

## ANNEXE 3.5 : ETUDE ACOUSTIQUE ET SES ANNEXES

---

Cette étude a été réalisée par la société ACAPELLA

### ANNEXE 3.5.1 : ETUDE ACOUSTIQUE

---

30 pages

## Étude d'impact sonore

---

PARC ÉOLIEN  
Ostwind International

---

SEPE La Croix Florent  
Flixecourt (80)

---

4 éoliennes

DOSSIER N°16-16-60-0870 / Juin 2017

Sommaire.....	2
Préambule.....	3
Glossaire.....	4
<b>1. Généralités.....</b>	<b>5</b>
1.1 Réglementation applicable – Arrêté du 26 août 2011.....	5
1.2 Circulaire du 29 août 2011.....	5
1.3 Norme applicable - NFS 31-114.....	6
1.4 Enjeux des études d'impact sonore de parcs éoliens.....	7
1.4.1 Problématiques liées aux études d'impact de parcs éoliens.....	7
1.4.2 Seuil d'application de la réglementation et niveau de bruit ambiant.....	7
1.4.3 Problématiques liées à la limite de propriété.....	7
1.4.4 Régime transitoire.....	10
1.4.5 Tonalités marquées.....	10
1.4.6 Incertitudes.....	10
1.4.7 Perception, gêne et réglementation.....	11
1.4.8 Choix des positions des points.....	11
1.4.9 Réalisation des mesures de bruit résiduels.....	12
1.4.10 Variabilité du résiduel.....	12
1.4.11 Choix au niveau de l'étude.....	12
1.4.12 Modélisation et calculs prévisionnels.....	13
1.4.13 Risques d'effet du cumul de parc.....	13
1.4.14 Étude des moyens compensatoires.....	13
1.5 Méthodologie.....	14
1.5.1 Introduction.....	14
1.5.2 Présentation des résultats dans l'étude.....	14
1.5.3 Présentation des résultats en annexe.....	15
<b>2. Contexte du projet et caractérisation de l'état initial.....</b>	<b>17</b>
2.1 Présentation du projet.....	17
2.1.1 Effet de cumul de projets.....	17
2.1.2 Données d'entrée.....	17
2.1.3 Conditions extérieures.....	20
2.1.4 Mesures de vent.....	20
2.2 Données constructeurs – méthode d'extrapolation.....	20
2.3 Caractérisation de l'état existant.....	22
2.3.1 Périodes de mesurage.....	22
2.3.2 Emplacements des points de mesure.....	22
2.3.3 Carte d'implantation des points de mesure de bruit résiduel.....	23
2.3.4 Matériel utilisé.....	24
2.3.5 Conditions météorologiques.....	24
2.3.6 Traitement normatif des mesures.....	24
<b>3. Analyse des impacts.....</b>	<b>25</b>
3.1 Analyse des impacts point par point.....	25
3.1.1 Avant-propos.....	25
3.1.2 Point 1 – Bettencourt-Saint-Ouen.....	25
3.1.3 Point 2 – Ferme du Moulin Basile.....	27
3.1.4 Point 3 – Ferme de Saint-Accart.....	28
3.2 Analyse des impacts cumulés.....	29
<b>4. Plan de fonctionnement et moyens compensatoires.....</b>	<b>30</b>
<b>5. Conclusion.....</b>	<b>30</b>

## PRÉAMBULE

Ce document a pour objet le compte rendu de l'étude d'impact acoustique dans l'environnement de la SEPE La Croix Florent située globalement entre les communes de Flixecourt, Vignacourt et Bettencourt-Saint-Ouen (80) et développé par la société Ostwind.

Le parc éolien étudié dans ce rapport comporte 4 éoliennes de marque VESTAS type V112 3,0 MW (112 m de diamètre de rotor, 3,0MW de puissance nominale et 94 m de hauteur au moyeu). Les éoliennes sont implantées à plus de 750m de toute habitation en zone rurale. Nous allons étudier dans ce rapport les risques de dépassement d'émergence réglementaire au niveau des logements les plus sensibles autour du projet.

Ce document contient 30 feuilles numérotées + Annexes.

Document rédigé par Rémi VANLAECKE

Voici quelques définitions de termes techniques acoustiques souvent employés dans ce document :

## **Bruit ambiant**

Bruit total existant dans une situation donnée pendant un intervalle de temps donné. Il est composé de l'ensemble des bruits émis par toutes les sources proches ou éloignées. C'est donc le niveau de bruit continu équivalent mesuré sur la période d'apparition du bruit. Ici, il représentera tous les bruits y compris celui des éoliennes du projet étudié.

## **Bruit particulier**

Composante du bruit ambiant qui peut-être identifiée spécifiquement et que l'on désire distinguer de l'ensemble des bruits émis par toutes les sources proches ou éloignées. Ici, il représentera le bruit spécifique des éoliennes du projet.

## **Bruit résiduel**

Il s'agit du bruit ambiant sans le bruit particulier. C'est le niveau de bruit continu équivalent mesuré sur la même période en l'absence du bruit particulier. Il représentera ici tous les bruits existants sans les éoliennes du projet. Le bruit résiduel contiendra potentiellement ici le bruit généré par les machines existantes en fonction de leur impact réel sur la zone

## **Émergence**

L'émergence est la modification du niveau de bruit ambiant induite par l'apparition ou la disparition d'un bruit particulier. Cette modification porte ici sur le niveau global. C'est la différence arithmétique entre le niveau de bruit ambiant et le niveau de bruit résiduel et donc ici la différence entre le bruit, avec éoliennes comprises, moins le bruit sans les éoliennes du projet.

## **Niveau continu équivalent pondéré A ( $L_{Aeq}$ )**

Le  $L_{Aeq}$  sur un intervalle de temps donné, correspond à un niveau fictif qui serait constant sur toute la durée de la mesure et qui contiendrait la même énergie sonore que le niveau fluctuant réellement observé.

L'unité du niveau ainsi défini est le décibel pondéré A noté dB(A).

## **dB(A)**

Le dB(A) correspond au niveau physiologique perçu. Le spectre de fréquence est ainsi corrigé de la pondération de l'oreille (pondération A). Le dB, lui, correspond à ce qui est physiquement émis.

## **L50 et L90**

Les indices L50 et L90 représentent les niveaux dépassés pendant 50 ou 90% du temps de la mesure. Ils sont plus représentatifs du bruit de fond et limitent l'influence des événements acoustiques bruyants de courtes durées ayant une forte influence sur les niveaux en Leq. Ces indices sont intéressants pour l'analyse car ils représentent assez bien la situation acoustique initiale dans ce type de secteur plutôt calme. Ils peuvent cependant supprimer des sources de bruit faisant partie intégrante de la situation acoustique. Ces indices peuvent

être de bons indicateurs pour caractériser le bruit émis par des sources aux niveaux plutôt stables.

### **Z.E.R. (Zones à Émergences Réglementées)**

Zones de logements proches de sources de bruit I.C.P.E où des émergences limites réglementaires doivent être respectées. Ces Z.E.R. sont les zones sensibles de logements pour les impacts sonores d'un parc éolien.

# 1. GÉNÉRALITÉS

## 1.1 Réglementation applicable – Arrêté du 26 août 2011

Jusqu'au 31 décembre 2011 les émissions sonores des parcs éoliens étaient soumises à la réglementation des bruits de voisinage (arrêté du 5 décembre 2006) qui reposait sur l'évaluation de l'émergence chez le voisin du bruit particulier et qui est lié à la norme NF-S 31-010.

A partir du 1er janvier 2012, les émissions sonores des parcs éoliens sont soumises à la réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (établi notamment par les arrêtés du 23 août 2011 (2011-984) et celui du 26 août 2011 notamment la section 6 de l'arrêté) qui repose sur l'évaluation de l'émergence chez le voisin. Les critères ci-dessous proviennent de l'arrêté du 26 août 2011.

Il s'agit bien d'une réglementation destinée au contrôle de fonctionnement des parcs. L'infraction n'est pas constituée lorsque :

- le bruit ambiant en présence du bruit particulier incriminé a un L50 inférieur à 35 dB(A) chez le riverain considéré
- pour un bruit ambiant avec un L50 supérieur à 35 dB(A) chez le riverain, l'émergence du bruit incriminé est inférieure aux valeurs suivantes : 5 dB(A) pour la période de jour (7h – 22h), 3 dB(A) pour la période nuit (22h – 7h).

Une correction sur les émergences limites est prévue pour les bruits de faible durée d'apparition. Les valeurs d'émergence limites par périodes (5dB(A) ou 3dB(A) mentionnées ci-dessus), peuvent être augmentées en fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit de l'installation, de :

- 3 dB(A) pour une durée supérieure à 20 minutes et inférieure ou égale à 2h
- 2 dB(A) pour une durée supérieure à 2h et inférieure ou égale à 4h
- 1 dB(A) pour une durée supérieure à 4h et inférieure ou égale à 8h
- 0 dB(A) pour une durée supérieure à 8h

La réglementation I.C.P.E. applicable ne reprend pas les spécifications de l'arrêté du 5 décembre 2006 (bruit de voisinage) concernant les émergences en fréquence à l'intérieur des logements.

Par contre, elle intègre une notion de niveau maximum en « limite de propriété » dans le périmètre d'installation défini dans le texte qui ne doit pas dépasser 70dB(A) de jour et 60 dB(A) de nuit.

