

# SEPE LA GRANDE CONTREE

1, rue de Berne  
67300 SCHILTIGHEIM

## ANNEXE III

### ÉTUDE ACOUSTIQUE (KI ETUDES)

PJ N°7 SELON LE DOCUMENT CERFA 15964\*01

#### PROJET EOLIEN LA GRANDE CONTREE

Commune de Charleville  
Département de la Marne (51)



BUREAU D'ÉTUDES JACQUEL & CHATILLON

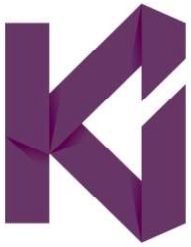
Environnement et Energies  
[www.be-jc.com](http://www.be-jc.com)

Réalisation du dossier :

Bureau d'Études JACQUEL & CHATILLON  
3, Quai des Arts  
51000 CHALONS-EN-CHAMPAGNE  
Tél. : 03.26.21.01.97

DECEMBRE 2020





**KIETUDES**  
bureau d'études acoustiques

## Projet éolien de la SEPE Grande Contrée

Etude d'Impact Acoustique

Référence NFS 31-114



Auteurs     Rodolphe Delaporte  
                  Mathieu Crépin  
Rapport     du 29/11/2017  
Mesures    du 10/08/2017  
                  Au 22/09/2017

102/F5 Bd Montesquieu  
59100 Roubaix  
[www.kietudes.com](http://www.kietudes.com)

Tél 03 20 70 08 39  
Fax 03 20 26 11 69  
[contact@kietudes.com](mailto:contact@kietudes.com)

## TABLE des MATIERES

1	Introduction.....	3
1.1	Sujet.....	3
1.2	Cadre réglementaire.....	3
1.3	Glossaire.....	4
2	Etat Initial.....	6
2.1	Zone géographique et enjeux.....	6
2.1.1	Zone géographique.....	6
2.1.2	Environnement.....	7
2.1.3	Enjeux.....	8
2.2	Programme de mesures et méthode.....	9
2.2.1	Généralités.....	9
2.2.2	Emplacements de mesure.....	9
2.2.3	Indicateurs.....	18
2.2.4	Classes homogènes.....	21
2.3	Analyse des résultats.....	24
2.3.1	Récapitulatif des valeurs des indicateurs de bruit résiduel.....	25
3	Etude prévisionnelle du bruit éolien.....	27
3.1	Modèle d'évaluation.....	27
3.2	Définition du projet éolien.....	28
3.3	Caractéristiques de la Vestas V100 STE 2.2 MW.....	28
3.4	Bruit éolien et émergences.....	30
3.5	Bruit au périmètre des éoliennes.....	34
3.6	Tonalité marquée.....	35
3.7	Effets cumulatifs.....	36
3.7.1	Etat des lieux.....	36
3.7.2	Evaluation du bruit des parcs voisins.....	36
4	Conclusions sur l'impact acoustique.....	37
4.1	Aspects règlementaires.....	37
4.2	Impacts acoustiques.....	38
4.2.1	Effets directs sur la santé.....	38
4.2.2	Effets indirects sur la santé.....	38
5	Annexe.....	39

## 1 Introduction

### 1.1 Sujet

Un projet d'implantation d'éoliennes est prévu à Charleville (51). Ce projet doit faire l'objet d'une étude d'impact acoustique sur l'environnement.

Une campagne de mesurages acoustiques a été menée du 10/08/2017 au 22/09/2017 par Kietudes. Le présent rapport décrit les conditions des mesures, les analyses des enregistrements pour ensuite évaluer par simulations informatiques les impacts acoustiques du projet.

### 1.2 Cadre réglementaire

Les parcs éoliens sont soumis à autorisation au titre des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Les prescriptions générales sont formulées dans l'arrêté du 26 Aout 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.

Les règles sont alors :

- Respect des valeurs limites de 70 dB(A) de jour et 60 dB(A) de nuit dans un périmètre de 1,2 fois la hauteur totale des éoliennes
- Respect des valeurs d'émergences globales de 5 dB(A) de jour (7h-22h) et 3 dB(A) de nuit (22h-7h) dans les zones à émergences réglementées (ZER) et pour des niveaux sonores ambiant (parc en fonctionnement) de plus de 35 dB(A). En deçà de cette limite, aucune émergence n'est à rechercher.
- La notion d'émergence spectrale n'est pas présente dans cette nouvelle réglementation mais il faut surveiller la présence ou non de tonalité marquée qui ne doit pas apparaître plus de 30% du temps.

Le paragraphe 8.4 de l'annexe de l'arrêté du 26 Aout 2011 précise :

« 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 2001 »

La norme NFS 31-114 n'étant pas encore publiée, c'est la version de juillet 2011 qui sert de référence au présent contrôle acoustique.

### 1.3 Glossaire

#### **Pression sonore :**

La pression sonore est l'effet du son qui est percevable par l'ouïe. Elle se mesure comme toutes les pressions en Pascal ( $N/m^2$ ). Pour la comparer avec d'autres pressions sonores on utilise l'échelle logarithmique du "décibel", en se référant à la base de  $L_p = 0$  dB soit  $2.10^{-5}$  Pa.

#### **Puissance sonore :**

C'est la puissance sonore totale produite par une source de bruit. Cette énergie se propage à travers l'atmosphère, et génère au niveau de l'observateur la pression sonore  $L_p$ . Pendant cette propagation, elle est sujette aux lois physiques (atténuation en fonction de la distance, de l'absorption atmosphérique et par le sol, diffraction et absorption par les obstacles).

Pour la comparer avec d'autres sources d'énergie sonore, on utilise l'échelle logarithmique du décibel, en se référant à la base de  $L_w = 0$  dB  $\Rightarrow 1$  pW ( $1.10^{-12}$  W).

#### **Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A $Leq(A)$ :**

Est le niveau de pression acoustique en dB, se référant au niveau de pression de référence de  $2.10^{-5}$  Pa, continu équivalent pondéré A, obtenu sur un intervalle de temps «court».

Le  $Leq(A)$  court est utilisé pour obtenir une répartition fine de l'évolution temporelle des événements acoustiques pendant l'intervalle de mesure. La durée d'intégration retenue dépend de la durée des phénomènes que l'on veut mettre en évidence. Elle est généralement de durée inférieure ou égale à 10 secondes.

#### **Niveau acoustique fractile LN (exemple L10, L90,...) :**

Par analyse statistique des valeurs  $Leq(A)$  courts, on peut déterminer le niveau de pression acoustique pondéré A qui est dépassé pendant N % de l'intervalle de temps considéré, dénommé « niveau acoustique fractile ». Son symbole est LN : par exemple, L90 est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A dépassé pendant 90 % de l'intervalle de mesure.

#### **Intervalle de mesure :**

Intervalle de temps au cours duquel la pression acoustique au carré pondérée A est intégrée et moyennée.

#### **Intervalle d'observation :**

Intervalle de temps au cours duquel tous les mesurages nécessaires à la caractérisation de la situation sonore sont effectués soit en continu, soit par intermittence.

#### **Intervalle de référence :**

Intervalle de temps retenu pour caractériser une situation acoustique et pour déterminer de façon représentative l'exposition au bruit des personnes.

#### **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 et éloignées, y compris du bruit de l'installation en question.

**Bruit particulier :**

Partie du bruit ambiant provoquée par l'installation en question et étant fonction soit de la présence, de l'existence ou du fonctionnement de l'installation.

**Bruit résiduel :**

Bruit ambiant, en l'absence du (des) bruit(s) particulier(s), objet(s) de la requête considérée.

**Emergence :**

L'émergence est définie par la différence entre le niveau de bruit ambiant, comportant le bruit particulier en cause, et celui du bruit résiduel constitué par l'ensemble des bruits habituels, extérieurs ou intérieurs, dans un lieu donné, correspondant à l'occupation normale des locaux et au fonctionnement normal des équipements.

**Zone à Emergence Réglementée (ZER) :**

- L'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers, existant à la date de la déclaration pour les nouvelles installations 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 la déclaration pour les nouvelles installations 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 a été déposée avant la mise en service industrielle de l'installation.



## 2 Etat Initial

### 2.1 Zone géographique et enjeux

#### 2.1.1 Zone géographique

Le projet éolien de la SEPE Grande Contrée se situe dans le département de la marne [51], au sein de la communauté de communes de la Brie Champenoise.

