant un bruit variable perçu pendant une durée T, le niveau acoustique équivalent représente le niveau de bruit constant qui aurait été produit avec la même énergie que le bruit réellement perçu pendant cette durée. Le L_{eq} correspond donc à une «dose de bruit» reçue pendant une durée de temps déterminée. Il est exprimé en échelle logarithmique (décibels, dB) par rapport à un niveau de référence.

Il se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$L_{eq,T} = 10 \times \log \left[\frac{1}{T} \int_0^T \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \right] \quad \text{Formule 2}$$

avec :

- $p(t)$: niveau de pression acoustique instantané à l'instant t ;
- p_0 : pression de référence (20 μ Pa).

Niveau acoustique fractile $L_{AN,T}$: une analyse statistique des L_{Aeq} permet de déterminer le niveau de pression acoustique pondéré A qui est dépassé N% du temps considéré. Son symbole est $L_{AN,T}$, par exemple $L_{A50,10min}$ correspond au niveau de pression acoustique continu équivalent dépassé 50% de l'intervalle de mesure de 10min.

Dans le cadre de cette présente étude, l'indice fractile $L_{50,10min}$ sera utilisé, tel que recommandé par la NFS 31-114.

Pondération A du niveau de pression sonore : L'oreille humaine est moins sensible aux fréquences graves (entre 20Hz et 400Hz) qu'aux fréquences moyennes et aiguës qui correspondent aux fréquences de la parole humaine. C'est pourquoi une correction en fonction de la fréquence est appliquée aux spectres de bruit mesuré afin de mieux rendre compte de cette sensibilité de l'oreille : c'est la pondération A.

Zone à émergence réglementée (ZER) [1] : Ce sont les zones définies comme suit :

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

Spectre d'une source sonore : C'est l'ensemble des fréquences constituant une source sonore. Dans notre cas nous nous intéressons aux fréquences audibles par l'oreille humaine, en théorie elles sont comprises entre 16Hz et 20kHz. Ces bandes de fréquence sont elles mêmes divisées en bande de tiers d'octave (cf. Figure 3).

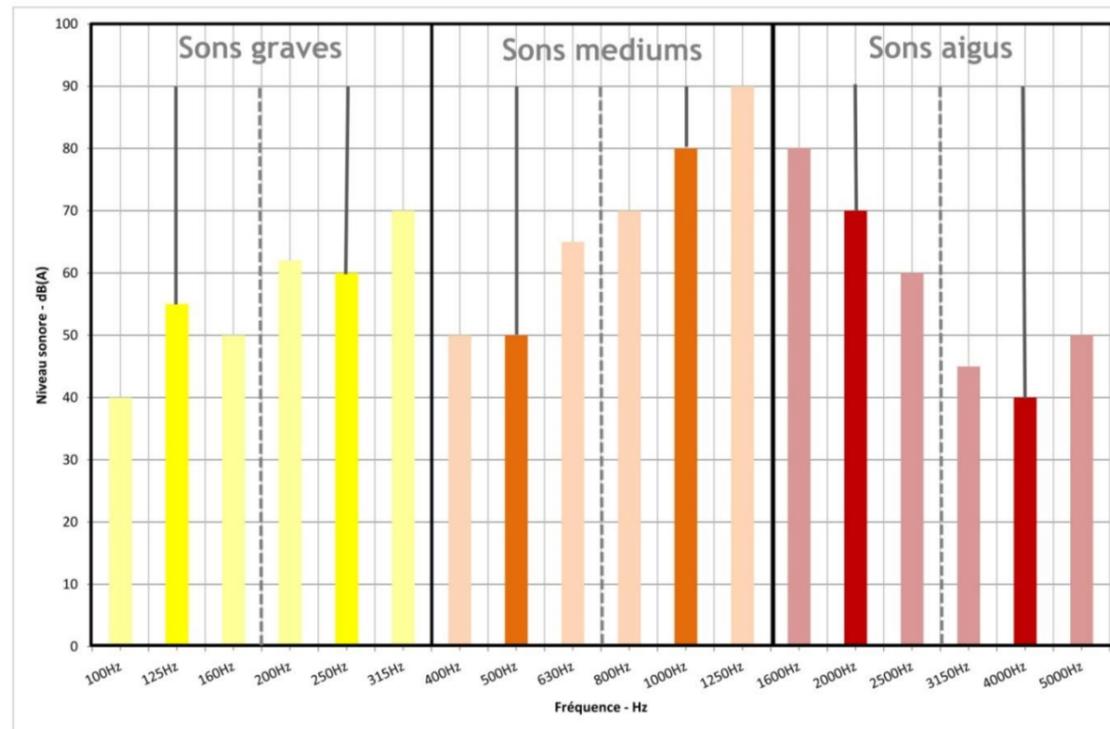


Figure 3 : Représentation des spectres par bandes de 1/3 d'octave

2.2 GENERALITES

2.2.1 Niveaux de bruit couramment rencontrés

Malgré des critères et des réglementations permettant d'estimer la conformité des installations industrielles, la perception acoustique reste un facteur subjectif. Afin de mieux appréhender les niveaux de bruit générés par diverses installations ainsi que leur impact, la Figure 4 ci-dessous donne les valeurs des niveaux sonores pour diverses sources rencontrées dans la vie quotidienne.

Échelle du bruit (dB)
source : ADEME

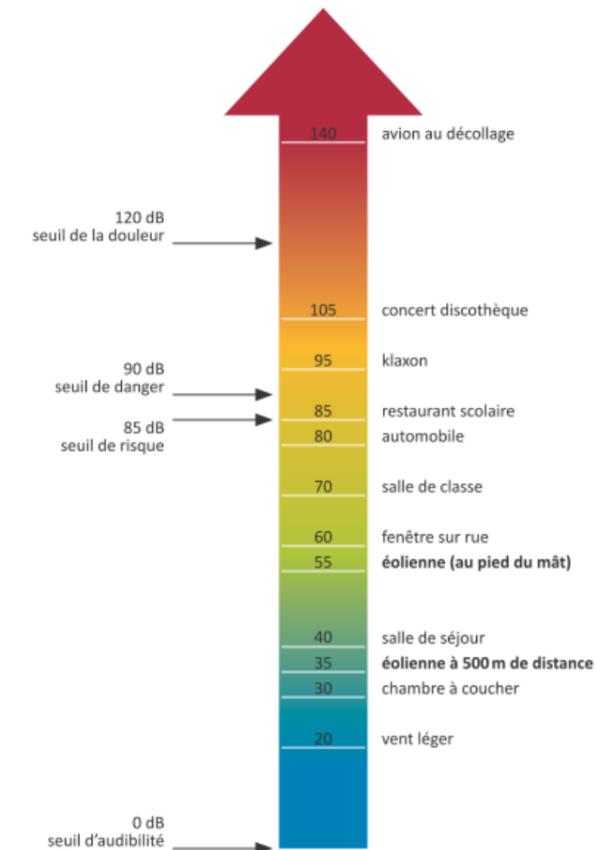


Figure 4 : Niveaux de bruit générés par diverses sources sonores

Cette échelle de valeurs de bruit montre qu'au pied du mât d'une éolienne, le bruit moyen est de 55dB(A), soit un peu moins que le bruit d'une pièce avec fenêtre sur rue. A 500m d'une zone à émergence réglementée (ZER), distance minimale réglementaire autorisant l'implantation d'une éolienne, le bruit moyen de cette éolienne n'est plus que de 35 à 40dB(A) - dépendant de la puissance sonore de l'éolienne, soit un peu moins que le bruit d'une salle de séjour. Notons que ces niveaux ne doivent pas être comparés aux puissances sonores délivrées au niveau de la nacelle d'une éolienne, puissances qui varient entre 99dB(A) et 108dB(A) à des hauteurs entre 80 et 125m au dessus du sol. Pour être perçu à ces niveaux là, il faudrait qu'une personne se situe dans ou devant la nacelle d'une éolienne en fonctionnement, donc à une hauteur supérieure à 80m au dessus du sol, ce qui est bien sûr impossible.

Il est important de noter que l'échelle des niveaux de bruit en décibel est une échelle logarithmique. Une règle simple pour appréhender cette échelle est la suivante :

Si on ajoute 2 bruits de même intensité sonore, alors l'intensité du bruit résultant sera l'intensité sonore initiale augmentée de 3 décibels. Par exemple, 30dB + 30dB = 33dB.

A titre indicatif, on précisera qu'une variation :

- de +3dB correspond à une variation de l'intensité sonore à peine perceptible ;
- de +5dB correspond à une variation de l'intensité sonore perceptible ;
- de +10dB correspond à un doublement de la sensation de bruit.

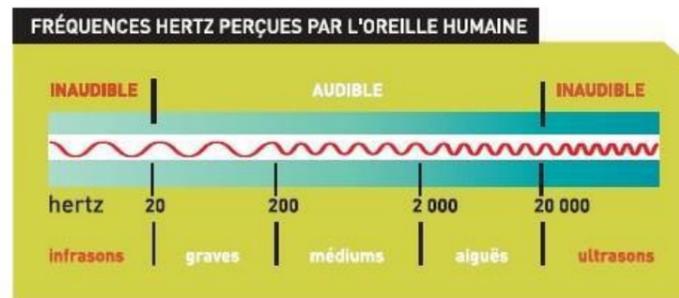
2.2.2 Recommandation de l'Organisation Mondiale de la Santé

Les experts de l'OMS, en mars 1999, ont publié une série de valeurs guides pour le bruit dans les collectivités en milieux spécifiques. Parmi ces valeurs, on retiendra que l'OMS recommande :

- un bruit au travail n'excédant pas 55dB, seuil acceptable sans danger pour l'oreille ;
- un bruit maximal dans une chambre à coucher de l'ordre de 30dB pour le respect du sommeil.

2.2.3 Infrasons

Un infrason est un son dont la fréquence est inférieure à 20Hz. De fait, les infrasons sont trop graves pour être audibles par l'oreille humaine. Cependant, le fait de ne pas les entendre ne veut pas dire qu'il n'y en a pas, et il est possible de les ressentir (par des mécanismes non auditifs, comme le système d'équilibre et/ou la résonance corporelle, i.e. par exemple au niveau de la cage thoracique).



Il existe de nombreuses sources qui émettent des infrasons dans notre environnement quotidien. Cela va du vent qui souffle dans les arbres au bruit de la circulation. Les éoliennes ne sont que l'une de ces sources.

Mais l'impact des infrasons sur la santé n'a été observé que dans de très rares cas, et jamais pour des parcs éoliens.

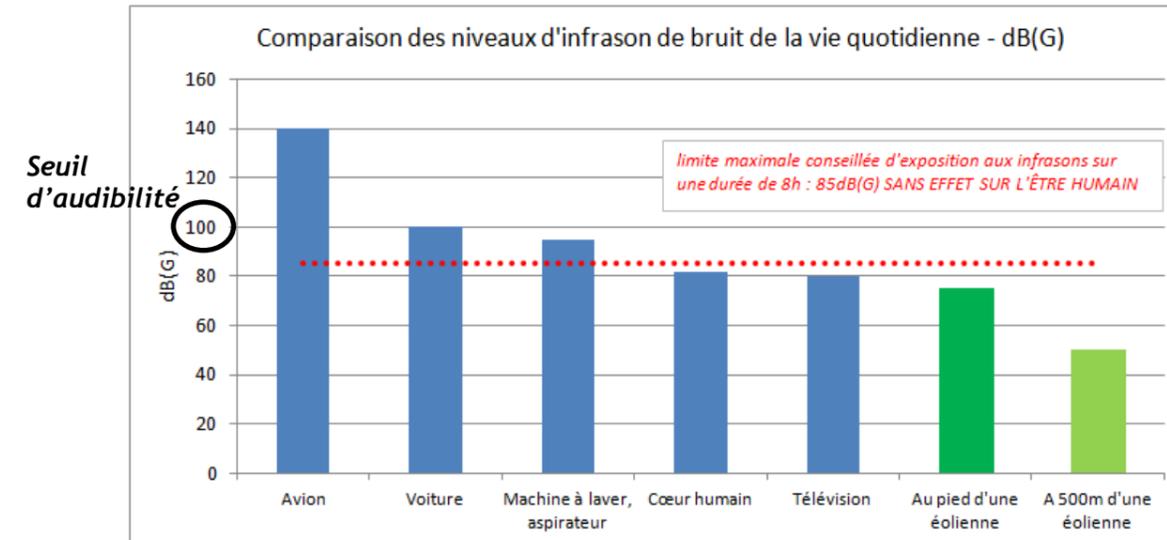
L'Agence Française de la Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail (AFSSET) a conclu dans son rapport [11] de mars 2008 à propos des infrasons :

- Page 13 : « A l'heure actuelle, il n'a été montré aucun impact sanitaire des infrasons sur l'homme, même à des niveaux d'exposition élevés. Les critères de nuisance vis-à-vis des basses fréquences sont de façon usuelle tirés de courbes d'audibilité. Les niveaux acceptables (dans l'habitat) sont approximativement les limites d'audition ».
- Page 15 : « Il apparaît que les émissions sonores des éoliennes ne génèrent pas de conséquences sanitaires directes, tant au niveau de l'appareil auditif que des effets liés à l'exposition aux basses fréquences et aux infrasons ».

L'association canadienne de l'énergie éolienne (CanWEA) a diligenté une étude auprès de HGC engineering pour traiter la question des infrasons en relation avec les parcs éoliens et leurs effets potentiels sur les résidents. Le rapport [12] conclut :

« Les éoliennes peuvent générer de l'infrason, mais souvent les niveaux de l'infrason près des éoliennes sont semblables aux niveaux d'infrason ambiant qui prévalent dans l'environnement naturel à cause du vent, des vagues et des sources industrielles et des transports. Des études réalisées près des parcs éoliens canadiens, ainsi que l'expérience internationale, suggèrent que les niveaux d'infrason près des éoliennes modernes, avec des puissances nominales communes dans les parcs éoliens à large échelle sont en général imperceptibles pour les humains, que ce soit par des mécanismes auditifs ou non. De plus, il n'y a aucune évidence d'effets indésirables pour la santé dus à l'infrason des éoliennes [...] Somme toute, bien que l'infrason peut être généré par les éoliennes, la conclusion s'impose : l'infrason n'est pas une préoccupation pour la santé des résidents avoisinants ».

Dans la revue du 4^{ème} trimestre 2011 d'Acoustique&Techniques (N° 67), l'INRS se penche sur la question des infrasons et de leur impact sur la santé. On y trouve de nombreuses références de recommandations étrangères sur des valeurs limites d'exposition, en absence de réglementations nationales ou européennes. Cette revue Spécial Infrasons rappelle que le seuil d'audibilité est d'environ 100dB(G) sur les fréquences concernées [1-20Hz]. La valeur minimale recommandée pour être sans effet sur la santé est 85dB(G), sur une période continue de 8h.



Deux études récentes ont conclu à l'absence de gêne sonore due aux infrasons générés par les parcs éoliens, que ce soit à l'emplacement du parc même ou chez les riverains :

- Une étude réalisée par un organisme australien en 2013 [13] qui conclut qu'il n'y a pas de différence notable entre les niveaux d'infrasons mesurés à proximité d'un parc éolien et ceux présents dans des zones éloignées de parc éolien. Cette étude conclut également que les niveaux d'infrasons mesurés à proximité de parc éolien ne présentent aucune différence significative, que le parc soit en opération ou à l'arrêt.
- La faculté de génie électrique de l'université d'Opole en Pologne a mesuré en 2012 le spectre infrasonique d'une éolienne de 2MW dans un parc de 15 éoliennes. Ces mesures en très basse fréquence montrent que le niveau maximum à 130m d'une éolienne est bien en dessous du niveau maximum conseillé par l'AFSSET : environ 75dB(G) maximum à 3Hz et environ 55dB(G) maximum à 20Hz.

On retiendra donc que toutes les études scientifiques menées ces 10 dernières années au sujet des émissions très basses fréquences et infrasons des parcs éoliens démontrent l'absence de nuisance et d'impact sanitaire néfaste dans le voisinage immédiat des parcs éoliens et chez les riverains.

2.3 GENERALITES SUR LE BRUIT D'UNE EOLIENNE

2.3.1 Origine du bruit d'une éolienne

Lorsque les éoliennes sont à des distances proches (jusqu'à environ 100 mètres), on distingue trois types de bruits issus de deux sources différentes, la nacelle et les pales :

- Un bruit d'origine mécanique provenant de la nacelle et des éventuels multiplicateurs, plus marqué sous le vent de l'éolienne (et quasi inaudible au vent pour des distances supérieures à 200 mètres) ;
- Un bruit continu d'origine aérodynamique localisé principalement en bout de pale et qui correspond au mouvement de chaque pale dans l'air ;

- Un bruit périodique également d'origine aérodynamique, provenant du passage de chaque pale devant le mât de l'éolienne.

Ces différents bruits tendent à se confondre au fur et à mesure que l'on s'éloigne des éoliennes. Le bruit dit mécanique disparaît rapidement, et demeure alors un bruit d'origine aérodynamique avec un bruit périodique correspondant à la vitesse de rotation des pales.

2.3.2 Variation du bruit d'une éolienne avec la vitesse du vent

Le niveau sonore émis par une éolienne, tout comme la puissance électrique délivrée, dépend notamment de la vitesse du vent (cf. Figure 5).

Pour des raisons de normalisation, la vitesse de vent utilisée associée à la puissance sonore d'une éolienne est une vitesse standardisée à 10m au dessus du sol. Le calcul de cette vitesse standardisée à 10m est expliqué et détaillé en Annexe 2. Notons que c'est cette vitesse qui est considérée dans tous les calculs présentés dans ce rapport, lorsqu'ils font référence à une vitesse de vent sur le site étudié.

km/h), la puissance électrique reste globalement constante. Au-delà de 20 ou 25m/s (selon les modèles), pour des raisons de sécurité, l'éolienne est arrêtée.

Le bruit des éoliennes évolue donc en fonction de la vitesse du vent, tout comme les niveaux de bruit résiduel (par exemple bruit du vent dans la végétation et/ou sur des obstacles), mais pas dans les mêmes proportions.

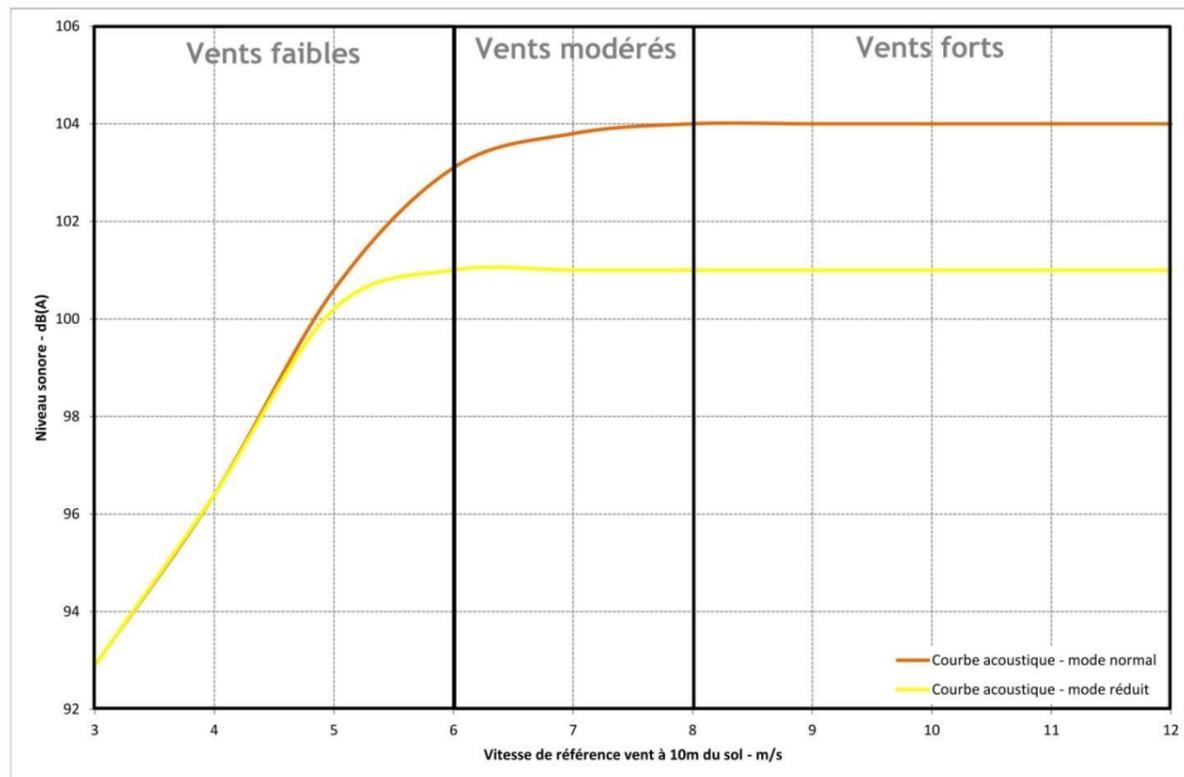


Figure 5 : Evolution de la puissance sonore d'une éolienne au niveau de la nacelle pour 2 modes de fonctionnement

La puissance acoustique de l'éolienne (valeur intrinsèque qui caractérise l'énergie acoustique émise par l'éolienne au niveau de la nacelle) suit assez étroitement la puissance électrique délivrée par cette même éolienne.

A des vitesses de vent inférieures à 3 m/s à hauteur du moyeu (environ 10 km/h), l'éolienne ne tourne pas et ne produit donc pas de bruit. Vers 4 ou 5 m/s (15-20 km/h), elle entre très progressivement en production. Elle délivre sa puissance électrique maximale vers 12 ou 15 m/s (environ 50 km/h), selon les modèles. Entre 15 et 20 ou 25 m/s (soit entre environ 50 et 70 ou 90

3 REGLEMENTATION

Le parc éolien à l'étude est soumis à la réglementation relative 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 (ICPE) (cf. [1] et [2]). Le texte réglementaire est présenté en Annexe 1.

Cette réglementation repose sur trois critères :

- **Un critère d'émergence**, correspondant à la différence entre le niveau de bruit avec les éoliennes en fonctionnement (bruit ambiant) et le niveau de bruit sans les éoliennes (bruit résiduel) pour chaque vitesse de vent,
- **Un critère de tonalité marquée**, correspondant à l'analyse du spectre de l'éolienne afin de déceler les fréquences qui auraient un niveau sonore plus distinctif.
- **Un critère de limite de bruit ambiant**, correspondant à une limite maximale du bruit ambiant (donc installation comprise) en limite de périmètre de mesure du bruit de l'installation.

3.1 CRITERE D'EMERGENCE

Ce critère repose sur la différence entre le bruit ambiant et le bruit résiduel.

Ce critère est vérifié à l'extérieur des zones à émergence réglementée (habitations principalement).

Ce critère n'est applicable que si le niveau de bruit ambiant est supérieur à 35dB(A).

La législation en vigueur impose que cette différence soit :

- inférieure ou égale à 5dB(A) pour les périodes diurnes (jour), c'est-à-dire de 7h à 22h,
- inférieure ou égale à 3dB(A) pour les périodes nocturnes (nuit), c'est-à-dire de 22h à 7h.

3.2 CRITERE DE TONALITE MARQUEE

Ce critère fait référence à l'article 1.9 de l'annexe de la loi du 23 janvier 1997 [3]. La tonalité marquée d'une installation 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 indiqués dans le Tableau 1.

| Fréquence | 50Hz à 315Hz | 400Hz à 8000Hz |
|------------------------|--------------|----------------|
| Différence à respecter | 10dB | 5dB |

Tableau 1 : Critère de tonalité marquée à respecter en fonction de la gamme de fréquence

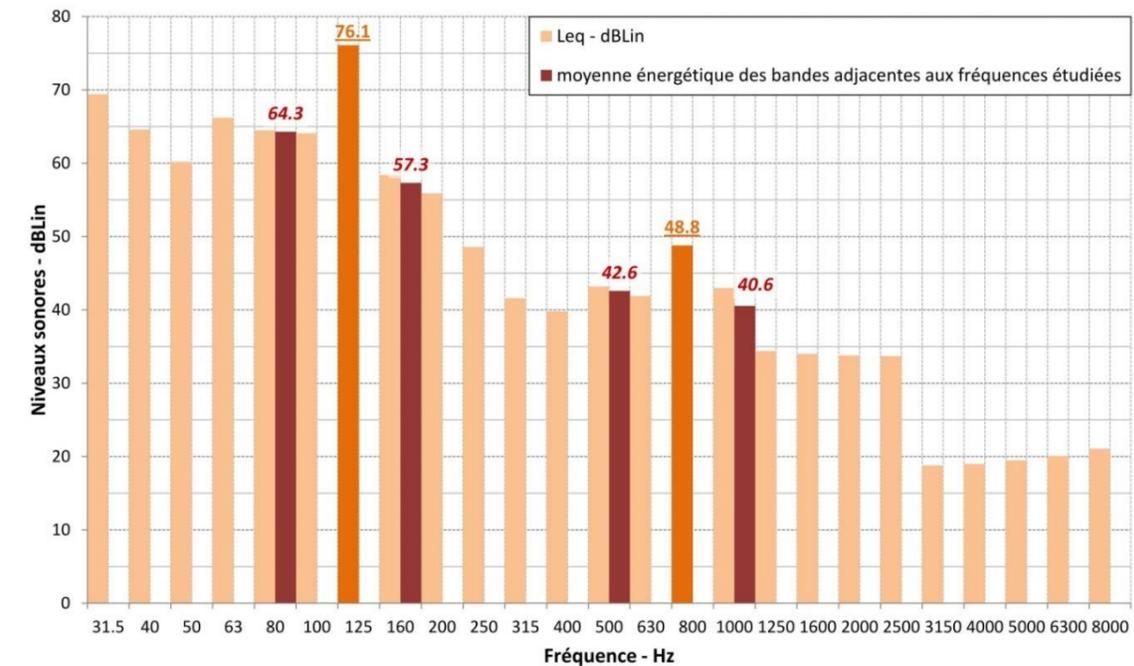
Pour vérifier ce critère, il faut évaluer les deux différences séparément : la différence de niveau sonore de la bande centrale avec la moyenne énergétique des deux bandes inférieures et la différence de ce même niveau avec la moyenne énergétique des deux bandes supérieures (ceci est explicité dans la norme NFS 31-010).