## 1.2 Circulaire du 29 août 2011

### **Circulaire du 29 août 2011 relative aux conséquences et orientations du classement des éoliennes dans le régime des installations classées :**

*« L'entrée dans le régime des installations classées ouvre néanmoins des possibilités d'allègement sur ces points des dossiers administratifs qui vous sont remis. Si l'étude d'impact devra toujours traiter de cette question, vous pourrez solliciter moins de démonstrations, de modélisations et d'expertises sur la capacité du pétitionnaire à tenir les objectifs d'émergence sonore affichés dans cette étude d'impact (et fixés par ailleurs dans les arrêtés ministériels). La police des installations classées permettra en effet de procéder, lorsque cela sera opportun, à des mesures de bruit lors du fonctionnement des aérogénérateurs et de prononcer des sanctions administratives, pouvant aller jusqu'à la suspension des installations, si ces mesures montrent que les dispositions prescrites ne sont pas tenues. Il convient de préciser ici,*

*sur un plan technique, que les arrêtés ministériels s'appuient désormais sur les travaux de normalisation récents s'agissant de la mesure du bruit généré par les éoliennes. Une version quasi-finalisée de norme a ainsi été publiée en juillet 2011, c'est elle qui est retenue par les textes. Lorsque cette norme sera complètement finalisée et publiée, elle aura vocation à se substituer à la version temporaire de juillet 2011. »*

A l'heure actuelle cette norme n'est pas encore validée par conséquent nous appliquons dans le cadre de cette étude la norme NFS 31-114 dans sa version de Juillet 2011.

### **1.3 Norme applicable - NFS 31-114**

D'un point de vue métrologique, l'arrêté se réfère au projet de norme de mesurage du bruit dans l'environnement avec et sans activité éolienne (NF-S 31-114) dans sa version de juillet 2011.

La norme définitive devrait être publiée au plus tôt courant 2016 selon le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement.

La norme vise notamment à fixer la méthode de détermination des niveaux de bruit résiduel et de bruit ambiant en fonction des vitesses de vent.

La hauteur de référence pour la vitesse du vent est fixée à 10m.

L'objectif des mesures est d'extraire des couples de données « vitesses de vent à 10m / niveaux de bruit ». Ces données sont à intégrer sur des intervalles de base dont la durée est fixée à 10 minutes et à trier par classes de vent à partir de 3-4m/s.

Par exemple, la classe de vent 4 m/s comprendra les niveaux de bruit intégrés sur 10 minutes pour les vitesses de vent comprises entre 3,5 et 4,5 m/s à 10m. La classe de vent 5 m/s sera entre 4,5 et 5,5 m/s etc...

L'analyse selon la réglementation se fait donc par rapport aux médianes des niveaux en L50, indice retenu dans le projet de norme NFS 31-114 dans sa version de juillet 2011 et correspondant au niveau de pression continu équivalent dépassé pendant 50% du temps de la période de base de 10 minutes.

Le L50 permet de limiter l'influence des événements de courte durée et de niveau sonore important (passage de véhicule en proximité par exemple, aboiement de chien...).

Pour les contrôles réglementaires, la norme prévoit la nécessité qu'il y ait au moins 10 valeurs de niveaux de bruit par classe de vent.



## 1.4 Enjeux des études d'impact sonore de parcs éoliens

### 1.4.1 Problématiques liées aux études d'impact de parcs éoliens

Une spécificité importante de l'activité éolienne est liée à une dépendance importante des phénomènes extérieurs et notamment le vent.

En effet, le vent influe non seulement sur la production des machines donc sur le niveau sonore qu'elles émettent mais aussi sur le bruit résiduel (bruit dans la nature) et sur le bruit ambiant (influence du vent portant ou non).

Le vent peut aussi faire varier la durée de fonctionnement des machines (une machine démarre généralement vers 3-4 m/s).

D'autres facteurs influent également tels que l'activité humaine, la saison, l'heure dans la journée, le bruit des animaux et les oiseaux notamment.

Ces variations continues de l'environnement extérieur mais aussi de l'activité éolienne en elle-même, induisent une difficulté de prise en compte de l'ensemble de ces facteurs.

Néanmoins, nous nous efforçons de prendre en compte dans la mesure du possible, ces paramètres qu'il est nécessaire de simplifier dans la suite de cette étude.

### 1.4.2 Seuil d'application de la réglementation et niveau de bruit ambiant

Il existe des conditions pour lesquelles les niveaux de bruit ambiant calculés sont inférieurs à 35dB(A). Il s'agit du seuil au dessus duquel, les émergences admissibles peuvent être définies.

Dans le cas où le bruit ambiant est inférieur à 35dB(A) (généralement de nuit par vent faible dans des secteurs particulièrement calmes), il n'y aurait alors pas infraction au sens réglementaire quelles que soient les émergences même importantes.

### 1.4.3 Problématiques liées à la limite de propriété

Le respect de la réglementation induit des niveaux de bruit ambiant maximum « en limite de propriété » qui diffèrent selon la période : 70 dB(A) maximum de jour et 60 dB(A) maximum de nuit. Cette définition de la limite de propriété est toute relative et la méthode de calcul est spécifiée dans la norme.

Au niveau de l'étude d'impact, le niveau en limite de propriété nécessite de connaître non seulement le bruit de la ou les machine(s) mais aussi le bruit résiduel à long terme dans l'environnement, en tous points sur le périmètre complet de limite de propriété de chaque machine, soit une infinité de points au niveau desquels les niveaux résiduels sont potentiellement différents. Il est alors strictement impossible de calculer les niveaux de bruit ambiant en limite de propriété.

Toutefois, l'impact des machines actuelles aux distances définies par la norme permet d'affirmer qu'en fonctionnement normal, le niveau induit est inférieur aux niveaux maximums réglementaires.

Ainsi pour obtenir un dépassement des niveaux limites, il faudrait que le bruit résiduel soit lui même supérieur à cette limite. Le dépassement constaté ne serait donc pas imputable au fonctionnement des machines (à l'instar des machines proches d'industries ou d'autoroutes, ...) mais lié aux niveaux de bruit résiduel.

Les niveaux en limite de propriété feront l'objet de mesure de réception en des points particuliers qui seront à définir (puisqu'il existe une infinité de point en limite de propriété).

L'illustration suivante est une visualisation d'un calcul réalisé sur le logiciel de modélisation acoustique CadnaA qui vise à illustrer la propagation du bruit autour d'une éolienne.

Une éolienne est placée au centre d'un terrain plat, la machine étant de type classique de 80 m de haut, pour son niveau de puissance acoustique maximum (à hauteur de moyeu) de 102 dB(A). La distance calculée de « limite de propriété » est de 143 m à partir du pied des

machines [1,2 x (80m (hauteur de mât) + 41m (demi-rotor)] pour un niveau sonore de 47 dB(A) en ce point (à 1,5 m du sol).

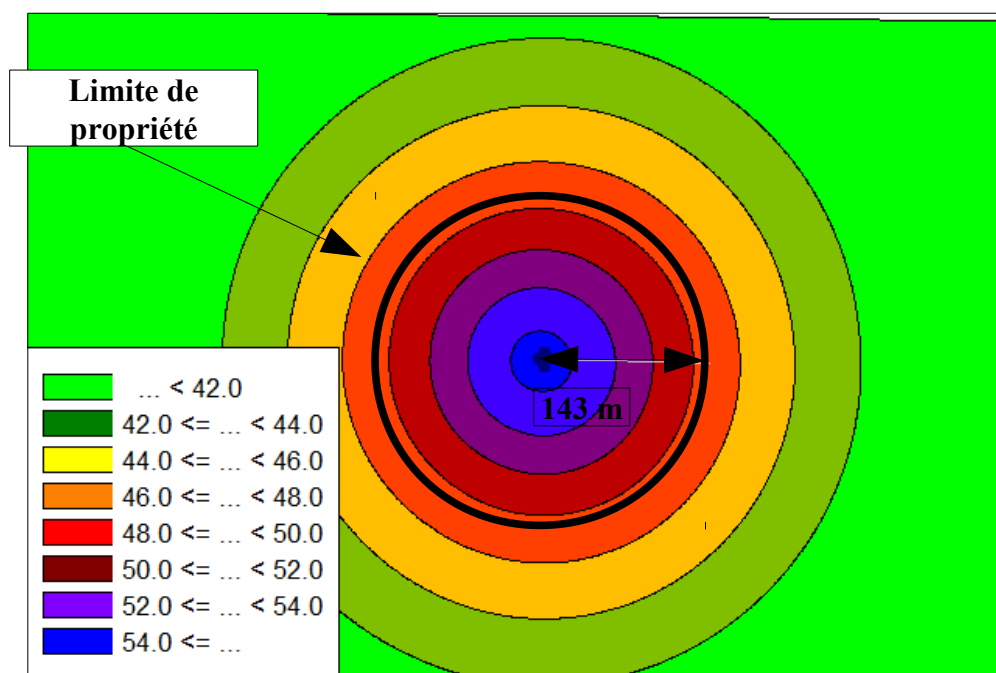


Illustration 1: Représentation de la propagation du son autour d'une éolienne et de sa limite de propriété

Enfin, pour compléter notre explication, le tableau ci-dessous indique des niveaux de bruit ambiant en limite de propriété pour l'éolienne type (80m de haut, niveau sonore en limite de propriété de 47 dB(A)) sur la base d'hypothèses de bruit résiduel. Les niveaux sont indiqués en dB(A).

Niveaux de bruit résiduel	Contribution maximale de la machine en limite de propriété (141 m)	Niveau de bruit ambiant en limite de propriété	Dépassement jour	Dépassement nuit
0	47	47	non	non
5	47	47	non	non
10	47	47	non	non
15	47	47	non	non
20	47	47	non	non
25	47	47	non	non
30	47	47	non	non
35	47	47	non	non
40	47	48	non	non
45	47	49	non	non
50	47	52	non	non
55	47	56	non	non
60	47	60	non	oui
65	47	65	non	oui
70	47	70	oui	oui
75	47	75	oui	oui
80	47	80	oui	oui
85	47	85	oui	oui
90	47	90	oui	oui

Lorsque le niveau de bruit résiduel est inférieur mais très proche de la valeur limite de jour ou de nuit, l'ajout du bruit de la machine peut induire un dépassement. Néanmoins, la part

du bruit induit par la machine dans ce niveau ambiant serait minime et ce dépassement est lié quasi exclusivement au bruit résiduel.