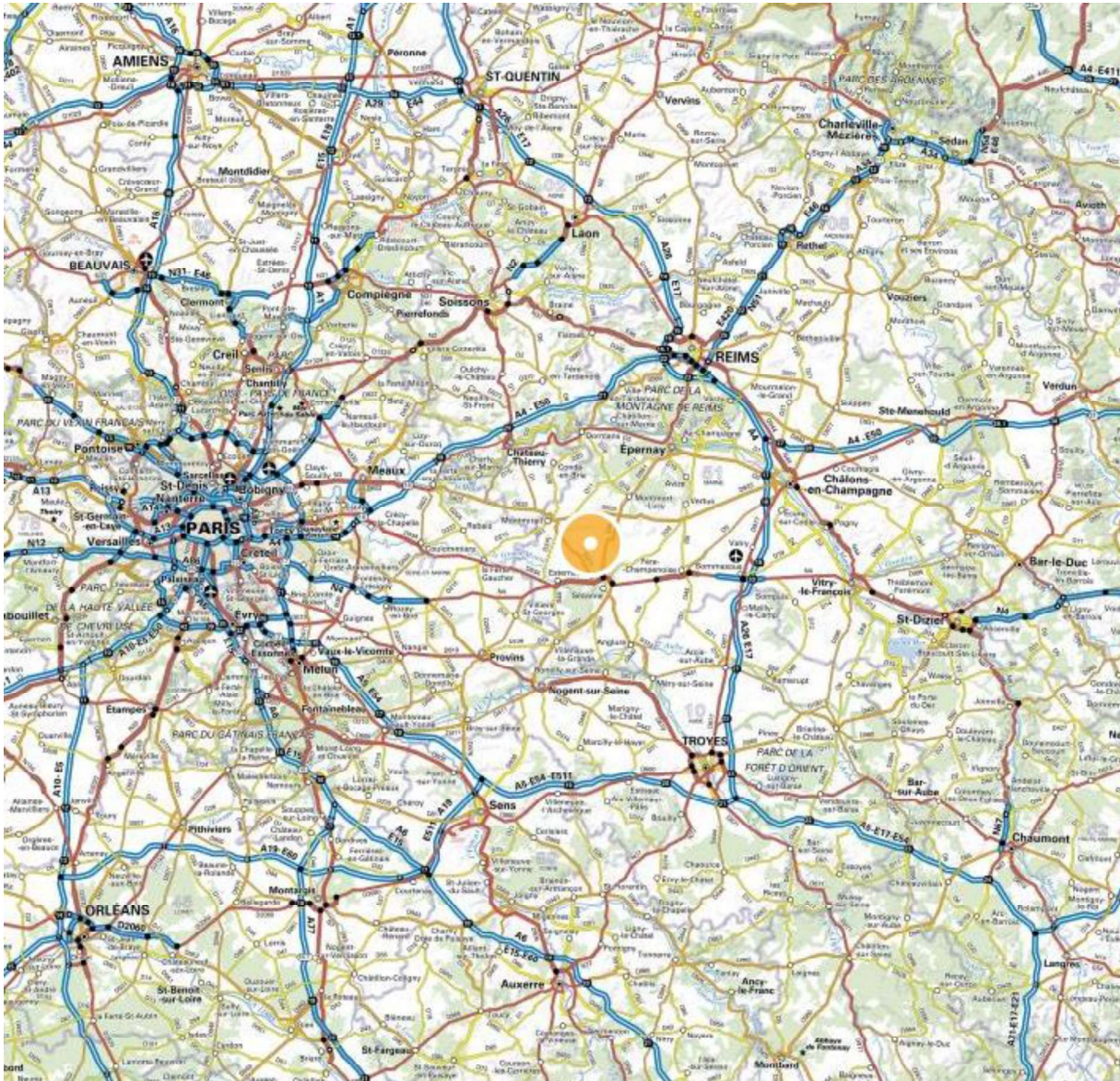


FIG. Situation géographique local du projet – Source : IGN



2.1.2 Environnement

2.1.2.1 Relief et nature des sols

Figure ci-dessous la zone d'étude :

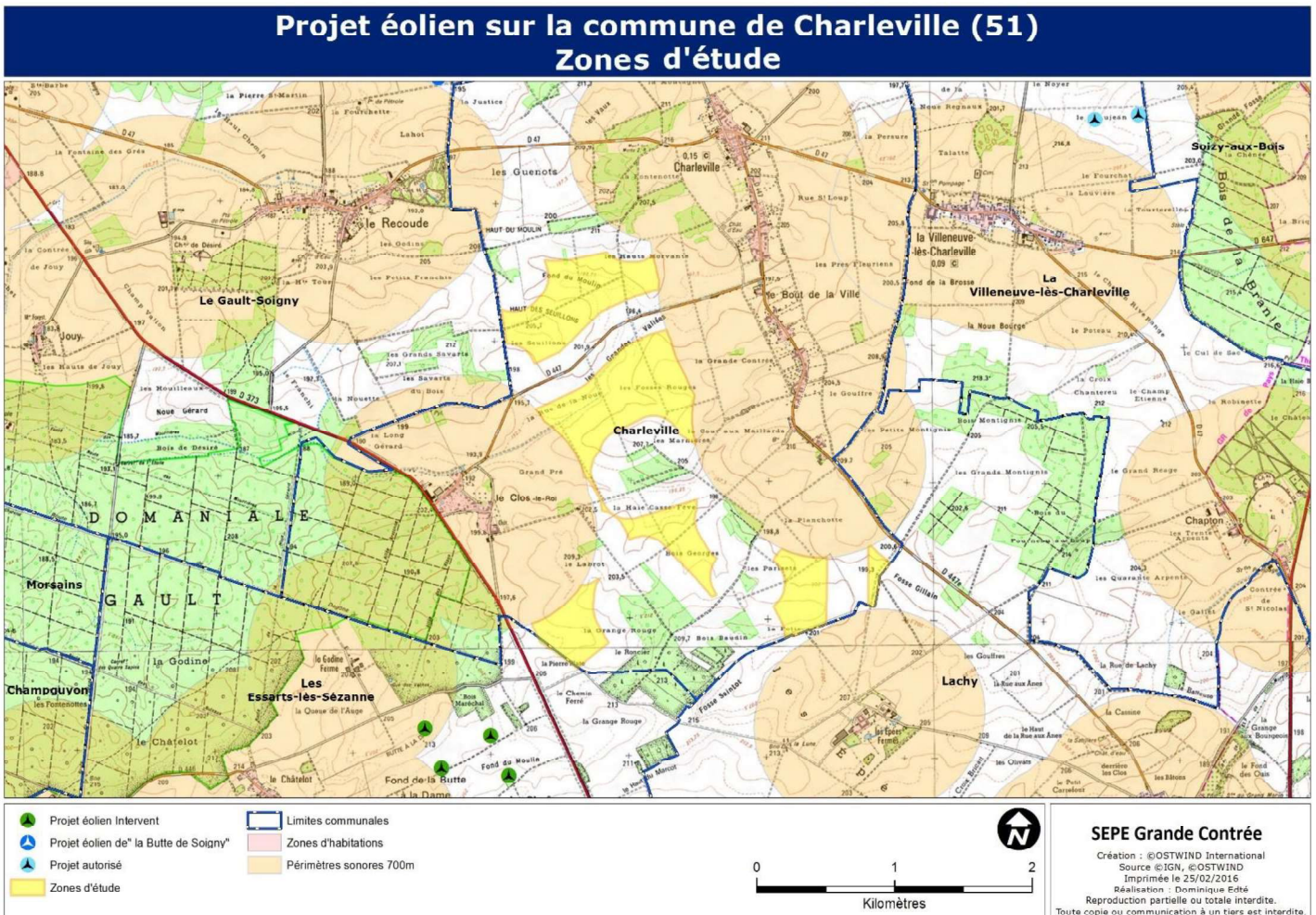
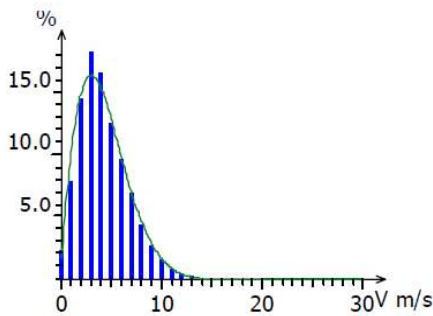


FIG. zone d'étude – Source : IGN, Ostwind

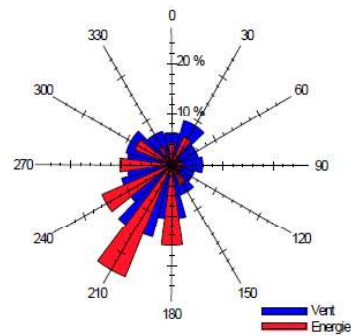
La zone d'étude est entièrement agricole. La Forêt Domaniale du Gault est le principal espace boisé. Les routes ne desservent que les petits villages et ne sont pas particulièrement fréquentées. Le site de la ferme de la Godine est équipé d'installation plutôt bruyantes. Il n'y a pas d'autre zone de bruit particulier. Les mesures sont donc réalisées chez les riverains. Le terrain est légèrement vallonné.

### 2.1.2.2 Météorologie

Le climat de la Marne présente bien des nuances dans le déroulement des saisons et dans ses variétés locales.



distributions brute et ajustée à 10 m sur  
la période du 01/01/96 au 31/12/08



rose des vents et distribution énergétique  
à 10 m sur la période du 01/01/96 au 31/12/08

Dans ce département de la Marne, les vents dominants sont principalement de secteur Sud-Ouest et, dans une moindre mesure, de secteur Nord-Nord-Est.

### 2.1.2.3 Habitat

Les habitations sont essentiellement concentrées dans les villages, il n'y a quasiment pas de maison isolée.

### 2.1.3 Enjeux

La protection de la santé publique est le but principal de l'étude. Ce rapport doit démontrer que le projet sera conforme en termes de nuisances sonores. C'est pourquoi il présente le point Zéro de l'état sonore du site (état initial de l'environnement). Puis établit par simulation numérique le niveau de bruit généré par les futurs aérogénérateurs. Cette étude aboutira le cas échéant, à des mesures d'évitement/réduction voire compensation du bruit du parc éolien.

Le développement des énergies renouvelables est un objectif national. La présente étude acoustique est un outil pour le développeur du parc qui lui permettra d'optimiser son projet et de produire de l'électricité sans nuisances sonore pour le voisinage.

## 2.2 Programme de mesures et méthode

### 2.2.1 Généralités

La norme NFS 31-114 « Mesurage du bruit dans l'environnement avec et sans activité éolienne » est encore à l'état de projet et c'est la version de juillet 2011 qui fait référence.

La présente étude acoustique suit précisément la méthode de mesurage et d'analyse des niveaux de bruit dans l'environnement d'un parc éolien que décrit la norme.

En conséquence :

- L'étude se doit de mesurer les niveaux sonores dans le plus grand nombre possible de situations.
- Les mesurages de bruit ont été faits auprès des riverains les plus exposés aux bruits provenant de la zone d'étude.

Compte tenu des équipements de mesure à notre disposition, il n'était pas possible de réaliser les mesures en 7 points tous ensemble. La campagne de mesure a donc été réalisée en deux séries :

- Du 10/08/2017 au 05/09/2017 pour les points 1, 2 et 3
- Du 05/09/2017 au 22/09/2017 pour les points 4, 5, 6 et 7

Il n'y a eu que peu de vent au début de la première série de mesures, c'est pourquoi elle a été prolongée de sorte à obtenir suffisamment d'échantillons de mesures

### 2.2.2 Emplacements de mesure

7 points de mesures ont été retenus pour cette étude. Ces points ont été choisis au regard de la distance et de l'exposition possible des habitations vis-à-vis du projet. Ils sont tous représentatifs des conditions sonores donnant des niveaux de bruit les plus bas possibles (protégés des sources parasites mais exposés aux bruits provenant de la zone d'étude).