Il y a tonalité marquée si les 2 conditions ci-dessous sont vérifiées :

- Les deux différences sont positives ;
- Les deux différences égalent ou dépassent les valeurs indiquées dans le tableau, soit 10dB pour les fréquences basses à moyennes (50-315Hz), 5dB pour les fréquences moyennes à aiguës (400Hz-8kHz).

La Figure 6 ci-dessous est un exemple de spectre sonore par bande de 1/3 d'octave présentant des tonalités marquées pour les bandes 125Hz et 800Hz. En effet :

- pour la bande 125Hz de niveau sonore 76.1dB, la différence avec la moyenne énergétique des deux bandes adjacentes supérieures (égale à 57.3dB) et la différence avec la moyenne énergétique des deux bandes inférieures (égale à 64.3dB) sont toutes deux supérieures à 10dB ;
- pour la bande 800Hz de niveau sonore 48.8dB, les différences avec la moyenne énergétique des bandes adjacentes supérieures (égale à 40.6dB) et inférieures (égale à 42.6dB) sont supérieures à 5dB ;



*nota : le dB non pondéré peut aussi s'écrire dBLin pour « linéaire »

Figure 6: Exemple de spectre par bande de 1/3 d'octave présentant des tonalités marquées

Dans le cas où l'installation présente une tonalité marquée au sens de l'article 1.9 de l'annexe de la loi du 23 janvier 1997, de manière cyclique ou établie [3], sa durée d'apparition ne peut excéder 30% de la durée de fonctionnement de l'installation dans chacune des périodes diurnes ou nocturnes. Dans le cadre de cette étude notre choix se portera sur un modèle d'éolienne permettant de respecter ce critère 100% du temps. De façon générale, le fonctionnement normal d'une éolienne ne doit pas faire apparaître de tonalité marquée car les spectres des éoliennes n'en présentent pas.

3.3 LIMITE DE BRUIT AMBIANT EN LIMITE DU PERIMETRE DE MESURE DU BRUIT DE L'INSTALLATION

Le niveau de bruit ambiant maximal autorisé en limite du périmètre de mesure du bruit de l'installation (le parc éolien) est fixé à :

- 70dB(A) le jour ;
- 60dB(A) la nuit.

Ce niveau de bruit pourra être mesuré en n'importe quel point du périmètre de mesure du bruit de l'installation.

Cette disposition n'est pas applicable si le bruit résiduel mesuré pour la période dépasse le niveau imposé pour la période.

4 METHODOLOGIE D'UNE ETUDE ACOUSTIQUE ET IDENTIFICATION DES ZONES A EMERGENCE REGLEMENTEE

4.1 PROCESSUS D'UNE ETUDE ACOUSTIQUE

L'étude d'impact acoustique d'un projet éolien se déroule selon 4 étapes principales :

- Caractérisation de l'état initial du site, en mesurant à différents points autour du projet les niveaux de bruit résiduel en fonction du vent et des périodes réglementaires jour/nuit ;
- Modélisation numérique du parc éolien pour le calcul de la contribution sonore des éoliennes au niveau des Zones à Émergence Réglementée (ZER) ;
- Calcul des émergences et comparaison avec les limites réglementaires diurnes et nocturnes. Si nécessaire, adaptation du mode de fonctionnement des éoliennes pour respecter les limites réglementaires jour/nuit ;
- Evaluation et vérification de la conformité aux critères de tonalité marquée des éoliennes et du bruit ambiant sur le périmètre de mesure du bruit de l'installation.

Les trois premières étapes (dont l'objectif final est la vérification de la conformité du parc au critère d'émergence) sont illustrées par la Figure 7 suivante.

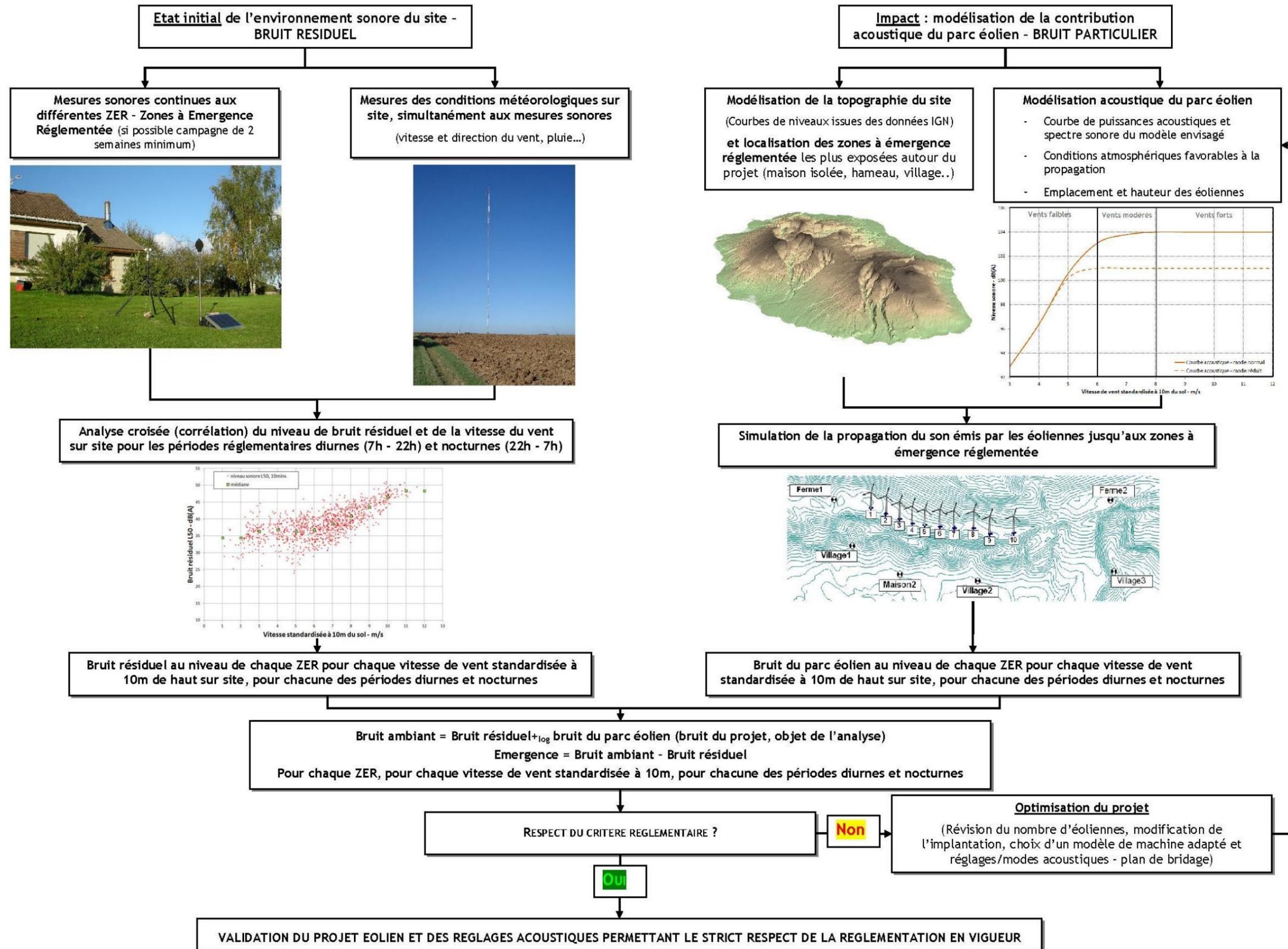


Figure 7 : Schéma de principe d'une étude d'impact acoustique d'un projet éolien (évaluation des émergences)

4.2 IDENTIFICATION DES ZONES A EMERGENCE REGLEMENTEE (ZER)

Pour étudier l'impact des éoliennes sur les Zones à Emergence Réglementée (ZER), il est nécessaire de délimiter un périmètre d'étude au-delà duquel l'impact du projet éolien est considéré comme négligeable. Il est couramment admis par la profession et les experts acousticiens que ce périmètre doit s'étendre au maximum jusqu'à 2km autour des éoliennes, car au-delà de cette distance, l'impact acoustique du projet est négligeable. Notons que si la réglementation est vérifiée au sein de ce périmètre, il paraît évident qu'elle le sera aussi au-delà compte tenu de l'atténuation du son avec la distance.

Au sein du périmètre d'étude, toutes les ZER ont été répertoriées et pré-qualifiées en fonction de leur environnement sonore pressenti.

Un panel complet et représentatif de ZER a été sélectionné parmi toutes les ZER du périmètre d'étude pour faire l'objet de la présente analyse. Le choix des ZER à étudier privilégie les zones les plus proches et les plus susceptibles d'être impactées par les émissions sonores du parc éolien, tout en couvrant les différents types d'environnement sonore présents sur site.

La Figure 8 ci-après présente le périmètre d'étude de 2km autour des éoliennes du projet, les ZER répertoriées et les ZER retenues pour l'étude d'impact présentée dans ce rapport.

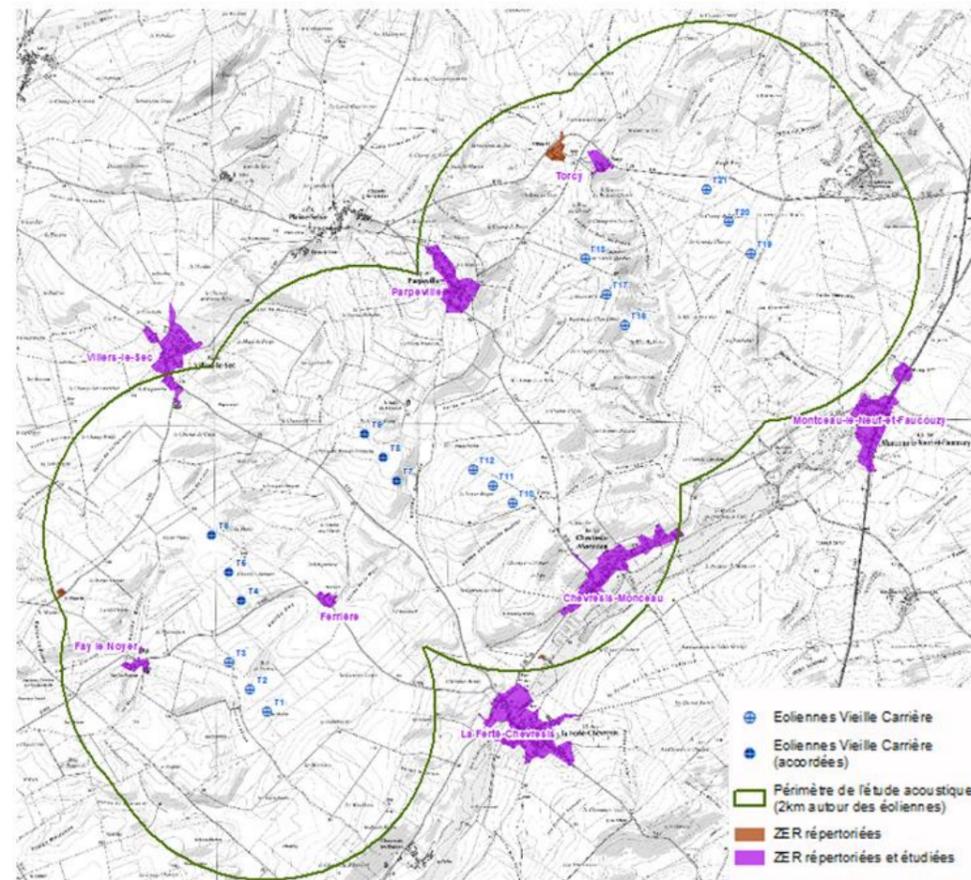


Figure 8 : Localisation des ZER dans le périmètre de l'étude acoustique ainsi que des ZER retenues pour l'analyse

| Nom | Description | Distance approximative aux éoliennes les plus proches |
|------------------------|-------------|--|
| ZER Parpeville | Village | T18 : 1290m |
| ZER Villers le Sec | Village | T6 de Vieille Carrière (Accordé) : 1630m / T3 de Vieille Carrière : 3150m |
| ZER Fay le Noyer | Village | T3 : 960m |
| ZER Ferrière | Hameau | T4 de Vieille Carrière (Accordé) : 880m / T3 de Vieille Carrière : 1305m |
| ZER La Ferté Chevresis | Village | T10 : 2140m |
| ZER Chevresis Monceau | Village | T10 : 920m |
| ZER Monceau le Neuf | Village | T19 : 2215m |
| ZER Torcy | Village | T18 : 990m |

Tableau 2 : Liste de ZER étudiées

5 ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT SONORE DU SITE

5.1 CAMPAGNE DE MESURES DU BRUIT RESIDUEL

L'état initial acoustique du site permet de caractériser l'ambiance sonore des ZER étudiées sur chaque période réglementaire (jour-nuit) et selon différentes conditions de vent (direction-vitesse). Cet état initial repose essentiellement sur les résultats des campagnes de mesures du bruit résiduel réalisées au niveau de plusieurs points de mesure au sein des ZER.

5.1.1 Sélection des points de mesure du bruit résiduel

La démarche d'une étude acoustique prévoit de faire dans un premier temps un relevé du bruit existant au niveau des ZER, le bruit résiduel, afin de caractériser l'ambiance sonore correspondant à l'état initial du site. Pour des raisons de bon sens, il n'est pas nécessaire de réaliser des mesures chez tous les riverains. Pour chaque ZER étudiée, l'état initial est caractérisé à partir d'un ou plusieurs points de mesure de bruit résiduel.

Dans certains cas et pour des raisons pratiques l'état initial d'une ZER peut être caractérisé à partir d'un point de mesure situé dans une ZER voisine, du moment où les environnements sonores sont suffisamment semblables. En revanche, certaines ZER telles que des villages peuvent nécessiter plus d'un point de mesure de bruit résiduel si des ambiances sonores distinctes sont pressenties dans différents secteurs en fonction des activités (exploitations agricoles, carrières) ou de la proximité à des sources de bruit particulières (routes, voie ferrée, cours d'eau).

L'emplacement du point de mesure au sein de la ZER est donc choisi de façon à être représentatif de l'ambiance sonore des alentours, tout en évitant les sources de bruit particulières, mais aussi, bien évidemment, en fonction de la disponibilité et de l'accord des riverains occupant les lieux.

Pour le projet éolien de Vieille Carrière, 5 points de mesure ont été jugés nécessaires et pertinents pour caractériser au mieux les différentes ambiances sonores tout autour du site. Le tableau détaille le choix des points de mesure retenus :

| | | |
|------------------------------------|-----------------------|---|
| ZER Chevresis-Monceau | E - Chevresis-Monceau | Habitation en cœur de village, à activité spécifique et éloignée de toute source de bruit polluante du village. |
| ZER de Monceau le Neuf et Faucouzy | E - Chevresis-Monceau | Le point E, localisé dans la ZER Chevresis Monceau, a été utilisé pour caractériser cette ZER du fait de la proximité et de la ressemblance des ambiances sonores |

Tableau 3 : ZER étudiées et points de mesures du bruit résiduel

Les informations relatives à ces mesures, sont détaillées ci-dessous. Leur localisation est présentée en Figure 9.

| ZER | Point de mesure | Justification |
|------------------------|-----------------------|--|
| ZER Torcy | A - Torcy | Habitation en cœur du hameau, proche du projet et représentative de l'environnement sonore du hameau de Torcy. |
| ZER Parpeville | B - Parpeville | Habitation du village, proche du projet et représentative de l'environnement sonore du village de Parpeville. |
| ZER Villers le Sec | B - Parpeville | Le point A, localisé dans la ZER Parpeville, a été utilisé pour caractériser cette ZER du fait de la proximité et la ressemblance des ambiances sonores. |
| ZER Fay le Noyer | C - Fay le Noyer | Habitation en cœur du hameau, proche du projet et représentative de l'environnement sonore du hameau de Fay le Noyer. |
| ZER Ferrière | D - Ferrière | Habitation du hameau la plus proche du projet de Vieille Carrière (Accordé) et de son extension Vieille Carrière, tout en étant loin des sources de bruit polluantes du hameau (exploitations agricoles) |
| ZER La Ferté Chevresis | E - Chevresis-Monceau | Le point E, localisé dans la ZER Chevresis Monceau, a été utilisé pour caractériser cette ZER du fait de la proximité et la ressemblance des ambiances sonores. |

| Point de mesure | Adresse exacte | Période de mesure | Mesure réalisées par - type de sonomètre | Commentaires |
|-----------------|---|------------------------|--|--------------|
| A - Torcy | Ferme de Torcy - 02240 PARPEVILLE | 27/04/16 - 30/05/16 | Blue Solo | / |

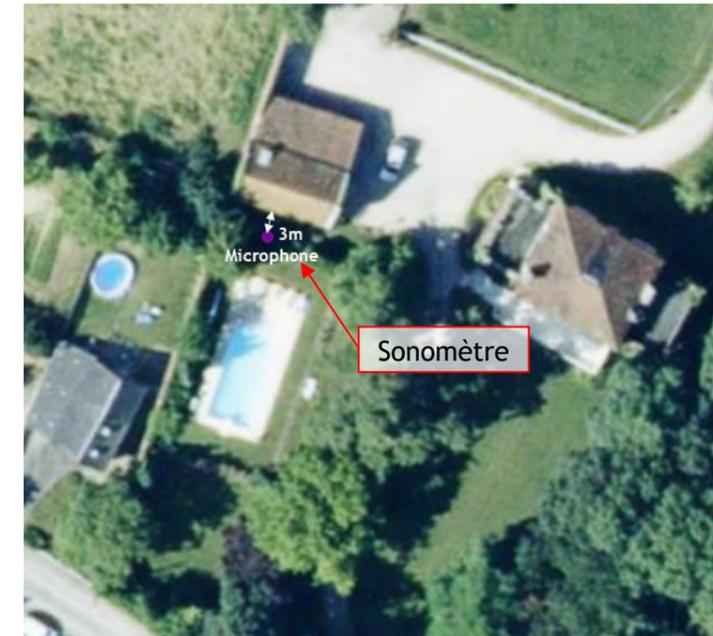


Emplacement du sonomètre pour le point de mesure F - Torcy



Photo du sonomètre

| Point de mesure | Adresse exacte | Période de mesure | Mesure réalisées par - type de sonomètre | Commentaires |
|-----------------|--|------------------------|--|--------------|
| B - Parpeville | 17 rue de la Paix – 02240 PARPEVILLE | 29/04/16 - 30/05/16 | RION NL-52 | / |



Emplacement du sonomètre pour le point de mesure A-Parpeville

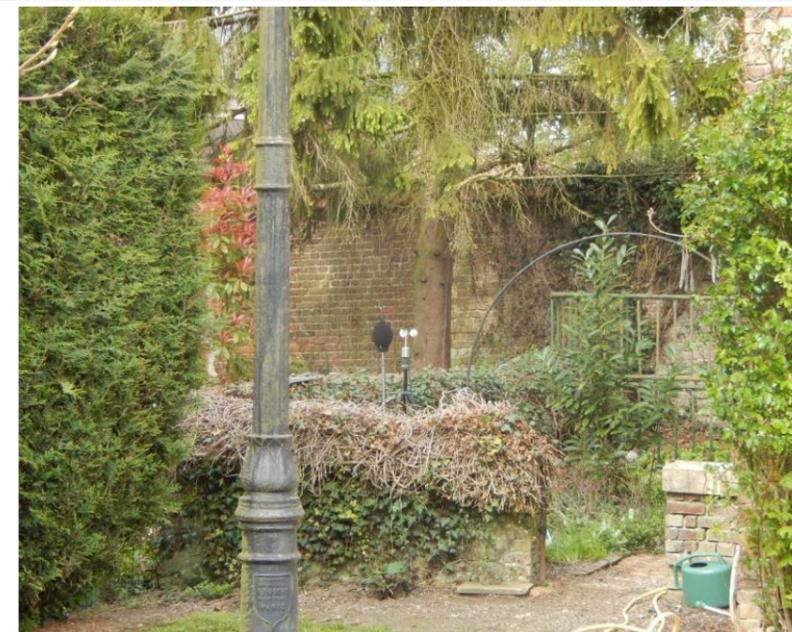


Photo du sonomètre

| Point de mesure | Adresse exacte | Période de mesure | Mesure réalisées par - type de sonomètre | Commentaires |
|------------------|---|----------------------------|--|--------------|
| C - Fay le Noyer | 1 Chemin Louis d'Or – Hameau de Fay-Le-Noyer 02240 Surfontaine | 29/09/2016 - 24/10/2016 | Rion NL-52 | / |



Emplacement du sonomètre pour le point de mesure C - Fay le Noyer

| Point de mesure | Adresse exacte | Période de mesure | Mesure réalisées par - type de sonomètre | Commentaires |
|-----------------|--|------------------------|--|--------------|
| D - Ferrière | 9 Forum Ferrière - 02270 La Ferté Chevresis | 26/02/16 - 14/03/16 | Rion NL-52 | / |



Emplacement du sonomètre pour le point de mesure D - Ferrière



Photo du sonomètre



Photo du sonomètre

| Point de mesure | Adresse exacte | Période de mesure | Mesure réalisées par - type de sonomètre | Commentaires |
|---|--|-------------------------|--|--------------|
| E - Chevresis Monceau | Maison de retraite - 02270 Chevresis-Monceau | 29/09/2016 - 24/10/2016 | Rion NL-31 | / |
|  <p>Emplacement du sonomètre pour le point de mesure E - Chevresis Monceau</p> | | | | |
|  <p>Photo du sonomètre</p> | | | | |

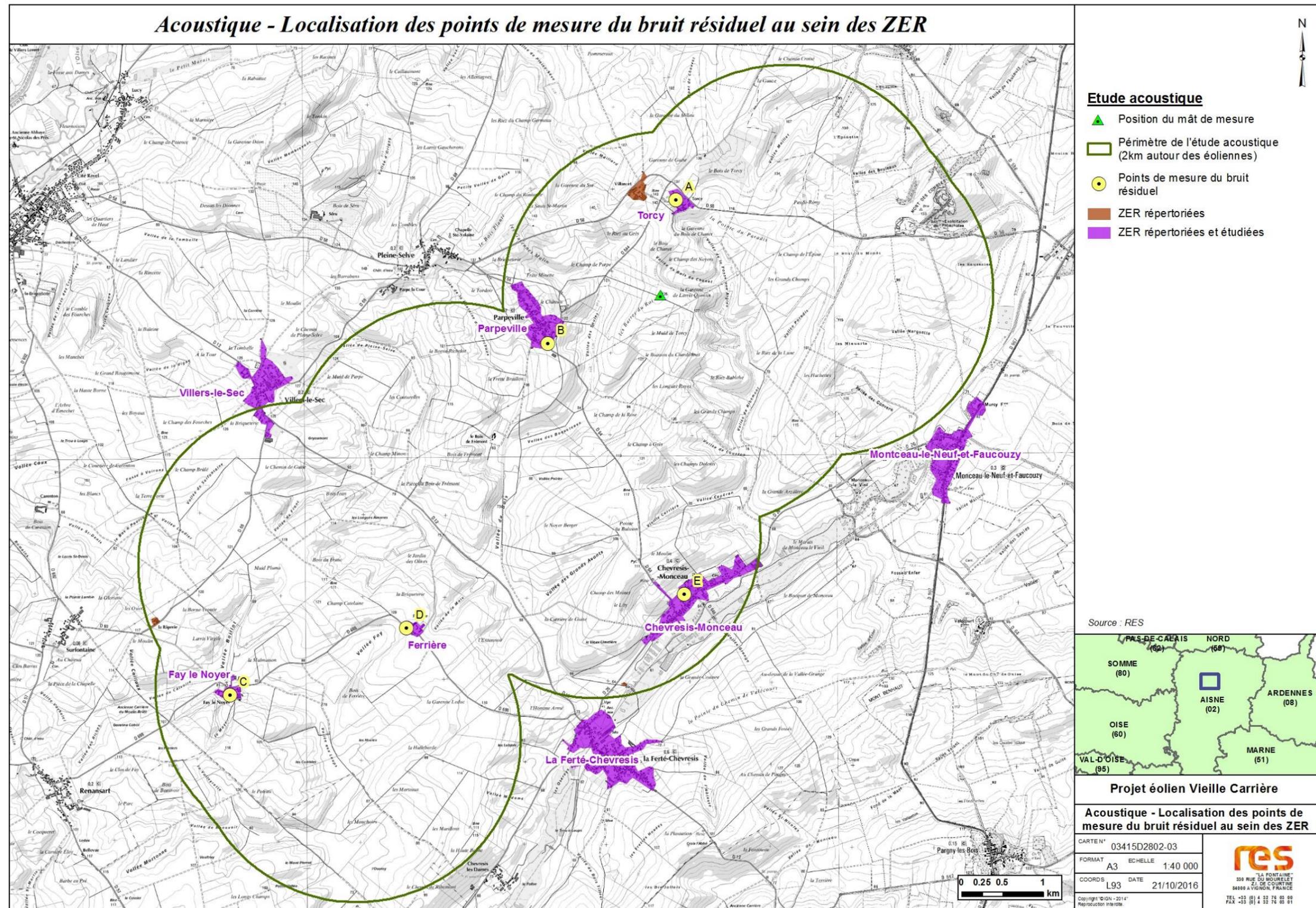


Figure 9 : Localisation des points de mesure au sein des ZER

5.1.2 Instrument de mesure du bruit

Le bruit résiduel est mesuré à l'aide d'un sonomètre.

