



PARC EOLIEN DE LA CRAYERE

Communes de Courcemain et Faux-Fresnay (51)



DOSSIER D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

Etude acoustique

Nom fichier informatique : 4.3_Etude acoustique

JANVIER 2018



Rapport d'étude



Etude d'impact acoustique dans le cadre du projet éolien sur les communes de Faux-Fresnay et Courcemain (51)

<i>Client</i>	ELICIO
<i>Contact</i>	Monsieur Anthony FLEURY
<i>Adresse</i>	30 Bd Richard Lenoir 75011 PARIS
<i>Etabli par</i>	Simon CHURIN, acousticien
<i>N° Affaire</i>	A1801-002-01
<i>Version</i>	1
<i>Type d'étude</i>	EOL

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous la forme de fac simile photographique intégral

SOMMAIRE

CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE	4
MISSION D'ORFEA ACOUSTIQUE NORMANDIE	4
ARRETE MINISTERIEL DU 26 AOUT 2011	5
ANALYSE DU SITE	7
DEFINITION DES POINTS DE MESURE.....	10
MOYENS D'INTERVENTION	12
APPAREILLAGE UTILISE.....	12
CALIBRAGE	12
LOGICIELS DE TRAITEMENT	12
METHODOLOGIE UTILISEE	13
INTRODUCTION.....	13
METHODOLOGIE.....	13
CALCUL DE LA VITESSE DE VENT STANDARDISEE 10M	14
CAMPAGNE DE MESURE : ETAT SONORE INITIAL ESTIVAL	15
PERIODE D'INTERVENTION	15
CONDITIONS DE MESURAGE.....	15
TRAITEMENTS DES MESURES.....	19
RESULTATS DE MESURES	20
MODELISATION DU PROJET.....	26
METHODE DE CALCUL PREVISIONNEL : NORME ISO 9613	26
MODELE INFORMATIQUE.....	26
IMPACT DU SCENARIO : EOLIENNES TYPE GAMESA G126 T102 2,625MW	32
NIVEAUX SONORES ESTIMES DANS LES ZONES A EMERGENCE REGLEMENTEE – PERIODE ESTIVALE	32
ANALYSE DES RESULTATS DU SCENARIO DE BASE.....	34
CARTOGRAPHIES DU BRUIT PARTICULIER.....	35
NIVEAUX SONORES ESTIMES SUR LE PERIMETRE DE MESURE	37
DETERMINATION DU PLAN DE BRIDAGE	38
NIVEAUX SONORES ESTIMES A L'EXTERIEUR SELON LE PLAN DE BRIDAGE.....	39
ANALYSE DES RESULTATS DU SCENARIO BRIDE.....	39
CARTOGRAPHIE DU BRUIT PARTICULIER POUR LE MODE BRIDE	40
ESTIMATION DE LA PUISSANCE ACOUSTIQUE MAXIMALE ADMISSIBLE	41
CHOIX DU TYPE D'EOLIENNES.....	42
CONCLUSION.....	43

ANNEXES	44
ANNEXE 1 : FICHES DE MESURE – CAMPAGNE DE MESURE	44
ANNEXE 2 : PUISSANCES ACOUSTIQUES DES EOLIENNES GAMESA G126 2,625 MW FOURNIES PAR LA SOCIETE ELICIO (ISSUES DES FICHES CONSTRUCTEURS)	49
GLOSSAIRE.....	52

CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

Mission d'ORFEA Acoustique Normandie

Dans le cadre d'un projet d'implantation d'un parc éolien sur le territoire des communes de Faux Fresnay et de Courcemain (51), Monsieur Etienne Thomassin de la société ELICIO, a sollicité ORFEA Acoustique pour la réalisation d'une étude d'impact sonore en période estivale. Celle-ci doit permettre de calculer le futur bruit induit dans le voisinage par la présence du parc et d'en vérifier la conformité future par rapport à la réglementation en vigueur (arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement).

L'étude d'impact sonore de la période estivale se décompose en 2 parties distinctes :

- Mesures des niveaux de bruit résiduel avant implantation du parc ;
- Estimation des niveaux particuliers et émergences dus à l'activité du projet de parc éolien et détermination des mesures compensatoires de traitements.