Chaque sonomètre a été disposé sur trépied à hauteur de 1,6 m, à l'écart de toute surface réfléchissante. (au moins 2 m).



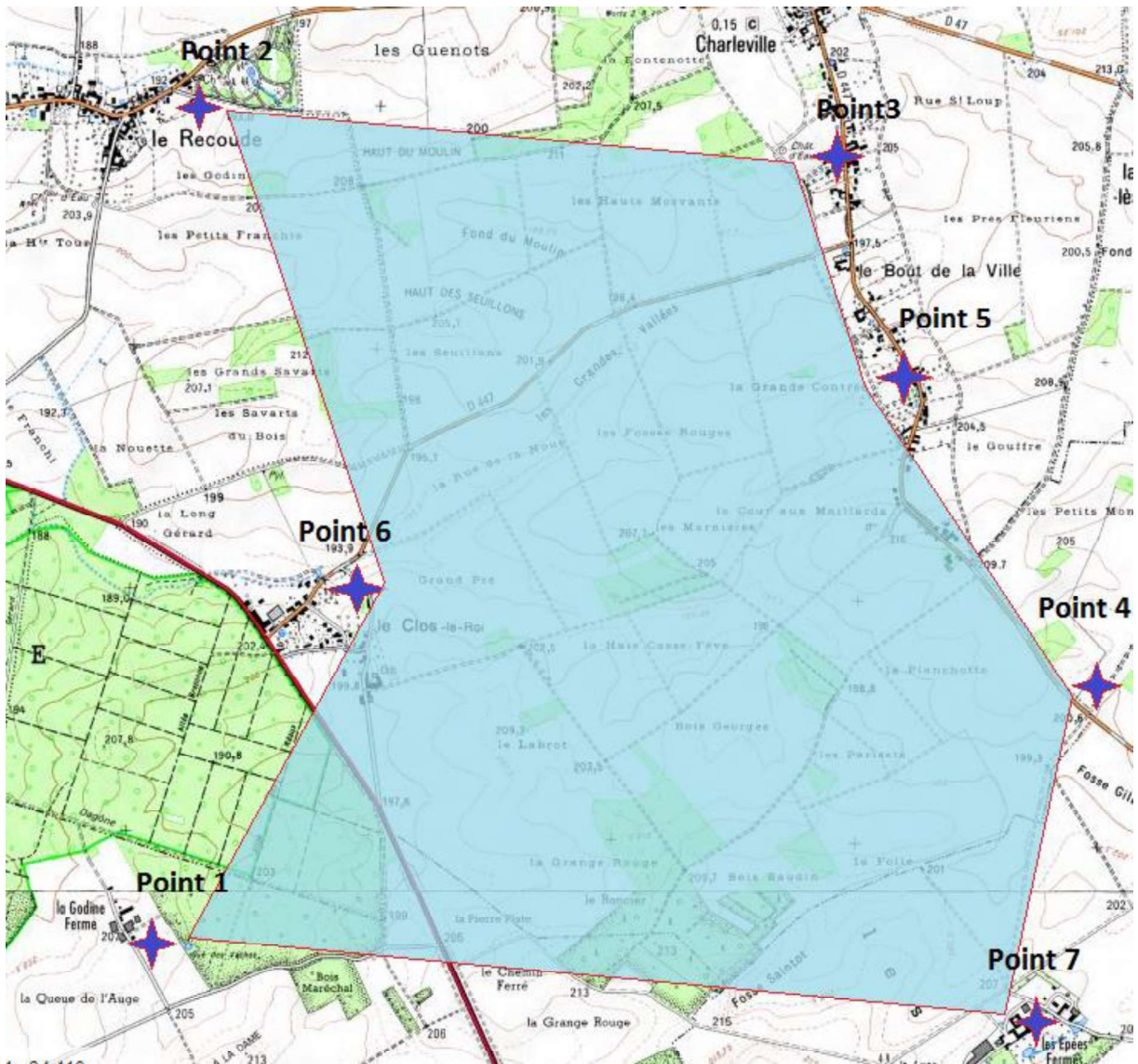


FIG. Emplacement des points de mesure – Source IGN, Kiétudes

2.2.2.1 Point 1

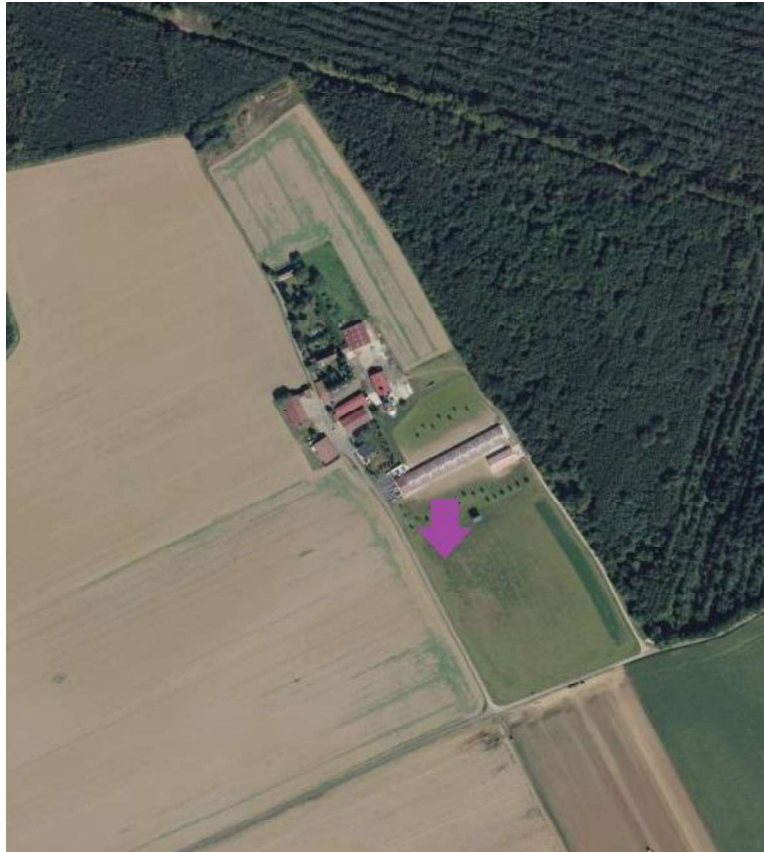


FIG. Vue aérienne Point 1 – Source Géoportail

Le point d'enregistrement 1 est à la Ferme de la Godine sur la commune de Les Essarts-Lès-Sézanne

Coordonnées :

N 48° 46' 32.318"

E 3° 37' 54.009"

Sonomètre : 01dB ACOEM type DUO classe 1 n°10687

Du 10/08/2017 au 05/09/2017



2.2.2.2 Point 2



FIG. Vue aérienne Point 2 - Source Géoportail

Le point 2 se trouve 4 rue des Godins au RECOUDE (Le GAULT-SOIGNY)

Coordonnées :

N 40° 48' 33.897 "

E 3° 37' 55.111 "

Sonomètre : 01dB ACOEM type DUO classe 1 n°10689

Du 10/08/2017 au 05/09/2017

2.2.2.3 Point 3

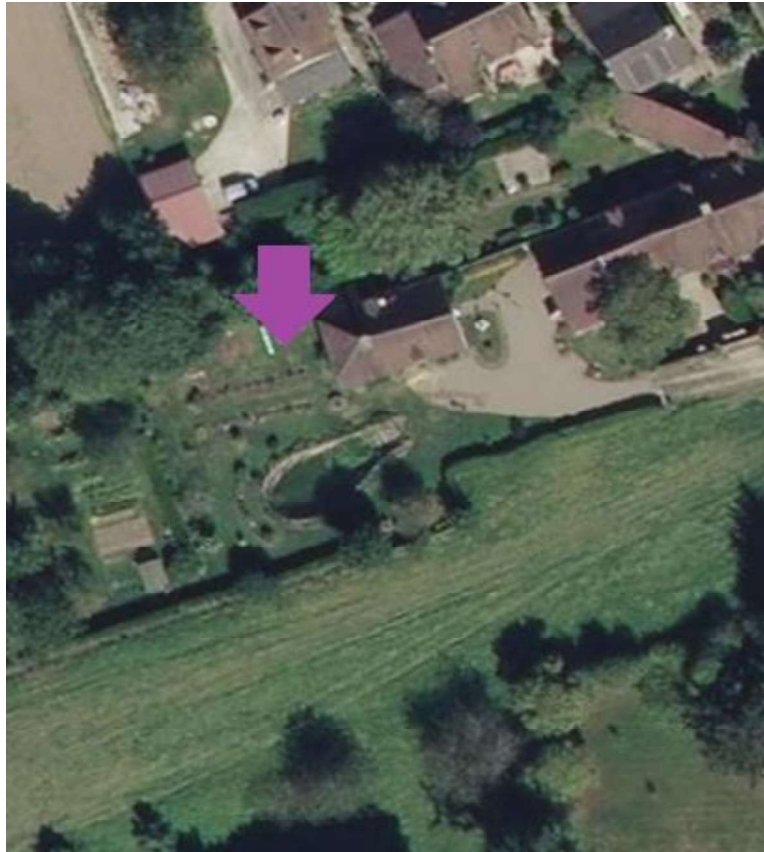


FIG. Vue aérienne Point 3 – Source Géoportail

Le point 3 se situe à Charleville 36 rue du Village

Coordonnées :

N 48° 48' 23.786''

E 3° 40' 10.603 ''