Un sonomètre est un instrument constitué d'un microphone, d'une valise de protection, d'un système d'acquisition, de traitement et d'enregistrement de la mesure, et d'un câble de rallonge reliant le microphone au système d'acquisition. Un exemple est présenté Figure 10 ci-dessous.



Figure 10 : Photographie d'un sonomètre en cours d'utilisation

Pour assurer l'alimentation électrique du sonomètre, ce dernier peut-être directement branché sur le réseau électrique de l'habitation ou bien connecté à des batteries reliées à des panneaux solaires.

Différentes classes (I, II ou III) de sonomètres existent, selon la précision et la qualité de leurs mesures. Pour une méthode dite d'expertise telle que définie dans le projet de norme NFS 31-114 [7], les sonomètres doivent être de la meilleure précision possible, soit classe I. Toutes les mesures réalisées dans le cadre de cette étude ont été réalisées avec des sonomètres de classe I.

Conformément à la réglementation du bruit ICPE (référence [1] et définition des ZER), les mesures du bruit résiduel sont réalisées à l'extérieur des habitations (ou bureaux) des riverains concernés. Les sonomètres sont positionnés en champ libre ou à une distance minimum de 2 mètres de la façade, pour répondre aux exigences du projet de norme NFS 31-114 [7].

Les sonomètres sont réglés pour enregistrer tous les indices statistiques qui peuvent servir à décrire l'environnement sonore d'un lieu. Comme préconisé dans le projet de norme NFS 31-114, la statistique sonore $L_{A50, 10min}$ a été retenue avec un intervalle de mesurage de 1s. L'indice $L_{A50, 10min}$, qui représente la médiane des mesures 1s sur l'intervalle de 10min, représente bien l'ambiance sonore d'un lieu car il permet de filtrer les émissions sonores de sources de bruit très ponctuelles et élevées, telles que les aboiements d'un chien ou le passage d'un avion par exemple.

Il faut noter que les sonomètres sont munis de boules « anti-vent » et « anti-pluie » qui permettent de les protéger des conditions météorologiques qui perturberaient la mesure sonore : cependant, rappelons qu'un filtre des niveaux sonores est appliqué pour s'affranchir de la mesure par vent trop fort (>5m/s à hauteur du microphone) et que les périodes de pluie sont filtrées, conformément à la norme NFS 31-010. Les boules de protection sont conformes à la norme de la Commission Electrotechnique Internationale CEI 60651 [15].

Les sonomètres sont calibrés au début de la campagne de mesure et vérifiés à la fin : les valeurs lues lors des calibrages ne doivent pas s'écarter de plus de 0.5dB selon la NFS 31-010. Les calibrages des sonomètres sont conformes aux exigences de la norme : aucune dérive n'a été détectée pour toutes les mesures présentées dans ce rapport. Les appareils sont paramétrés conformément aux normes françaises en vigueur [7].

5.1.3 Instrument de mesure du vent

Dans le cadre d'un projet éolien, le bruit résiduel de chaque ZER doit être caractérisé en fonction d'une vitesse de vent représentatif de l'emplacement des éoliennes.

Les données climatologiques ont donc été mesurées sur le site éolien à l'aide d'un mât de mesure d'une hauteur totale de 81m par rapport au sol

Ce mât est équipé d'anémomètres (mesurant la vitesse de vent) et de girouettes (mesurant la direction du vent) à différentes hauteurs, ainsi que de capteurs de pression et de température. Le mât a également été équipé d'un pluviomètre le 25/04/2016, permettant de relever les éventuelles périodes de pluie pendant les campagnes de mesure du bruit résiduel pour les points de Torcy, Parpeville, Fay le Noyer et Chevresis Monceau. Pour le point de Ferrière, un pluviomètre a été installé à côté du sonomètre.

5.1.4 Durée des mesures

Il n'existe pas de durée de mesure idéale pour caractériser l'environnement sonore d'un site.

Le but est de réaliser des mesures de bruit résiduel sur une période suffisamment longue pour correspondre à un panel de directions et de vitesses de vent caractéristique du régime de vent du projet éolien étudié. Le projet de norme NFS 31 114 [7] conseille un nombre de couples de mesures (niveau sonore, vitesse du vent) pour chaque gamme de vitesse de vent (classe de 1m/s) pour assurer la représentativité de l'ambiance sonore du lieu étudié. Il est recommandé d'avoir au moins 10 valeurs de 10mins dans chaque classe de vent.

En fonction des caractéristiques du site étudié et de la période de l'année, la durée requise pour collecter les données nécessaires peut varier de quelques jours à 3 ou 4 semaines, voire plus dans des cas particuliers.

Dans le cas présent, les campagnes de mesure ont eu les durées suivantes :

| Point | Nom | durée (jours) |
|-------|-------------------|---------------|
| A | Torcy | 33 |
| B | Parpeville | 31 |
| C | Fay le Noyer | 26 |
| D | Ferrière | 18 |
| E | Chevresis Monceau | 26 |

5.2 ANALYSE DU BRUIT RESIDUEL

5.2.1 Conditions climatiques durant les campagnes de mesure du bruit résiduel

Les sections suivantes présentent les conditions météorologiques qui ont caractérisé les différentes campagnes de mesure du bruit résiduel et dont l'objectif est de :

- S'assurer de la représentativité de la mesure sonore en direction et en vitesse du vent, vis-à-vis des régimes de vent dominants sur le site dans l'année (rose des vents, distribution des vitesses de vent - cf. projet de norme NFS 31-114) ;
- Vérifier les périodes éventuelles de pluie pendant les mesures pour s'en affranchir (cf. NFS 31-010) ;
- Vérifier les conditions de vent au niveau du sonomètre pour filtrer les mesures de bruit correspondantes à des vitesses de vent trop élevés (>5m/s à hauteur du microphone, soit environ 1.5m du sol - cf. NFS 31-010).

Les données présentées ci-dessous sont issues des mesures réalisées par RES au niveau du mât anémométrique présent sur site.

❖ Distribution des vitesses de vent sur site

Parallèlement aux mesures sonores, la vitesse et la direction du vent sont enregistrées sur le site grâce au système de mesures géré par RES et installé sur la zone d'implantation du projet. Ces mesures sont disponibles à différentes hauteurs : 57, 76 et 81 m.

La Figure 11 ci-dessous permet de comparer les distributions (en fréquence) des vitesses enregistrées durant les campagnes de mesure du bruit résiduel avec la distribution long-terme des vitesses de vent du site.

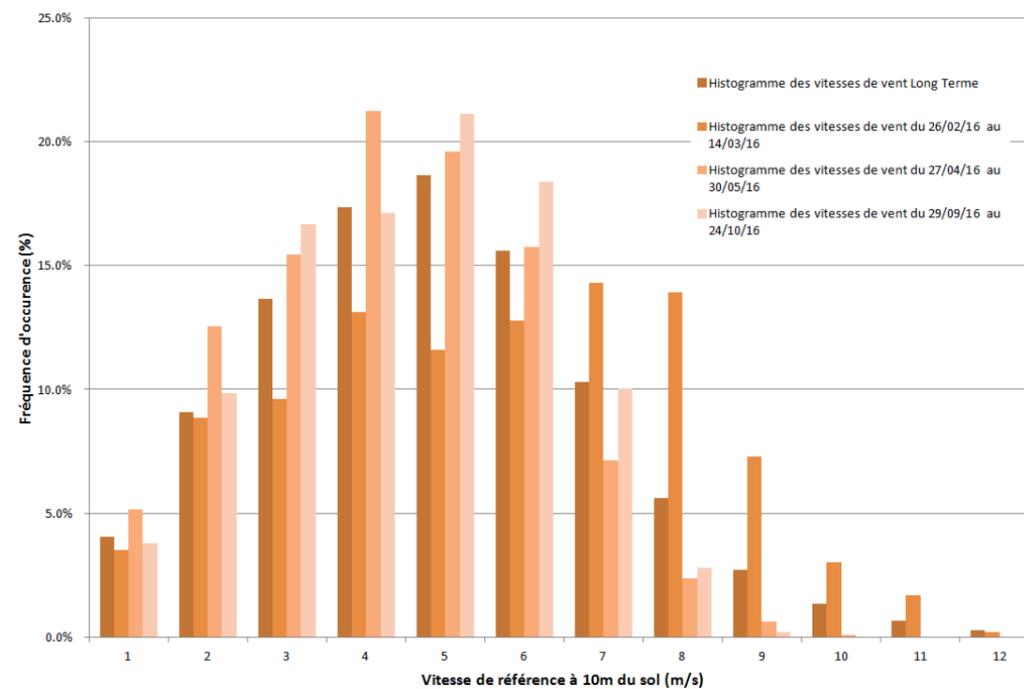


Figure 11 : Distributions des vitesses de vent mesurées durant les campagnes acoustiques, et estimée sur le long-terme

Cette comparaison permet d'illustrer la bonne représentativité des vitesses de vent rencontrées au cours des campagnes acoustiques vis-à-vis des vitesses de vent les plus fréquentes à l'année sur le site éolien étudié.

Les distributions de fréquence des vitesses de vent correspondantes aux campagnes de mesure du bruit résiduel couvrent les classes de vitesses de vent de 1 m/s à 15 m/s à 10m sur site. Les vitesses de vent faibles et modérées à fortes, les plus fréquentes à l'année sur ce site, sont bien représentées.

On note que les classes de vitesse de vent élevées (> 11 m/s à 10m de haut) ont une faible fréquence d'apparition à l'année (< 1% du temps). Cependant l'analyse est aussi valable pour ces fortes vitesses. En effet, le modèle d'éolienne utilisé ici plafonne ses émissions sonores à partir de 9 m/s à hauteur de moyeu (voir Annexe 4). Autrement dit, le bruit du parc éolien n'augmentera plus dès que la vitesse du vent à 10m du sol dépasse la valeur de 7m/s, tandis que le bruit résiduel, lui, continuera d'augmenter avec la vitesse du vent, pour les lieux exposés aux vents ou se stabilisera à partir de cette vitesse de vent, pour les lieux protégés du vent. Dans tous les cas, la valeur de l'émergence résultante à partir de cette classe de vitesse de vent sera au maximum égale à la dernière classe de vent disponible.

Dans le cas où certaines classes de vent ne sont pas présentes pendant la campagne acoustique, il est possible d'extrapoler les valeurs du bruit résiduel à partir des mesures disponibles. Les mesures du bruit résiduel peuvent donc être évaluées pour les classes de vitesse de vent de 3 à 10m/s à 10m de haut.

❖ Rose des vents mesurée à l'emplacement du mât

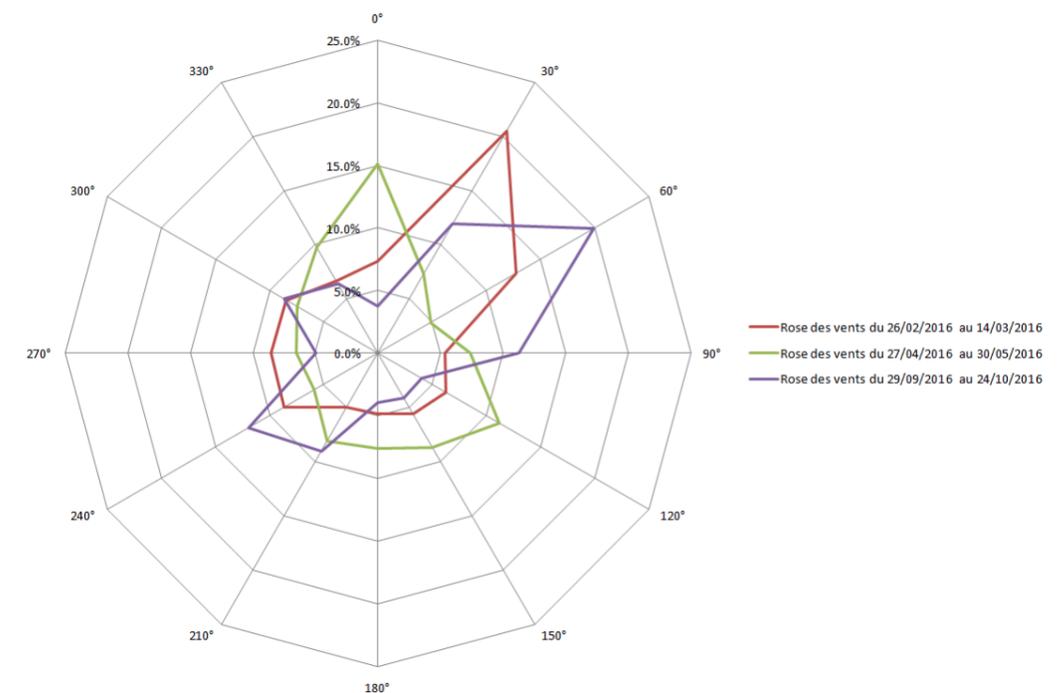


Figure 12 : Roses des vents mesurées pendant les campagnes de mesures acoustiques

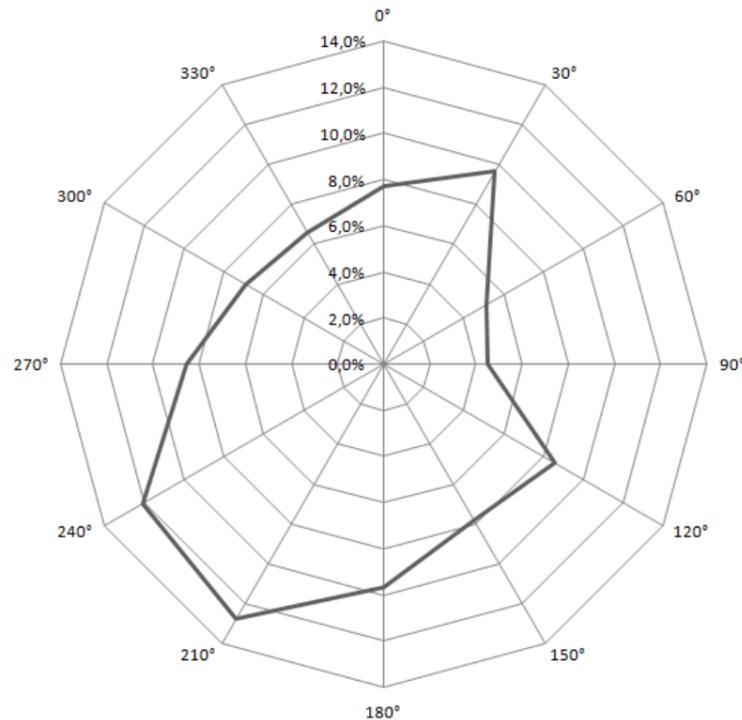


Figure 13 : Rose des vents long-terme estimée sur site

La rose des vents long-terme estimée sur site présente une direction dominante Sud-ouest et une direction secondaire Nord-est, ainsi qu'une composante tertiaire Sud-est.

On retrouve ces composantes sur les roses des vents mesurées pendant les campagnes de mesure du bruit résiduel. Durant les 3 campagnes, un nombre suffisant de points pour analyse a été relevé dans la direction dominante. Les 2 autres composantes ont soit été dominantes durant la période de mesure, ou soit sont suffisamment représentées pour valider l'analyse.

On peut donc conclure que les conditions climatiques des campagnes de mesure du bruit résiduel ont permis de mesurer un bruit résiduel représentatif de l'environnement sonore usuel des alentours du site.

❖ Pluie

Des épisodes pluvieux ont été observés pendant les différentes campagnes. Par exemple, pour la campagne du 27/04/2016 au 30/05/2016, environ 5.4% des données ont été mesurées en période de pluie au niveau des sonomètres. Ces données pluviométriques sont mesurées sur le site éolien mais elles sont valables dans un rayon d'au moins 2km autour du parc éolien. Elles ont été exclues de l'analyse, conformément aux exigences de la norme NFS 31-010.

❖ Mesures du vent au niveau des sonomètres

Un système anémométrique de même hauteur que le microphone (environ 1.5m) a été placé à 1m environ de chaque sonomètre. Ce capteur anémométrique permet de vérifier la vitesse du vent enregistrée simultanément à la mesure sonore. La norme NFS 31-010 indique notamment que la mesure n'est plus très fiable (et non garantie par les constructeurs) pour des vitesses de vent supérieure à 5m/s à hauteur de microphone.

Conformément à la norme NFS 31-110, pour chaque point de mesures, les périodes de 10 minutes pour lesquelles les vitesses moyennes mesurées au niveau du sonomètre sont supérieures à 5m/s sont filtrées.

Au cours des campagnes de mesure du bruit résiduel, des vitesses de vent supérieures à 5m/s ont été enregistrées au niveau des sonomètres de Ferrière et de Torcy, et donc exclues de l'analyse du bruit résiduel.

❖ Classes de vent homogènes

L'analyse acoustique est réalisée sur des classes de vent homogènes. Une classe homogène est définie en fonction des facteurs environnementaux ayant une influence sur la variabilité des niveaux sonores (trafic routier, activités humaines, chorus matinal, orientation du vent, saison...).

Deux classes de vent homogènes au point Parpeville ont été définies : le secteur [90°-150°] et le reste des autres secteurs [150°-90°].

Deux classes de vent homogènes au point Ferrière ont été définies : le secteur [315°-135°] et le secteur [135°-315°].

Pour ces 2 points, l'analyse acoustique est réalisée en considérant séparément les deux secteurs.

5.2.2 Nombre de points de mesure par classe de vitesse de vent

Comme indiqué au paragraphe 5.1.4, le projet de norme NFS 31-114 [7] spécifie un nombre de couples de mesure (niveau sonore, vitesse du vent) pour chaque classe de vitesse de vent pour garantir une certaine représentativité de l'ambiance sonore du lieu. Il est nécessaire d'avoir au moins 10 valeurs de 10mins dans chaque classe de vitesse de vent pour que la valeur du niveau sonore de la vitesse considérée soit jugée fiable.

L'extrapolation des mesures sonores est aussi tolérée dans ce cadre de phase prévisionnelle, où on dispose d'un nombre conséquent de données pour évaluer la tendance de l'évolution du bruit sur les classes de vent éventuellement manquantes.

Le tableau ci-dessous indique, pour chacun des points de mesure et pour chacune des périodes diurnes et nocturnes, le nombre de mesures 10mins disponibles et exploitées.

Les cases rosées indiquent un nombre de données exploitables inférieur à 10, pour les classes de vitesse de vent correspondantes, le niveau sonore résiduel a donc été estimé par extrapolation des niveaux sonores disponibles sur les autres vitesses de vent.

| vitesse standardisée à 10m (m/s) | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|
| A - Torcy | 444 | 589 | 486 | 341 | 167 | 59 | 9 | 0 |
| B - Parpeville [150° - 90°] | 315 | 427 | 351 | 222 | 135 | 58 | 9 | 0 |
| B - Parpeville [90° - 150°] | 75 | 121 | 120 | 97 | 30 | 7 | 1 | 0 |
| C - Fay le Noyer | 408 | 352 | 449 | 374 | 214 | 71 | 1 | 0 |
| D - Ferrière - [135 - 315] | 78 | 135 | 133 | 121 | 120 | 108 | 69 | 29 |
| D - Ferrière - [315 - 135] | 62 | 85 | 43 | 49 | 66 | 53 | 42 | 24 |
| E - Chevresis Monceau | 408 | 352 | 444 | 350 | 205 | 71 | 1 | 0 |

Tableau 4 : Nombre de valeurs LA50, par classe de vitesse de vent pour les périodes diurnes

| vitesse standardisée à 10m (m/s) | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|
| A - Torcy | 178 | 292 | 237 | 293 | 124 | 21 | 15 | 5 |
| B - Parpeville [150° - 90°] | 147 | 240 | 197 | 187 | 77 | 16 | 13 | 5 |
| B - Parpeville [90° - 150°] | 19 | 48 | 74 | 93 | 39 | 5 | 2 | 0 |
| C - Fay le Noyer | 162 | 218 | 291 | 282 | 150 | 28 | 7 | 0 |
| D - Ferrière - [315 - 135] | 41 | 74 | 80 | 76 | 75 | 87 | 39 | 11 |
| D - Ferrière - [135 - 315] | 43 | 13 | 17 | 46 | 73 | 66 | 20 | 3 |
| E - Chevresis Monceau | 162 | 218 | 291 | 282 | 150 | 28 | 7 | 0 |

Tableau 5 : Nombre de points de mesure par classe de vitesse de vent pour les périodes nocturnes

5.2.3 Corrélation des données de bruit résiduel avec le vent sur site

La corrélation des mesures de bruit avec les vitesses de vent enregistrées sur site permet d'obtenir les niveaux sonores du bruit résiduel en fonction des classes de vitesses de vent mesurées sur site.

La méthode employée pour obtenir ces niveaux sonores résiduels est explicitée dans le projet de norme NFS 31-114 [7] : il s'agit d'une analyse statistique basée sur la médiane. Pour chaque gamme de vitesse de vent (classe de 1m/s) à 10m de haut sur le site éolien étudié, le niveau sonore retenu est la médiane des mesures LA50. Comme précisé précédemment, cette méthode s'applique lorsque la classe de vitesse de vent étudiée inclut au moins 10 données. Dans le cas contraire, on calculera une valeur par extrapolation des niveaux sonores résiduels disponibles.

La représentation de cette corrélation est un nuage de points, avec en abscisse (axe horizontal) la vitesse de vent à 10m au niveau du système de mesure RES et en ordonnée (axe vertical), le niveau sonore LA_{50, 10min} correspondant aux mesures chez le riverain. Un exemple de nuage de points est présenté Figure 14 ci-après. La médiane retenue pour chaque gamme de vitesse de vent est représentée par un rond jaune. Notons sur cet exemple que les valeurs correspondantes aux vitesses supérieures à 8m/s à 10m de haut sur le site ont été extrapolées (linéaire des médianes pour les vitesses disposant d'un nombre minimum de 10 points, tracée en pointillé noir).