#### 1.4.4 Régime transitoire

Le fonctionnement des machines étant lié à la présence de vent (vitesse et orientation), il peut arriver que les machines ne tournent pas continuellement au cours de la journée. En cas de contrôle de mesure, la norme prévoit l'application d'un terme correctif en fonction de la durée de fonctionnement des machines.

Cependant, dans le cadre de cette étude d'impact, les variables que sont la durée et le régime de fonctionnement des éoliennes sont difficilement évaluables. En effet, le fonctionnement et la vitesse de rotation et donc les niveaux de bruit émis par l'éolienne peuvent varier significativement d'heure en heure voir de minute en minute du fait de la variabilité des vitesses de vent. C'est pourquoi, de manière restrictive, nous considérons que le parc fonctionne de manière constante et donc sans intermittence : le terme correctif n'est pas intégré dans les valeurs limites réglementaires.

Il faudra alors intégrer en phase de contrôle du parc ce terme correctif dans les émergences admissibles, correspondant à la durée réelle d'apparition du bruit.

#### 1.4.5 Tonalités marquées

Les tonalités marquées sont à analyser sur la base d'une mesure réalisée en 1/3 d'octave afin de mettre en évidence la prépondérance d'une composante fréquentielle du bruit des machines.

Plusieurs éléments rendent l'évaluation des tonalités marquées impossible au stade de l'étude d'impact où nous calculons les contributions sonores des machines :

- les constructeurs ne disposent que très rarement de résultats en bande de 1/3 d'octaves et ne s'engagent pas sur les résultats lorsqu'ils peuvent les fournir
- la norme de calcul des contributions (ISO 9613) présente les données d'absorption de l'air (dB/km) en bande d'octave et non en bande de 1/3 d'octave. Ce paramètre étant le plus influent sur les résultats au point de réception, il est impossible de réaliser des calculs en bande de 1/3 d'octave sans données normatives validées et applicables d'atténuation du niveau avec la distance en 1/3 d'octave.
- le bruit émis par toutes les éoliennes sur lesquelles nous avons travaillé (Siemens, Nordex, Vestas, Enercon, Repower-Senvion, ...) présente des spectres de niveaux de puissance particulièrement plats entre 125 et 4000 Hz notamment

Il est donc impossible au stade de l'étude d'impact d'estimer les tonalités marquées et de plus le risque d'apparition est proche de zéro dans le cas d'un fonctionnement normal d'une machine. Il semble toutefois judicieux de le vérifier à la mise en service du parc et de suivre l'évolution de la situation au cours du temps (en effet, l'apparition d'une tonalité marquée est bien souvent induit par le dysfonctionnement d'un équipement à l'instar d'une fuite dans dans un réseau de ventilation à haute pression).

#### 1.4.6 Incertitudes

L'ensemble des paramètres (mesure, variation dans le temps, bruit des machines, calculs, ...) pris en compte dans l'étude induisent une incertitude par cumul d'incertitudes.

Cette incertitude est très difficile à quantifier mathématiquement. Le projet de norme aborde ce sujet et propose des pistes de calcul mais les paragraphes à ce sujet font toutefois encore l'objet de discussions en commission de rédaction.

Les calculs proposés dans le projet de norme ne sont pas aujourd'hui directement exploitables. Des illustrations devraient également être produites à l'avenir afin d'expliquer la méthode de calcul des incertitudes. Ce sujet est très complexe et le calcul des incertitudes est d'ailleurs le principal élément qui retarde la validation et la sortie définitive de la norme.

Il convient donc de retenir que cette étude vise à estimer des risques et non à déterminer précisément les valeurs d'émergences qui seront mesurables in situ. L'étude ne contient d'ailleurs pas de calcul d'incertitude en discussion encore aujourd'hui.

#### **1.4.7 Perception, gêne et réglementation**

Il est à noter que la variabilité des conditions météorologiques ainsi que des niveaux de bruit résiduel mesurés à l'extérieur pourraient rendre le parc éolien audible en certaines zones extérieures et certaines périodes particulièrement calmes (toute fin de journée et nuit principalement, par vent faible et/ou vent portant).

Un non-respect de la réglementation lors de ces périodes n'est pas nécessairement une conséquence de ce constat. Les critères de limite d'émergence et les méthodes de calcul des émergences induisent que les machines peuvent être audibles dans certains cas.

De plus, un respect de la réglementation et des émergences limites n'est pas forcément la garantie de l'absence de gênes chez les riverains à proximité. Certaines personnes sont en effet plus sensibles que d'autres du fait notamment de la manière dont elles considèrent la source de bruit, il s'agit alors plus d'une cause psycho-sociologique. Par exemple, dans le cadre des bruits de voisinage, un bruit qui présente le même niveau sonore émis par son voisin peut être plus ou moins gênant en fonction de la relation qu'on entretient avec ce voisin.

#### **1.4.8 Choix des positions des points**

Nous retenons des positions représentatives d'une ambiance sonore et d'une zone potentielle d'exposition au bruit du projet, après analyse de la sensibilité du site.

Le choix est fait à partir de différents critères :

- proximité entre le parc éolien projeté et les habitations environnantes
- présence d'éléments masquants ou non pouvant avoir une incidence sur les niveaux de bruit mesurés (vue directe ou non par exemple, topographie, construction, écrans naturels ou artificiels...)
- présence de sources sonores potentielles identifiables (voie routière, activité industrielles, agricole, bruit de nature...)
- limitation de l'exposition du matériel de mesure au vent direct

La position des points de mesure est également subordonnée à l'acceptation des riverains à accueillir l'appareillage de mesure dans leur propriété ou à l'existence d'un emplacement à proximité représentatif.

On cherche donc à identifier les zones les plus sensibles tant en bruit résiduel faible qu'en exposition au projet la plus importante. Ces choix sont contraignants pour le projet.

Par exemple, nous cherchons systématiquement les logements au niveau desquels la végétation est moins présente et où, par conséquent, les niveaux de bruit induit par la nature sont potentiellement les plus faibles.

L'ensemble de ces différents critères de sélection permettent de considérer la mesure comme représentative en terme de bruit résiduel de la zone dans laquelle elle est réalisée.

Au cas par cas, il peut arriver que le point retenu pour les calculs d'impact dans cette zone représentative, soit différent du point de réalisation de la mesure de bruit résiduel : l'objectif est en effet de retenir la contribution la plus élevée calculée sur la zone (souvent le point le plus proche des machines).

Ces choix méthodologiques sont contraignants pour le projet.

#### **1.4.9 Réalisation des mesures de bruit résiduels**

Les appareils de mesures utilisés sont des sonomètres de classe 1 d'une dynamique permettant la mesure à partir de 20dB(A). Les mesures sont réalisées en niveau global avec la pondération A. Une mesure est stockée toutes les secondes.

L'appareil est placé à l'extérieur à minima à 2 mètres de toute paroi et à environ 1,5m du sol.

Il est nécessaire que les mesures soient réalisées à des vitesses de vent permettant le fonctionnement des éoliennes et plus précisément sur la gamme de vitesses de vent comprises entre le seuil de déclenchement de l'éolienne jusqu'à la vitesse correspondant à son niveau de puissance acoustique maximal. En général, la gamme de vitesse de vent recherchée est comprise entre 3 et 7-8-9m/s à 10m de hauteur.

Ces mesures de bruit sont réalisées sur une période représentative incluant des périodes de jour et de nuit. La durée globale d'une mesure varie en fonction des projets allant de 6-7 jours à plusieurs semaines.

#### **1.4.10 Variabilité du résiduel**

Même si potentiellement réalisées sur des durées significatives (plusieurs jours à plusieurs semaines de mesures), les mesures de bruit résiduel demeurent un échantillon réalisé à un instant t, au regard d'un cycle annuel complet.

Des variations de niveau sonore sont probables en fonction de différents paramètres tels que :

- l'activité humaine à proximité (activité agricole, circulation routière, ...)
- l'activité de la faune (en fonction de la saison, du temps, de la période dans la journée, ...)
- la végétation (le bruit de vent dans la végétation en fonction notamment de la saison)
- la nature du vent (type, direction, force, portant ou non des sources de bruit environnantes)
- les conditions climatiques (brouillard, pluie, ...)
- l'évolution de l'environnement du site (nouvelle construction par exemple)

Ce point capital relativise la valeur retenue dans l'étude d'impact du bruit résiduel qui est donc une tendance sur la base d'un échantillon de mesures donné.

#### **1.4.11 Choix au niveau de l'étude**

Étant donné la grande diversité des phénomènes et la simplification nécessaire, il est nécessaire de réaliser de nombreux choix.

Au niveau de l'étude d'impact, l'analyse critique de l'acousticien quant à la mesure et aux résultats reste à son appréciation afin de juger la représentativité des valeurs déterminées.

A l'instar de l'éveil des oiseaux ou du bruit agricole, l'analyse des mesures de bruit résiduel peut induire l'exclusion de certaines données jugées non représentatives. L'acousticien peut aussi retenir parfois des niveaux de bruit sur certaines classes de vitesses de vent alors que le nombre d'échantillons est inférieur à ce que demande le projet de norme ou directement des valeurs sur les vitesses de vent moyennes.

Ces choix méthodologiques sont, lorsqu'ils sont opérés, systématiquement contraignants pour le projet.