Sonomètre 01dB ACOEM type DUO classe 1 n°10690

Du 10/08/2017 au 05/09/2017

2.2.2.4 Point 4

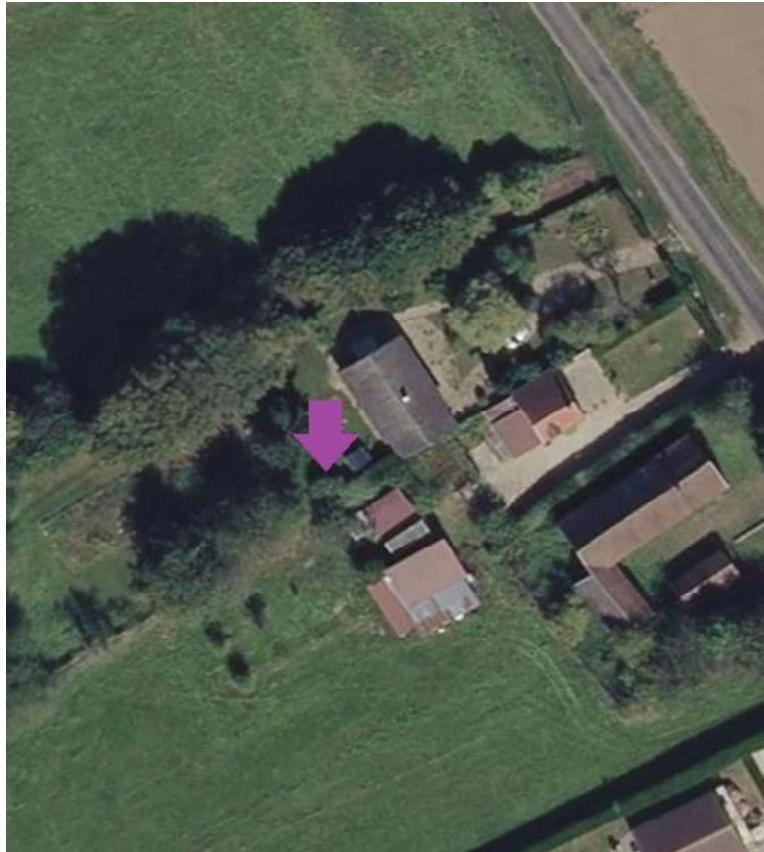


FIG. Vue aérienne Point 4 – Source Géoportail

Le point 4 se trouve dans la hameau « Le Bout De La Ville » sur la commune de Charleville, au n°16 de la rue du même nom

Coordonnées :

N 48° 48' 2.668''

E 3° 40' 17.659''

Sonomètre 01dB ACOEM type DUO classe 1 n°10690

DU 05/09/2017 au 22/09/2017

2.2.2.5 Point 5



FIG. Vue aérienne Point 5 – Source Géoportail

Le point 5 se trouve dans la commune de Charleville (Le Bout De La Ville) au n°49 de la rue du même nom

Coordonnées :

N 48° 47' 31.224"

E 3° 40' 36.003"

Sonomètre 01dB ACOEM type DUO classe 1 n°10689

Du 05/09/2017 au 22/09/2017

2.2.2.6 Point 6

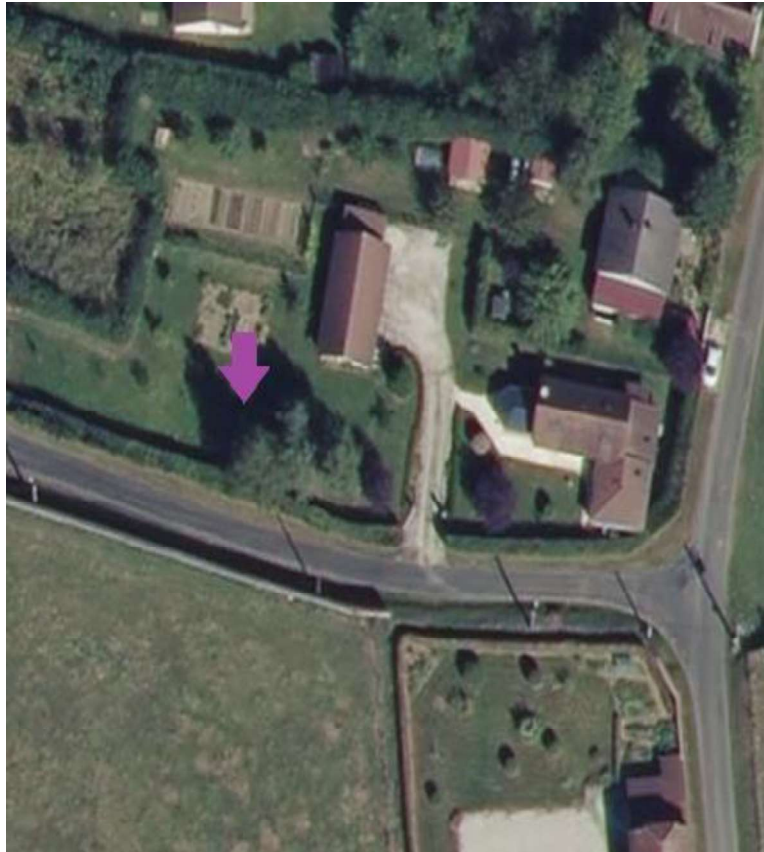


FIG. Vue aérienne Point 6 – Source Géoportail

Le point 6 se trouve au n°2 rue du Boitelet commune de Charleville, lieu-dit Le Clos le Roi

Coordonnées :

N 48° 47' 19.978"

E 3° 38' 32.746"

Sonomètre 01dB ACOEM type DUO classe 1 n°10687

Du 05/09/2017 au 22/09/2017



2.2.2.7 Point 7



FIG. Vue aérienne Point 7 – Source Géoportail

Le point 7 se trouve au 4 route communale des épées, commune de Lachy

Coordonnées :

N 48° 46' 32.821"

E 3° 40' 51.947"

Sonomètre 01dB ACOEM type DUO classe 1 n°10680

### 2.2.3 Indicateurs

#### 2.2.3.1 Définition des indicateurs

La norme NFS 41-114 définit les indicateurs de bruit et de vent et décrit l'analyse qui doit être réalisée.

Ainsi, les niveaux sonores ont été relevés sur l'indicateur LAeq\_1s. On en déduit le descripteur du niveau sonore qui est la valeur médiane sur 10 minutes qui est le L50\_10min.

La vitesse de vent associée au descripteur du niveau sonore est la valeur moyenne des vitesses de vent standardisée à 10 m de haut. Les vitesses de vent ont été prises directement depuis un mât de 10 m installé sur site (voir figure de localisation en page suivante). Aucune correction n'est donc à apporter à cette mesure.

On obtient ainsi des couples Bruit/Vent par intervalle de base de 10 minutes. Ces couples sont ensuite triés par classe homogène (Cf 3.4 classes homogènes). Un filtrage est également réalisé pour exclure toute période de bruit qui ne serait pas représentative de l'ambiance sonore habituelle. Ainsi, le bruit d'un voisin tondant sa pelouse, le bruit d'une machine agricole stationnant 1 heure à proximité du sonomètre ou encore le bruit de la nature au réveil (chorus matinal) sont exclus des mesures car n'entrant pas dans le registre d'une classe homogène.

Pour chaque classe de vitesse de vent au sein d'une classe homogène, l'indicateur de bruit est déterminé à l'aide des deux étapes suivantes :

- On calcule la médiane des descripteurs du niveau sonore contenus dans la classe de vitesse de vent étudiée. Cette valeur sera associée à la moyenne arithmétique des vitesses de vent relative à chaque descripteur contenu dans la classe de vitesse de vent étudiée, pour former le couple (vitesse moyenne, indicateur sonore brut).
- Pour chaque valeur de vitesse de vent entière, l'indicateur de bruit sera déterminé par interpolation linéaire entre les couples (vitesse moyenne, indicateur sonore brut) des classes de vitesse de vent contiguës.

Pour qu'une classe de vent soit validée, la norme requière un minimum de 10 couples bruit/vent.

### 2.2.3.2 Paramètres d'acquisition

Les niveaux sonores LAeq\_1s ont été acquis par des sonomètres de classe 1 de marque O1dB type DUO. Les numéros de série sont : 10687, 10689, 10690, 10680

Les vitesses de vent ont été acquises par un anémomètre depuis un mat en plaine de 10 m de haut.