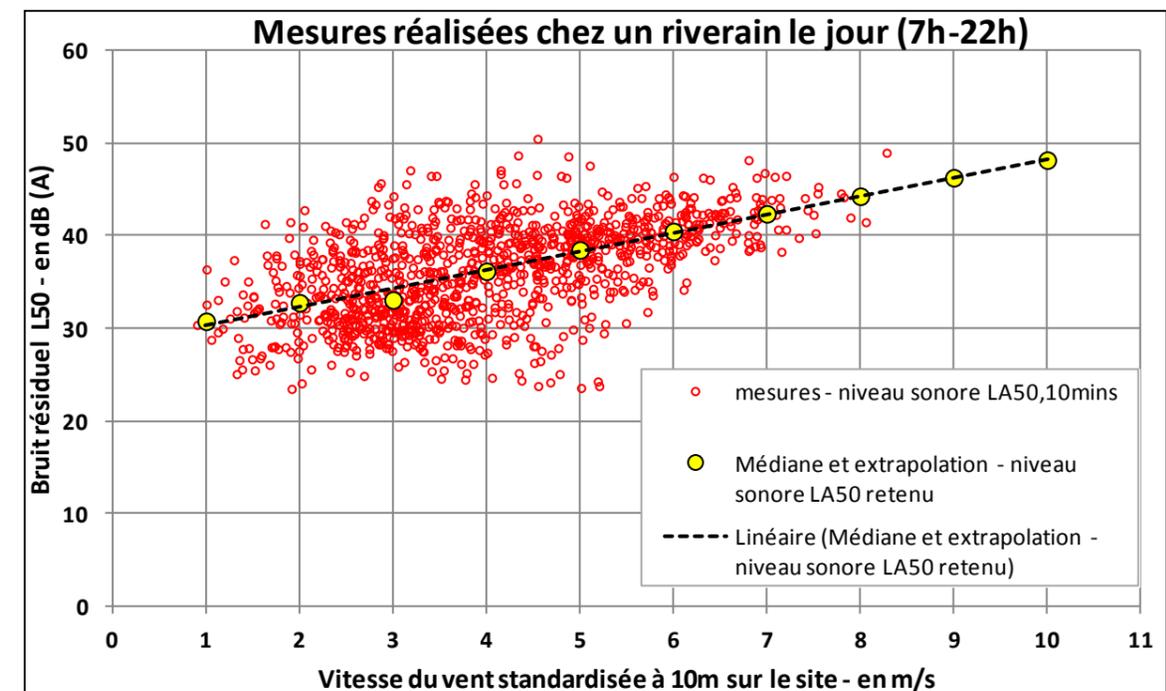


Figure 14 : Exemple de nuage de points illustrant la corrélation des niveaux sonores du bruit résiduel avec la vitesse de vent sur site

5.2.4 Résultats

Les Tableau 6 et Tableau 7 présentent les niveaux sonores du bruit résiduel obtenus après analyse sur chaque période réglementaire jour et nuit, pour tous les points de mesure concernés.

| Nom des points de mesures | Vitesse du vent sur le site, à 10m de hauteur ($V_{10, z=0.05}$) - m/s | | | | | | | |
|------------------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| A - Torcy | 44,7 | 44,4 | 45,3 | 45,4 | 46,2 | 47,3 | 47,3 | 47,3 |
| B - Parpeville [150° - 90°] | 41,3 | 40,7 | 41,9 | 42,7 | 44,4 | 46,5 | 46,5 | 46,5 |
| B - Parpeville [90° - 150°] | 43,2 | 42,1 | 41,8 | 42,8 | 43,7 | 43,7 | 43,7 | 43,7 |
| C - Fay le Noyer | 36,5 | 37,1 | 38,0 | 41,1 | 42,2 | 42,9 | 44,1 | 45,4 |
| D - Ferrière - [315 - 135] | 30,2 | 31,2 | 33,2 | 36,1 | 39,8 | 39,2 | 45,1 | 47,8 |
| D - Ferrière - [135 - 315] | 30,0 | 31,7 | 35,5 | 42,5 | 47,9 | 50,2 | 54,8 | 56,1 |
| E - Chevresis Monceau | 36,1 | 37,0 | 37,8 | 38,8 | 39,7 | 41,5 | 42,2 | 43,3 |

Tableau 6 : Bruit résiduel pour les périodes diurnes (7h00 - 22h00)

| Nom des points de mesures | Vitesse du vent sur le site, à 10m de hauteur ($V_{10_z=0.05}$) - m/s | | | | | | | |
|-----------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| A - Torcy | 19,6 | 22,5 | 23,1 | 26,6 | 34,6 | 40,6 | 42,7 | 43,7 |
| B - Parpeville [150° - 90°] | 26,6 | 28,2 | 29,0 | 30,6 | 34,7 | 41,0 | 42,4 | 42,4 |
| B - Parpeville [90° - 150°] | 21,4 | 20,0 | 21,2 | 20,6 | 21,0 | 21,0 | 21,0 | 21,0 |
| C - Fay le Noyer | 23,0 | 24,1 | 24,5 | 29,3 | 32,4 | 31,3 | 33,2 | 34,8 |
| D - Ferrière - [315 - 135] | 22,6 | 23,1 | 23,4 | 24,0 | 28,2 | 32,8 | 37,8 | 40,8 |
| D - Ferrière - [135 - 315] | 22,8 | 25,8 | 32,9 | 39,6 | 41,3 | 44,8 | 45,5 | 45,5 |
| E - Chevresis Monceau | 26,6 | 25,9 | 26,8 | 29,9 | 31,7 | 34,1 | 34,2 | 35,6 |

Tableau 7 : Bruit résiduel pour les périodes nocturnes (22h00 - 7h00)

L'Annexe 3 présente tous les graphes de corrélation, i.e. les niveaux sonores mesurés en fonction des vitesses de vent sur le site éolien étudié, pour les périodes diurnes et nocturnes. Ceci permet d'avoir une visualisation graphique des résultats de la campagne acoustique, au delà du niveau sonore retenu (médiane LA50) pour chaque classe de vitesse de vent, tel que présenté dans les tableaux.

6 MODELISATION DE L'IMPACT SONORE DU PROJET EOLIEN DE VIEILLE CARRIERE

Afin d'évaluer les émergences à l'emplacement des ZER étudiées, il est nécessaire de calculer la contribution sonore cumulée des éoliennes à l'emplacement de ces mêmes ZER. Ces contributions correspondent à l'impact cumulé de toutes les éoliennes, pour chaque ZER, pour chacune des périodes réglementaires diurnes et nocturnes, et pour chaque classe de vitesse de vent standardisée à 10m au dessus du sol sur la plage de fonctionnement des éoliennes.

La prévision des niveaux sonores émis par les éoliennes est réalisée sur ordinateur à l'aide d'un logiciel basé sur l'algorithme ISO 9613-2 [8].

Les différentes données d'entrée ainsi que les paramètres du calcul de modélisation sont détaillés ci-dessous.

6.1 CARACTERISTIQUES DES EOLIENNES

La modélisation de l'impact d'un projet éolien nécessite plusieurs données d'entrée dont la donnée essentielle réside en la localisation précise de chaque éolienne du projet, ainsi que ses caractéristiques (hauteur de moyeu et données acoustiques).

Concernant les données acoustiques à la source (moyeu), il s'agit du spectre (décomposition en fréquence de la puissance sonore) et des puissances sonores fonction des vitesses de vent.

Ainsi, le spectre des émissions sonores du modèle d'éolienne envisagé, fourni par le constructeur, est indispensable pour réaliser ce calcul. Il est généralement fourni pour la vitesse standardisée dite « de référence » de 8m/s à 10m de haut. La courbe de puissance sonore du modèle envisagé, également fournie par le constructeur sur une plage allant de 3 à 10m/s (voire au-delà) permet de réaliser le calcul d'impact du parc pour toutes les vitesses de vent pendant lesquelles les éoliennes fonctionneront sur ce site.

Un calcul est donc réalisé pour chaque vitesse de vent, comprise dans la plage de fonctionnement de l'éolienne, couplée aux fréquences d'apparition de ces mêmes vitesses de vent sur le site. Ainsi la plage 3-10 m/s à 10m de hauteur représente la majorité des vents présents à l'année sur le site.

6.1.1 Modèle retenu

L'aérogénérateur retenu pour la modélisation acoustique du projet éolien de Vieille Carrière est la VESTAS V110 2.2MW MK10 présente les caractéristiques techniques suivantes :

- Puissance unitaire : 2.2 MW
- Hauteur du moyeu : 95 m
- Diamètre du rotor : 110 m

Le modèle d'éolienne retenu après consultation des constructeurs pourra présenter des caractéristiques géométriques ou électriques différentes de celui présenté dans ce rapport, sans que cela ne constitue un changement notable de l'installation au sens du Code de l'Environnement. En effet, aucun danger ou inconvénient significatif n'en résultera dans la mesure où les niveaux d'émission sonore du modèle finalement retenu au moment de la construction du parc éolien permettent de respecter les critères acoustiques réglementaires définis dans l'arrêté du 26 août 2011.

6.1.2 Puissance acoustique et spectre sonore

Pour chaque type d'éolienne, il existe plusieurs réglages (généralement appelés modes) correspondant à des courbes de puissance sonore différentes. Ainsi, le modèle choisi pour cette analyse propose divers réglages ; par exemple il pourra être réglé entre 106.1dB(A) et 100.6dB(A), suivant les sensibilités rencontrées en périodes diurnes (7h00-22h00) et en périodes nocturnes (22h00-7h00). Les caractéristiques acoustiques (courbes de puissance sonore) de ce modèle sont présentées en Annexe 4. La courbe de puissance acoustique fournit la valeur d'émission sonore à hauteur du moyeu de la machine en fonction de la vitesse du vent, tandis que le spectre sonore indique la décomposition de cette puissance sonore en fonction des fréquences (Hz) d'émission de la machine.

6.2 PROPAGATION

Pour simuler la propagation du son entre les éoliennes et les ZER, le logiciel utilise l'algorithme ISO 9613-2 [8]. Cet algorithme prend en compte :

- Les atténuations dues à la divergence géométrique (atténuation due à la distance) ;
- L'absorption atmosphérique, qui dépend principalement de la température et de l'humidité moyenne de l'air ;
- L'absorption et la réflexion du sol décrite par un facteur G d'absorption du sol ;
- Les effets d'écran. Ces effets peuvent être causés par tout type d'obstacle entravant la propagation du son. Afin de rester conservateur, seuls les effets d'écran liés à la topographie sont modélisés.

La divergence géométrique est la première cause d'atténuation de la propagation du son en champ libre, en milieu extérieur. Les effets topographiques peuvent également avoir une importance non négligeable.

Pour calculer les prévisions sonores du parc éolien, les paramètres d'entrée ont été choisis comme suit :

- L'absorption du sol G a été fixée à 0.68. Plus la valeur de G est élevée, plus l'atténuation due au sol est importante. La valeur G=0.68 correspond à la plupart des cas étudiés, comme le montre le tableau ci-dessous:

| Type de sol | Valeur de l'absorption G |
|------------------|--------------------------|
| Eau | 0 |
| Pelouse | 0.6-0.8 |
| Terrain en herbe | 0.6-0.8 |
| Forêt feuillue | 0.7-0.9 |
| Champs labourés | 0.7-0.9 |
| Neige Fraiche | 1 |

Tableau 8 : Valeurs de référence de l'absorption du sol en fonction du type de sol

- Les paramètres représentant les conditions atmosphériques ont été choisis de sorte à favoriser la propagation sonore, au sens de la norme ISO 9613-2. Par conséquent, la température moyenne est fixée à 10°C et l'humidité relative moyenne à 70% : ces valeurs sont donc conservatrices;
- Le terrain est modélisé grâce aux données de l'Institut Géographique National (BD Alti) ;
- La couverture végétale (bois, forêts) n'est pas prise en compte dans la modélisation. Tous les effets d'atténuation des rayons sonores par la végétation sont donc négligés, même si ces effets sont souvent peu perceptibles dans le cas des parcs éoliens où les sources sonores sont à une hauteur élevée par rapport au niveau du sol. Ce choix reste conservateur;
- La localisation précise des éoliennes et des ZER, via leurs coordonnées respectives, est fournie dans le logiciel;
- Les prévisions sont calculées pour un récepteur d'une hauteur de 4 m au dessus du sol - hauteur recommandée dans la référence [9], soit à l'emplacement de chaque ZER. Cette hauteur est équivalente à des prévisions faites au deuxième étage d'un bâtiment et permet d'obtenir un niveau sonore des éoliennes plus élevé qu'un calcul réalisé à 1.8 m du sol, et plus proche du niveau qui serait réellement perçu. Cette valeur de 4m maximisant donc légèrement l'impact du parc éolien au niveau des ZER, restant en ligne avec la position conservatrice de la présente modélisation ;
- Les prévisions ont été obtenues pour toutes les gammes de vitesses de vent $V_{10,z=0,05}$ (classe de 1m/s centrée sur la valeur entière) : entre 3 et 10 m/s ;
- Toutes les prévisions des émissions sonores du parc éolien sont réalisées en considérant que les ZER se situent toujours sous le vent de toutes les éoliennes du parc, cas le plus favorable à la propagation sonore, conformément aux recommandations de la norme ISO 9613-2. Ce choix de calcul est très conservateur, dans la mesure où une ZER ne sera que très rarement sous le vent de toutes les éoliennes : il conduit ainsi à une surestimation des prévisions des niveaux sonores dus au fonctionnement du parc éolien, à l'emplacement de toutes les ZER étudiées.

Le choix d'une modélisation conservatrice (conduisant à des niveaux sonores émis par le parc plus élevé qu'avec d'autres paramètres) permet d'avoir une marge vis-à-vis de l'impact sonore réel du parc éolien lorsqu'il sera en exploitation. En effet, la propagation sonore est un phénomène difficile à modéliser, notamment du fait de sa dépendance à des facteurs variables dans le temps. Ainsi, considérer les paramètres les plus favorables à la propagation du son, qui surestiment généralement l'impact du parc éolien, permet de s'assurer de la conformité acoustique future du parc en exploitation.

Une expertise menée dans le cadre de recherche pour La Commission Européenne a étudié de façon approfondie la propagation des émissions sonores des aérogénérateurs à l'aide de cet algorithme. L'algorithme ISO 9613 demeure à ce jour le plus fiable et son aspect conservateur a bien été prouvé puisqu'il tend généralement à surestimer les niveaux de bruit [9].

Cependant, pour les sites à topographie complexe, les atténuations sonores liées aux effets d'écran peuvent être surestimées, et donc conduire à une sous-estimation des contributions sonores d'une ou plusieurs éoliennes à l'emplacement de certaines ZER étudiées (principalement celles qui n'ont pas de vue directe sur l'ensemble des éoliennes). Pour remédier à ce problème, une étude a été menée [14], aboutissant aux conclusions suivantes :

- L'atténuation liée aux effets d'écran doit être majorée à 2dB(A). Ceci signifie que si le logiciel prédit une atténuation liée aux effets d'écran supérieure à 2dB(A), alors la valeur de cette atténuation sera ramenée à 2dB(A);
- Une correction pour les effets supplémentaires résultant de la présence de certains effets de sol entre la source et le récepteur est prise en compte.

Il est important de noter que RES applique ces corrections pour toutes les expertises de ses projets, quelle que soit la nature de la topographie. Ceci garantit une démarche conservatrice.

L'ensemble des choix de calcul et des paramètres de modélisation du parc éolien dans son environnement proche favorise toujours la propagation sonore entre le parc éolien et les riverains des ZER concernées. La méthodologie employée par RES est donc conservatrice.

6.3 POINTS DE CALCUL RETENUS AU SEIN DES ZER

Au sein de chaque ZER, l'impact du parc éolien peut varier en fonction de la proximité aux éoliennes mais aussi de l'exposition à celles-ci selon la topographie entre le site et les lieux étudiés. Dans la modélisation de l'impact sonore des éoliennes, différents points de calcul à l'intérieur de chaque ZER sont étudiés pour tenir compte de ces variations : on ne retient ensuite que les plus impactés.

En effet, bien que le paramètre de distance au projet soit prépondérant dans le choix des points de calcul, les paramètres de modélisation, décrits ci-dessus au paragraphe 6.2, peuvent amener à obtenir des niveaux d'émissions sonores du parc plus élevés pour des points de calculs un peu plus éloignés du site. Ceci est dû aux effets de la topographie (effets de barrière) qui peuvent protéger du bruit des éoliennes certains points plus proches du site que d'autres.

La Figure 15 est un exemple de ce cas :

- Le point A, situé à flanc de colline, est protégé du bruit du parc par la topographie ;
- Le point B, pourtant plus éloigné des éoliennes, est aussi en retrait vis à vis du relief, autorisant donc une vue plus directe sur le projet éolien : il sera donc plus impacté par les émissions sonores du parc.



Figure 15 : Illustration d'une configuration de 2 lieux soumis à des impacts sonores différents

Par souci de clarté et d'efficacité on ne présente dans ce rapport que les points de calcul les plus proches et/ou les plus impactés au sein de chaque ZER.

Le Tableau 9 ci-dessous présente les points de calcul retenus au sein de l'ensemble des ZER prises en compte pour cette étude d'impact acoustique.

| Nom de la ZER | Point de mesures | Point de calcul pour la modélisation sonore | Distance à l'éolienne la plus proche | Justification du choix du point de calcul au sein de la ZER |
|------------------------|------------------|---|--------------------------------------|---|
| ZER Torcy | A | H1 - Torcy | T18 - 1120m | Habitation la plus impactée |
| ZER Parpeville | B | H2 - Parpeville | T18 - 1605m | Habitation la plus impactée |
| ZER Villers le Sec | B | H3 - Villers le Sec | T3 - 3150m | Habitation la plus proche |
| ZER Fay le Noyer | C | H4 - Fay le Noyer | T3 - 960m | Habitation la plus proche |
| ZER Ferrière | D | H5 - Ferrière | T3 - 1350m | Habitation la plus impactée |
| ZER La Ferté Chevresis | E | H6 - La Ferté Chevresis | T10 - 2275m | Habitation la plus impactée |
| ZER Chevresis Monceau | E | H7 - Chevresis Monceau | T10 - 920m | Habitation la plus proche |
| ZER Monceau le Neuf | E | H8 - Monceau le Neuf | T19 - 2215m | Habitation la plus impactée |

Tableau 9 : Points de calcul retenus au sein des ZER

La carte (cf. Figure 16) présentée ci-après permet de situer toutes les ZER étudiées dans l'analyse de l'impact acoustique du projet éolien, ainsi que les points de calcul retenus et les points de mesures du bruit résiduel. Cette carte fournit des contours d'iso-distance des éoliennes, ce qui permet d'apprécier rapidement la distance entre les ZER et le parc éolien.

Les résultats de la modélisation du parc éolien de Vieille Carrière sont présentés dans les tableaux d'analyse de conformité au critère réglementaire de l'émergence, section 7.1 : Tableau 10 (résultats diurnes 7h-22h) et Tableau 11 (résultats nocturnes 22h-7h).

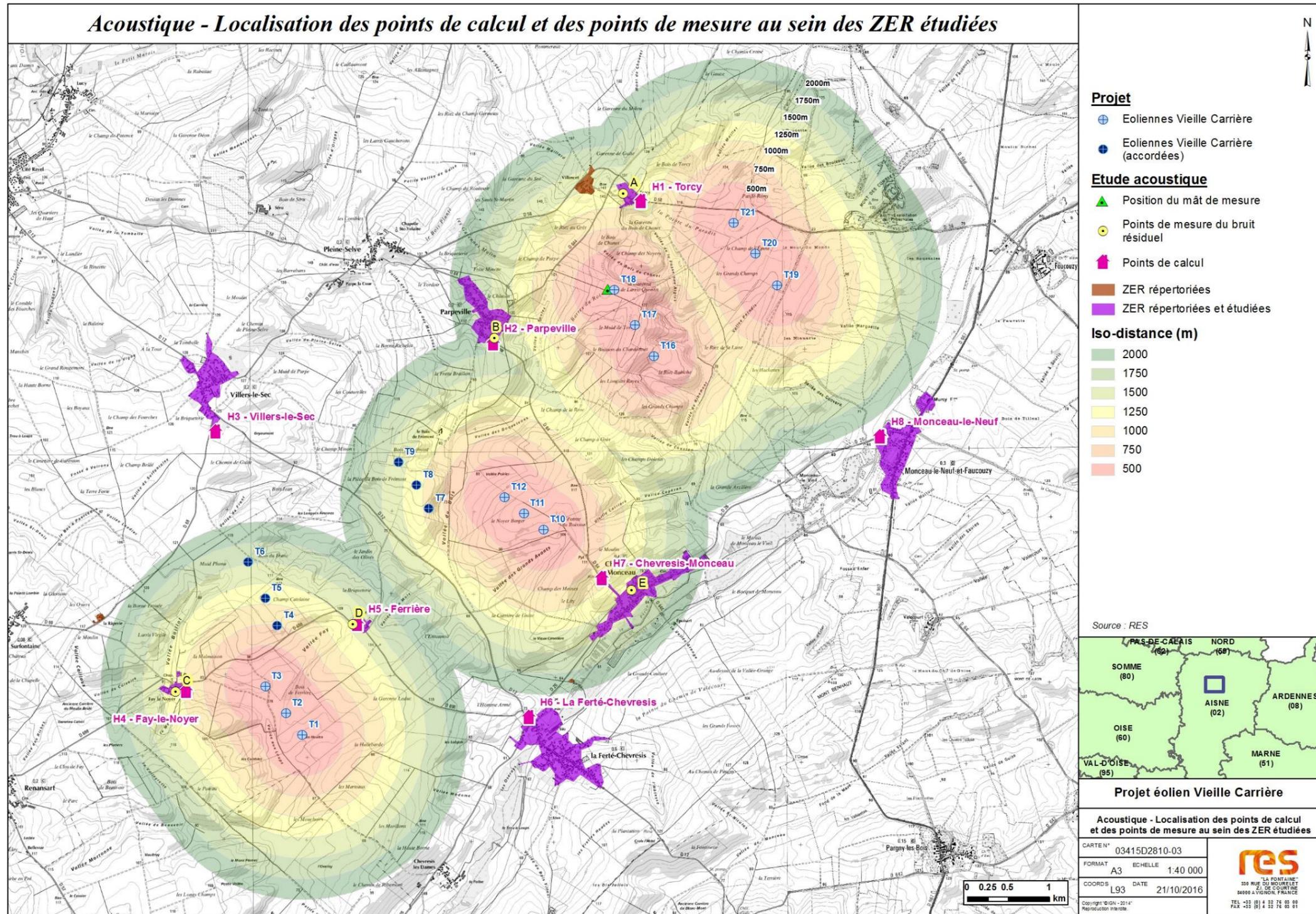


Figure 16 : Localisation des points de calcul et des points de mesure au sein des ZER étudiées

7 EVALUATION DES CRITERES REGLEMENTAIRES

7.1 EMERGENCES

A partir des niveaux mesurés du bruit résiduel et des niveaux sonores prévus émis par le parc éolien, il est nécessaire de calculer les niveaux du bruit ambiant correspondant à chaque zone à émergence réglementée, pour en déduire les émergences associées.

Le bruit ambiant est calculé à l'aide de la formule suivante (addition logarithmique entre le bruit résiduel et le bruit particulier, bruit du parc éolien étudié ici) :

$$\text{Bruit Ambiant} = 10 \times \log[10^{\text{Bruit Résiduel} \times 0.1} + 10^{\text{Bruit des Eoliennes} \times 0.1}] \quad \text{Formule 3}$$

L'émergence est ensuite calculée par soustraction arithmétique du bruit résiduel au bruit ambiant :

$$\text{Emergence} = \text{Bruit Ambiant} - \text{Bruit Résiduel} \quad \text{Formule 4}$$

Le calcul est effectué pour chaque classe de vitesse du vent (sur la plage 3-10m/s à 10m de haut sur le site éolien étudié), pour chaque ZER, pour chaque période réglementaire (jour 7h-22h, nuit 22h-7h).

Il est important de noter que ce calcul étant réalisé à partir d'une modélisation, i.e. sur la base des prévisions sonores du parc éolien (valeurs théoriques), le bruit ambiant et les émergences correspondent donc eux aussi à des valeurs théoriques. La méthode conduite pour estimer le bruit perçu au niveau des ZER, émis par les éoliennes, étant conservatrice, cela se reporte logiquement sur le bruit ambiant ainsi que sur les émergences évaluées ci-dessous.

Les sections suivantes présentent l'ensemble des résultats acoustiques obtenus, issus des analyses précédentes, pour chaque ZER retenue dans ce rapport :

- Bruit résiduel
 - Bruit du parc éolien
 - Bruit ambiant
 - Emergence
-
- Pour chaque période réglementaire jour (7h00-22h00) et nuit (22h00-7h00) ;
 - Pour chaque vitesse de vent présente sur le site éolien étudié sur une plage de 3 à 10m/s (10m de haut)
 - Pour toutes les directions du vent représentatives du régime de vent du site

7.1.1 Emergences diurnes

| Nom de la ZER - point de calcul | Bruit résiduel diurnes L50 en dB(A) | | | | | | | | Prévision du bruit émis par les éoliennes en dB(A) | | | | | | | | Bruit ambiant diurnes en dB(A) (Cumul du bruit des éoliennes avec le bruit résiduel) | | | | | | | | Emergence diurnes en dB(A) | | | | | | | | Conformité / Loi ICPE |
|---------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|--|------|------|------|------|------|------|------|---|------|------|------|------|------|------|-----|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------------|
| | Vitesse du vent sur le site, à 10m de hauteur ($V_{10_z=0.05}$) - m/s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| ZER Torcy | 44.7 | 44.4 | 45.3 | 45.4 | 46.2 | 47.3 | 47.3 | 47.3 | 26.0 | 29.4 | 32.5 | 35.1 | 35.7 | 35.7 | 35.7 | 44.8 | 44.5 | 45.5 | 45.8 | 46.6 | 47.6 | 47.6 | 47.6 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | OUI | |
| ZER Parpeville | 41.3 | 40.7 | 41.9 | 42.7 | 44.4 | 46.5 | 46.5 | 46.5 | 22.8 | 26.2 | 29.3 | 31.9 | 32.5 | 32.5 | 32.5 | 41.4 | 40.9 | 42.1 | 43.0 | 44.7 | 46.7 | 46.7 | 46.7 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | OUI | |
| ZER Villers le Sec | 41.3 | 40.7 | 41.9 | 42.7 | 44.4 | 46.5 | 46.5 | 46.5 | 15.8 | 19.2 | 22.3 | 24.9 | 25.5 | 25.5 | 25.5 | 41.3 | 40.7 | 41.9 | 42.8 | 44.5 | 46.5 | 46.5 | 46.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | OUI | |
| ZER Fay le Noyer | 36.5 | 37.1 | 38.0 | 41.1 | 42.2 | 42.9 | 44.1 | 45.4 | 25.1 | 28.5 | 31.6 | 34.2 | 34.8 | 34.8 | 34.8 | 36.8 | 37.7 | 38.9 | 41.9 | 42.9 | 43.5 | 44.6 | 45.8 | 0.3 | 0.6 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | OUI | |
| ZER Ferrière [315° - 135°] | 30.2 | 31.2 | 33.2 | 36.1 | 39.8 | 39.2 | 45.1 | 47.8 | 24.1 | 27.5 | 30.6 | 33.2 | 33.8 | 33.8 | 33.8 | 31.2 | 32.7 | 35.1 | 37.9 | 40.8 | 40.3 | 45.4 | 48.0 | - | - | 1.9 | 1.8 | 1.0 | 1.1 | 0.3 | 0.2 | OUI | |
| ZER Ferrière [135° - 315°] | 30.0 | 31.7 | 35.5 | 42.5 | 47.9 | 50.2 | 54.8 | 56.1 | 24.1 | 27.5 | 30.6 | 33.2 | 33.8 | 33.8 | 33.8 | 31.0 | 33.1 | 36.7 | 43.0 | 48.1 | 50.3 | 54.8 | 56.1 | - | - | 1.2 | 0.5 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | OUI | |
| ZER La Ferté Chevresis | 36.1 | 37.0 | 37.8 | 38.8 | 39.7 | 41.5 | 42.2 | 43.3 | 18.5 | 21.9 | 25.0 | 27.6 | 28.2 | 28.2 | 28.2 | 36.2 | 37.1 | 38.0 | 39.1 | 40.0 | 41.7 | 42.4 | 43.4 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | OUI | |
| ZER Chevresis Monceau | 36.1 | 37.0 | 37.8 | 38.8 | 39.7 | 41.5 | 42.2 | 43.3 | 25.8 | 29.2 | 32.3 | 34.9 | 35.5 | 35.5 | 35.5 | 36.5 | 37.7 | 38.9 | 40.3 | 41.1 | 42.5 | 43.0 | 44.0 | 0.4 | 0.7 | 1.1 | 1.5 | 1.4 | 1.0 | 0.8 | 0.7 | OUI | |
| ZER Monceau le Neuf | 36.1 | 37.0 | 37.8 | 38.8 | 39.7 | 41.5 | 42.2 | 43.3 | 17.8 | 21.2 | 24.3 | 26.9 | 27.5 | 27.5 | 27.5 | 36.2 | 37.1 | 38.0 | 39.1 | 40.0 | 41.7 | 42.3 | 43.4 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | OUI | |

Tableau 10 : Bruit résiduel, prévision du bruit des éoliennes, bruit ambiant et émergence pour les périodes diurnes (07h00-22h00)

- Le fonctionnement du parc éolien a été défini et adapté en périodes nocturnes (22h00-7h00) pour le respect des 3dB d'émergence.
- Une valeur inférieure ou égale à 3 dB(A) dans les dernières colonnes indique que la limite d'émergence nocturne de la loi ICPE du 26/08/2011 [1] est respectée.
- L'information « - » signifie « Emergence non applicable » : en effet le niveau sonore du bruit ambiant étant inférieur ou égal à 35dB(A), le critère d'émergence ne s'applique pas et le parc éolien reste conforme.