Une campagne de mesure a été réalisée du 24 au 31 juillet 2015 pour caractériser l'état sonore initial autour du projet en période estivale.

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

Dans l'arrêté du 26 août 2011, il est spécifié :

Art. 2. – Une **Zone à émergence réglementée** est définie par :

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

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

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

Art. 26. – L'installation est construite, équipée et exploitée de façon telle que son fonctionnement ne puisse être à l'origine de bruits transmis par voie aérienne ou solidienne susceptibles de compromettre la santé ou la sécurité du voisinage. Les émissions sonores émises par l'installation ne sont pas à l'origine, dans les zones à émergence réglementée, d'une émergence supérieure aux valeurs admissibles définies dans le tableau suivant:

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

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

Durée cumulée d'apparition du bruit particulier, T	Terme correctif en dB (A)
20 min < T ≤ 2 heures	3
2 heures < T ≤ 4 heures	2
4 heures < T ≤ 8 heures	1
T > 8 heures	0

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

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

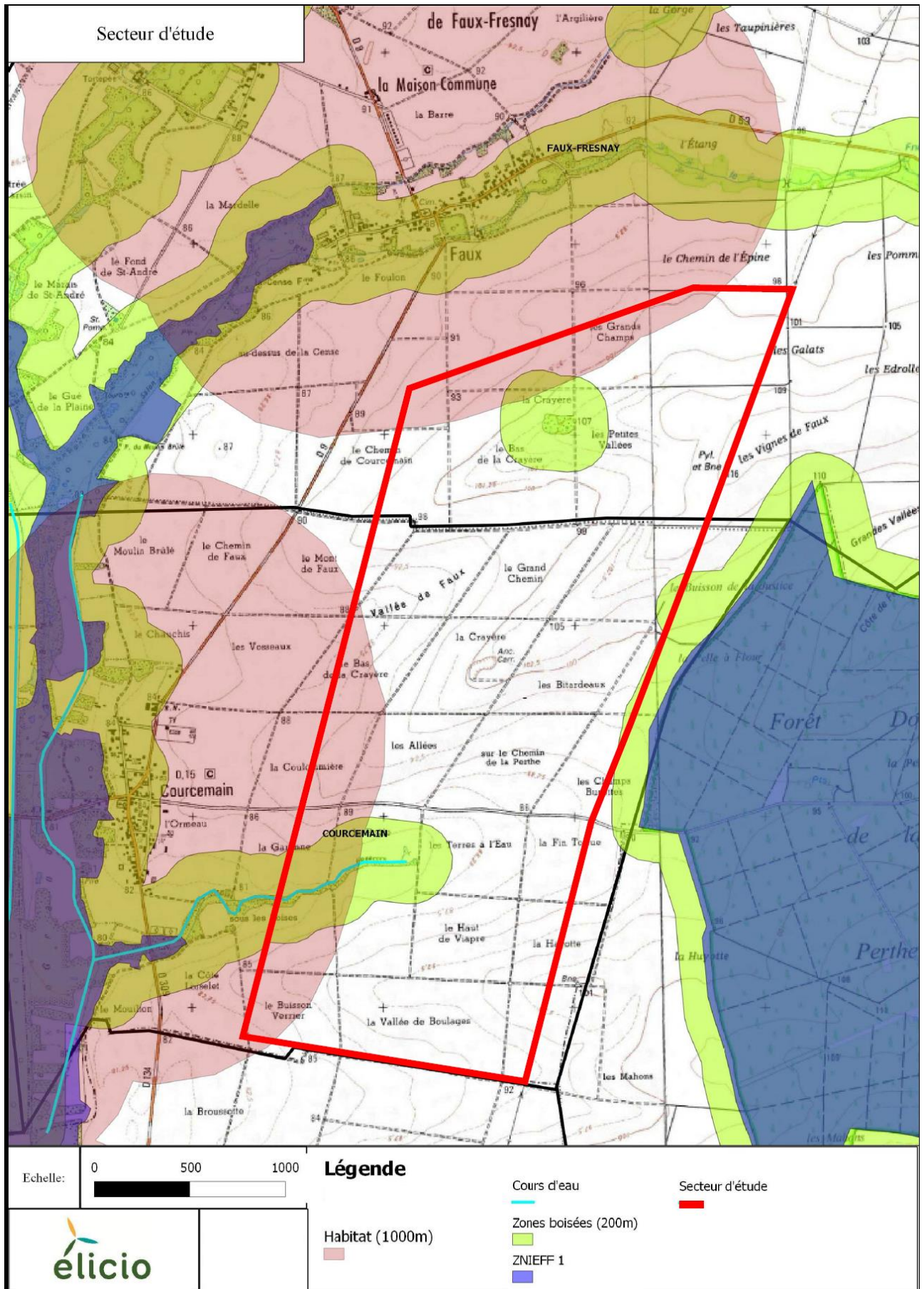
Lorsque plusieurs installations classées, soumises à autorisation au titre de rubriques différentes, sont exploitées par un même exploitant sur un même site, le niveau de bruit global émis par ces installations respecte les valeurs limites ci-dessus.