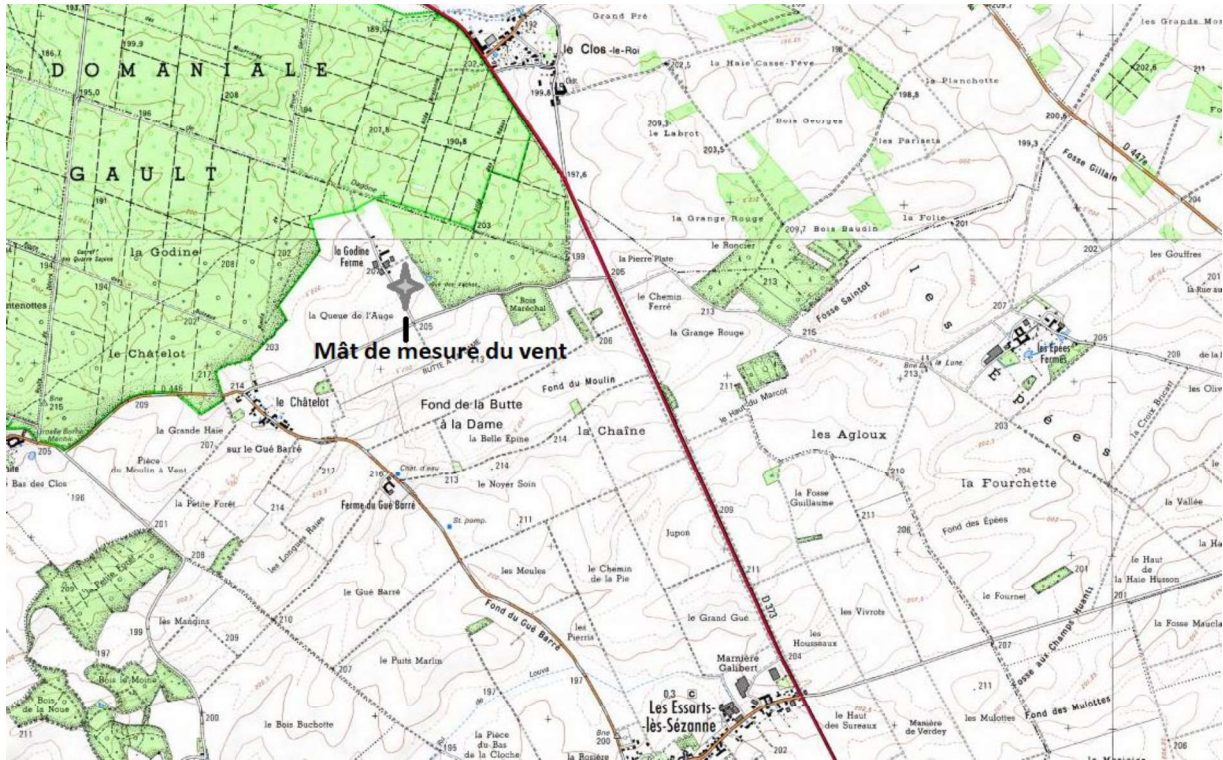


FIG. Localisation mat météo – Source Géoportail

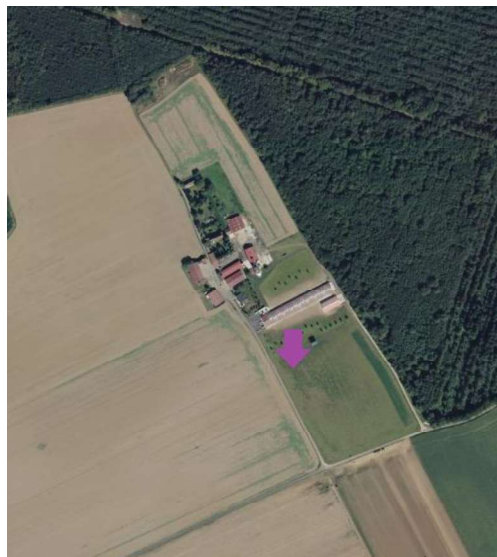


FIG. Vue aérienne mat météo – Source Géoportail

Coordonnées :

N 48° 46' 32.318"

E 3° 37' 54.009"

### 2.2.3.3 Incertitudes

Les incertitudes sont référencées dans la norme NF S 31-114 version juillet 2011.

Incertitude de type A :

- Bruit ambiant : UA (amb) = 1dB(A)
- Bruit résiduel : UA (rés) = 1dB(A)

Incertitude de type B :

Les valeurs correspondantes à ce type d'incertitude appliquées à la mesure physique du phénomène sont les suivantes :

UbK	Composante	Incertitude dB(A)	Justification
1	Calibrage	0	2 calibrages (avant et après enregistrement)
2	Appareillage	0.2	
3	Directivité	0	Axe vertical
4	Linéarité en fréquence	1.05	
5	Température / humidité	0.15	Variation pendant l'intervalle de référence
6	Pression statique	NC	NC
7	Impact du vent sur microphone	NC	Emplacement des mesures justifié
8	Impact de la mesure du vent	NC	Pas de mesure de vent proche d'un sonomètre. Pas de variation brutale de la force du vent entre deux mesures.

L'incertitude complète de type B, par point de mesure et par classe de vitesse de vent est donc :

- $U_b = +/- 1.08 \text{ dB(A)}$

Incertitude combinée sur les indicateurs de bruits ambiant et résiduel :

- $U_C \text{ (amb)} = +/- 1.47 \text{ dB(A)}$
- $U_C \text{ (rés)} = +/- 1.47 \text{ dB(A)}$

## 2.2.4 Classes homogènes

### 2.2.4.1 Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques pendant la session de mesure conditionnent le choix des différentes classes homogènes.

La norme NFS 31-010 décrit comment apprécier l'influence des conditions météorologiques par l'emploi de code caractérisant le vent [U] et la température [T] :

U1 : vent fort (3 à 5 m/s) contraire au sens source-récepteur

U2 : vent moyen à faible (1 à 3 m/s) contraire ou vent fort, peu contraire

U3 : vent nul ou vent quelconque de travers

U4 : vent moyen à faible portant ou vent fort, peu portant

U5 : vent fort portant

T1 : jour et fort ensoleillement et surface sèche et peu de vent

T2 : idem T1 mais au moins 1 condition non vérifiée

T3 : lever ou coucher du soleil ou [temps couvert et venteux et surface pas trop humide]

T4 : nuit et [nuageux ou vent]

T5 : nuit et ciel dégagé et vent faible

L'estimation qualitative de l'influence des conditions météorologiques se fait par l'intermédiaire de la grille ci-dessous :

	U1	U2	U3	U4	U5
T1		--	-	-	
T2	--	-	-	Z	+
T3	-	-	Z	+	+
T4	-	Z	+	+	++
T5		+	+	++	

-- : état météorologique conduisant à une atténuation très forte du niveau sonore

- : état météorologique conduisant à une atténuation forte du niveau sonore

Z : effets météorologiques nuls ou négligeables

+

++ : état météorologique conduisant à un renforcement moyen du niveau sonore

Ces effets sont valables pour des sources de bruit éloignées de plus de 50 m du récepteur.

Ci-dessous un descriptif des conditions météorologiques pendant les mesures.

Code météorologiques normalisés (à titre d'information réglementaire – NFS 31-010)

Pour la période de jour : U3T3.

Pour la période de nuit : U3T4



Effets des conditions météorologiques	Tous les Points
Jour	Nuls ou négligeables
Nuit	Renforcement faible des niveaux sonores avec la distance

#### 2.2.4.2 Vent

Ci-dessous la rose des vents pendant la campagne de mesure, issue du mat de mesure à 10 m.

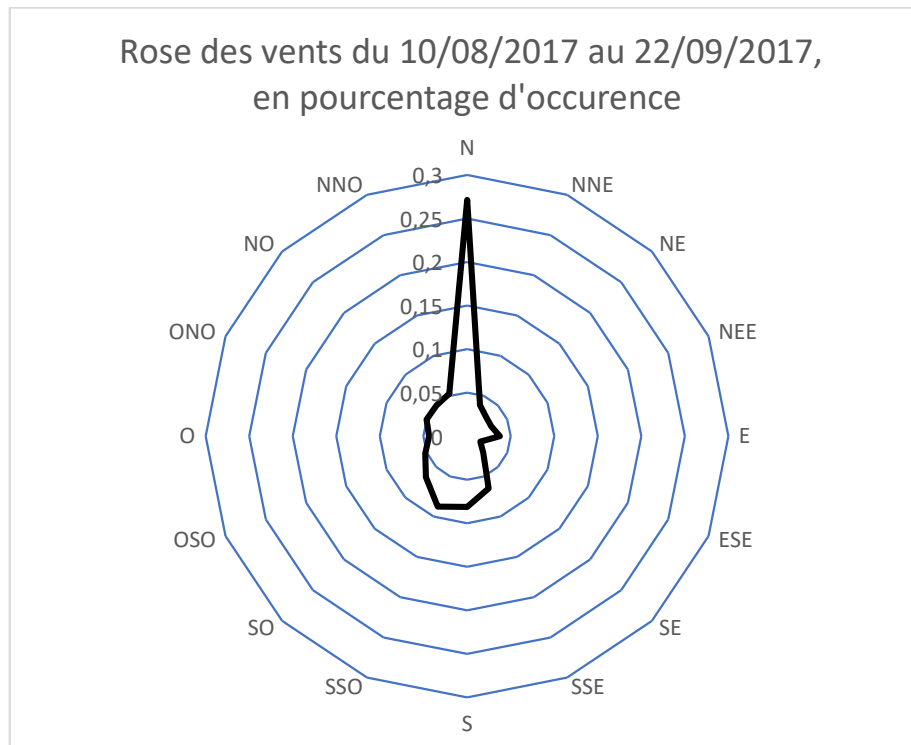


FIG. Rose des Vents – Source : Kiétudes

Les vents ont été répartis en 2 principales zones : Nord et Sud

#### 2.2.4.3 *Choix des classes homogène*

La durée de la campagne de mesurage permet d'établir des classes homogènes, comme suit :

Les classes homogènes sont donc définies : par la période de la journée : jour (7H00-22H00) et nuit (22H00-7H00), ainsi que par l'orientation du vent Nord et Sud, mais aussi par la saison (été) des mesurages, cette classe se justifie d'autant plus que le terrain et les effets de sols dépendent fortement du type de culture pratiquées.

Le chorus matinal sera exclu, ainsi que les périodes de pluie marquée.

### 2.3 Analyse des résultats

Sont présentés dans cette partie les résultats des mesures par classe homogène.

**EVENEMENT** 1 classe d'évènements

Dans le cadre d'une étude d'impact prévisionnelle, aucune éolienne sur place n'est installée et la mesure ne considère donc que le bruit résiduel.

**PERIODES** 3 classes temporelles

Classes / bornes (hh :mm)		
Chorus (C)	06 :00	08 :00
Jour (j)	08 :00	22 :00
Nuit (N)	22 :00	06 :00

Le Chorus correspond au réveil de la nature et a donc été exclu des enregistrements. Nous analysons dans la suite les périodes jour et nuit.

**ORIENTATION** 2 classes d'orientation retenue

Classes (secteurs de vent) / bornes (°)		
Orientation 1 (secteur Nord)	270	90
Orientation 2 (Secteur Sud)	90	270

**VITESSES** 6 classes de vitesses

Classes (V moy(10min_h=10m)) / bornes (m/s)		
3	2,5	3,5
4	3,5	4,5
5	4,5	5,5
6	5,5	6,5
7	6,5	7,5
8	7,5	>8,5

Les classes 1m/s et 2m/s n'ont pas d'intérêt pour l'étude car les éoliennes ne fonctionnent pas en dessous de 3m/s.

Il n'y a pas eu suffisamment de période de vent supérieurs à 8 m/s pour caractériser les classes homogènes à 9 et 10 m/s. Cependant, dès 7 m/s à 10m, les éoliennes fournissent leur pleine puissance sonore. L'étude à 9 et 10 m/s n'est donc pas nécessaire pour conclure sur la présence ou non d'émergence.

## 2.3.1 Récapitulatif des valeurs des indicateurs de bruit résiduel.

Voici les résultats pour la période 07 : 00(jour) -22 : 00(nuit) par vents allant de 3m/s à 8m/s et plus.