#### 1.4.12 Modélisation et calculs prévisionnels

L'évaluation des niveaux sonores prévisionnels induits par le parc est réalisée par calcul informatique.

La simulation est effectuée sur CadnaA logiciel développé par Datakustic et commercialisé par Acoem-01dB. Nous utilisons le module de calcul de bruit industriel dont le mode de calcul est défini à partir des normes ISO 9613-1 : atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre (Partie 1 : Calcul de l'absorption atmosphérique 1993 et ISO 9613-2 : atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre et Partie 2 : Méthode générale de calcul 1993).

Le modèle de calcul normatif ISO 9613 impose de s'écarter des conditions réelles et de considérer la vitesse du vent comme indépendante de la hauteur. De plus, les conditions de propagation de vent sont les mêmes dans toutes les directions et sans conditions météorologiques particulières. Il n'y a pas de notion de vent portant ou vent contraire.

Du fait de la méthode, le résultat du calcul à grandes distances (>300m) pour des sources en hauteur (80-100m) reste potentiellement entaché d'écart avec la réalité et d'incertitudes non négligeables.

Ce décalage est lié à la différence entre l'énorme complexité de la réalité et le modèle de calcul de propagation de bruit qui, bien que complexe, reste une simplification de la réalité. Il convient donc de relativiser les résultats obtenus de niveaux induits par ces modélisations.

Le but de la simulation acoustique n'est pas de déterminer avec exactitude le niveau acoustique attendu mais bien d'évaluer l'influence des éoliennes sur leur environnement et les risques associés.

Ce calcul permet de vérifier la sensibilité des différents secteurs habités par rapport au bruit des éoliennes, de déterminer un niveau de risque par rapport à la réglementation et plus globalement d'apprécier la compatibilité du projet avec son environnement.

#### 1.4.13 Risques d'effet du cumul de parc

En fonction du secteur d'implantation, de l'existence de parcs et de projets en proximité du site, du type de machines mais surtout des distances, il peut parfois exister des effets de cumul potentiel du bruit généré par différents parcs en place ou en projet.

L'arrêté du 26 août 2011 précise, dans le cas de plusieurs parcs en cohabitation, que :

- Cas 1 : Le nouveau projet est une extension d'un parc existant sous la même entité : l'impact à prendre en compte est sans conteste l'impact de l'ensemble du parc de la même entité incluant les nouvelles machines. Donc le résiduel à prendre en compte est le bruit résiduel sans fonctionnement du parc dans sa globalité.
- Cas 2 : Le nouveau projet est inclus dans un parc existant ou situé à proximité mais pas sous la même entité (les exploitants sont en effet différents et indépendants). Dans ce cas, l'impact du projet doit se faire à partir des niveaux existants à l'instant T donc le bruit résiduel incluant le parc existant.

#### 1.4.14 Étude des moyens compensatoires

Dans le cadre de l'étude, il peut être proposé des moyens compensatoires pour réduire l'impact du projet. Pour les éoliennes, les moyens compensatoires sont soit le bridage, soit l'arrêt d'une voire de plusieurs machines sur une période donnée.

Les bridages permettent mécaniquement la diminution du bruit généré par la machine à des vitesses de vent données. Ces mécanismes et donc leur efficacité varient suivant les modèles de machine.

Le but dans l'étude d'impact est de montrer qu'il existe des solutions pour limiter le risque. Le bridage (ou l'arrêt de machine) pourra être envisagé au niveau des études dans les cas modérés à forts.

Du fait de la grande variabilité des phénomènes, des incertitudes sur les méthodes de calculs, de la grande variabilité de bridage possible, il est nécessaire ensuite de valider sur place par des constatations, non seulement la nécessité d'un bridage ou non mais également la méthode de bridage à retenir.

Dans tous les cas, ces solutions devront être validées par une mise au point à la suite de mesure sonores sur site, constatant des dépassements d'émergences. Les bridages éventuellement étudiés au stade des études ne sont là que pour montrer qu'il y a une solution possible dans le cas d'un éventuel problème.

## 1.5 Méthodologie

### 1.5.1 Introduction

Il convient d'expliquer ici la méthodologie que nous appliquons aux études d'impact sonore des parcs éoliens, qui a pour objectifs de :

- analyser le projet avec les contraintes réglementaires et normatives applicables
- prendre en compte les enjeux et points de vigilance inhérents à ce type d'étude et explicités dans la partie précédente
- analyser la sensibilité du projet concerné avec son environnement extérieur : risque faible, modérée ou fort

La modélisation tridimensionnelle du site est mise en place en localisant l'emplacement des éoliennes du projet et les points de réception retenus dans l'environnement.

Les niveaux de puissance acoustique des machines envisagés sont ensuite implémentés dans le modèle : ces niveaux sont représentatifs de la vitesse de vent que les éoliennes subissent.

Ainsi, les calculs prévisionnels sont réalisés selon différentes puissances sonores corrélées à des vitesses de vent différentes. Les niveaux sonores ponctuels sont calculés à 1,5m de haut du sol et les cartes à 4m généralement.

Nous comparons ensuite les niveaux de bruit ambiant aux niveaux de bruit résiduel retenu pour chaque point de mesure et chaque vitesse de vent.

Il est alors possible d'évaluer un risque d'émergence sonore dont la comparaison avec les objectifs réglementaires permettra de statuer sur la sensibilité du projet : risque faible, modérée ou fort de ne pas respecter les émergences sonores limites.

La sensibilité du projet avec l'environnement permet ensuite de définir la nécessité d'étudier ou non de mettre des moyens compensatoires (voire paragraphe dans les enjeux).

### 1.5.2 Présentation des résultats dans l'étude

Ainsi, l'objectif de l'étude est de calculer des émergences au voisinage du parc afin d'y estimer **les risques de dépassement des critères réglementaires**.

Ces calculs sont liés à des incertitudes : la finalité de l'étude n'est pas de dire précisément si les émergences au voisinage seront conformes à la réglementation mais d'estimer plutôt les risques de dépassements réglementaires afin d'analyser la sensibilité du projet avec l'environnement et d'anticiper, au besoin, la faisabilité de la mise en place de solutions techniques visant à réduire le bruit émis par le parc.

Le fait d'envisager la mise en place de moyens compensatoires est lié aux résultats de calculs : par exemple, lorsque les émergences calculées sont supérieures aux valeurs limites réglementaires (à savoir 5dB(A) de jour et 3dB(A) de nuit) dans le cas où le niveau de bruit ambiant mis en jeu est supérieur à 35dB(A).

Ainsi, nous utiliserons dans les tableaux de calculs présentés par la suite le code couleur suivant :

Emergences estimées [dB(A)]		RISQUE	Si Lamb < 35 dB(A)
Jour	Nuit		
De 0 à 3,5	De 0 à 1,5	FAIBLE	Emergence non applicable
De 4 à 6,5	De 2 à 4,5	MODÉRÉ	
≥ à 7	≥ 5	FORT	

Ainsi, après analyse de ce tableau :

- si Lamb < 35 dB(A) : la colonne de droite est à prendre en compte, les émergences ne sont pas applicables réglementairement et le risque de non-respect de la réglementation est donc faible.
- si Lamb ≥ 35 dB(A), pour des risques de dépassement des émergences limites réglementaires :
  - FAIBLE : la vérification par la mise en place de mesures d'émergences post-implantation permettra de statuer définitivement sur les critères réglementaires et qu'un plan de bridage n'est pas nécessaire
  - MODÉRÉ : le risque de nécessité de mise en place de moyens compensatoires existe mais doit être confirmé ou infirmé par les mesures post-implantation
  - FORT : le risque de dépassement réglementaire est élevé, des bridages (voir parfois des arrêts de machines) sont à considérer et feront l'objet d'une étude spécifique lors des mesures acoustiques après la mise en service du parc éolien. Au stade de l'étude d'impact, il est nécessaire de vérifier que ces moyens compensatoires peuvent rendre le projet compatible avec son environnement. Si ce n'est pas le cas, cela peut remettre en cause la viabilité d'un projet. De telles émergences calculées en phase d'étude ont plutôt tendance à montrer un risque d'incompatibilité entre un projet et son environnement

### 1.5.3 Présentation des résultats en annexe

Les résultats complets et détaillés des mesures de bruit résiduel sont placés dans les annexes. On trouve d'abord pour chaque point une description de son emplacement puis des photographies de la mesure (en général une vue vers le projet et une vue vers le logement). Nous expliquons ci-après chaque paragraphe des annexes.

#### Vue aérienne et IGN de l'emplacement de mesure et du secteur

Ces cartes permettent de situer l'emplacement précis de la mesure dans un village et de se situer par rapport aux machines du projet.

#### Évolution temporelle des niveaux de bruit

Il s'agit de la représentation graphique de l'évolution temporelle des niveaux de bruit donnée.



Calcul des niveaux de bruit résiduel en fonction de la vitesse du vent – Méthode issue du projet de norme NF-S 31-114

Le premier graphique présente le nuage de points de tous les échantillons « niveaux de bruit L50 / vitesse de vent » obtenus en mesure sur la période considérée (période de jour ou de nuit). Les points en rouges sont les échantillons supprimés de l'analyse. Les valeurs exclues des calculs peuvent être des périodes pendant lesquelles apparaissent des événements bruyants anormaux, des périodes de précipitations, des périodes perturbées par le bruit de l'avifaune le soir ou tôt le matin, ... En général, ces échantillons présentent des niveaux de bruit plus élevés que la moyenne. Le fait de les supprimer a alors tendance à abaisser quelque peu le niveau médian calculé, ce qui est contraignant pour le projet.