7.1.2 Emergences nocturnes

| Nom de la ZER - point de calcul | Bruit résiduel nocturne L50 en dB(A) | | | | | | | | Prévision du bruit émis par les éoliennes en dB(A) | | | | | | | | Bruit ambiant nocturne en dB(A) (Cumul du bruit des éoliennes avec le bruit résiduel) | | | | | | | | | | Emergence nocturne en dB(A) | | | | | | | | | | Conformité / Loi ICPE |
|------------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|--|------|------|------|------|------|------|------|--|------|------|------|------|------|------|------|---|---|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|-----------------------|
| | Vitesse du vent sur le site, à 10m de hauteur ($V_{10,z=0.05}$) - m/s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | | |
| ZER Torcy [315°-135°] | 19.6 | 22.5 | 23.1 | 26.6 | 34.6 | 40.6 | 42.7 | 43.7 | 26.0 | 29.4 | 32.5 | 34.1 | 34.0 | 35.6 | 35.6 | 35.7 | 26.9 | 30.2 | 32.9 | 34.8 | 37.3 | 41.8 | 43.5 | 44.3 | - | - | - | - | 2.7 | 1.2 | 0.8 | 0.6 | OUI | | | | |
| ZER Torcy [135°-315°] | 19.6 | 22.5 | 23.1 | 26.6 | 34.6 | 40.6 | 42.7 | 43.7 | 26.0 | 29.4 | 32.5 | 34.1 | 34.6 | 35.6 | 35.6 | 35.7 | 26.9 | 30.2 | 32.9 | 34.8 | 37.6 | 41.8 | 43.5 | 44.3 | - | - | - | - | 3.0 | 1.2 | 0.8 | 0.6 | OUI | | | | |
| ZER Parpeville* [315°-135°] | 26.6 | 28.2 | 29.0 | 30.6 | 34.7 | 41.0 | 42.4 | 42.4 | 22.8 | 26.2 | 29.3 | 31.4 | 31.2 | 32.2 | 32.2 | 32.5 | 28.1 | 30.3 | 32.2 | 34.0 | 36.3 | 41.5 | 42.8 | 42.8 | - | - | - | - | 1.6 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | OUI | | | | |
| ZER Parpeville* [135°-315°] | 26.6 | 28.2 | 29.0 | 30.6 | 34.7 | 41.0 | 42.4 | 42.4 | 22.8 | 26.2 | 29.3 | 30.7 | 30.9 | 32.2 | 32.2 | 32.5 | 28.1 | 30.3 | 32.2 | 33.6 | 36.2 | 41.5 | 42.8 | 42.8 | - | - | - | - | 1.5 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | OUI | | | | |
| ZER Villers le Sec [315°-135°] | 26.6 | 28.2 | 29.0 | 30.6 | 34.7 | 41.0 | 42.4 | 42.4 | 15.8 | 19.2 | 22.3 | 23.7 | 23.2 | 24.4 | 24.6 | 25.5 | 26.9 | 28.7 | 29.8 | 31.4 | 35.0 | 41.1 | 42.5 | 42.5 | - | - | - | - | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | OUI | | | | |
| ZER Villers le Sec [135°-315°] | 26.6 | 28.2 | 29.0 | 30.6 | 34.7 | 41.0 | 42.4 | 42.4 | 15.8 | 19.2 | 22.3 | 23.7 | 23.1 | 24.4 | 24.6 | 25.5 | 26.9 | 28.7 | 29.8 | 31.4 | 35.0 | 41.1 | 42.5 | 42.5 | - | - | - | - | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | OUI | | | | |
| ZER Fay le Noyer [315°-135°] | 23.0 | 24.1 | 24.5 | 29.3 | 32.4 | 31.3 | 33.2 | 34.8 | 25.1 | 28.5 | 31.6 | 32.3 | 31.8 | 31.9 | 32.7 | 34.8 | 27.2 | 29.9 | 32.4 | 34.0 | 35.1 | 34.6 | 36.0 | 37.8 | - | - | - | - | 2.7 | - | 2.8 | 3.0 | OUI | | | | |
| ZER Fay le Noyer [135°-315°] | 23.0 | 24.1 | 24.5 | 29.3 | 32.4 | 31.3 | 33.2 | 34.8 | 25.1 | 28.5 | 31.6 | 33.3 | 31.8 | 31.9 | 32.7 | 34.8 | 27.2 | 29.9 | 32.4 | 34.8 | 35.1 | 34.6 | 36.0 | 37.8 | - | - | - | - | 2.7 | - | 2.8 | 3.0 | OUI | | | | |
| ZER Ferrière [315°-315°] | 22.6 | 23.1 | 23.4 | 24.0 | 28.2 | 32.8 | 37.8 | 40.8 | 24.1 | 27.5 | 30.6 | 31.9 | 31.5 | 32.0 | 32.7 | 33.8 | 26.4 | 28.8 | 31.4 | 32.6 | 33.1 | 35.4 | 39.0 | 41.6 | - | - | - | - | - | 2.6 | 1.2 | 0.8 | OUI | | | | |
| ZER Ferrière [135°-315°] | 22.8 | 25.8 | 32.9 | 39.6 | 41.3 | 44.8 | 45.5 | 45.5 | 24.1 | 27.5 | 30.6 | 32.4 | 31.4 | 32.0 | 32.7 | 33.8 | 26.5 | 29.7 | 34.9 | 40.4 | 41.7 | 45.0 | 45.7 | 45.8 | - | - | - | 0.8 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | OUI | | | | |
| ZER La Ferté Chevresis [315°-135°] | 26.6 | 25.9 | 26.8 | 29.9 | 31.7 | 34.1 | 34.2 | 35.6 | 18.5 | 21.9 | 25.0 | 26.2 | 25.9 | 26.8 | 27.1 | 28.2 | 27.2 | 27.4 | 29.0 | 31.4 | 32.7 | 34.8 | 35.0 | 36.3 | - | - | - | - | - | - | 0.8 | 0.7 | OUI | | | | |
| ZER La Ferté Chevresis [135°-315°] | 26.6 | 25.9 | 26.8 | 29.9 | 31.7 | 34.1 | 34.2 | 35.6 | 18.5 | 21.9 | 25.0 | 26.3 | 25.9 | 26.8 | 27.1 | 28.2 | 27.2 | 27.4 | 29.0 | 31.5 | 32.7 | 34.8 | 35.0 | 36.3 | - | - | - | - | - | - | 0.8 | 0.7 | OUI | | | | |
| ZER Chevresis Monceau [315°-135°] | 26.6 | 25.9 | 26.8 | 29.9 | 31.7 | 34.1 | 34.2 | 35.6 | 25.8 | 29.2 | 32.3 | 32.3 | 31.8 | 33.4 | 33.4 | 35.5 | 29.2 | 30.8 | 33.3 | 34.3 | 34.8 | 36.8 | 36.8 | 38.5 | - | - | - | - | - | 2.7 | 2.6 | 2.9 | OUI | | | | |
| ZER Chevresis Monceau [135°-315°] | 26.6 | 25.9 | 26.8 | 29.9 | 31.7 | 34.1 | 34.2 | 35.6 | 25.8 | 29.2 | 32.3 | 32.3 | 31.8 | 33.4 | 33.4 | 35.5 | 29.2 | 30.8 | 33.3 | 34.3 | 34.8 | 36.8 | 36.8 | 38.5 | - | - | - | - | - | 2.7 | 2.6 | 2.9 | OUI | | | | |
| ZER Monceau le Neuf [315°-135°] | 26.6 | 25.9 | 26.8 | 29.9 | 31.7 | 34.1 | 34.2 | 35.6 | 17.8 | 21.2 | 24.3 | 26.4 | 26.7 | 27.4 | 27.4 | 27.5 | 27.1 | 27.2 | 28.8 | 31.5 | 32.9 | 34.9 | 35.0 | 36.2 | - | - | - | - | - | - | - | 0.6 | OUI | | | | |
| ZER Monceau le Neuf [135°-315°] | 26.6 | 25.9 | 26.8 | 29.9 | 31.7 | 34.1 | 34.2 | 35.6 | 17.8 | 21.2 | 24.3 | 26.5 | 27.0 | 27.4 | 27.4 | 27.5 | 27.1 | 27.2 | 28.8 | 31.5 | 33.0 | 34.9 | 35.0 | 36.2 | - | - | - | - | - | - | - | 0.6 | OUI | | | | |

Tableau 11 : Bruit résiduel, prévision du bruit des éoliennes, bruit ambiant et émergence pour les périodes nocturnes (22h00-07h00)

- Le fonctionnement du parc éolien a été défini et adapté en périodes nocturnes (22h00-7h00) pour le respect des 3dB d'émergence.
- Une valeur inférieure ou égale à 3 dB(A) dans les dernières colonnes indique que la limite d'émergence nocturne de la loi ICPE du 26/08/2011 [1] est respectée.
- L'information « - » signifie « Emergence non applicable » : en effet le niveau sonore du bruit ambiant étant inférieur ou égal à 35dB(A), le critère d'émergence ne s'applique pas et le parc éolien reste conforme.

Commentaires :

- Contrairement au fonctionnement du parc en période diurne, le fonctionnement du parc en période nocturne a été défini et adapté pour le respect des 3dB d'émergence dans les directions Nord-est [315° - 135°] et Sud-ouest [135° - 315°]. Ainsi, chaque point a été doublé, pour illustrer un bruit du parc et donc un bruit ambiant différent selon la direction du vent.

- *Pour la ZER Parpeville, une classe homogène a été identifiée pour la direction 90-150° (cf paragraphe 5.2 Analyse du bruit résiduel). Cependant, cette direction n'étant pas dominante, le choix est fait de ne pas présenter cette direction au stade des études prévisionnelles. En outre, le fonctionnement du parc sur les autres directions est plus contraignant et la réglementation est respectée avec ce fonctionnement sur la direction 90-150°.

7.2 TONALITE MARQUEE

Le modèle d'éolienne retenu dans cette étude ne présente pas de tonalité marquée au sens de l'arrêté du 26 août 2011, comme le montrent le Tableau 12 et la Figure 17 ci-dessous :

| Fréquence 1/3 octave (Hz) | Niveau sonore non pondéré Lw,i (dBLin) | Moyenne énergétique des 2 bandes inférieures (dB) | Moyenne énergétique des 2 bandes supérieures (dB) | Différence niveau bande centrale - moyenne énergétique des 2 bandes inférieures [A] | Différence niveau bande centrale - moyenne énergétique des 2 bandes supérieures [B] | Seuil à respecter | Conformité / Loi |
|---------------------------|--|---|---|---|---|-------------------|------------------|
| 31.5 | 110.8 | 109.0 | 109.6 | 1.8 | 1.2 | [A]<10 ou [B]<10 | OUI |
| 40 | 109.8 | 111.5 | 108.9 | -1.6 | 0.9 | | OUI |
| 50 | 109.4 | 110.4 | 107.8 | -1.0 | 1.6 | | OUI |
| 63 | 108.4 | 109.6 | 106.6 | -1.2 | 1.8 | | OUI |
| 80 | 107.1 | 108.9 | 105.5 | -1.8 | 1.6 | | OUI |
| 100 | 105.9 | 107.8 | 104.3 | -1.9 | 1.6 | | OUI |
| 125 | 105.1 | 106.6 | 102.6 | -1.5 | 2.5 | | OUI |
| 160 | 103.3 | 105.5 | 101.3 | -2.2 | 2.1 | | OUI |
| 200 | 101.8 | 104.3 | 100.5 | -2.5 | 1.3 | | OUI |
| 250 | 100.7 | 102.6 | 99.7 | -1.9 | 1.1 | | OUI |
| 315 | 100.2 | 101.3 | 99.1 | -1.1 | 1.0 | | OUI |
| 400 | 99.1 | 100.5 | 98.9 | -1.4 | 0.1 | [A]<5 ou [B]<5 | OUI |
| 500 | 99.2 | 99.7 | 98.2 | -0.5 | 1.0 | | OUI |
| 630 | 98.6 | 99.1 | 98.1 | -0.5 | 0.6 | | OUI |
| 800 | 97.8 | 98.9 | 98.3 | -1.1 | -0.4 | | OUI |
| 1000 | 98.3 | 98.2 | 97.6 | 0.1 | 0.7 | | OUI |
| 1250 | 98.2 | 98.1 | 96.6 | 0.1 | 1.5 | | OUI |
| 1600 | 97.0 | 98.3 | 95.4 | -1.3 | 1.6 | | OUI |
| 2000 | 96.3 | 97.6 | 93.2 | -1.4 | 3.0 | | OUI |
| 2500 | 94.3 | 96.6 | 90.6 | -2.3 | 3.8 | | OUI |
| 3150 | 91.8 | 95.4 | 87.4 | -3.6 | 4.4 | | OUI |
| 4000 | 88.9 | 93.2 | 83.2 | -4.4 | 5.7 | | OUI |
| 5000 | 85.1 | 90.6 | 77.5 | -5.5 | 7.5 | | OUI |
| 6300 | 79.8 | 87.4 | 70.6 | -7.6 | 9.2 | | OUI |
| 8000 | 72.8 | 83.2 | 62.9 | -10.4 | 9.8 | | OUI |

Tableau 12 : Spectre par 1/3 d'octave non pondéré de la Vestas V110 et critère de tonalité marquée au sens de l'arrêté du 26 août 2011 (référence à l'arrêté du 23/01/1997)

On rappelle qu'il y a tonalité marquée si les 2 conditions ci-dessous sont vérifiées:

- Les deux différences [A] et [B] sont positives ;
- Ces deux différences égalent ou dépassent les valeurs indiquées dans le tableau, soit 10dB pour les fréquences basses à moyennes (50-315Hz), 5dB pour les fréquences moyennes à aigües (400Hz-8kHz).

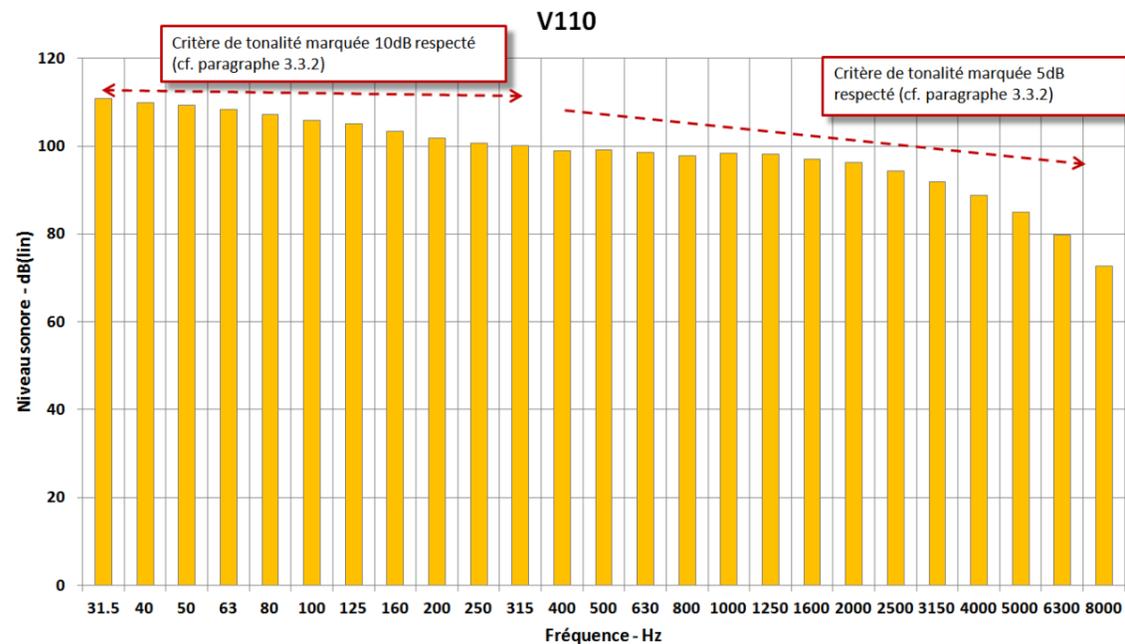


Figure 17 : Spectre de 1/3 d'octave non pondéré pour l'éolienne Vestas V110

7.3 BRUIT AMBIANT EN LIMITE DU PERIMETRE DE MESURE DU BRUIT DE L'INSTALLATION

L'arrêté de référence NOR :DEVP1119348A du 26 août 2011 impose une valeur maximale de bruit ambiant à respecter en limite de périmètre de mesure du bruit de l'installation, pour chacune des périodes diurnes et nocturnes (voir paragraphe 3.3).

Afin d'évaluer le bruit ambiant en limite du périmètre de mesure du bruit de l'installation, RES a adopté la méthodologie suivante :

- Déterminer le périmètre de mesure du bruit de l'installation tel que défini dans l'arrêté du 26 août 2011 (voir 2.1 Définitions, Formule 1) ;
- Evaluer les isophones du bruit généré par le parc éolien, en considérant un fonctionnement des éoliennes du modèle envisagé en mode de production maximale (i.e. émettant une puissance sonore maximale) ;
- Estimer le bruit ambiant en supposant un bruit résiduel forfaitaire maximum de 55dB(A) sur l'ensemble du site éolien ;
- Vérifier que le bruit ambiant en limite du périmètre de mesure du bruit de l'installation est inférieur au seuil nocturne de 60dB(A), ce qui représente le cas le plus contraignant (le jour la limite est fixée à 70dB(A)).

Le choix d'un bruit résiduel forfaitaire de 55dB(A) apparaît clairement conservateur. En effet, au regard des valeurs de bruit résiduel obtenues aux points de mesures dans les ZER autour du projet, mais aussi compte tenu des niveaux de bruit résiduel couramment observés par les acousticiens, il semble assez peu probable qu'un tel niveau sonore (de nuit comme de jour) soit mesuré sur le périmètre de mesure du bruit du projet éolien de Vieille Carrière.

Pour le projet éolien de Vieille Carrière, les machines envisagées présentent une hauteur totale de 150m, ainsi le périmètre de mesure du bruit de l'installation a été déterminé en considérant 1.2 x 150m soit 180m autour des éoliennes.

La Figure 18 présente le projet éolien étudié, le périmètre de mesure du bruit de ce projet ainsi que trois isophones de bruit ambiant.

Comme on peut le constater, sur le périmètre de mesure du bruit de l'installation, pour un niveau sonore résiduel forfaitaire de 55dB(A), le bruit ambiant est compris entre 55.5dB(A) et 56.5dB(A), ce qui est bien inférieur au seuil nocturne de 60dB(A).

Le parc éolien de Vieille Carrière respectera donc les limites diurnes et nocturnes du bruit ambiant sur son périmètre de mesure du bruit.

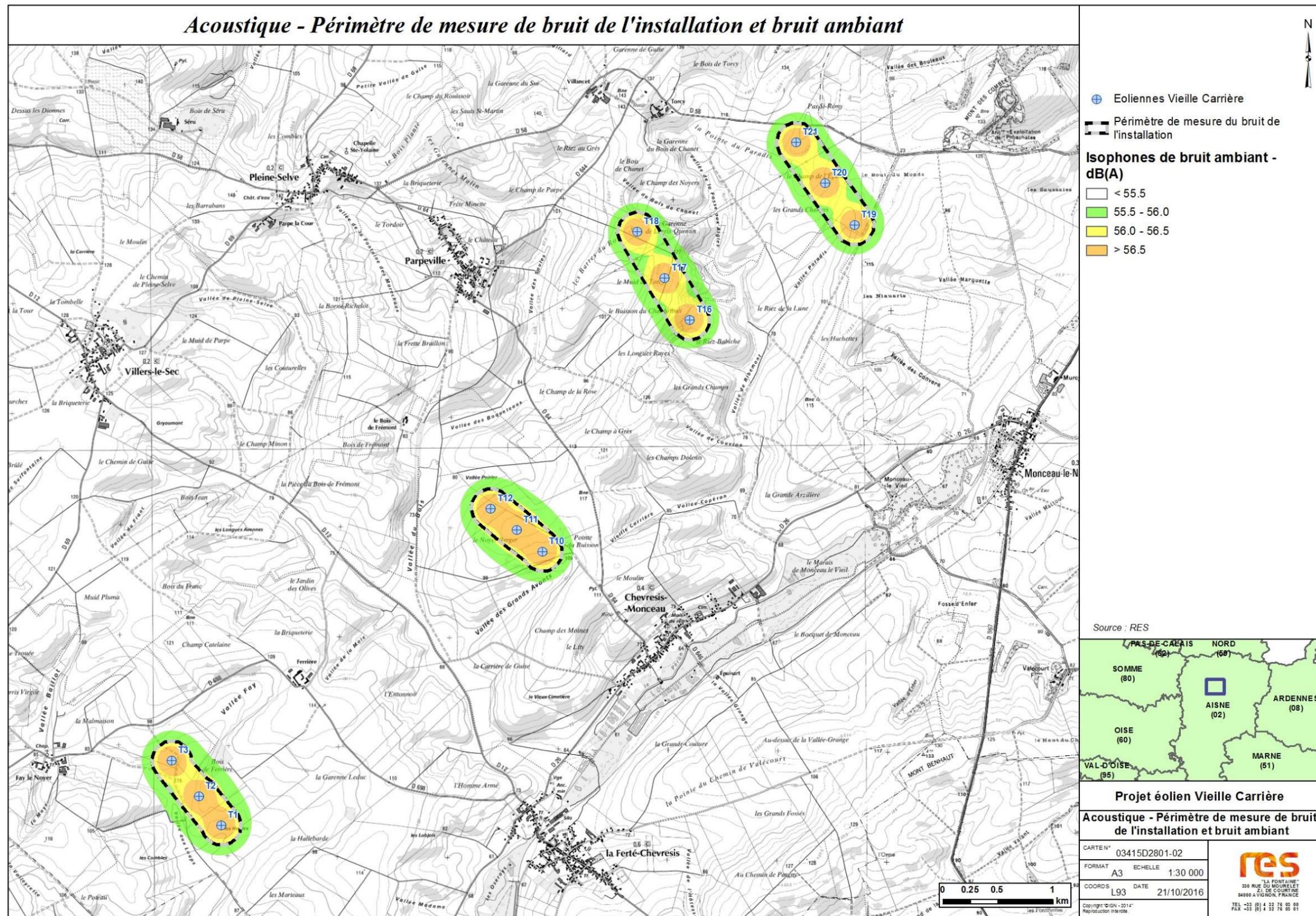


Figure 18 : Périmètre de mesure du bruit du parc éolien et bruit ambiant

7.4 ANALYSE DES EFFETS ACOUSTIQUES CUMULES

Cette section aborde l'impact cumulé du projet de Vieille Carrière, objet de cette étude d'impact acoustique, avec le projet voisin de Vieille Carrière (Accordé), porté simultanément par la société RES.

Le projet éolien de Vieille Carrière (Accordé), développé par la société RES sur la base de 6 éoliennes de type V110 est situé au centre du projet de Vieille Carrière (cf. Figure 1).

Les ZER présentées dans ce rapport pour l'analyse de Vieille Carrière ne sont pas toutes concernées par un éventuel effet d'impact acoustique cumulé. En effet la majorité de ces ZER sont situées trop loin du projet de Vieille Carrière (Accordé) (>2.5km) pour avoir un impact cumulé de ce dernier avec le projet objet de ce rapport.