En dB(A)

Nuit	Secteur	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
Point 1	1	39,6	40,7	41,8	41,8	41,8	41,8	41,8
	2	44,7	46,8	46,8	46,8	46,8	46,8	46,8
Point 2	1	26,6	28,7	27,5	28,4	28,4	30,6	30,6
	2	31,2	29,2	27,5	32,4	30,2	30,3	30,4
Point 3	1	26,1	28,7	30,6	32,6	32,6	32,6	32,6
	2	30,2	25,6	26,7	27,8	30,5	31,2	32,0
Point 4	1	32,8	39,2	39,4	39,6	39,6	39,6	39,6
	2	35,7	41,1	42,5	44,6	50,6	50,6	50,6
Point 5	1	35,1	36,3	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5
	2	25,2	25,2	25,2	25,2	27,4	27,2	27,2
Point 6	1	33,8	34,1	34,4	34,4	34,4	34,4	34,4
	2	22,5	24,1	25,8	25,7	26,2	26,0	26,0
Point 7	1	23,7	24,2	25,5	25,4	26,5	27,0	27,0
	2	33,1	33,1	33,1	33,1	33,1	33,1	33,1

Jour	Secteur	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
Point 1	1	41,6	42,5	42,8	44,0	45,2	45,2	45,2
	2	42,2	43,1	44,4	46,6	48,3	50,8	53,2
Point 2	1	31,2	31,8	32,5	32,7	33,2	33,7	33,9
	2	33,1	33,7	33,9	34,0	34,1	34,7	35,8
Point 3	1	30,7	31,3	31,4	31,4	31,6	32,1	32,8
	2	32,1	32,7	33,6	33,3	33,1	33,6	33,9
Point 4	1	41,0	41,8	45,0	47,9	50,3	51,5	54,6
	2	41,2	42,0	44,3	47,4	49,4	49,6	49,6
Point 5	1	36,0	36,7	37,0	37,0	38,5	40,0	40,0
	2	31,3	31,8	32,5	32,7	33,2	33,5	33,8
Point 6	1	33,9	34,2	38,2	45,5	50,1	50,1	50,1
	2	31,7	31,7	32,3	32,7	33,1	33,4	33,6
Point 7	1	32,0	31,6	32,0	33,2	33,8	34,4	34,4
	2	36,4	40,3	44,3	48,2	49,4	49,4	49,4

Italique grisé : Valeur extrapolée en raison d'un nombre insuffisant d'échantillons

Pour les classes de vent n'ayant pas recueilli plus de 10 échantillons bruit/vent, la norme Pr NFS 31 114 précise que le résultat ne peut être validé. La norme permet cependant d'extrapoler, notamment dans le cadre d'une étude d'impact.

Par mesure conservatoire nous avons alors considéré que le niveau sonore n'augmentait plus pour des vents supérieurs à la dernière classe de vent validée. Pour  $x$  m/s, nous avons donc repris le niveau sonore validé à  $[x-1]$  m/s.

Les mesures restent donc parfaitement représentatives et même protectionnistes pour le voisinage puisque, en réalité, le niveau sonore tend généralement à augmenter avec la vitesse du vent.



### 3 Etude prévisionnelle du bruit éolien

L'état initial étant établi, il s'agit de modéliser le bruit émis par les éoliennes dans différentes conditions de vent pour évaluer les niveaux reçus et les émergences.

#### 3.1 Modèle d'évaluation

Les prévisions des niveaux sonores sont faites sur le modèle décrit dans la norme ISO 9613-2 : "Acoustique - Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre". Le logiciel Wölfel IMMI 2012 est une application respectant scrupuleusement cette norme de calcul et qui permet d'établir les cartes de niveaux sonores.

Ce modèle de calcul est approuvé de façon internationale depuis 1996 [Norme ISO]. La méthode consiste à calculer l'atténuation d'un son lors de sa propagation en champs libre afin de prédire les niveaux de bruit ambiant à une distance donnée provenant de diverses sources. Les niveaux prédits correspondent à des conditions météorologiques favorables à la propagation sonore. En cela, cette méthode est majorante.

Le bruit est atténué par les éléments suivants :

- phénomène de dispersion géométrique (rayonnement de type sphérique de l'énergie dans l'espace). Cette atténuation est la principale et réduit les niveaux sonores indépendamment des fréquences
- Absorption de l'énergie par l'atmosphère. Cette atténuation se remarque pour les distances importantes et les aiguës sont principalement réduites tandis que l'effet sur les fréquences graves est négligeable
- Effet de sol. Selon la porosité du sol ou son caractère réfléchissant, l'énergie de l'onde sonore "rasante" pourra être absorbée, principalement pour les longues distances
- Obstacles (relief, végétation) : réflexions, diffractions, réfractions sont autant de phénomènes qui sont pris en compte dans la modélisation et qui peuvent augmenter les niveaux sonores ou les diminuer selon la disposition des obstacles.

Chacun de ces aspects fait l'objet d'un calcul d'atténuation par fréquence (1/3 d'octave).

Cette méthode est particulièrement adaptée aux distances importantes (plus de 100 m) et sources ponctuelles de bruit, ce qui est le cas ici.

Les limites de ce modèle sont tenues principalement par la connaissance des sources sonores et du milieu :

- Les données techniques du constructeur des éoliennes s'appuient sur de nombreuses campagnes de mesures in situ, et sont donc d'une grande fiabilité.
- Le milieu récepteur est également très détaillé : conditions météorologiques, porosité des sols, détail des obstacles et écrans (bois, forêts, bâtiments, relief) sont bien connus et renseignés dans le logiciel.

L'atténuation d'un son se propageant en champs libre fluctue du fait des variations des conditions météorologiques le long du trajet de propagation. Le fait de restreindre son attention à des conditions modérées de propagation par vent portant, comme prescrit dans la norme, limite l'effet des conditions météorologiques variables sur l'atténuation à des valeurs raisonnables.

### 3.2 Définition du projet éolien

Le projet prévoit 6 éoliennes selon l'implantation suivante :

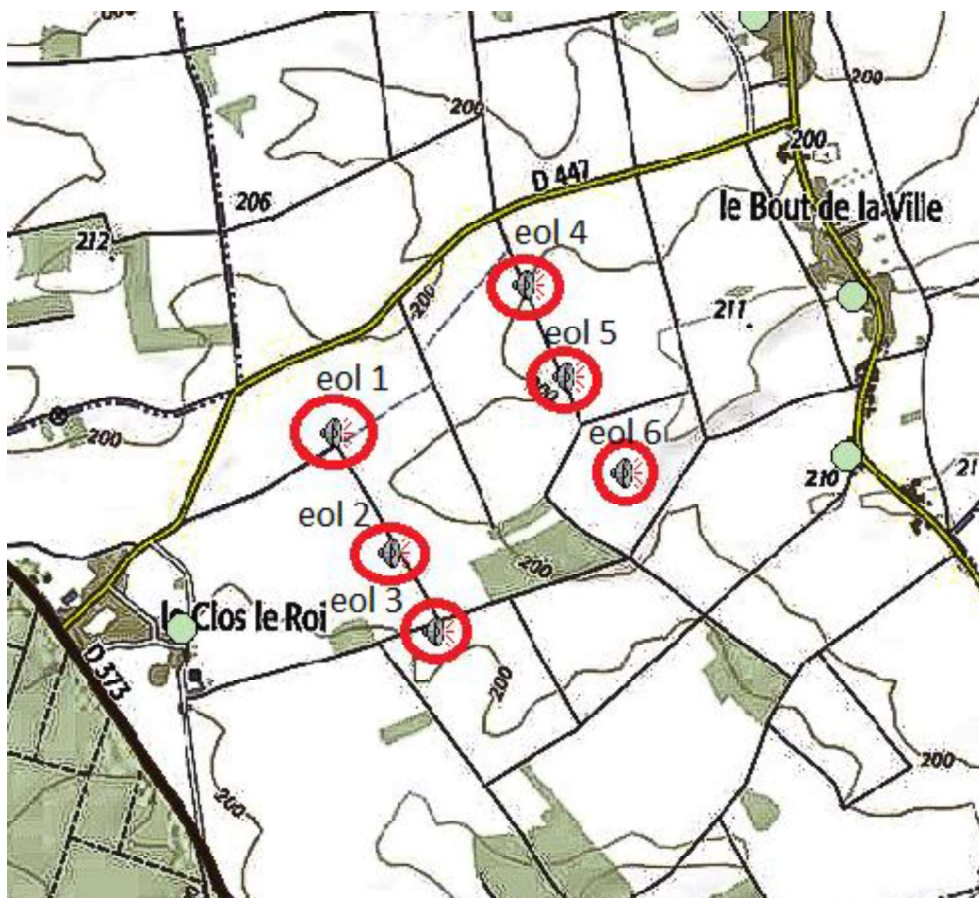


FIG. Localisation des éoliennes - Source : IGN, Kietudes

### 3.3 Caractéristiques de la Vestas V100 STE 2.2 MW

Le type d'éolienne envisagée est la Vestas V100 STE 2.2 MW sur des tours de 80 m.