Nous présentons ensuite les résultats des médianes des niveaux obtenues par classe de vent après le léger traitement des mesures (suppression des événements jugés non représentatifs). Les niveaux indiqués sont donc les médianes des niveaux intégrés sur 10 minutes pour chaque classe de vent. On y trouve également le nombre de couples retenus par classe de vent afin de vérifier de la validité de la valeur de niveau calculé selon le projet de norme.

Conformément au paragraphe 7 du projet de norme, on y trouve les médianes des échantillons sur les vitesses de vent moyennes par classe ainsi que les médianes calculées par interpolation et extrapolation sur les vitesses de vent entières. En général, pour les classes de vent centrales (de 4 à 8 m/s), la valeur retenue est la médiane par interpolation tandis que pour les classes de vent aux extrema (3 et 9 m/s), la médiane par extrapolation. Un code couleur permet de voir quelle valeur a été retenue pour caractériser le bruit résiduel (interpolation, extrapolation, valeur médiane brute, valeur de la classe inférieure).

Des graphiques illustrent par la suite les résultats obtenus sous forme de courbes. On y retrouve alors un graphique de l'évolution des médianes L50 selon les vitesses moyennes de vent (Leq, L50, L90), puis l'évolution des médianes L50 à retenir en fonction des vitesses de vent entières, puis un graphique ne présentant que les échantillons « niveaux de bruit L50 / vitesse de vent » retenus dans l'analyse ainsi que l'évolution des médianes L50 retenues en fonction des vitesses de vent.

Résultats des mesures de vent

Ce paragraphe présente les roses des vents réalisées sur la base des données de vent relevées sur site simultanément aux mesures de bruit. Cela permet de juger de la représentativité des mesures en terme de directions de vent.

## 2. CONTEXTE DU PROJET ET CARACTÉRISATION DE L'ÉTAT INITIAL

### 2.1 Présentation du projet

Le projet comprend 4 éoliennes qui sont situées sur la commune de Flixecourt, dans la Somme, à une distance minimale d'environ **750 mètres de l'habitation la plus proche (il s'agit de l'habitation isolée de la Ferme du Moulin Basile à Flixecourt, point 2, située à 750 m de l'éolienne la plus proche FL-02).**

Les 4 éoliennes projetées sont de marque VESTAS type V112 3,0 MW (112 m de diamètre de rotor, 3,0MW de puissance nominale et 94 m de hauteur au moyeu).

#### 2.1.1 Effet de cumul de projets

Un parc existant de 8 éoliennes, situées sur les communes de Saint-Léger-les-Domart et Domart-en-Ponthieu, est en service depuis décembre 2013. La société Compagnie du Vent a développé ce parc éolien et une autre société en gère l'exploitation. Une autre société gèrera le parc projeté et étudié dans la présente étude, c'est pourquoi, le bruit des 8 éoliennes déjà construites est intégré au bruit résiduel mesuré. Il appartient en effet à chacun des exploitants que son installation (un parc constitué de plusieurs machines) respecte les émergences réglementaires vis-à-vis du bruit résiduel sans son installation (mais en présence du bruit des parcs des autres exploitants), comme le précise l'article 26 de l'arrêté du 26 août 2011 : « *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 [...]* ».

Par ailleurs, la présence des 8 éoliennes existantes explique l'évolution linéaire des niveaux de bruit résiduel (cf Annexes), représentative du fonctionnement d'un parc éolien à proximité.

#### 2.1.2 Données d'entrée

Tous les calculs prévisionnels sont effectués à partir des valeurs de puissance acoustique fournies par la société Ostwind, provenant de Vestas et disponibles en annexe (voir également sous-partie ci-dessous).

**Les niveaux de puissance acoustique fournis par Vestas sont :**

- **les niveaux par bandes de tiers d'octave à partir de 3 m/s pour V112-3,0 MW (avec serrations) pour une vitesse de vent mesurée à hauteur de moyeu (illustration 2)**

**Un extrait de la norme IEC 61400-11 ed. 3. Appendix D est également fourni ci-dessous (illustration 3) : cette norme explicite les méthodes de calculs des niveaux de puissance acoustique pour une vitesse de vent standardisée à 10m.**

**Nous avons donc calculé, d'après cette norme, les valeurs des niveaux de puissance acoustique en global pour une vitesse de vent calculée à 10m standardisé puis extrapolé les niveaux en bande d'octave par rapport aux niveaux fournis en bande de tiers d'octave (illustration 2).**

Niveaux de puissance acoustique par bande de tiers d'octaves et par vitesses de vent mesurées à hauteur de moyeu VESTAS V112-3,0 MW avec serrations (STE) - Mode 0 - pas de bridage

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	25.0	26.1	27.0	28.8	30.9	32.6	33.8	34.4	34.3	34.1	33.7	33.4	33.2	33.1	32.8	32.6	32.5	32.4
8 Hz	30.4	30.7	31.9	34.0	36.5	38.5	39.6	39.8	39.8	40.2	40.4	40.5	40.6	40.7	40.7	40.7	40.7	40.8
10 Hz	34.7	32.9	33.7	36.0	38.5	40.5	40.9	40.1	40.7	42.4	44.1	45.2	46.2	46.9	47.4	48.0	48.5	48.9
12.5 Hz	44.2	41.0	41.0	42.6	44.6	46.1	45.8	44.5	45.3	47.9	50.4	52.1	53.6	54.7	55.6	56.4	57.2	57.8
16 Hz	54.1	52.5	51.6	52.1	53.2	53.9	53.9	53.2	53.7	55.1	56.5	57.4	58.2	58.8	59.2	59.7	60.1	60.4
20 Hz	58.9	58.5	58.2	59.0	60.3	61.3	61.7	61.7	61.8	62.5	63.0	63.4	63.7	63.9	64.0	64.2	64.3	64.4
25 Hz	62.0	59.5	59.4	60.8	62.6	64.0	63.8	62.8	63.5	65.6	67.7	69.0	70.2	71.1	71.8	72.4	73.1	73.6
31.5 Hz	64.8	60.9	60.8	62.5	64.6	66.1	65.6	63.9	64.9	68.0	71.0	73.0	74.7	76.0	77.1	78.1	79.0	79.8
40 Hz	67.0	63.8	64.2	66.2	68.6	70.3	70.1	68.8	69.6	72.3	74.8	76.5	78.0	79.1	80.0	80.8	81.6	82.3
50 Hz	72.6	69.9	69.8	71.2	73.2	74.6	74.4	73.2	73.9	76.3	78.5	80.0	81.3	82.3	83.1	83.8	84.5	85.1
63 Hz	73.2	71.0	71.7	73.8	76.3	78.1	78.3	77.4	78.1	80.0	81.9	83.1	84.2	85.1	85.7	86.3	86.9	87.4
80 Hz	77.4	75.6	75.9	77.6	79.7	81.2	81.4	80.7	81.2	83.0	84.6	85.6	86.5	87.2	87.8	88.3	88.8	89.2
100 Hz	81.2	79.6	79.5	80.7	82.4	83.6	83.8	83.2	83.6	85.1	86.5	87.4	88.2	88.7	89.2	89.6	90.0	90.4
125 Hz	64.7	65.7	71.3	77.6	83.8	88.7	91.3	91.8	91.8	92.0	92.1	92.1	92.1	92.1	92.0	92.0	92.0	92.0
160 Hz	77.4	77.6	79.5	82.3	85.4	87.9	89.1	89.3	89.4	89.8	90.1	90.3	90.5	90.6	90.6	90.7	90.7	90.8
200 Hz	83.1	83.6	84.1	85.4	87.2	88.6	89.5	89.8	89.9	90.0	89.9	89.9	89.9	89.9	89.8	89.7	89.7	89.7
250 Hz	80.6	81.7	83.1	85.4	87.9	90.0	91.4	91.9	91.9	91.7	91.4	91.2	91.0	90.9	90.7	90.5	90.4	90.3
315 Hz	80.1	81.2	83.1	85.8	88.8	91.2	92.7	93.3	93.2	93.0	92.7	92.5	92.3	92.2	92.0	91.8	91.7	91.6
400 Hz	79.8	80.9	83.1	86.1	89.2	91.9	93.5	94.0	94.0	93.8	93.5	93.3	93.1	93.0	92.8	92.6	92.5	92.4
500 Hz	79.0	80.2	82.7	85.9	89.3	92.1	93.9	94.5	94.4	94.2	93.8	93.6	93.4	93.2	93.0	92.8	92.7	92.6
630 Hz	79.2	80.3	82.9	86.3	89.8	92.7	94.4	95.0	94.9	94.8	94.6	94.4	94.2	94.1	93.9	93.8	93.7	93.6
800 Hz	76.6	77.5	80.7	84.6	88.6	91.9	93.7	94.2	94.2	94.2	94.2	94.1	94.0	93.9	93.8	93.7	93.6	93.6
1 kHz	75.7	76.4	79.6	83.8	87.9	91.3	93.1	93.5	93.6	93.8	93.9	93.9	93.9	94.0	93.9	93.9	93.9	93.9
1.25 kHz	78.1	78.4	80.9	84.4	88.0	91.0	92.4	92.6	92.7	93.2	93.5	93.7	93.9	94.0	94.1	94.1	94.2	94.3
1.6 kHz	74.1	74.7	78.1	82.3	86.6	90.1	91.9	92.2	92.3	92.5	92.7	92.8	92.9	92.9	92.9	92.9	92.9	92.9
2 kHz	76.1	76.6	78.9	82.2	85.6	88.4	89.8	90.1	90.2	90.5	90.7	90.7	90.8	90.9	90.9	90.9	90.9	91.0
2.5 kHz	76.4	77.2	79.2	82.0	85.1	87.6	89.1	89.5	89.5	89.5	89.4	89.3	89.3	89.2	89.1	89.0	88.9	88.9
3.15 kHz	74.0	75.0	77.0	79.8	82.8	85.3	86.8	87.3	87.2	87.2	86.9	86.8	86.6	86.5	86.4	86.2	86.1	86.1
4 kHz	74.6	74.7	76.5	79.3	82.3	84.8	86.0	86.1	86.3	86.7	87.1	87.3	87.5	87.6	87.7	87.7	87.8	87.9
5 kHz	67.0	68.1	69.9	72.6	75.4	77.8	79.3	79.9	79.8	79.6	79.3	79.1	78.9	78.8	78.6	78.5	78.3	78.2
6.3 kHz	61.9	63.0	64.6	66.9	69.5	71.7	73.1	73.7	73.6	73.4	73.1	72.9	72.7	72.5	72.3	72.1	72.0	71.9
8 kHz	59.8	59.1	59.1	60.3	62.0	63.3	63.7	63.5	63.8	64.7	65.5	66.0	66.4	66.8	67.0	67.2	67.4	67.6
A-wgt	91.1	91.5	93.4	96.3	99.5	102.3	103.9	104.4	104.4	104.4	104.4	104.4	104.4	104.4	104.4	104.4	104.4	104.4