Les lieux suivants, qui concernent les ZER situées aux plus proches des deux parcs éoliens (Vieille Carrière et Vieille Carrière (Accordé)), à moins de 2.5 km, pourraient être concernés par un éventuel effet cumulé :

| ZER | Distance à l'éolienne la plus proche | |
|-------------------------|--------------------------------------|------------------|
| | Vieille Carrière | Vieille Carrière |
| ZER Parpeville | 1290m | 1745m |
| ZER - Fay le Noyer | 960 m | 1300 m |
| ZER - Ferrière | 1305 m | 880 m |
| ZER - Chevresis Monceau | 920m | 2260m |

Tableau 13 : ZER susceptibles d'être impactées par des effets cumulés de notre projet avec un projet voisin en instruction

Pour chacun de ces points, le bruit du parc de Vieille Carrière (accordé) a été modélisé pour déterminer le bruit de fond qui existera une fois que ce parc sera en service. A partir de ces prédictions de bruit de fond, les niveaux de bruits ambiant et émergence du parc de Vieille Carrière ont été recalculés.

Ce calcul a été réalisé pour les périodes diurnes et nocturnes. Les résultats sont présentés dans les tableaux ci-dessous.

| Nom de la ZER | Émergences diurnes en dB(A) | | | | | | | | Conformité / Loi ICPE |
|------------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------------|
| | Vitesse du vent sur le site, à 10m de hauteur (V _{10_z=0.05}) - m/s | | | | | | | | |
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| ZER Parpeville | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | OUI |
| ZER - Fay le Noyer | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | OUI |
| ZER - Ferrière [315° - 135°] | 1 | 1 | 1.0 | 0.9 | 0.6 | 0.7 | 0.3 | 0.2 | OUI |
| ZER - Ferrière [135° - 315°] | 1 | 0.8 | 0.7 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | OUI |
| ZER - Chevresis Monceau | 0.4 | 0.6 | 1.0 | 1.4 | 1.3 | 0.9 | 0.8 | 0.6 | OUI |

Tableau 14 : Effets cumulés - Émergences diurnes

| Nom de la ZER | Émergences nocturnes en dB(A) | | | | | | | | Conformité / Loi ICPE |
|---------------------------------------|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------------|
| | Vitesse du vent sur le site, à 10m de hauteur (V _{10_z=0.05}) - m/s | | | | | | | | |
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| ZER Parpeville [315° - 135°] | 1 | 1 | 1 | 2.2 | 1.2 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | OUI |
| ZER Parpeville [135° - 315°] | 1 | 1 | 1 | 1.9 | 1.1 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | OUI |
| ZER - Fay le Noyer [315° - 135°] | 1 | 1 | 1 | 2.8 | 2.1 | 2.5 | 1.7 | 2.0 | OUI |
| ZER - Fay le Noyer [135° - 315°] | 1 | 1 | 1 | 2.4 | 1.6 | 1.8 | 1.7 | 2.0 | OUI |
| ZER - Ferrière [315° - 135°] | 1 | 1 | 1.5 | 1.8 | 1.6 | 1.5 | 0.7 | 0.5 | OUI |
| ZER - Ferrière [135° - 315°] | 1 | 1 | 1.1 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | OUI |
| ZER - Chevresis Monceau [315° - 135°] | 1 | 1 | 1 | 1 | 2.5 | 2.5 | 2.2 | 2.6 | OUI |
| ZER - Chevresis Monceau [135° - 315°] | 1 | 1 | 1 | 1 | 2.4 | 2.3 | 2.2 | 2.6 | OUI |

Tableau 15 : Effets cumulés - Émergences nocturnes

Sur la base des niveaux de bruit résiduel modélisés en ces 5 points, on constate que les émergences liées à l'impact acoustique cumulé des deux projets éoliens respectent les limites de 3dB la nuit et 5dB le jour imposées par l'arrêté du 26 août 2011.

8 CONCLUSION

Le parc éolien de Vieille Carrière respecte les critères acoustiques définis dans l'arrêté du 26 août 2011 [1]. On rappelle que :

- Les émergences sont respectées au niveau de toutes les zones à émergence réglementée concernées par le parc éolien étudié, en période nocturne et en période diurne ;
- Les niveaux sonores émis par le parc éolien, estimés à l'aide du logiciel de propagation sonore CadnaA ou d'un modèle équivalent basé sur la norme ISO 9613-2, sont conservateurs. En effet, les paramètres ont été choisis pour favoriser la propagation sonore et tous les calculs d'émergence ont été réalisés à l'extérieur de chaque ZER, en champ libre de propagation sonore, dans des conditions où chaque ZER se trouve toujours sous le vent de toutes les éoliennes du parc ;
- Le critère de tonalité marquée est vérifié et conforme pour le modèle de machine retenu dans cette étude, au sens de l'article 1.9 de l'annexe de la loi du 23 janvier 1997 et selon la norme NF S 31 010 ;
- Le critère de limite du bruit ambiant sur le périmètre de mesure du bruit de l'installation est vérifié : les limites diurnes et nocturnes seront bien respectées. A noter que ce critère peut faire l'objet d'un contrôle, s'il est demandé par la police des installations classées, après la mise en service industrielle du parc éolien, objet de cette étude.

Le modèle d'éolienne finalement retenu après consultation des constructeurs, s'il différait de celui présenté dans ce rapport, permettra de respecter les critères acoustiques définis dans l'arrêté du 26 août 2011.

9 RÉFÉRENCES

9.1 LEGISLATIVES

- [1] Arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, NOR : DEVP1119348A, 26/08/2011.
- [2] Décret no 2011-984 du 23 août 2011 modifiant la nomenclature des installations classées, NOR : DEVP1115321D, 25/08/2011.
- [3] Loi du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement
- [4] Critère de l'Organisation Mondiale de la Santé, 1980, Le Bruit Environnemental, article 12

9.2 NORMATIVES

- [5] « Wind Turbine Generator Systems, Part 11, Acoustic Noise Measurement Techniques », IEC 61400-11: 2003 - Amendment n°1, 17/08/2006.
- [6] « Caractérisation et mesurage des bruits dans l'environnement - instruction de plaintes contre le bruit dans une zone habitée », Norme NFS 31-010, 12/1996.
- [7] « Mesurage du bruit dans l'environnement avec et sans activité éolienne », Norme NFS 31-114, projet du 07/07/2011 envoyé à la DGPR (version 3).
- [8] « Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors, part 2 General method of calculation » ISO 9613-2:1996.

9.3 SCIENTIFIQUES

- [9] « Development of a Wind Farm Noise Propagation Prediction Model », Bass J.H., Bullmore A.J. & Sloth E. Final report, Contract JOR3-CT95-0051, European Commission, 1998.
- [10] « Development of a Wind Farm Noise Propagation Prediction Model », Bass J.H., Bullmore A.J. & Sloth E. Final report, Contract JOR3-CT95-0051, European Commission, 1998.
- [11] « Impacts sanitaires du bruit généré par les éoliennes », Agence Française de la Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail, Saisine n°2006/005, mars 2008.
- [12] « Les éoliennes et l'infrason », HGC engineering, rapport soumis à la CanWEA, 26 novembre 2006.
- [13] *South Australian Environment Protection Authority (EPA)*, rapport de Resonate Acoustics “Infrasound levels near windfarms”, Janvier 2013
- [14] « Prediction and Assessment of Wind Turbine Noise », Acoustic Bulletin Vol 34 n°2, Mars-Avril 2009.
- [15] « Sonomètres », Commission Electrotechnique Internationale, CEI 60651, 1/01/1979 et amendements, 21/09/1993, 13/10/2000 et 25/10/2001.

ANNEXES

Annexe 1 Réglementation ICPE - arrêté du 26 août 2011

27 août 2011 JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE Texte 14 sur 136

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

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

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

NOR : DEVP1119348A

La ministre de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement,
Vu la directive 2006/42/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 mai 2006 relative aux machines ;
Vu le code de l'environnement, notamment le titre 1^{er} de son livre V ;
Vu le code de l'aviation civile ;
Vu le code des transports ;
Vu le code de la construction et de l'habitation ;
Vu l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement ;
Vu l'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation ;
Vu l'arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation ;
Vu l'arrêté du 10 octobre 2000 fixant la périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques au titre de la protection des travailleurs ainsi que le contenu des rapports relatifs auxdites vérifications ;
Vu l'avis des organisations professionnelles concernées ;
Vu l'avis du Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques du 28 juin 2011 ;
Vu l'avis du Conseil supérieur de l'énergie du 8 juillet 2011,

Arrête :

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

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

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

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

Section 1

Généralités

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

27 août 2011 JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE Texte 14 sur 136

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

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

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

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

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

Zones à émergence réglementée :

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

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

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

Section 2

Implantation

Art. 3. – L'installation est implantée de telle sorte que les aérogénérateurs sont situés à une distance minimale de :

500 mètres de toute construction à usage d'habitation, de tout immeuble habité ou de toute zone destinée à l'habitation telle que définie dans les documents d'urbanisme opposables en vigueur au 13 juillet 2010 ;

300 mètres d'une installation nucléaire de base visée par l'article 28 de la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire ou d'une installation classée pour l'environnement soumise à l'arrêté du 10 mai 2000 susvisé en raison de la présence de produits toxiques, explosifs, combustibles et inflammables.

Cette distance est mesurée à partir de la base du mât de chaque aérogénérateur.

Art. 4. – L'installation est implantée de façon à ne pas perturber de manière significative le fonctionnement des radars et des aides à la navigation utilisés dans le cadre des missions de sécurité de la navigation aérienne et de sécurité météorologique des personnes et des biens.

A cette fin, les aérogénérateurs sont implantés dans le respect des distances minimales d'éloignement indiquées ci-dessous sauf si l'exploitant dispose de l'accord écrit du ministère en charge de l'aviation civile, de l'établissement public chargé des missions de l'Etat en matière de sécurité météorologique des personnes et des biens ou de l'autorité portuaire en charge de l'exploitation du radar.

| | DISTANCE MINIMALE d'éloignement en kilomètres |
|------------------------------------|---|
| <i>Radars météorologiques</i> | |
| Radars de bande de fréquence C | 20 |
| Radars de bande de fréquence S | 30 |
| Radars de bande de fréquence X | 10 |
| <i>Radars de l'aviation civile</i> | |
| Radars primaires | 30 |

| | DISTANCE MINIMALE d'éloignement en kilomètres |
|---|--|
| Radar secondaire VOR (Visual Omni Range) | 16 15 |
| <i>Radar des ports (navigations maritimes et fluviales)</i> | |
| Radar portuaire Radar de centre régional de surveillance et de sauvetage | 20 10 |

En outre, les perturbations générées par l'installation ne gênent pas de manière significative le fonctionnement des équipements militaires. A cette fin, l'exploitant implante les aérogénérateurs selon une configuration qui fait l'objet d'un accord écrit des services de la zone aérienne de défense compétente sur le secteur d'implantation de l'installation concernant le projet d'implantation de l'installation.

Les distances d'éloignement indiquées ci-dessus feront l'objet d'un réexamen dans un délai n'excédant pas dix-huit mois en fonction des avancées technologiques obtenues.

Art. 5. – Afin de limiter l'impact sanitaire lié aux effets stroboscopiques, lorsqu'un aérogénérateur est implanté à moins de 250 mètres d'un bâtiment à usage de bureaux, l'exploitant réalise une étude démontrant que l'ombre projetée de l'aérogénérateur n'impacte pas plus de trente heures par an et une demi-heure par jour le bâtiment.

Art. 6. – L'installation est implantée de telle sorte que les habitations ne sont pas exposées à un champ magnétique émanant des aérogénérateurs supérieur à 100 microteslas à 50-60 Hz.

Section 3

Dispositions constructives

Art. 7. – Le site dispose en permanence d'une voie d'accès carrossable au moins pour permettre l'intervention des services d'incendie et de secours.

Cet accès est entretenu.

Les abords de l'installation placés sous le contrôle de l'exploitant sont maintenus en bon état de propreté.

Art. 8. – L'aérogénérateur est conforme aux dispositions de la norme NF EN 61 400-1 dans sa version de juin 2006 ou CEI 61 400-1 dans sa version de 2005 ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union européenne, à l'exception des dispositions contraires aux prescriptions du présent arrêté. L'exploitant tient à disposition de l'inspection des installations classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des aérogénérateurs à la norme précitée.

En outre l'exploitant tient à disposition de l'inspection des installations classées les justificatifs démontrant que chaque aérogénérateur de l'installation est conforme aux dispositions de l'article R. 111-38 du code de la construction et de l'habitation.

Art. 9. – L'installation est mise à la terre. Les aérogénérateurs respectent les dispositions de la norme IEC 61 400-24 (version de juin 2010). L'exploitant tient à disposition de l'inspection des installations classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des aérogénérateurs à la norme précitée.

Les opérations de maintenance incluent un contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre.

Art. 10. – Les installations électriques à l'intérieur de l'aérogénérateur respectent les dispositions de la directive du 17 mai 2006 susvisée qui leur sont applicables.

Les installations électriques extérieures à l'aérogénérateur sont conformes aux normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009). Ces installations sont entretenues et maintenues en bon état et sont contrôlées avant la mise en service industrielle puis à une fréquence annuelle, après leur installation ou leur modification par une personne compétente. La périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques ainsi que le contenu des rapports relatifs aux dites vérifications sont fixés par l'arrêté du 10 octobre 2000 susvisé.

Art. 11. – Le balisage de l'installation est conforme aux dispositions prises en application des articles L. 6351-6 et L. 6352-1 du code des transports et des articles R. 243-1 et R. 244-1 du code de l'aviation civile.

Section 4

Exploitation

Art. 12. – Au moins une fois au cours des trois premières années de fonctionnement de l'installation puis une fois tous les dix ans, l'exploitant met en place un suivi environnemental permettant notamment d'estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs.

Lorsqu'un protocole de suivi environnemental est reconnu par le ministre chargé des installations classées, le suivi mis en place par l'exploitant est conforme à ce protocole.

Ce suivi est tenu à disposition de l'inspection des installations classées.

Art. 13. – Les personnes étrangères à l'installation n'ont pas d'accès libre à l'intérieur des aérogénérateurs.

Les accès à l'intérieur de chaque aérogénérateur, du poste de transformation, de raccordement ou de livraison sont maintenus fermés à clef afin d'empêcher les personnes non autorisées d'accéder aux équipements.

Art. 14. – Les prescriptions à observer par les tiers sont affichées soit en caractères lisibles, soit au moyen de pictogrammes sur un panneau sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, sur le poste de livraison et, le cas échéant, sur le poste de raccordement. Elles concernent notamment :

- les consignes de sécurité à suivre en cas de situation anormale ;
- l'interdiction de pénétrer dans l'aérogénérateur ;
- la mise en garde face aux risques d'électrocution ;
- la mise en garde, le cas échéant, face au risque de chute de glace.

Art. 15. – Avant la mise en service industrielle d'un aérogénérateur, l'exploitant réalise des essais permettant de s'assurer du fonctionnement correct de l'ensemble des équipements. Ces essais comprennent :

- un arrêt ;
- un arrêt d'urgence ;
- un arrêt depuis un régime de survitesse ou une simulation de ce régime.

Suivant une périodicité qui ne peut excéder un an, l'exploitant réalise une vérification de l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt, de mise à l'arrêt d'urgence et de mise à l'arrêt depuis un régime de survitesse en application des préconisations du constructeur de l'aérogénérateur.

Art. 16. – L'intérieur de l'aérogénérateur est maintenu propre. L'entreposage à l'intérieur de l'aérogénérateur de matériaux combustibles ou inflammables est interdit.

Art. 17. – Le fonctionnement de l'installation est assuré par un personnel compétent disposant d'une formation portant sur les risques présentés par l'installation, ainsi que sur les moyens mis en œuvre pour les éviter. Il connaît les procédures à suivre en cas d'urgence et procède à des exercices d'entraînement, le cas échéant, en lien avec les services de secours.

Art. 18. – Trois mois, puis un an après la mise en service industrielle, puis suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans, l'exploitant procède à un contrôle de l'aérogénérateur consistant en un contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et un contrôle visuel du mât.

Selon une périodicité qui ne peut excéder un an, l'exploitant procède à un contrôle des systèmes instrumentés de sécurité.

Ces contrôles font l'objet d'un rapport tenu à la disposition de l'inspection des installations classées.

Art. 19. – L'exploitant dispose d'un manuel d'entretien de l'installation dans lequel sont précisées la nature et les fréquences des opérations d'entretien afin d'assurer le bon fonctionnement de l'installation. L'exploitant tient à jour pour chaque installation un registre dans lequel sont consignées les opérations de maintenance ou d'entretien et leur nature, les défaillances constatées et les opérations correctives engagées.

Art. 20. – L'exploitant élimine ou fait éliminer les déchets produits dans des conditions propres à garantir les intérêts mentionnés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement. Il s'assure que les installations utilisées pour cette élimination sont régulièrement autorisées à cet effet.

Le brûlage des déchets à l'air libre est interdit.

Art. 21. – Les déchets non dangereux (par exemple bois, papier, verre, textile, plastique, caoutchouc) et non souillés par des produits toxiques ou polluants sont récupérés, valorisés ou éliminés dans des installations autorisées.

Les seuls modes d'élimination autorisés pour les déchets d'emballage sont la valorisation par réemploi, recyclage ou toute autre action visant à obtenir des matériaux utilisables ou de l'énergie. Cette disposition n'est pas applicable aux détenteurs de déchets d'emballage qui en produisent un volume hebdomadaire inférieur à 1 100 litres et qui les remettent au service de collecte et de traitement des collectivités.

Section 5

Risques

Art. 22. – Des consignes de sécurité sont établies et portées à la connaissance du personnel en charge de l'exploitation et de la maintenance. Ces consignes indiquent :

- les procédures d'arrêt d'urgence et de mise en sécurité de l'installation ;
- les limites de sécurité de fonctionnement et d'arrêt ;
- les précautions à prendre avec l'emploi et le stockage de produits incompatibles ;
- les procédures d'alertes avec les numéros de téléphone du responsable d'intervention de l'établissement, des services d'incendie et de secours.

Les consignes de sécurité indiquent également les mesures à mettre en œuvre afin de maintenir les installations en sécurité dans les situations suivantes : survitesse, conditions de gel, orages, tremblements de terre, haubans rompus ou relâchés, défaillance des freins, balourd du rotor, fixations détendues, défauts de lubrification, tempêtes de sable, incendie ou inondation.

Art. 23. – Chaque aérogénérateur est doté d'un système de détection qui permet d'alerter, à tout moment, l'exploitant ou un opérateur qu'il aura désigné, en cas d'incendie ou d'entrée en survitesse de l'aérogénérateur.

L'exploitant ou un opérateur qu'il aura désigné est en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de quinze minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur.

L'exploitant dresse la liste de ces détecteurs avec leur fonctionnalité et détermine les opérations d'entretien destinées à maintenir leur efficacité dans le temps.

Art. 24. – Chaque aérogénérateur est doté de moyens de lutte contre l'incendie appropriés aux risques et conformes aux normes en vigueur, notamment :

- d'un système d'alarme qui peut être couplé avec le dispositif mentionné à l'article 23 et qui informe l'exploitant à tout moment d'un fonctionnement anormal. Ce dernier est en mesure de mettre en œuvre les procédures d'arrêt d'urgence mentionnées à l'article 22 dans un délai de soixante minutes ;
- d'au moins deux extincteurs situés à l'intérieur de l'aérogénérateur, au sommet et au pied de celui-ci. Ils sont positionnés de façon bien visible et facilement accessibles. Les agents d'extinction sont appropriés aux risques à combattre. Cette disposition ne s'applique pas aux aérogénérateurs ne disposant pas d'accès à l'intérieur du mât.

Art. 25. – Chaque aérogénérateur est équipé d'un système permettant de détecter ou de déduire la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. En cas de formation importante de glace, l'aérogénérateur est mis à l'arrêt dans un délai maximal de soixante minutes. L'exploitant définit une procédure de redémarrage de l'aérogénérateur en cas d'arrêt automatique lié à la présence de glace sur les pales. Cette procédure figure parmi les consignes de sécurité mentionnées à l'article 22.

Lorsqu'un référentiel technique permettant de déterminer l'importance de glace formée nécessitant l'arrêt de l'aérogénérateur est reconnu par le ministre des installations classées, l'exploitant respecte les règles prévues par ce référentiel.

Cet article n'est pas applicable aux installations implantées dans les départements où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0 °C.

Section 6

Bruit

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Art. 29. – Après le deuxième alinéa de l'article 1^{er} de l'arrêté du 23 janvier 1997 susvisé, il est inséré un alinéa rédigé comme suit :

« – des installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 mentionnées 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. »

Art. 30. – Après le neuvième alinéa de l'article 1^{er} de l'arrêté du 2 février 1998 susvisé, il est inséré un alinéa rédigé comme suit :

« – des installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent ; ».

Art. 31. – Le directeur général de la prévention des risques est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait le 26 août 2011.

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

Annexe 2 Standardisation des vitesses de vent mesurées sur le site

L'utilisation de la vitesse de vent standardisée à 10m vient du fait que les niveaux de puissance sonore des éoliennes sont spécifiés par rapport à cette vitesse de référence selon la norme IEC 61400-11 [5]. Les mesures de vent nécessaires pour la corrélation avec les mesures de bruit résiduel doivent donc être standardisées à 10m de la même manière.

Pour calculer le vent standardisé à 10m, il est nécessaire dans un premier temps de calculer la vitesse de vent à hauteur de moyeu, si la mesure est effectuée à une hauteur différente de la hauteur de moyeu envisagée pour l'étude, et dans un second temps de calculer la vitesse standardisée à 10m de hauteur sur le site.

Le principe de cette méthode est illustré Figure 19 ci-dessous.

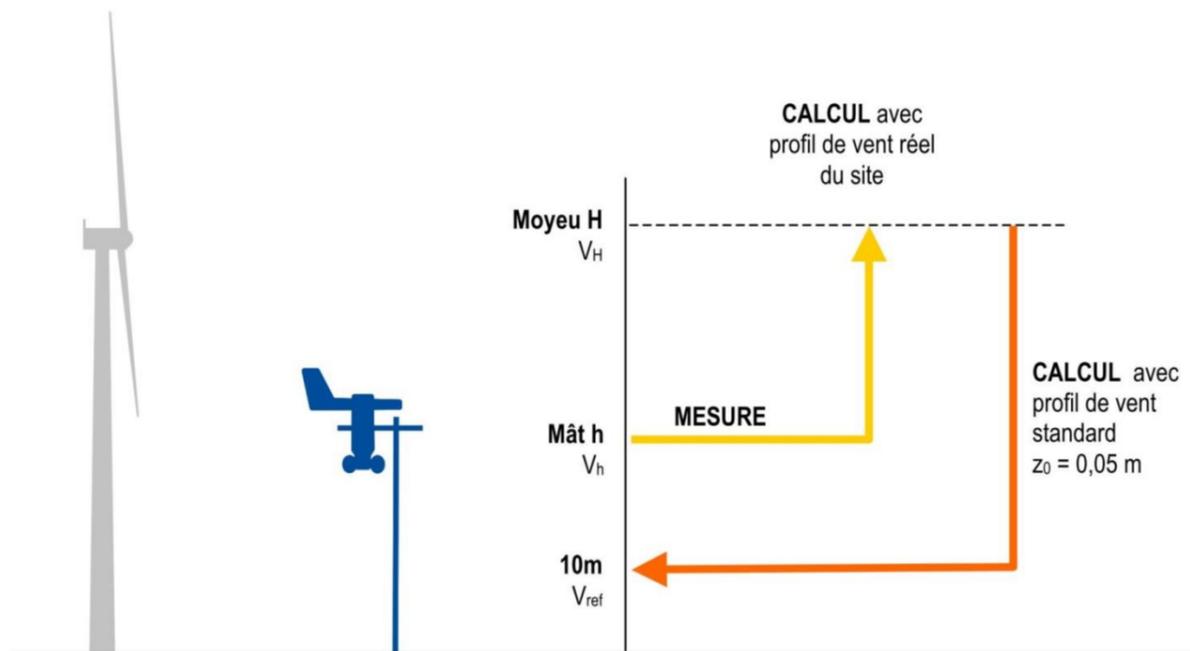


Figure 19 : Principe de calcul de la vitesse standardisée à 10m au dessus du sol (extrait du guide 2010 de l'étude d'impact sur l'environnement d'un projet éolien - ADEME)

Etape 1 : Recalage du vent à hauteur de moyeu

Les mesures sont extrapolées à hauteur de moyeu à l'aide du profil de vent réel, i.e. mesuré sur site. Rappelons que ces vitesses sont calculées par période moyennée de 10mins (ce qui correspond à la période de disponibilité des mesures de vent et à la période demandée dans le projet de norme NFS 31-114 pour le niveau sonore L50,10mins). Ainsi le profil vertical de la vitesse du vent (appelé aussi exposant ou gradient vertical) est aussi estimé sur ces mêmes périodes 10mins, à partir de deux vitesses de vent à deux hauteurs différentes. La formule suivante permet d'évaluer ces vitesses recalées à hauteur de moyeu :

$$V_H = V_h \left(\frac{H}{h} \right)^\alpha \quad \text{Formule 5}$$

Avec :

- V_H : Vitesse à hauteur de moyeu de la machine considérée dans l'étude ;
- V_h : Vitesse à hauteur de mesure sur le site ;
- H : Hauteur de moyeu ;
- h : Hauteur de la mesure de vitesse sur le site ;
- α : Gradient vertical de vitesse de vent sur site

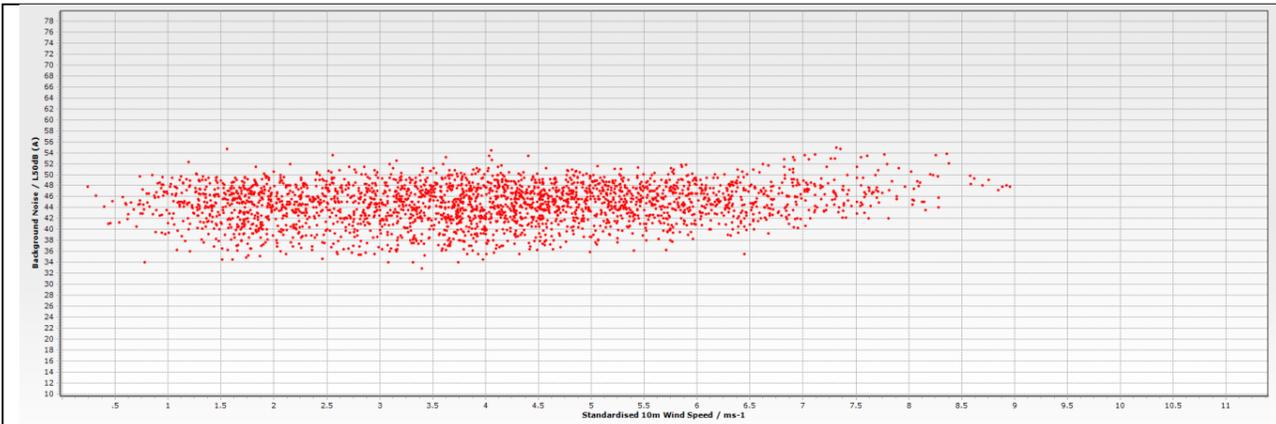
Etape 2 : Recalage du vent à 10m de hauteur

Il s'agit ici de reproduire les conditions de mesure des caractéristiques acoustiques de l'éolienne envisagée. L'éolienne étant testée sur des sites à faible rugosité et selon la procédure IEC 61400-11 (mesures des puissances sonores émises par l'éolienne), on exprime la vitesse de vent à 10m de la même façon.