Les puissances acoustiques normalisées de la Vestas V100 STE 2.2 MW sont données par le constructeur. Les puissances prises en compte dans la simulation sont les suivantes :

Vitesse de vent (Hauteur de nacelle)	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Lw en dB(A)	93.7	93.7	94.5	97.7	99.6	101.9	103.4	103.5

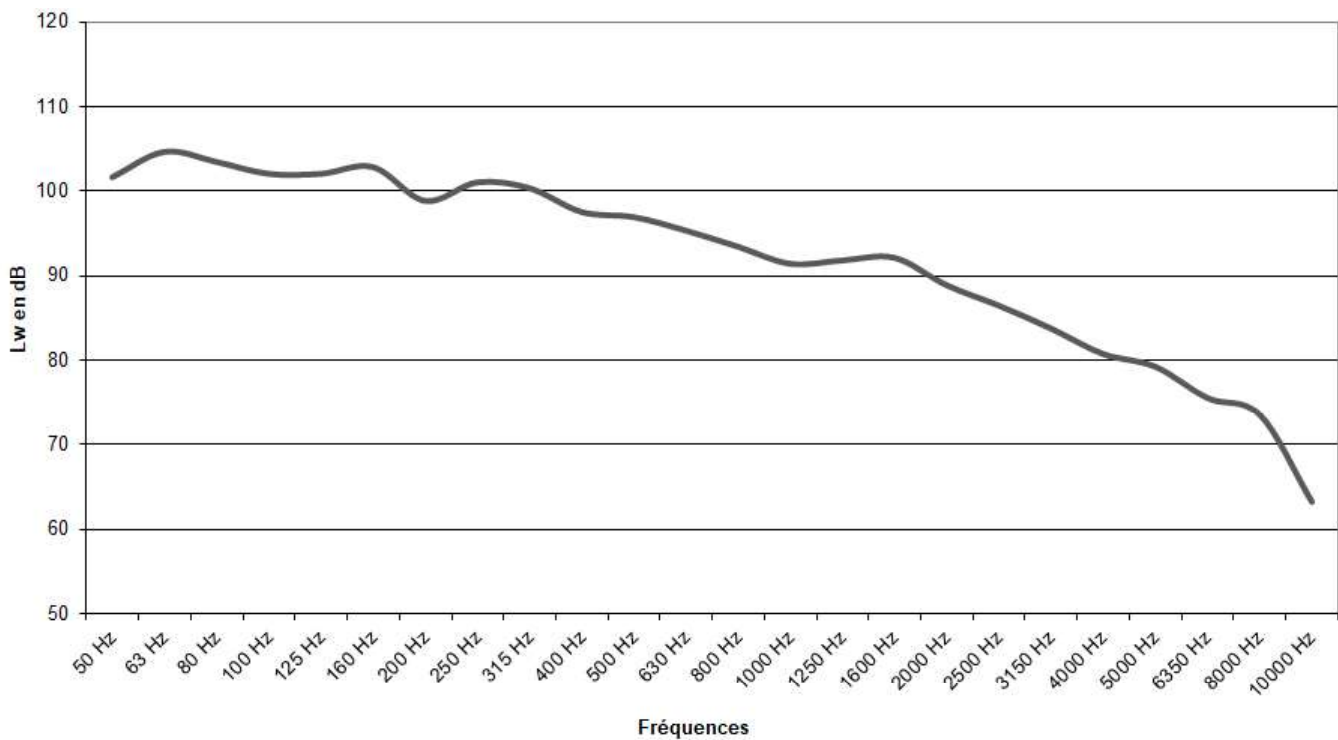
Compte tenu de la conversion des vitesses de vents mesurées en vitesse standardisée à 10 m, il convient de prendre un coefficient de cisaillement alpha de 0.19 (soit une rugosité de 5 cm) pour convertir les puissances sonores aux vitesses de vent à 10 m.

Par conséquent, les puissances sonores de la Vestas V100 STE 2.2 MW sont les suivantes :

Vitesse de vent (à 10 m)	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
Lw en dB(A)	93.8	97.6	100.5	103,3	103,5	103,5	103,5

Voici le spectre d'émission de la Vestas V100 STE 2.2 MW :

**Spectres d'émission**  
Vestas V100 STE 2,2 MW - mât de 8 m - 8 m/s à 10 m



Aucune tonalité n'est détectée dans ce spectre. Même aux quelques « pics » de puissance, le niveau sonore à ces fréquences ne se distingue pas suffisamment pour caractériser une tonalité marquée.

### 3.4 Bruit éolien et émergences

La zone d'implantation est constituée de terres de cultures et quelques bois. Le sol est donc considéré comme poreux et absorbant. De plus le relief est peu prononcé.

Dans une telle situation, nous prenons une valeur de 0,8 pour le coefficient G d'absorption par effet de sol.

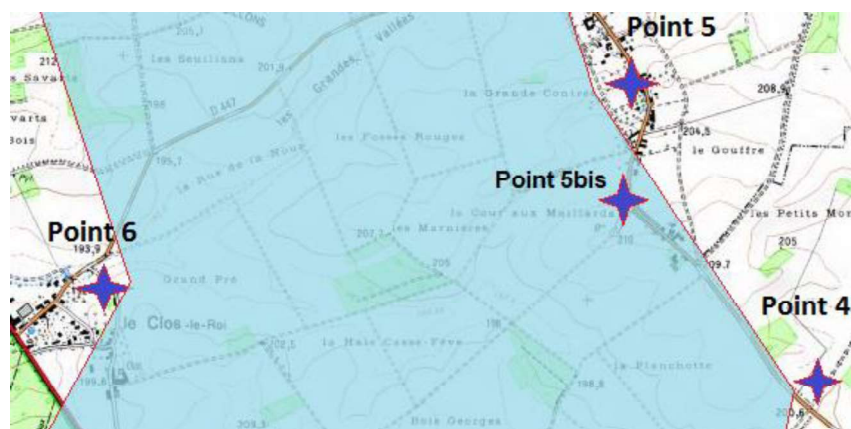
Nous considérons les 2 situations suivantes :

- S : vent de secteur Sud (90° - 270°), des atténuations supplémentaires sont apportées aux emplacements qui ne sont pas directement sous le vent de cette direction.
- N : vent de secteur Nord (270° - 90°), des atténuations supplémentaires sont apportées aux emplacements qui ne sont pas directement sous le vent de cette direction.

Selon la méthode de calcul présentée en 3.1, on obtient alors les niveaux sonores suivants, en dB(A), aux points de mesures :

Bruit éolien		4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
Point 1	S	14,1	17,0	19,8	20,0	20,0	20,0
	N	17,6	20,5	23,3	23,5	23,5	23,5
Point 2	S	17,9	20,8	23,6	23,8	23,8	23,8
	N	14,0	16,9	19,7	19,9	19,9	19,9
Point 3	N	23,6	26,5	29,3	29,5	29,5	29,5
	S	18,8	21,7	24,5	24,7	24,7	24,7
Point 4	S	16,4	19,3	22,1	22,3	22,3	22,3
	N	19,4	22,3	25,1	25,3	25,3	25,3
Point 5	N	25,9	28,8	31,6	31,8	31,8	31,8
	S	23,0	25,9	28,7	28,9	28,9	28,9
Point 5bis	S	25,6	28,5	31,3	31,5	31,5	31,5
	N	26,0	28,9	31,7	31,9	31,9	31,9
Point 6	N	25,4	28,3	31,1	31,3	31,3	31,3
	S	28,5	31,4	34,2	34,4	34,4	34,4
Point 7	S	13,4	16,3	19,1	19,3	19,3	19,3
	N	16,8	19,7	22,5	22,7	22,7	22,7

Note : nous avons ajouté un point d'étude 5bis car les logements en cet endroit connaissent le même bruit résiduel qu'au point 5 (grande proximité) mais se trouvent plus exposés au bruit éolien. Le bruit résiduel au point 5bis sera identique à celui mesuré au point 5.



L'ambiance sonore "finale" sera composée par le bruit de l'état initial (bruit résiduel) auquel se superposera le bruit des éoliennes.

Aux points d'observation, on aura alors les bilans sonores suivants, en dB(A):

Période de NUIT 22h00-7h00												
Point	4 m/s		5 m/s		6 m/s		7 m/s		8 m/s		9 m/s	
	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence
S	46,8	0,0	46,8	0,0	46,8	0,0	46,8	0,0	46,8	0,0	46,8	0,0
N	40,7	0,0	41,8	0,0	41,9	0,1	41,9	0,1	41,9	0,1	41,9	0,1
Tolérance	3,0		3,0		3,0		3,0		3,0		3,0	
Conformité	oui		oui		oui		oui		oui		oui	
S	29,5	0,3	28,3	0,8	32,9	0,5	31,1	0,9	31,2	0,9	31,3	0,9
N	28,8	0,1	27,9	0,4	28,9	0,5	29,0	0,6	31,0	0,4	31,0	0,4
Tolérance	3,0		3,0		3,0		3,0		3,0		3,0	
Conformité	oui		oui		oui		oui		oui		oui	
S	27,7	2,1	29,6	2,9	31,6	3,8	33,0	2,5	33,4	2,2	33,9	1,9
N	29,1	0,4	31,1	0,5	33,2	0,6	33,3	0,7	33,3	0,7	33,3	0,7
Tolérance	3,0		3,0		3,0		3,0		3,0		3,0	
Conformité	oui		oui		oui		oui		oui		oui	
S	41,1	0,0	42,5	0,0	44,6	0,0	50,6	0,0	50,6	0,0	50,6	0,0
N	39,2	0,0	39,5	0,1	39,8	0,2	39,8	0,2	39,8	0,2	39,8	0,2
Tolérance	3,0		3,0		3,0		3,0		3,0		3,0	
Conformité	oui		oui		oui		oui		oui		oui	
S	28,6	3,4	30,4	5,2	32,5	7,3	33,2	5,8	33,1	5,9	33,1	5,9
N	36,5	0,2	37,8	0,3	38,0	0,5	38,1	0,6	38,1	0,6	38,1	0,6
Tolérance	3,0		3,0		3,0		3,0		3,0		3,0	
Conformité	oui		oui		oui		oui		oui		oui	
S	28,4	3,2	30,1	4,9	32,2	7,0	32,9	5,5	32,8	5,6	32,8	5,6
N	36,7	0,4	38,1	0,6	38,5	1,0	38,6	1,1	38,6	1,1	38,6	1,1
Tolérance	3,0		3,0		3,0		3,0		3,0		3,0	
Conformité	oui		oui		oui		oui		oui		oui	
S	27,8	3,7	30,2	4,4	32,2	6,5	32,5	6,3	32,4	6,4	32,4	6,4
N	35,2	1,1	36,2	1,8	37,3	2,9	37,4	3,0	37,4	3,0	37,4	3,0
Tolérance	3,0		3,0		3,0		3,0		3,0		3,0	
Conformité	oui		oui		oui		oui		oui		oui	
S	33,1	0,0	33,2	0,1	33,3	0,2	33,3	0,2	33,3	0,2	33,3	0,2
N	24,9	0,7	26,5	1,0	27,2	1,8	28,0	1,5	28,4	1,4	28,4	1,4
Tolérance	3,0		3,0		3,0		3,0		3,0		3,0	
Conformité	oui		oui		oui		oui		oui		oui	

La tolérance d'émergence est de 3 dB(A) la nuit pour les points dont le bruit ambiant est supérieur à 35dB(A).