**Table 2 Expected 1/3 octave band performance Mode 0, STE**

*Illustration 2: Niveaux de puissance acoustique par bandes de tiers d'octave sans bridage (Mode 0)*

**Annex D**  
(informative)

**Apparent roughness length**

**D.1 General**

Roughness length is the parameter used for calculation of the wind speed at different heights based only on the terrain conditions. In Table D.1 guidance on how to estimate the roughness length is given. Since this is crude estimate, valid only for cloudy conditions, this annex gives some guidance on how to determine an apparent roughness length either from wind speed measurements or from typical wind shear data measured during site evaluation.

**Table D.1 – Roughness length**

Type of terrain	Roughness length $z_0$ m
Water, snow or sand surfaces	0,000 1
Open, flat land, mown grass, bare soil	0,01
Farmland with some vegetation	0,05
Suburbs, towns, forests, many trees and bushes	0,3

**D.2 Method for determination of roughness length.**

Roughness length is a parameter in the equation for the logarithmic wind profile. The equation for the logarithmic wind profile is given in Equation (D.1).

$$V_z = V_{z,ref} \cdot \frac{\ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{z_{ref}}{z_0}\right)} \quad (D.1)$$

where,

- $V_z$  is the wind speed at height  $z$  above ground level;
- $V_{z,ref}$  is the wind speed at height  $z_{ref}$  above ground level (typical hub height);
- $z$  is the height above ground for the desired wind speed;
- $z_{ref}$  is the height above ground where the wind speed is known;
- $z_0$  is the roughness length in the wind direction under consideration.

Equation (D.1) can be rearranged to

$$z_0 = e^{\left(\frac{V_z \ln(z_{ref}) - V_{z,ref} \ln(z)}{V_z - V_{z,ref}}\right)} \quad (D.2)$$

By measuring the wind velocity in two different heights above ground we are able to determine the roughness length in the wind direction under consideration. The roughness length is determined by averaging all the calculated 10 s roughness length during the

Illustration 3: Extrait de la Norme IEC 61400-11 ed.3 Appendix D

### 2.1.3 Conditions extérieures

Concernant les conditions extérieures de l'étude, voici par bandes de fréquence les éléments considérés :

#### Coefficient d'absorption du sol

Fréquence en Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000
Coefficient d'absorption	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

#### Coefficient d'absorption atmosphérique

Fréquence en Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000
Coefficient d'absorption atmosphérique en dB/km	0,12	0,41	1,04	1,93	3,66	9,66	32,8

Les coefficients d'absorption atmosphérique correspondent aux conditions  $T^{\circ}=10^{\circ}\text{C}$  et  $\text{HR}=70\%$  (conditions standards).

### 2.1.4 Mesures de vent

Les mesures de vent nous ont été fournis par Ostwind à 43 mètres de hauteur sur le site retenu pour l'implantation des machines (la position du mât de mesure est indiqué sur le plan page 23).

Dans le cas présent, nous avons eu un vent nul à soutenu tout au long de la campagne de mesure (entre 0 et 14m/s à 43m de haut).

## 2.2 Données constructeurs – méthode d'extrapolation

Nous avons présenté ci-dessus les documents fournis par Vestas et utilisés pour définir les niveaux de puissance à retenir pour ce parc éolien : les niveaux de puissance acoustique en bande de tiers d'octave (illustration 2) par vitesses de vent mesurée à hauteur de moyeu.

Ces niveaux de puissance acoustique ont été mesurés à hauteur de moyeu pour des vitesses de vent mesurées également à hauteur de moyeu. Or la norme NFS 114 applicable pour cette étude d'impact exige que les calculs soient réalisées pour une vitesse de vent mesurée à une hauteur de 10 m standardisé. Il convient donc de recalculer les niveaux de puissance acoustique des machines mais pour une vitesse de vent mesurée à 10 m standardisé. La norme IEC 61400-11 ed. 3 Appendix D (cf illustration 3) explique des méthodes pour effectuer ce type de calcul. Ces méthodes de calcul prennent en compte la hauteur du moyeu ainsi que la rugosité du sol du site de mesure.

Les niveaux globaux de puissance acoustique par vitesse de vent mesurée à hauteur de moyeu (illustration 2) ont donc été recalculés pour des vitesses de vent mesurées à 10 m standardisé à partir de cette norme. Enfin ces niveaux globaux ont été recalculés en bande d'octave par extrapolation à partir des niveaux de puissance acoustique en bande de tiers d'octave (illustration 2).

Il s'agit ici d'évaluation impossible à vérifier à ce stade : seules l'obtention des niveaux de puissance acoustique exhaustive des machines pourraient valider ces hypothèses.

Les tableaux ci-dessous présentent les valeurs implémentées dans les modèles, suite aux calculs et extrapolations expliqués ci-dessus :

<b>Puissances acoustiques à hauteur de moyeu – V112-3,0 MW STE – 1/1 oct – vitesses de vent à hauteur de moyeu (94m)</b>							
<b>Vs [m/s]</b>	3	4	5	6	7	8	9
<b>Freq [Hz]</b>	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
63	79,6	77,6	78,0	79,8	82,0	83,5	84,2
125	82,7	81,8	82,8	85,4	88,8	92,0	94,3
250	86,3	87,1	88,2	90,3	92,8	94,8	96,7
500	84,1	85,2	87,7	90,9	94,2	97,0	99,2
1000	81,5	82,2	85,2	89,1	92,9	96,2	98,4
2000	80,3	81,0	83,5	86,9	90,6	93,6	95,7
4000	77,7	77,9	80,2	83,0	86,0	88,1	90,3
<b>Global [dB(A)]</b>	<b>91,0</b>	<b>91,5</b>	<b>93,4</b>	<b>96,3</b>	<b>99,5</b>	<b>102,3</b>	<b>104,4</b>

Objectif 10m stand	92,9	97,2	101,9	104,4	104,4	104,4	104,4
Delta	1,9	5,7	8,5	8,1	4,9	2,1	0,0

**Nous ne pouvons détailler ici le tableau utilisé pour les calculs par régression linéaire de Lw en global à 10 m standardisé, seuls les résultats sont indiqués dans la ligne "Objectif 10m stand".**

<b>Puissances acoustiques à hauteur de moyeu – V112-3,0 MW STE – 1/1 oct – vitesses de vent à 10m standardisé</b>							
<b>Vs [m/s]</b>	3	4	5	6	7	8	9
<b>Freq [Hz]</b>	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
63	81,5	83,3	86,6	87,9	86,8	85,6	84,2
125	84,6	87,5	91,4	93,5	93,7	94,1	94,3
250	88,2	92,8	96,8	98,4	97,7	96,9	96,7
500	85,9	90,9	96,2	99,0	99,1	99,1	99,2
1000	83,4	87,9	93,7	97,2	97,8	98,3	98,4
2000	82,1	86,7	92,1	95,1	95,5	95,7	95,7
4000	79,5	83,6	88,7	91,1	90,8	90,2	90,3
<b>Global [dB(A)]</b>	<b>92,9</b>	<b>97,2</b>	<b>101,9</b>	<b>104,4</b>	<b>104,4</b>	<b>104,4</b>	<b>104,4</b>

## 2.3 Caractérisation de l'état existant

### 2.3.1 Périodes de mesurage

L'état sonore existant est caractérisé par des mesures de bruit résiduel associées à des mesures de vent. Le bruit résiduel sur la zone d'étude a été mesuré **du 15 au 25 Février 2016**. Les niveaux de bruit résiduel utilisés dans cette étude sont donc intégrés sur 10 périodes réglementaires de jour et de nuit.

### 2.3.2 Emplacements des points de mesure

Trois zones principales d'habitations (ou à usage d'habitation, ou ZER) sont potentiellement sensibles aux émissions du parc et représentent les secteurs habités les plus proches de l'installation projetée.