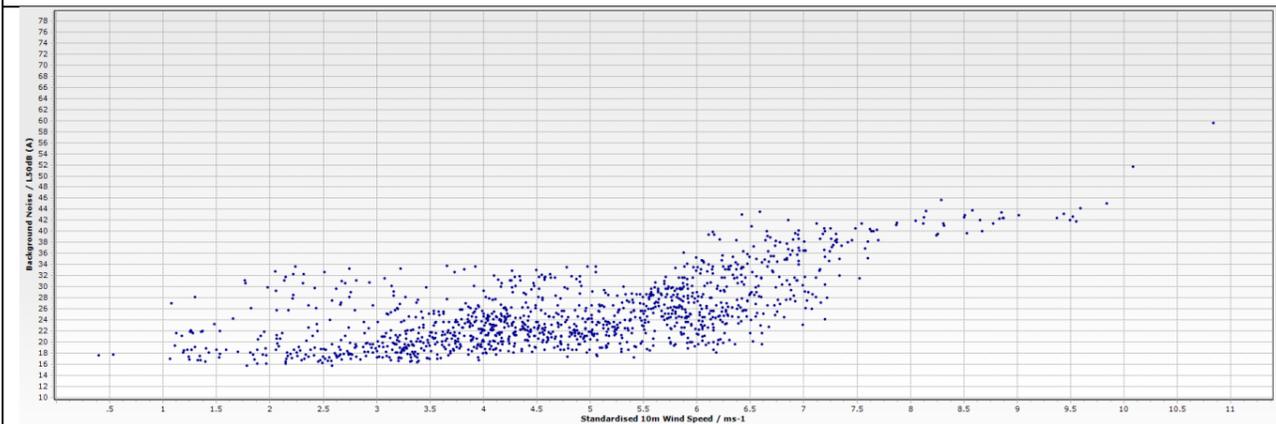
Ainsi, la procédure consiste à calculer, à partir de la vitesse à hauteur de moyeu obtenue précédemment, la vitesse standardisée $V_{10,z=0,05}$ correspondante pour une hauteur de 10 m et une rugosité de 0,05 m. La formule suivante permet d'obtenir cette vitesse à 10m:

$$V_{10,z=0,05} = V_H \frac{\ln\left(\frac{10}{0,05}\right)}{\ln\left(\frac{H}{0,05}\right)} \quad \text{Formule 6}$$

Annexe 3 Evolution du niveau sonore résiduel en fonction de la vitesse du vent sur site

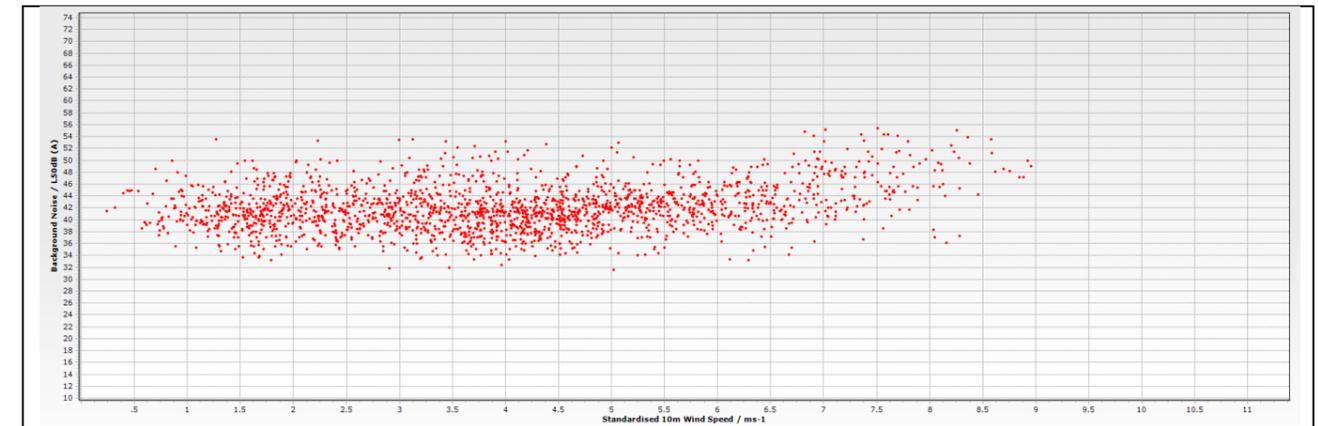


Evolution du bruit résiduel diurne avec le vent sur site

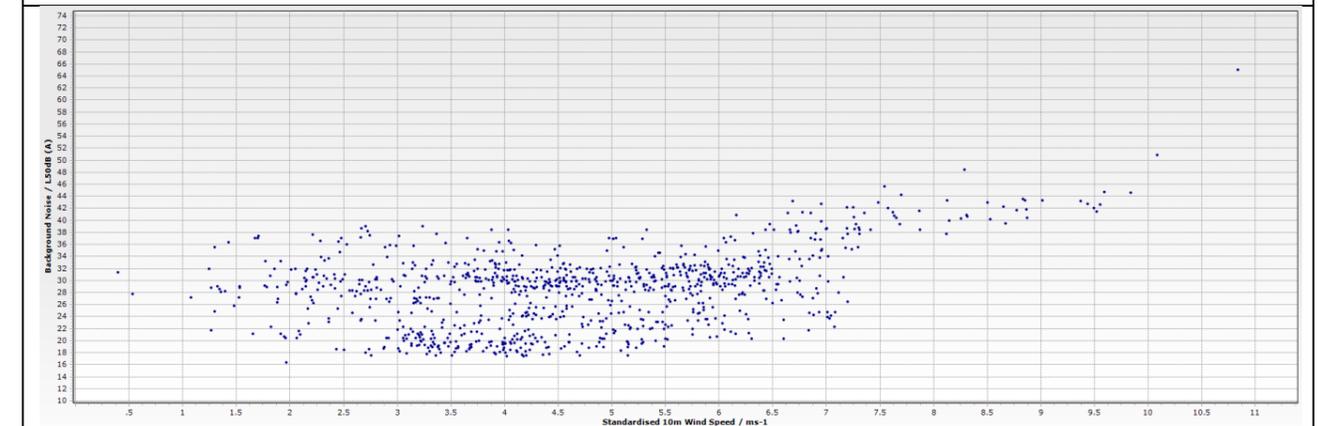


Evolution du bruit résiduel nocturne avec le vent sur site

Figure 20 : Evolution du niveau sonore résiduel en fonction de la vitesse du vent sur site, pour la ZER Torcy

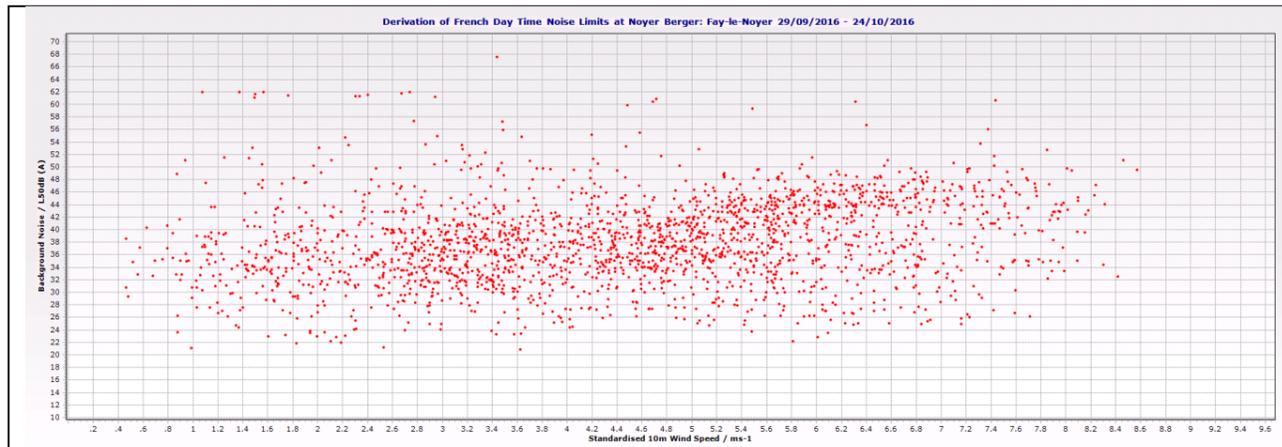


Evolution du bruit résiduel diurne avec le vent sur site

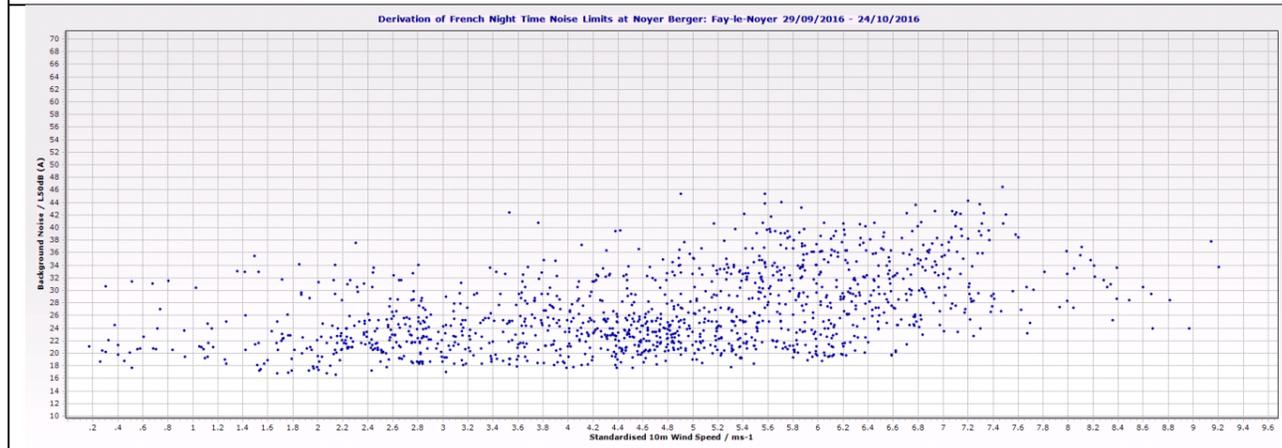


Evolution du bruit résiduel nocturne avec le vent sur site

Figure 21 : Evolution du niveau sonore résiduel en fonction de la vitesse du vent sur site, pour la ZER Parpeville et ZER Villers le Sec

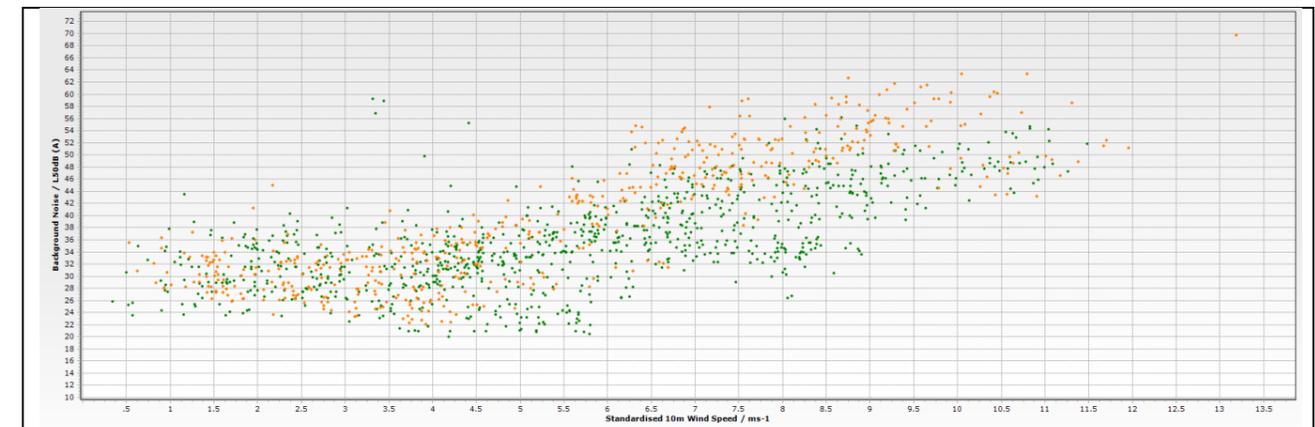


Evolution du bruit résiduel diurne avec le vent sur site

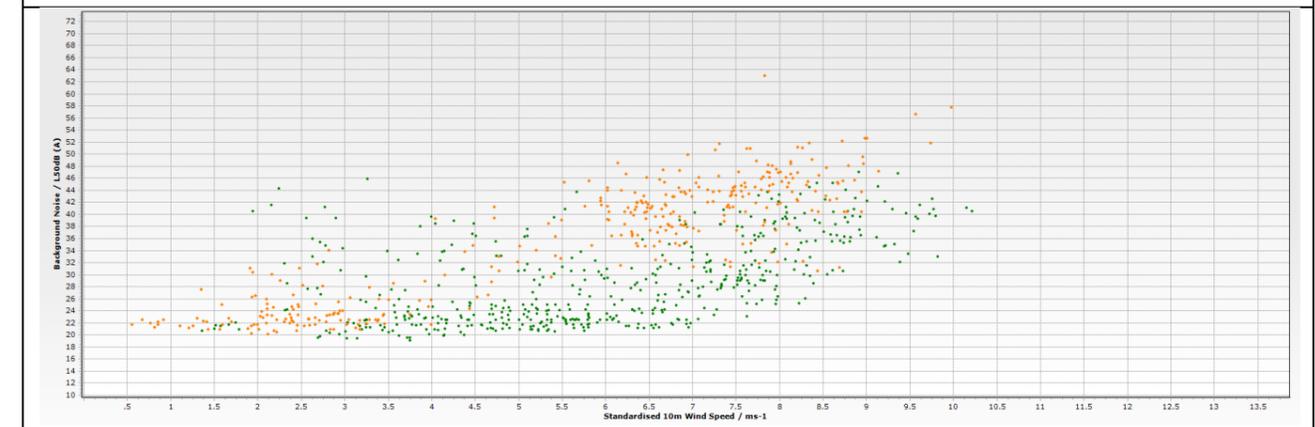


Evolution du bruit résiduel nocturne avec le vent sur site

Figure 22 : Evolution du niveau sonore résiduel en fonction de la vitesse du vent sur site, pour la ZER Fay le Noyer



Evolution du bruit résiduel diurne avec le vent sur site



Evolution du bruit résiduel nocturne avec le vent sur site

Figure 23 : Evolution du niveau sonore résiduel en fonction de la vitesse du vent sur site, pour la ZER Ferrière (En vert le secteur [315° - 135°] et en orange le secteur [135° - 315°])

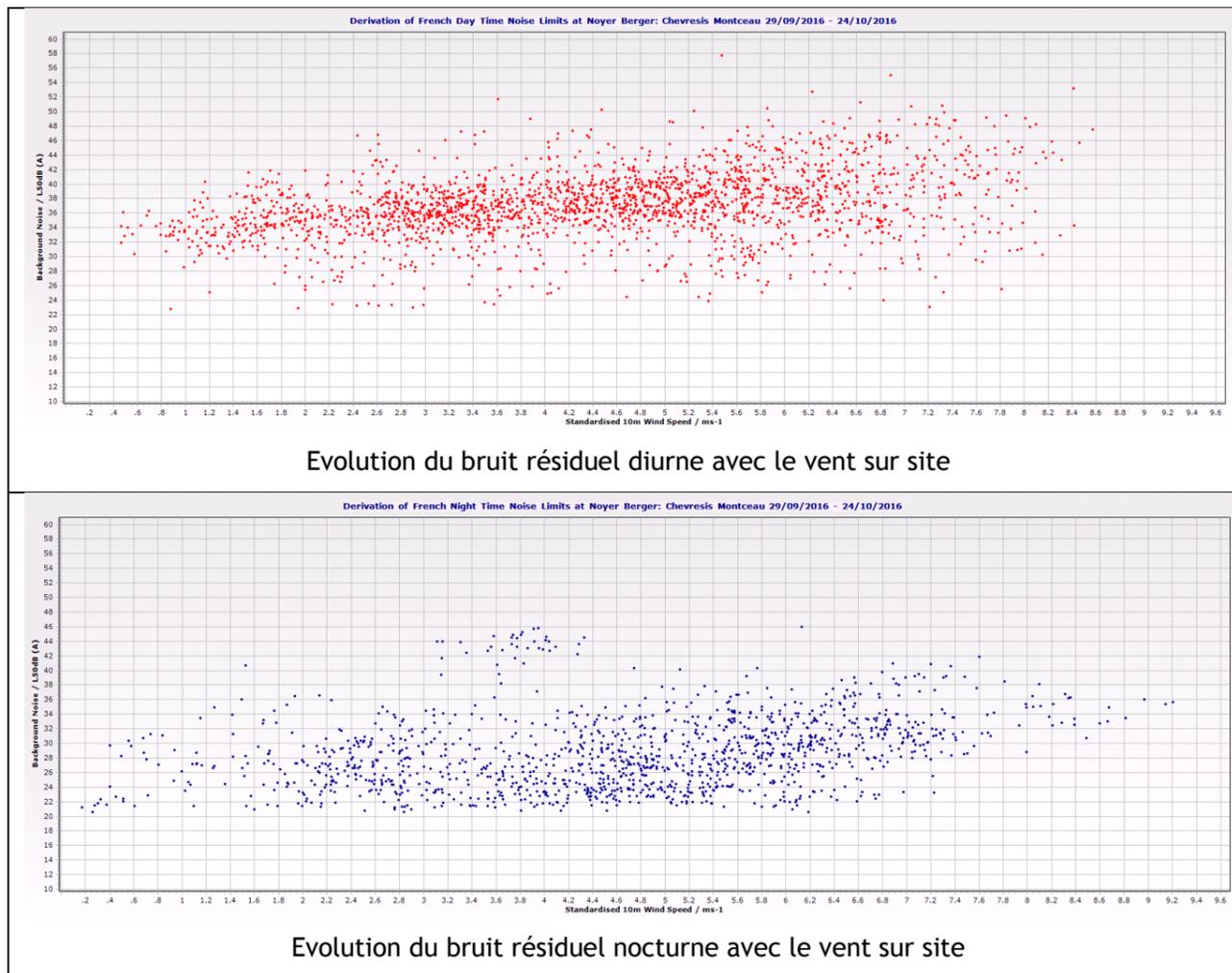


Figure 24 : Evolution du niveau sonore résiduel en fonction de la vitesse du vent sur site, pour la ZER Chevresis-Monceau, ZER Ferté Chevresis et ZER Monceau le Neuf

Annexe 4 Certificats d'émission sonore de l'éolienne retenue

Certificats d'émission sonore de l'aérogénérateur V110 mode 0 2.2MW, mode 1 et mode 2 pour les calculs de modélisation du projet Vieille Carrière

RESTRICTED

0051-0205_V02 - V110-2.2 MW 50_60Hz Performance specification.pdf downloaded from VCP by Villega Arino, Adrien on Wed Mar 23 17:12:11 CET 2016

Document no.: 0051-0205 V02
 Document owner: Platform Management
 Type: T05 - General Description
 Performance specification
 Performance
 Date: 04 December 2015
 Restricted
 Page 12 of 12

| Sound Power Level at Hub Height | | |
|-------------------------------------|--|---------------------------------------|
| Measurement standard: | IEC 61400-11 3 rd edition, 2012 | |
| Max. turbulence at 10 meter height: | 16% | |
| Inflow angle (vertical): | 0 ±2° | |
| Air density: | 1.225 kg/m ³ | |
| Wind Shear: | 0.0-0.4 (10 minute average) | |
| Wind Speed at Hub Height [m/s] | dBA (Standard blade) | dBA (with optional STE ¹) |
| 3.0 | 95.5 | 95.5 |
| 4.0 | 96.4 | 96.1 |
| 5.0 | 97.9 | 97.3 |
| 6.0 | 101.9 | 100.9 |
| 7.0 | 103.9 | 102.6 |
| 8.0 | 106.4 | 104.8 |
| 9.0 | 107.6 | 106.0 |
| 10.0 | 107.7 | 106.1 |
| 11.0 | 107.7 | 106.1 |
| 12.0 | 107.7 | 106.1 |
| 13.0 | 107.7 | 106.1 |
| 14.0 | 107.7 | 106.1 |
| 15.0 | 107.7 | 106.1 |
| 16.0 | 107.7 | 106.1 |
| 17.0 | 107.7 | 106.1 |
| 18.0 | 107.7 | 106.1 |
| 19.0 | 107.7 | 106.1 |
| 20.0 | 107.7 | 106.1 |

Table 4-9: Sound power level at hub height: V110-2.200, 2.150, 2.100 & 2.050 kW,

¹ Serrated Trailing Edge is an optional aero add-on for V110 blades



VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Certificats d'émission sonore de l'aérogénérateur Vestas V110 2.2MW, Mode 0