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

Analyse du site

Le site retenu se situe en zone rurale à environ 18 km au Sud-Est de Sézanne (51) et à 21 km au Nord-Est de Romilly-sur-Seine (51). Les habitations concernées sont composées essentiellement de pavillons résidentiels et de fermes agricoles. L'habitat est peu dense. Le site est très marqué par l'activité agricole avec de nombreux champs céréaliers et des prairies dans les environs du projet. La topographie est peu vallonnée (cote comprise entre 90 et 120m NGF).

Le plan ci-dessous présente la zone d'étude, correspondant au lieu de la future implantation des éoliennes :



Zone d'étude

Les photographies suivantes illustrent la topographie et le type de sol autour du projet :



Végétation et topologie de sol autour du projet (campagne de juillet 2015)

La zone d'implantation du futur parc éolien est cernée par les routes départementales D53 au nord, D7 à l'Est, D56 au sud et les D134 et D9 à l'Ouest. Ces infrastructures ont un trafic discontinu. Le reste du réseau est composé de routes communales aux trafics relativement faibles et peu significatifs de jour et de nuit.

Définition des points de mesure

En accord avec la société ELICIO, **4 points de mesure acoustique ont été définis :**

Points	Emplacement
1	Dans le jardin de l'habitation de Madame Jocelyne PIMPERNET, au 33 rue de Sézanne à Salon à environ 2800 m au Nord-est du site
2	Dans le jardin de l'habitation de Monsieur LEVASSEUR, au 1, impasse du Moulin à Faux-Fresnay à environ 1000 m au Nord-ouest du site
3	Dans le jardin de l'habitation de Monsieur Eric PRUD'HOMME, au 8, rue de la mairie à Courcemain à environ 1360 m à l'Ouest du site
4	Dans le jardin de l'habitation de Monsieur Aurélien AUTREAU, à la ferme du moulin à Boulages à environ 3600 m au Sud-ouest du site

Les distances indiquées dans le tableau ci-dessus représentent la distance entre le point de mesure et l'éolienne la plus proche.