Nous avons réalisé une mesure par zone en retenant pour chacune d'elle un point représentatif :

- Point 1 : au Sud de Bettencourt-Saint-Ouen, au Nord du projet, dans le jardin à l'arrière du logement et à côté de l'exploitation agricole du propriétaire. Distance à la première éolienne du projet (FL-01) = 1 260 m.
- Point 2 : à la sortie Sud de Flixecourt, à l'Ouest du projet, dans le jardin à l'avant de la maison. Distance à la première éolienne du projet (FL-02) = 744 m
- Point 3 : à la ferme Saint-Accart, au Sud-Est du projet, dans le jardin du logement. Distance à la première éolienne du projet (FL-04) = 1 265 m

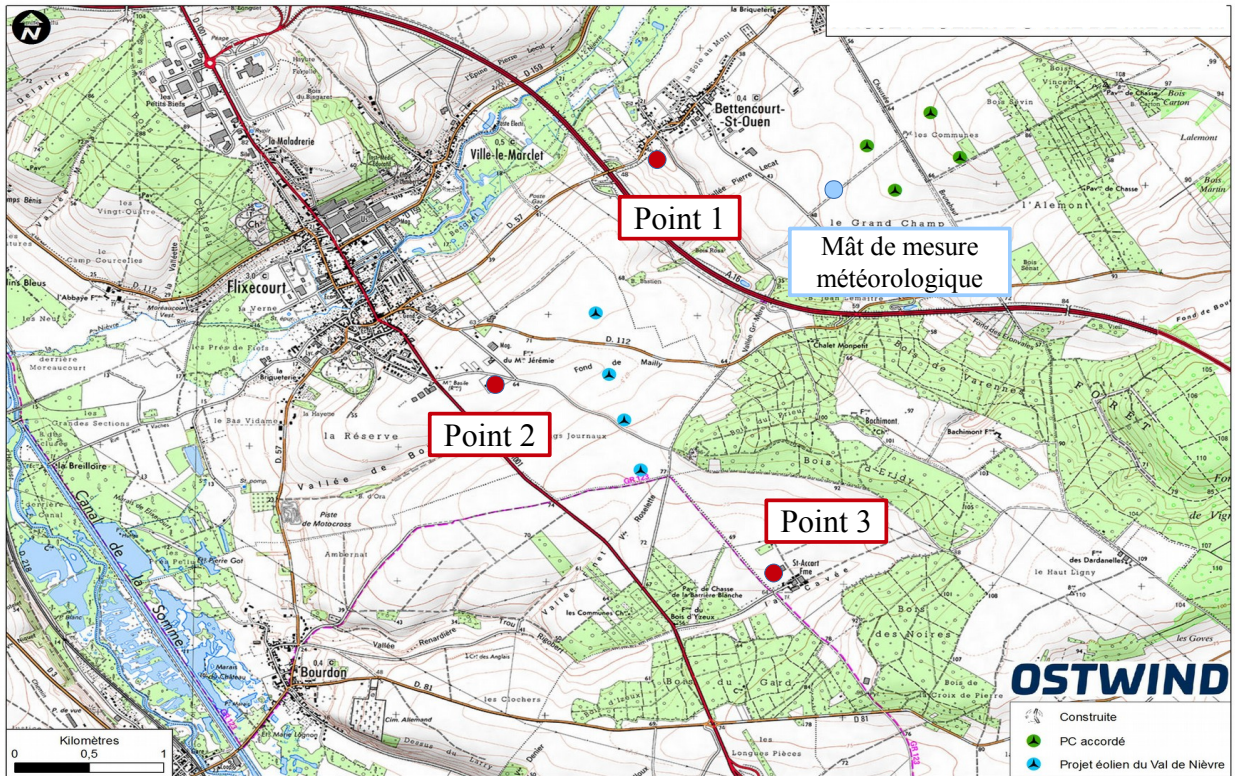
Tous ces points sont représentatifs de l'exposition proche de la zone autour du parc. Les zones de logements plus lointaines sont moins sensibles aux émissions du parc et il n'est pas nécessaire d'y réaliser des mesures d'état initial. Les cœurs des villages ou hameaux situés autour du parc se situent à plus de 1,5 km des éoliennes projetées les plus proches.

Les points retenus sont bien représentatifs du secteur d'implantation mais restent les plus sensibles pour chaque zone.

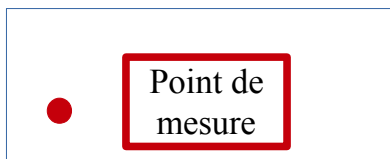
L'ensemble des données d'état initial relatives à ces 3 points de mesure est disponible en annexe.

La carte suivante présente les positions des points de mesure retenus.

### 2.3.3 Carte d'implantation des points de mesure de bruit résiduel



*Légende :*





### 2.3.4 Matériel utilisé

- NL-52\_5 : sonomètre RION type NL-52 n°00921198 de classe 1 avec microphone n°04231 et préamplificateur n°21240
- NL-52\_8 : sonomètre RION type NL-52 n°01143481 de classe 1 avec microphone n°07012 et préamplificateur n°43397
- NL-52\_11 : sonomètre RION type NL-52 n°01143480 de classe 1 avec microphone n°06973 et préamplificateur n°43396

La source étalon utilisée pour calibrer la chaîne d'acquisition est de classe 1.

Tous les appareils sont calibrés avant et après les mesures. La correction de calibrage n'est jamais supérieure à 0,2dB(A). La durée d'intégration est fixée à 1s.

Les données de vent nous ont été transmises par Ostwind à partir d'un anémomètre à 43m de hauteur.

### 2.3.5 Conditions météorologiques

Du 15 au 25 Février 2016 : Temps dégagé à nuageux – Températures comprises entre -4 (minimum observé de nuit) et 11°C (maximum observé de jour) – Vent faible à soutenu principalement de secteur Ouest-Sud-Ouest - Quelques périodes de pluie retirées des mesures.

Ces conditions de vent sont bien représentatives des conditions de vent fréquentes dans la région.

### 2.3.6 Traitement normatif des mesures

En période de jour comme de nuit, la durée des mesures ainsi que les conditions de vent relevées ont permis d'obtenir un grand nombre d'échantillons représentatifs et ainsi de déterminer les niveaux de bruit résiduel conformément au projet de norme 31-114 sur la gamme de vitesse de vent recherchée à savoir entre 3 et 7-8-9m/s.

Pour rappel, les machines atteignent leur niveau de puissance acoustique maximal à 8-9m/s : au delà de cette vitesse de vent, les niveaux de bruit émis par les machines stagneront tandis que les niveaux de bruit résiduel continueront à augmenter avec les vitesses de vent. La gamme de vitesses de vent considérée ici est alors la plus sensible.

Nous avons supprimé totalement de l'analyse les périodes particulièrement bruyantes (pluie, oiseaux, ...) et considérées comme n'étant pas représentatives. Ces périodes auraient pu avoir tendance à rehausser quelque peu les niveaux de bruit résiduel : exclure les périodes les plus bruyantes revient à considérer les périodes les plus calmes donc les plus sensibles. On remarque d'ailleurs en annexe que la plupart des échantillons supprimés en période de nuit présentent des niveaux globalement plus importants : il s'agit essentiellement d'échantillons mesurés entre 5h et 7h, période qui peut être perturbée par le chorus matinal (chant des oiseaux le matin).

Du fait du tri effectué sur les mesures (par mesure météo, observations sur site, analyse indices fractiles et d'évolution temporelle, etc.), nous avons considéré ici une classe homogène par période réglementaire.

La classe retenue présente les caractéristiques suivantes de jour comme de nuit : période de fin de printemps, vents de secteur Ouest-Sud-Ouest, pas de pluie, pas d'événement acoustique particulier.

De plus, au regard du nombre de couples de jour et de nuit et de la large gamme de vitesses de vent rencontrée lors des mesures, la majorité des valeurs de niveaux de bruit résiduel retenues sont fixées par interpolation

## 3. ANALYSE DES IMPACTS

### 3.1 Analyse des impacts point par point

#### 3.1.1 Avant-propos

Dans cette partie, pour chaque point et pour chaque période réglementaire, les tableaux ci-dessous reprennent les niveaux de bruit ambiant et les émergences calculées.

Nous comparons également le niveau de bruit ambiant au seuil d'application de la réglementation, soit 35 dB(A) (cf. "Seuil d'application de la réglementation et niveaux de bruit ambiant" page 12) : si les niveaux de bruit ambiant sont inférieurs à 35dB(A), il n'y aurait alors pas infraction au sens réglementaire quelque soient les émergences même importantes.

#### 3.1.2 Point 1 – Bettencourt-Saint-Ouen

Période de jour – Mode de fonctionnement normal (Mode 0 - Pas de bridage)

Point 1 – Bettencourt Saint Ouen					
Vestas 4 x V112 3,0MW 94m – Mode 0 – STE					
JOUR					
Vitesse de vent en m/s	Niveau de bruit résiduel [dB(A)]	Niveau de bruit ambiant calculé [dB(A)]	Niveau de bruit Ambiant > 35 dB(A)	Émergence [dB(A)]	RISQUE
3	41,5	41,5	OUI	0,0	FAIBLE
4	42,5	42,5	OUI	0,0	FAIBLE
5	43,5	44,0	OUI	0,5	FAIBLE
6	46,0	46,0	OUI	0,0	FAIBLE
7	47,0	47,0	OUI	0,0	FAIBLE
8	47,5	47,5	OUI	0,0	FAIBLE
9	48,0	48,0	OUI	0,0	FAIBLE

Émergences calculées nulles ou proches de 0 : pas de moyen compensatoire à envisager à ce stade des études.

Période de nuit – Mode de fonctionnement normal (Mode 0 - Pas de bridage)

<b>Point 1 – Bettencourt Saint Ouen</b>					
<b>Vestas 4 x V112 3,0MW 94m – Mode 0 – STE</b>					
<b>NUIT</b>					
Vitesse de vent en m/s	Niveau de bruit résiduel [dB(A)]	Niveau de bruit ambiant calculé [dB(A)]	Niveau de bruit Ambiant > 35 dB(A)	Émergence [dB(A)]	RISQUE
3	31,5	32,0	NON	0,5	<b>Emergences non applicables</b>
4	31,5	32,0	NON	0,5	
5	32,5	34,0	NON	1,5	
6	33,5	35,0	OUI	1,5	<b>FAIBLE</b>
7	36,5	37,5	OUI	1,0	<b>FAIBLE</b>
8	38,0	38,5	OUI	0,5	<b>FAIBLE</b>
9	41,0	41,0	OUI	0,0	<b>FAIBLE</b>

Pour 3, 4 et 5 m/s : niveaux ambiants inférieurs au seuil d'application de la réglementation et émergences inférieures à 1,5 dB(A). Émergences calculées faibles, inférieures à 1,5 dB(A) : pas de moyen compensatoire à envisager à ce stade des études.