Code couleur :

**Jaune** : ambiance sonore supérieure à 35 dB(A)

**Orange** : émergence supérieure à 3 dB(A) la nuit ou 5 dB(A) le jour

**Vert** : situation conforme

**Rouge** : situation non-conforme

On ne note aucune non-conformité la nuit. Le point 6 est le plus sensible et atteint tout juste la limite de 3 dB(A) d'émergence par vent de secteur Nord.

De jour, le bilan sonore est le suivant :  
En dB(A)

Période de Jour 7h00-22h00												
Point 1	4 m/s		5 m/s		6 m/s		7 m/s		8 m/s		9 m/s	
	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence
S	43,1	0,0	44,4	0,0	46,6	0,0	48,3	0,0	50,8	0,0	53,2	0,0
N	42,5	0,0	42,8	0,0	44,0	0,0	45,2	0,0	45,2	0,0	45,2	0,0
Tolérance	5,0		5,0		5,0		5,0		5,0		5,0	
Conformité	oui		oui		oui		oui		oui		oui	
Point 2	4 m/s		5 m/s		6 m/s		7 m/s		8 m/s		9 m/s	
	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence
S	33,8	0,1	34,1	0,2	34,4	0,4	34,5	0,4	35,0	0,3	36,1	0,3
N	31,9	0,1	32,6	0,1	32,9	0,2	33,4	0,2	33,9	0,2	34,1	0,2
Tolérance	5,0		5,0		5,0		5,0		5,0		5,0	
Conformité	oui		oui		oui		oui		oui		oui	
Point 3	4 m/s		5 m/s		6 m/s		7 m/s		8 m/s		9 m/s	
	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence
S	33,2	0,5	34,4	0,8	34,7	1,4	34,7	1,6	35,0	1,4	35,2	1,3
N	31,5	0,2	31,8	0,4	32,2	0,8	32,4	0,8	32,8	0,7	33,4	0,6
Tolérance	5,0		5,0		5,0		5,0		5,0		5,0	
Conformité	oui		oui		oui		oui		oui		oui	
Point 4	4 m/s		5 m/s		6 m/s		7 m/s		8 m/s		9 m/s	
	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence
S	42,0	0,0	44,3	0,0	47,4	0,0	49,4	0,0	49,6	0,0	49,6	0,0
N	41,8	0,0	45,0	0,0	47,9	0,0	50,3	0,0	51,5	0,0	54,6	0,0
Tolérance	5,0		5,0		5,0		5,0		5,0		5,0	
Conformité	oui		oui		oui		oui		oui		oui	
Point 5	4 m/s		5 m/s		6 m/s		7 m/s		8 m/s		9 m/s	
	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence
S	32,8	1,0	34,1	1,6	35,2	2,5	35,6	2,4	35,8	2,3	35,9	2,1
N	36,9	0,2	37,3	0,3	37,6	0,6	39,0	0,5	40,3	0,3	40,3	0,3
Tolérance	5,0		5,0		5,0		5,0		5,0		5,0	
Conformité	oui		oui		oui		oui		oui		oui	
Point 5bis	4 m/s		5 m/s		6 m/s		7 m/s		8 m/s		9 m/s	
	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence
S	32,7	0,9	33,9	1,4	35,0	2,3	35,4	2,2	35,6	2,1	35,8	2,0
N	37,1	0,4	37,6	0,6	38,1	1,1	39,4	0,9	40,6	0,6	40,6	0,6
Tolérance	5,0		5,0		5,0		5,0		5,0		5,0	
Conformité	oui		oui		oui		oui		oui		oui	
Point 6	4 m/s		5 m/s		6 m/s		7 m/s		8 m/s		9 m/s	
	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence
S	32,6	0,9	33,8	1,5	35,0	2,3	35,3	2,2	35,5	2,1	35,6	2,0
N	35,2	1,0	39,0	0,8	45,8	0,3	50,2	0,1	50,2	0,1	50,2	0,1
Tolérance	5,0		5,0		5,0		5,0		5,0		5,0	
Conformité	oui		oui		oui		oui		oui		oui	
Point 7	4 m/s		5 m/s		6 m/s		7 m/s		8 m/s		9 m/s	
	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence	Ambiant	Emergence
S	40,3	0,0	44,3	0,0	48,2	0,0	49,4	0,0	49,4	0,0	49,4	0,0
N	31,7	0,1	32,2	0,2	33,6	0,4	34,1	0,3	34,7	0,3	34,7	0,3
Tolérance	5,0		5,0		5,0		5,0		5,0		5,0	
Conformité	oui		oui		oui		oui		oui		oui	

La tolérance d'émergence est de 5 dB(A) la nuit pour les points dont le bruit ambiant est supérieur à 35 dB(A). Aucune non-conformité n'est à craindre en journée.



### 3.5 Bruit au périmètre des éoliennes

Ci-dessous, voici une carte du bruit éolien par vent de 8 m/s à 10 m de secteur Nord. Même au plus près des éoliennes, le niveau sonore ne dépasse jamais 55 dB(A).

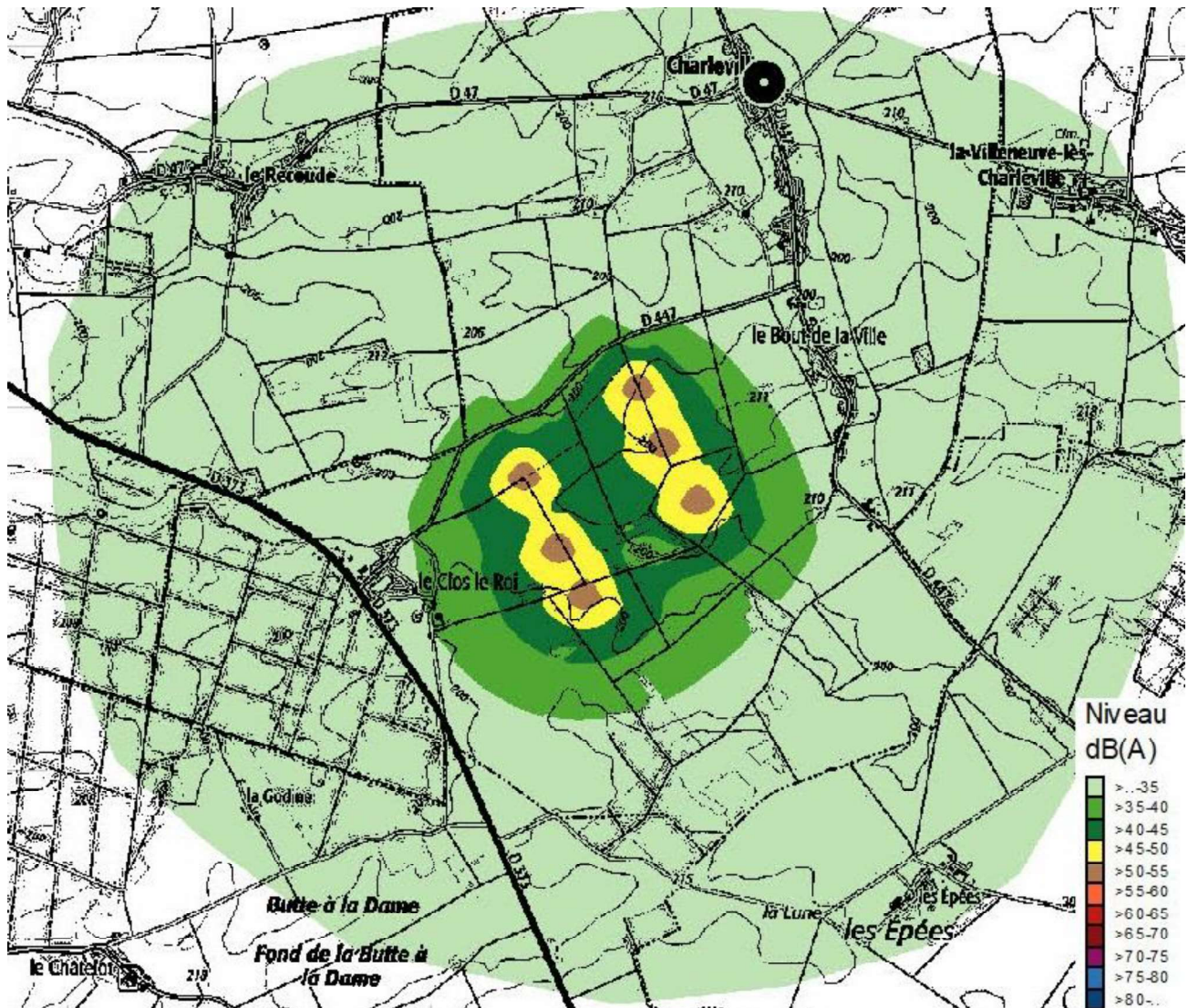


FIG. courbes isophones – Source : Kiétudes

Le projet est donc en mesure de respecter les niveaux maximums de 70 dB(A) de jour et 60 dB(A) la nuit dans un périmètre de 1,2 fois la hauteur totale des éoliennes.

### 3.6 Tonalité marquée

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

Cette analyse se fera à partir d'une acquisition minimale de 10 s		
50 Hz à 315 Hz	400 Hz à 1250 Hz	1600 Hz à 8000 Hz
10 dB	5 dB	5 dB

Les bandes sont définies par fréquence centrale de tiers d'octave.

Le spectre d'émission de la Vestas V100 STE 2.2MW ne présentent pas de tonalités marquées. Par conséquent, il ne pourra pas non plus y en avoir à l'écoute dans les zones à émergences réglementées. Le site sera donc conforme à l'arrêté du 26/08/2011 puisqu'aucune tonalité marquée n'apparaîtra plus de 30% du temps.