DMS no.: 0051-2907_04
 Issued by: Technology
 Type: T05

RESTRICTED
 V110-2.0 MW
 Third octave noise emission

Date: 2016-04-28
 Page 8 of 11

| 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 | 20.2 | 18.3 | 17.5 | 23.0 | 24.1 | 26.0 | 27.1 | 28.4 | 29.6 | 30.4 | 31.0 | 31.6 | 32.2 | 32.6 | 33.0 | 33.4 | 33.7 | 34.0 | |
| 8 Hz | 26.2 | 24.4 | 23.6 | 29.3 | 30.4 | 32.4 | 33.5 | 34.8 | 36.0 | 36.8 | 37.4 | 38.0 | 38.6 | 38.9 | 39.4 | 39.8 | 40.0 | 40.4 | |
| 10 Hz | 31.2 | 29.5 | 29.0 | 34.9 | 36.1 | 38.1 | 39.2 | 40.4 | 41.4 | 42.2 | 42.8 | 43.3 | 43.8 | 44.1 | 44.6 | 44.9 | 45.1 | 45.4 | |
| 12.5 Hz | 38.9 | 37.8 | 37.6 | 43.0 | 44.3 | 46.0 | 46.9 | 47.9 | 48.7 | 49.2 | 49.7 | 50.0 | 50.4 | 50.6 | 50.9 | 51.2 | 51.3 | 51.6 | |
| 16 Hz | 44.5 | 43.8 | 43.9 | 49.1 | 50.4 | 52.1 | 52.8 | 53.5 | 54.1 | 54.5 | 54.8 | 55.0 | 55.3 | 55.4 | 55.6 | 55.8 | 55.9 | 56.0 | |
| 20 Hz | 49.2 | 48.0 | 47.8 | 53.4 | 54.7 | 56.5 | 57.5 | 58.5 | 59.3 | 59.8 | 60.3 | 60.6 | 61.1 | 61.3 | 61.6 | 61.8 | 62.0 | 62.2 | |
| 25 Hz | 54.4 | 52.9 | 52.5 | 58.3 | 59.6 | 61.5 | 62.6 | 63.6 | 64.8 | 65.5 | 66.1 | 66.5 | 67.0 | 67.3 | 67.7 | 68.0 | 68.2 | 68.5 | |
| 31.5 Hz | 59.2 | 58.1 | 57.9 | 63.6 | 64.9 | 66.7 | 67.6 | 68.6 | 69.4 | 70.0 | 70.5 | 70.8 | 71.3 | 71.5 | 71.8 | 72.0 | 72.2 | 72.4 | |
| 40 Hz | 64.2 | 62.8 | 62.4 | 68.0 | 69.2 | 71.1 | 72.1 | 73.2 | 74.2 | 74.8 | 75.4 | 75.8 | 76.3 | 76.6 | 77.0 | 77.2 | 77.4 | 77.7 | |
| 50 Hz | 68.7 | 67.8 | 67.8 | 73.1 | 74.4 | 76.1 | 77.0 | 77.8 | 78.5 | 79.0 | 79.4 | 79.7 | 80.1 | 80.2 | 80.5 | 80.7 | 80.8 | 81.1 | |
| 63 Hz | 74.5 | 73.3 | 72.8 | 77.1 | 77.9 | 79.3 | 80.1 | 80.9 | 81.6 | 82.1 | 82.5 | 82.8 | 83.2 | 83.4 | 83.8 | 84.0 | 84.2 | 84.4 | |
| 80 Hz | 75.9 | 75.2 | 75.1 | 79.2 | 80.1 | 81.4 | 82.1 | 82.7 | 83.1 | 83.4 | 83.7 | 83.9 | 84.2 | 84.3 | 84.6 | 84.7 | 84.8 | 85.0 | |
| 100 Hz | 76.2 | 76.7 | 77.7 | 82.1 | 83.5 | 84.8 | 85.0 | 85.2 | 85.1 | 85.0 | 84.9 | 84.8 | 84.8 | 84.7 | 84.6 | 84.6 | 84.5 | 84.4 | |
| 125 Hz | 78.1 | 78.3 | 79.1 | 83.5 | 84.7 | 86.0 | 86.3 | 86.5 | 86.5 | 86.5 | 86.5 | 86.5 | 86.5 | 86.4 | 86.4 | 86.4 | 86.3 | 86.3 | |
| 160 Hz | 80.0 | 81.0 | 82.3 | 85.8 | 87.0 | 87.9 | 87.9 | 87.7 | 87.3 | 86.9 | 86.6 | 86.4 | 86.2 | 86.0 | 85.8 | 85.7 | 85.5 | 85.3 | |
| 200 Hz | 80.7 | 82.3 | 84.0 | 87.3 | 88.5 | 89.3 | 89.0 | 88.6 | 87.9 | 87.3 | 86.9 | 86.5 | 86.2 | 85.8 | 85.6 | 85.3 | 85.1 | 84.8 | |
| 250 Hz | 82.1 | 83.5 | 85.1 | 88.6 | 89.9 | 90.7 | 90.5 | 90.1 | 89.5 | 89.0 | 88.7 | 88.3 | 88.0 | 87.7 | 87.5 | 87.3 | 87.0 | 86.8 | |
| 315 Hz | 84.3 | 85.8 | 87.4 | 90.4 | 91.5 | 92.2 | 92.0 | 91.5 | 90.8 | 90.2 | 89.7 | 89.4 | 89.0 | 88.7 | 88.5 | 88.2 | 88.0 | 87.7 | |
| 400 Hz | 84.0 | 85.9 | 87.7 | 90.6 | 91.8 | 92.4 | 92.0 | 91.4 | 90.5 | 89.9 | 89.3 | 88.8 | 88.5 | 88.1 | 87.7 | 87.4 | 87.1 | 86.8 | |
| 500 Hz | 84.8 | 85.7 | 86.9 | 90.7 | 91.9 | 92.9 | 92.9 | 92.7 | 92.4 | 92.1 | 91.8 | 91.6 | 91.5 | 91.3 | 91.1 | 91.0 | 90.8 | 90.7 | |
| 630 Hz | 83.7 | 84.7 | 86.1 | 90.1 | 91.5 | 92.5 | 92.6 | 92.5 | 92.1 | 91.8 | 91.6 | 91.3 | 91.2 | 90.9 | 90.8 | 90.7 | 90.5 | 90.3 | |
| 800 Hz | 82.9 | 82.9 | 83.7 | 88.7 | 90.1 | 91.6 | 92.1 | 92.5 | 92.7 | 92.9 | 92.9 | 93.0 | 93.1 | 93.1 | 93.1 | 93.2 | 93.1 | 93.2 | |
| 1 kHz | 83.1 | 83.0 | 83.7 | 88.8 | 90.3 | 91.8 | 92.4 | 92.8 | 93.1 | 93.3 | 93.4 | 93.5 | 93.6 | 93.6 | 93.7 | 93.8 | 93.8 | 93.8 | |
| 1.25 kHz | 84.6 | 84.3 | 84.7 | 89.8 | 91.1 | 92.7 | 93.3 | 93.8 | 94.2 | 94.4 | 94.6 | 94.8 | 95.0 | 95.0 | 95.1 | 95.2 | 95.3 | 95.4 | |
| 1.6 kHz | 84.7 | 85.3 | 86.4 | 90.6 | 92.0 | 93.1 | 93.3 | 93.4 | 93.2 | 93.1 | 93.0 | 92.8 | 92.8 | 92.6 | 92.6 | 92.5 | 92.4 | 92.3 | |
| 2 kHz | 83.4 | 83.0 | 83.4 | 88.5 | 89.9 | 91.4 | 92.1 | 92.7 | 93.1 | 93.3 | 93.6 | 93.7 | 93.9 | 94.0 | 94.2 | 94.3 | 94.3 | 94.4 | |
| 2.5 kHz | 83.7 | 83.3 | 83.6 | 88.5 | 89.7 | 91.2 | 91.8 | 92.3 | 92.7 | 92.9 | 93.1 | 93.3 | 93.5 | 93.5 | 93.7 | 93.8 | 93.8 | 93.9 | |
| 3.15 kHz | 82.5 | 82.2 | 82.5 | 87.2 | 88.5 | 89.9 | 90.4 | 91.0 | 91.3 | 91.5 | 91.6 | 91.8 | 91.9 | 92.0 | 92.1 | 92.2 | 92.2 | 92.3 | |
| 4 kHz | 80.9 | 80.6 | 81.0 | 85.6 | 86.8 | 88.2 | 88.7 | 89.2 | 89.5 | 89.7 | 89.9 | 90.0 | 90.2 | 90.2 | 90.3 | 90.4 | 90.4 | 90.5 | |
| 5 kHz | 76.7 | 76.6 | 77.1 | 81.5 | 82.7 | 84.1 | 84.5 | 84.9 | 85.1 | 85.2 | 85.3 | 85.4 | 85.5 | 85.5 | 85.6 | 85.7 | 85.6 | 85.7 | |
| 6.3 kHz | 69.5 | 69.5 | 70.1 | 74.9 | 76.2 | 77.6 | 78.0 | 78.4 | 78.6 | 78.7 | 78.7 | 78.8 | 78.9 | 78.9 | 78.9 | 79.0 | 78.9 | 79.0 | |
| 8 kHz | 61.3 | 61.6 | 62.4 | 67.0 | 68.3 | 69.6 | 69.9 | 70.1 | 70.2 | 70.1 | 70.1 | 70.1 | 70.1 | 70.0 | 70.1 | 70.0 | 70.0 | 69.9 | |
| 10 kHz | 55.7 | 56.2 | 57.1 | 60.4 | 61.4 | 62.3 | 62.4 | 62.4 | 62.1 | 61.9 | 61.8 | 61.7 | 61.6 | 61.5 | 61.4 | 61.4 | 61.2 | 61.2 | |
| A-wgt | 95.3 | 95.9 | 97.0 | 101.0 | 102.3 | 103.5 | 103.7 | 103.8 | 103.8 | 103.8 | 103.8 | 103.8 | 103.8 | 103.8 | 103.8 | 103.8 | 103.8 | 103.8 | |

Table 4 Expected 1/3 octave band performance V110-2.0 MW, Mode 1 (with optional serrated trailing edge)

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Certificats d'émission sonore de l'aérogénérateur Vestas V110 2MW, Mode 1

DMS no.: 0051-2907_04
 Issued by: Technology
 Type: T05

RESTRICTED
 V110-2.0 MW
 Third octave noise emission

Date 2016-04-28
 Page 10 of 11

| 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 | 19.8 | 17.9 | 17.1 | 21.0 | 21.4 | 23.3 | 25.5 | 26.7 | 27.6 | 28.3 | 29.0 | 29.5 | 30.0 | 30.4 | 30.9 | 31.3 | 31.5 | 31.8 | | |
| 8 Hz | 25.8 | 23.9 | 23.2 | 27.3 | 27.7 | 29.6 | 31.8 | 33.0 | 33.9 | 34.6 | 35.2 | 35.7 | 36.3 | 36.7 | 37.1 | 37.5 | 37.7 | 38.0 | | |
| 10 Hz | 30.7 | 29.1 | 28.6 | 32.9 | 33.4 | 35.2 | 37.2 | 38.3 | 39.1 | 39.7 | 40.2 | 40.7 | 41.2 | 41.5 | 41.9 | 42.3 | 42.5 | 42.7 | | |
| 12.5 Hz | 38.5 | 37.3 | 37.2 | 41.0 | 41.8 | 43.2 | 44.7 | 45.5 | 46.1 | 46.5 | 46.9 | 47.3 | 47.6 | 47.9 | 48.1 | 48.4 | 48.6 | 48.7 | | |
| 16 Hz | 44.2 | 43.4 | 43.5 | 47.1 | 48.1 | 49.1 | 50.3 | 50.9 | 51.3 | 51.5 | 51.8 | 52.1 | 52.3 | 52.5 | 52.7 | 52.9 | 52.9 | 53.0 | | |
| 20 Hz | 48.7 | 47.5 | 47.4 | 51.4 | 52.2 | 53.6 | 55.1 | 56.0 | 56.6 | 57.0 | 57.5 | 57.8 | 58.2 | 58.4 | 58.7 | 59.0 | 59.1 | 59.3 | | |
| 25 Hz | 54.0 | 52.4 | 52.1 | 56.3 | 56.9 | 58.6 | 60.5 | 61.5 | 62.3 | 62.8 | 63.4 | 63.8 | 64.3 | 64.6 | 64.9 | 65.3 | 65.5 | 65.7 | | |
| 31.5 Hz | 58.8 | 57.6 | 57.5 | 61.5 | 62.3 | 63.7 | 65.3 | 66.1 | 66.7 | 67.2 | 67.6 | 68.0 | 68.3 | 68.6 | 68.8 | 69.1 | 69.3 | 69.4 | | |
| 40 Hz | 63.8 | 62.3 | 62.0 | 66.0 | 66.6 | 68.2 | 70.0 | 71.0 | 71.8 | 72.3 | 72.8 | 73.2 | 73.7 | 74.0 | 74.3 | 74.6 | 74.8 | 75.0 | | |
| 50 Hz | 68.4 | 67.4 | 67.3 | 71.1 | 72.0 | 73.2 | 74.6 | 75.3 | 75.8 | 76.2 | 76.6 | 76.9 | 77.2 | 77.4 | 77.6 | 77.9 | 78.0 | 78.1 | | |
| 63 Hz | 74.2 | 73.0 | 72.5 | 75.2 | 75.6 | 76.9 | 78.4 | 79.3 | 79.9 | 80.3 | 80.8 | 81.1 | 81.5 | 81.7 | 82.0 | 82.3 | 82.4 | 82.6 | | |
| 80 Hz | 75.7 | 74.9 | 74.7 | 77.3 | 77.9 | 78.9 | 80.0 | 80.6 | 81.0 | 81.3 | 81.6 | 81.9 | 82.1 | 82.3 | 82.5 | 82.6 | 82.7 | 82.8 | | |
| 100 Hz | 75.9 | 76.3 | 77.2 | 80.2 | 81.5 | 81.8 | 81.8 | 81.7 | 81.6 | 81.5 | 81.4 | 81.4 | 81.3 | 81.2 | 81.2 | 81.1 | 81.0 | 81.0 | | |
| 125 Hz | 77.8 | 78.0 | 78.7 | 81.5 | 82.8 | 83.1 | 83.3 | 83.4 | 83.4 | 83.3 | 83.3 | 83.3 | 83.3 | 83.3 | 83.3 | 83.3 | 83.2 | 83.2 | | |
| 160 Hz | 79.9 | 80.8 | 81.9 | 83.9 | 85.3 | 85.1 | 84.6 | 84.2 | 83.9 | 83.6 | 83.4 | 83.2 | 83.0 | 82.8 | 82.7 | 82.5 | 82.3 | 82.2 | | |
| 200 Hz | 80.7 | 82.1 | 83.6 | 85.4 | 87.0 | 86.4 | 85.5 | 84.7 | 84.2 | 83.8 | 83.4 | 83.0 | 82.7 | 82.4 | 82.1 | 81.9 | 81.6 | 81.4 | | |
| 250 Hz | 82.0 | 83.4 | 84.7 | 86.7 | 88.3 | 87.8 | 87.0 | 86.4 | 85.9 | 85.5 | 85.1 | 84.8 | 84.6 | 84.3 | 84.1 | 83.8 | 83.6 | 83.4 | | |
| 315 Hz | 84.3 | 85.7 | 87.0 | 88.5 | 90.1 | 89.4 | 88.5 | 87.8 | 87.3 | 86.9 | 86.5 | 86.2 | 85.9 | 85.6 | 85.3 | 85.0 | 84.8 | 84.6 | | |
| 400 Hz | 84.0 | 85.7 | 87.3 | 88.7 | 90.4 | 89.6 | 88.4 | 87.5 | 86.9 | 86.3 | 85.9 | 85.4 | 85.0 | 84.7 | 84.4 | 84.0 | 83.8 | 83.5 | | |
| 500 Hz | 84.6 | 85.5 | 86.5 | 88.7 | 90.2 | 90.0 | 89.6 | 89.3 | 89.0 | 88.8 | 88.6 | 88.4 | 88.2 | 88.1 | 87.9 | 87.8 | 87.6 | 87.5 | | |
| 630 Hz | 83.6 | 84.5 | 85.7 | 88.2 | 89.7 | 89.5 | 89.1 | 88.7 | 88.5 | 88.2 | 88.0 | 87.8 | 87.6 | 87.4 | 87.3 | 87.1 | 86.9 | 86.8 | | |
| 800 Hz | 82.6 | 82.6 | 83.2 | 86.7 | 88.0 | 88.6 | 89.0 | 89.2 | 89.3 | 89.4 | 89.5 | 89.5 | 89.6 | 89.6 | 89.6 | 89.7 | 89.7 | 89.6 | | |
| 1 kHz | 82.8 | 82.6 | 83.2 | 86.8 | 88.1 | 88.7 | 89.3 | 89.6 | 89.8 | 89.8 | 90.0 | 90.0 | 90.1 | 90.2 | 90.2 | 90.3 | 90.3 | 90.3 | | |
| 1.25 kHz | 84.3 | 83.9 | 84.3 | 87.8 | 88.9 | 89.7 | 90.5 | 90.8 | 91.1 | 91.3 | 91.4 | 91.6 | 91.7 | 91.8 | 91.9 | 92.0 | 92.1 | 92.1 | | |
| 1.6 kHz | 84.5 | 85.1 | 86.0 | 88.7 | 90.1 | 90.2 | 90.1 | 89.9 | 89.8 | 89.7 | 89.6 | 89.5 | 89.4 | 89.3 | 89.2 | 89.1 | 89.0 | 88.9 | | |
| 2 kHz | 83.1 | 82.6 | 82.9 | 86.5 | 87.6 | 88.4 | 89.3 | 89.7 | 90.0 | 90.2 | 90.4 | 90.6 | 90.7 | 90.8 | 91.0 | 91.1 | 91.1 | 91.2 | | |
| 2.5 kHz | 83.4 | 82.9 | 83.2 | 86.5 | 87.5 | 88.3 | 89.1 | 89.5 | 89.8 | 90.0 | 90.2 | 90.3 | 90.5 | 90.6 | 90.7 | 90.8 | 90.9 | 90.9 | | |
| 3.15 kHz | 82.2 | 81.8 | 82.1 | 85.3 | 86.3 | 87.0 | 87.8 | 88.2 | 88.4 | 88.5 | 88.7 | 88.9 | 89.0 | 89.1 | 89.2 | 89.3 | 89.3 | 89.3 | | |
| 4 kHz | 80.6 | 80.3 | 80.6 | 83.6 | 84.6 | 85.4 | 86.1 | 86.5 | 86.7 | 86.9 | 87.0 | 87.2 | 87.3 | 87.4 | 87.5 | 87.6 | 87.6 | 87.6 | | |
| 5 kHz | 76.4 | 76.2 | 76.6 | 79.6 | 80.6 | 81.2 | 81.8 | 82.1 | 82.2 | 82.3 | 82.4 | 82.5 | 82.6 | 82.6 | 82.7 | 82.8 | 82.8 | 82.8 | | |
| 6.3 kHz | 69.2 | 69.1 | 69.7 | 72.9 | 74.1 | 74.6 | 75.1 | 75.3 | 75.4 | 75.4 | 75.5 | 75.6 | 75.6 | 75.7 | 75.7 | 75.7 | 75.7 | 75.7 | | |
| 8 kHz | 61.1 | 61.3 | 62.0 | 65.0 | 66.3 | 66.6 | 66.8 | 66.9 | 66.9 | 66.8 | 66.8 | 66.8 | 66.8 | 66.8 | 66.7 | 66.7 | 66.7 | 66.6 | | |
| 10 kHz | 55.6 | 56.0 | 56.7 | 58.5 | 59.6 | 59.7 | 59.6 | 59.5 | 59.4 | 59.3 | 59.2 | 59.1 | 59.0 | 58.9 | 58.9 | 58.8 | 58.7 | 58.6 | | |
| A-wgt | 95.1 | 95.6 | 96.6 | 99.1 | 100.5 | 100.6 | 100.6 | 100.6 | 100.6 | 100.6 | 100.6 | 100.6 | 100.6 | 100.6 | 100.6 | 100.6 | 100.6 | 100.6 | | |

Table 6 Expected 1/3 octave band performance V110-2.0 MW, Mode 2 (with optional serrated trailing edge)

Vestas Wind Systems A/S · Hedeager 42 · 8200 Aarhus N · Denmark · www.vestas.com

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Certificats d'émission sonore de l'aérogénérateur Vestas V110 2MW, Mode 2 « 103.0dB »

Original Instruction: T05 0051-2907 VER 04

T05 0051-2907 Ver 04 - Approved - Exported from DMS: 2016-05-30 by SASOU

13.6 ANNEXE 6 : DEVIS POUR LA MISE EN ŒUVRE DE LA MESURE M14 BIS : PLANTATION DE HAIES



ATELIER AGRICULTURE AVESNOIS THIERACHE

43 rue du Général de Gaulle
02260 LA CAPELLE
tél. : 03 23 97 17 16 – Fax : 03 23 97 17 36
courriel : aat@wanadoo.fr

MESURE DE REDUCTION
PLANTATION DE HAIES SUR LE PROJET DE VIEILLE CARRIERE

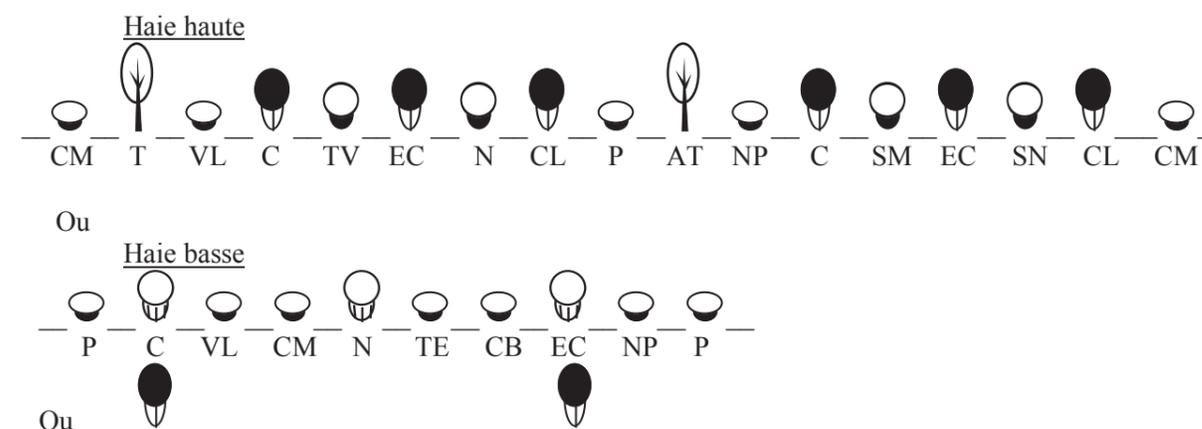
Pour la mesure de réduction sur le projet de Vieille Carrière :

- Rencontre avec les propriétaires pour définir les projets de plantation selon les emplacements définis par ECOSPHERE et les objectifs des haies en fonction de chaque personne après la visite sur le terrain.
- Réalisation d'un dossier par propriétaire pour les plans de plantation avec un schéma adapté en fonction de la typologie de la haie retenue, des essences adaptées au caractéristique du sol.

Légende



Distance de plantation : 1 mètre



Les essences sont adaptées à la région (voir Liste jointe), au sol et les plantations sont réalisées sur paillage biodégradable.

- Réalisation des plantations par la Pépinière ST-MARTIN à CUIRY-LES-IVIERS
- Plantation d'environ 1 000 m
- Suivi des plantations sur les années N+1 et N+2
- Conseil sur l'entretien des plantations pour les années suivantes.
- Réalisation d'un dossier photographique.

Listes des essences

| Essences arborescentes | |
|--|--------------------------------------|
| Alisier torminal | <i>Sorbus torminalis</i> |
| Aulne glutineux | <i>Alnus glutinosa</i> |
| Aulne blanc et aulne à feuille en cœur | <i>Alnus incana et Alnus cordata</i> |
| Bouleau pubescent | <i>Betula pubescens</i> |
| Bouleau verruqueux | <i>Betula pendula</i> |
| Cerisier Sainte Lucie | <i>Prunus malaheb</i> |
| Charme commun | <i>Carpinus betulus</i> |
| Châtaignier | <i>Castanea sativa</i> |
| Chêne pubescent | <i>Quercus pubescens</i> |
| Chêne pédonculé | <i>Quercus robur</i> |
| Chêne sessile | <i>Quercus petraea</i> |
| Cormier | <i>Sorbus domestica</i> |
| Erable champêtre | <i>Acer campestre</i> |
| Erable plane | <i>Acer platanoides</i> |
| Erable sycomore | <i>Acer pseudoplatanus</i> |
| Hêtre | <i>Fagus sylvatica</i> |
| Marronnier | <i>Aesculus hippocastanum L.</i> |
| Merisier | <i>Prunus avium</i> |
| Noyer noir | <i>Juglans nigra</i> |
| Noyer commun | <i>Juglans regia</i> |
| Noyer hybride | |
| Orme Lutèce | <i>Ulmus lutece</i> |
| Poirier commun | <i>Pyrus communis</i> |
| Pommier commun | <i>Malus sylvestris</i> |
| Les fruitiers greffés (et notamment pommiers) | |
| Robinier faux acacia | <i>Robinia pseudoacacia</i> |
| Saule Blanc | <i>Salix alba</i> |
| Saule des Vanniers | <i>Salix viminalis</i> |
| Sorbier des oiseleurs | <i>Sorbus aucuparia</i> |
| Tilleul à petites feuilles | <i>Tilia cordata</i> |
| Tilleul à grandes feuilles | <i>Tilia platyphyllos</i> |
| Essences arbustives complémentaires (intérêt comme bourrage et pour la biodiversité) | |
| Aubépine à deux styles | <i>Crataegus laevigata</i> |
| Aubépine monogyne | <i>Crataegus monogyna</i> |
| Bourdaie | <i>Frangula alnus</i> |
| Camérisier à balai | <i>Lonicera xylosteum</i> |
| Cornouiller sanguin | <i>Cornus sanguineum</i> |
| Cornouiller mâle | <i>Cornus mas</i> |
| Fusain d'Europe | <i>Euonymus europaeus</i> |
| Lilas | <i>Syringa vulgaris</i> |
| Nerprun Purgatif | <i>Rhamnus cathartica</i> |
| Noisetier commun | <i>Corylus avellana</i> |
| Prunellier | <i>Prunus spinosa</i> |
| Sureau noir | <i>Sambucus nigra</i> |
| Troène vulgaire | <i>Ligustrum vulgare</i> |
| Viorne lantane | <i>Viburnum lantana</i> |
| Viorne obier | <i>Viburnum opulus</i> |

PRE DEVIS DE PLANTATION
Approche financière sur la base des tarifs de 2017

RES S.A.S.
330 RUE DU MOURELET
ZONE INDUSTRIEL DU COURTINE
84000 AVIGNON

La Capelle, le 15 novembre 2017

| NOMS | Qté | * | PRIX | TOTAL |
|---|---------|---|------------|-------------------|
| Conseil et Prestation | | | | |
| Paillage Copeaux 1 m * 7 cm | 1000 m | * | 2,43 € = | 2 430,00 € |
| Gaine dissuasion verte 14*60 | 1003 u | * | 0,21 € = | 210,63 € |
| Tuteur bambou ht 90 6/8 par 100 | 20,06 u | * | 12,05 € = | 241,72 € |
| Plantation de haie bocagère et mise en place du paillage | 1000 m | * | 1,99 € = | 1 990,00 € |
| Rencontre - Conseil et suivi de la plantation N+1 et N +2 | 4 J | * | 350,00 € = | 1 400,00 € |
| Plantation des haies | | | | |
| Essence d'arbres et arbustes selon liste | 1003 pl | * | 1,20 € = | 1 203,60 € |
| | | | Total HT | 7 475,95 € |
| TVA à 10 % | HT | | 3 633,60 € | 363,36 € |
| TVA à 20 % | HT | | 3 842,35 € | 768,47 € |
| TOTAL TTC | | | | 8 607,78 € |



EOLE-RES S.A.
330 rue du Mourelet - ZI de Courtine
84000 Avignon
Tél. 04 32 76 03 00 Fax. 04 32 76 03 01
info.france@res-group.com