### 3.1.3 Point 2 – Ferme du Moulin Basile

Période de jour – Mode de fonctionnement normal (Mode 0 - Pas de bridage)

Point 2 – Ferme du Moulin Basile					
Vestas 4 x V112 3,0MW 94m – Mode 0 – STE					
JOUR					
Vitesse de vent en m/s	Niveau de bruit résiduel [dB(A)]	Niveau de bruit ambiant calculé [dB(A)]	Niveau de bruit Ambiant > 35 dB(A)	Émergence [dB(A)]	RISQUE
3	44,0	44,0	OUI	0,0	FAIBLE
4	45,5	45,5	OUI	0,0	FAIBLE
5	47,0	47,0	OUI	0,0	FAIBLE
6	48,0	48,5	OUI	0,5	FAIBLE
7	49,5	50,0	OUI	0,5	FAIBLE
8	51,5	51,5	OUI	0,0	FAIBLE
9	52,0	52,5	OUI	0,5	FAIBLE

Émergences calculées nulles ou proches de 0 dB(A) : pas de moyen compensatoire à envisager à ce stade des études.

Période de nuit – Mode de fonctionnement normal (Mode 0 - Pas de bridage)

Point 2 – Ferme du Moulin Basile					
Vestas 4 x V112 3,0MW 94m – Mode 0 – STE					
NUIT					
Vitesse de vent en m/s	Niveau de bruit résiduel [dB(A)]	Niveau de bruit ambiant calculé [dB(A)]	Niveau de bruit Ambiant > 35 dB(A)	Émergence [dB(A)]	RISQUE
3	33,0	34,0	NON	1,0	Emergence non applicable
4	35,5	36,5	OUI	1,0	FAIBLE
5	37,5	39,5	OUI	2,0	FAIBLE
6	42,5	43,5	OUI	1,0	FAIBLE
7	47,0	47,0	OUI	0,0	FAIBLE
8	48,0	48,5	OUI	0,5	FAIBLE
9	49,5	50,0	OUI	0,5	FAIBLE

Pour 3 m/s : niveaux ambiants inférieurs au seuil d'application de la réglementation et émergences inférieures à 1,0 dB(A).

Émergences calculées faibles, inférieures à 2 dB(A) : pas de moyen compensatoire à envisager à ce stade des études.

### 3.1.4 Point 3 – Ferme de Saint-Accart

Période de jour – Mode de fonctionnement normal (Mode 0 - Pas de bridage)

<b>Point 3 – Ferme de Saint Accart</b>					
<b>Vestas 4 x V112 3,0MW 94m – Mode 0 – STE</b>					
<b>JOUR</b>					
Vitesse de vent en m/s	Niveau de bruit résiduel [dB(A)]	Niveau de bruit ambiant calculé [dB(A)]	Niveau de bruit Ambiant > 35 dB(A)	Émergence [dB(A)]	RISQUE
3	41,5	41,5	OUI	0,0	FAIBLE
4	42,0	42,0	OUI	0,0	FAIBLE
5	43,5	43,5	OUI	0,0	FAIBLE
6	45,0	45,0	OUI	0,0	FAIBLE
7	45,5	45,5	OUI	0,0	FAIBLE
8	45,5	45,5	OUI	0,0	FAIBLE
9	46,0	46,5	OUI	0,5	FAIBLE

Émergences calculées nulles ou proches de 0 dB(A) : pas de moyen compensatoire à envisager à ce stade des études.

Période de nuit – Mode de fonctionnement normal (Mode 0 - Pas de bridage)

<b>Point 3 – Ferme de Saint Accart</b>					
<b>Vestas 4 x V112 3,0MW 94m – Mode 0 – STE</b>					
<b>NUIT</b>					
Vitesse de vent en m/s	Niveau de bruit résiduel [dB(A)]	Niveau de bruit ambiant calculé [dB(A)]	Niveau de bruit Ambiant > 35 dB(A)	Émergence [dB(A)]	RISQUE
3	33,0	33,5	NON	0,5	Émergences non applicables
4	33,0	33,5	NON	0,5	Émergences non applicables
5	34,5	35,0	OUI	0,5	FAIBLE
6	36,0	37,0	OUI	1,0	FAIBLE
7	37,5	38,0	OUI	0,5	FAIBLE
8	40,0	40,5	OUI	0,5	FAIBLE
9	42,5	43,0	OUI	0,5	FAIBLE

Pour 3 et 4 m/s : niveaux ambiants inférieurs au seuil d'application de la réglementation et émergences de 0,5 dB(A).

Émergences calculées faibles, inférieures à 1 dB(A) : pas de moyen compensatoire à envisager à ce stade des études.

## 3.2 Analyse des impacts cumulés

Comme déjà évoqué dans cette étude, un parc existant de 8 éoliennes (Parc du Miroir), situées sur les communes de Saint-Léger-les-Domart et Domart-en-Ponthieu, est en service depuis décembre 2013. La société Compagnie du Vent a développé ce parc éolien et une autre société en gère l'exploitation. Une autre société gèrera le parc projeté et étudié dans la présente étude.

De plus, deux autres parcs éoliens ont été accordés : le premier est le parc du Mont en Grain situé sur la commune de Domart-en-Ponthieu et développé par la société Energie Team (la date de mise en service nous est inconnue). Le deuxième parc est le parc du Grand Champs situé sur la commune de Bettencourt-Saint-Ouen et développé par la société Ostwind pour une mise en service en 2017. Les sociétés qui géreront ces deux parcs seront également différentes de la société qui gèrera le parc projeté et étudié dans la présente étude.

Il a été convenu par les services de l'État (ARS, DREAL, DDTM, DGPR, etc.) de considérer comme situation initiale acoustique la situation existante sans le projet étudié mais en considérant la présence de toutes les sources de bruit y compris les 8 éoliennes existantes. L'article 26 de l'arrêté du 26 août 2011 précise d'ailleurs que : « *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 [...]* ». Il appartient ainsi à chacun des exploitants que son installation respecte les émergences limite par rapport à la situation sans celle-ci : la situation initiale à considérer est alors la situation en présence des parcs existants et les deux autres parcs autorisés doivent respecter la réglementation indépendamment du projet étudié ici.

Nous supposons également que si le parc existant (Parc du Miroir) et les deux autres parcs (parcs du Mont en Grains et du Grand Champs) ont été autorisés, les études acoustiques tendaient à conclure que les risques de dépassement des émergences étaient faibles ou du moins, dans les calculs, conformes à la réglementation.

Cette étude consiste ici à calculer l'impact à la mise en place de machines supplémentaires vis-à-vis de la situation initiale qui considère la présence des machines et potentiellement le bruit qu'elles génèrent.

Par ailleurs, on identifie à large échelle dans le secteur d'étude, la présence de nombreux parcs éoliens existants, autorisés par l'Administration ou en instruction. Les distances d'éloignement entre la SEPE La Croix Florent, les zones retenues dans l'analyse et les différents projets éoliens du secteur à large échelle sont d'un point de vue acoustique très importantes car supérieures à 7 km pour le projet le plus proche.

De telles distances ne peuvent induire d'effet de cumul du bruit généré par le parc étudié ici avec ces parcs éloignés, et réciproquement. En effet, la décroissance du bruit est liée à la distance d'éloignement aux zones sensibles (sauf cas très particuliers) et les parcs éoliens n'ont en général plus d'influence notable au-delà de 2km. Compte tenu ici des distances entre les zones sensibles pour le projet de la Grande Borne et les projets éoliens du secteur (supérieures à 7 km), les effets de cumul seront nuls tant au niveau réglementaire qu'au niveau qualitatif (les parcs du secteur n'induiront aucun bruit perceptible pour les zones étudiées).

## 4. PLAN DE FONCTIONNEMENT ET MOYENS COMPENSATOIRES

Nous n'avons pas ici étudié la mise en place d'un plan de fonctionnement avec bridage car les émergences estimées sont suffisamment faibles pour minimiser les risques de non-conformité en phase de contrôle du parc.

Les mesures in situ après mise en service du parc permettront de vérifier les conclusions de cette étude à savoir le respect des émergences limites, pour l'ensemble des points retenus.

Si en cas de contrôle sur site, il est avéré qu'une ou plusieurs machines engendrent un dépassement d'émergence (ce qui est peu probable), leur fonctionnement permet le bridage. Un plan de bridage sera alors programmé et appliqué par la société Ostwind.

## 5. CONCLUSION

Compte tenu de tous les éléments repris dans ce document (situation initiale, émergences calculées, niveaux de bruit ambiant mis en jeu, conditions de propagation du bruit, moyens compensatoires envisageables, etc...), nous concluons que l'implantation de la SEPE La Croix Florent peut être compatible avec son environnement.

Nous avons vu que les risques de dépassement des émergences réglementaires étaient globalement faibles.

Néanmoins, les incertitudes induites dans ce type d'études d'impact (données initiales, mesures, calculs, représentativité) peuvent être importantes bien qu'un certain nombre de paramètres soient majorants donc en défaveur du projet. C'est pourquoi, seules des mesures acoustiques après installation permettront de s'assurer de la conformité de la SEPE La Croix Florent par rapport à la réglementation.