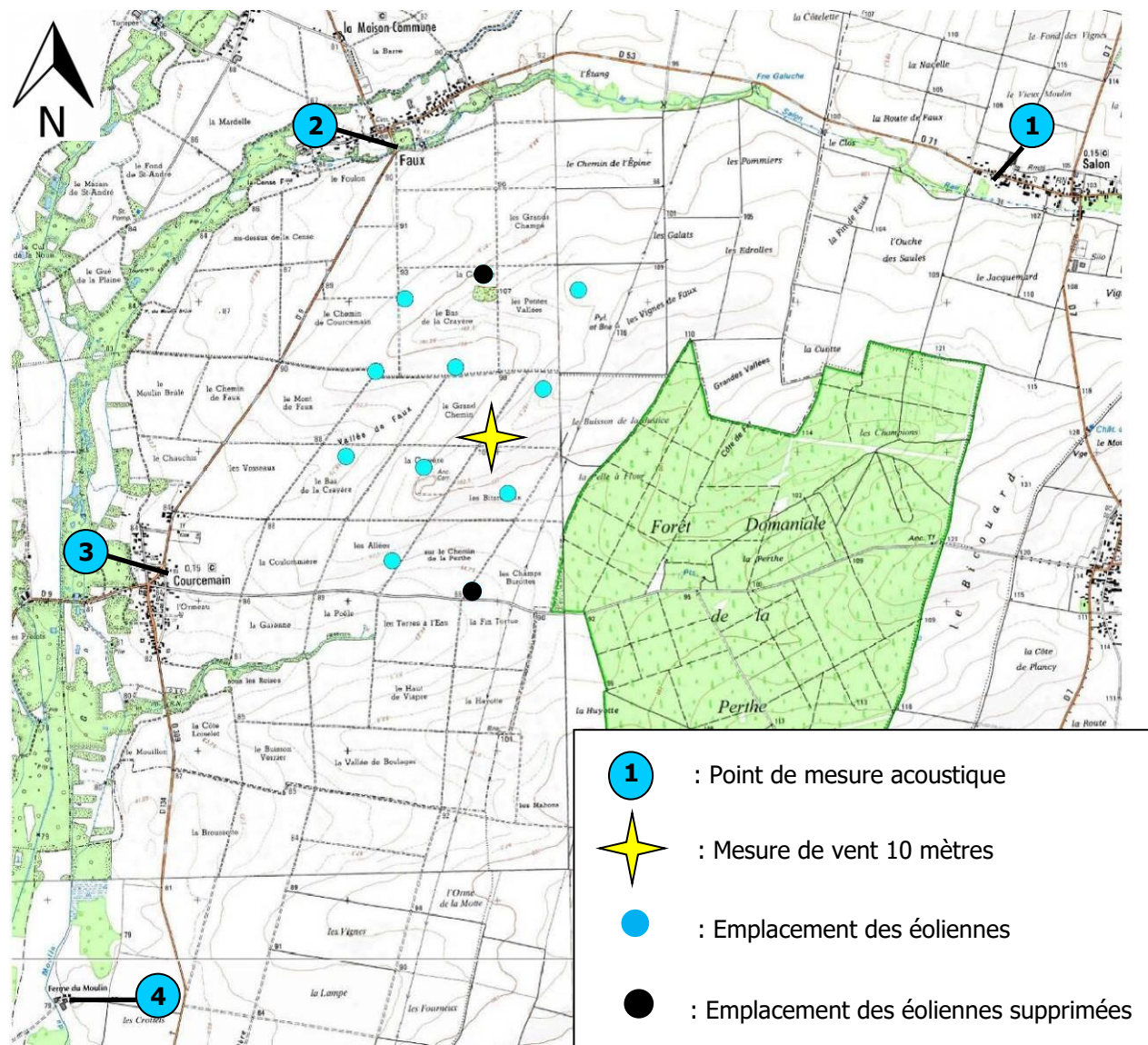
Même si les sonomètres ont été installés dans les jardins, il est à noter qu'en fonction de la direction du vent, la présence des bâtiments a pu jouer le rôle d'écran et ainsi limiter la hausse du niveau sonore lorsque la vitesse de vent augmentait.

Pour la campagne de mesure, un mât de mesure de 10m a été installé de manière à relever la direction et la vitesse du vent par pas de 10 minutes, et ainsi calculer la vitesse de vent standardisée 10m.



Mât de mesure de vent

La carte ci-dessous présente la localisation des points de mesure et du mât 10 mètres :



MOYENS D'INTERVENTION

Appareillage utilisé

Les appareils utilisés pour faire les mesures sont :

Sonomètre	N° de série de l'appareil	Type et numéro de série du microphone	Type et numéro de série du préamplificateur	Classe
BLACK SOLO	65892	MCE 212 - 153646	PRE 21 S - 16662	1
BLACK SOLO	65894	MCE 212 - 175331	PRE 21 S - 16678	1
DUO	10676	40CD - 144942	-	1
DUO	10677	40CD - 144932	-	1

Ce matériel permet de :

- Faire des mesures de niveau de pression et de niveau équivalent selon la pondération A ;
- Faire des analyses temporelles de niveau équivalent ;
- Faire des analyses spectrales.

La durée d'intégration du LAeq est de 1 seconde.

La mesure des conditions de vent à 10m (vitesse et direction) a été réalisée par une station météo AEROSKYWATCH de la marque JDC Electronic.

Une station météorologique de marque DAVIS a également été utilisée. Elle permet de relever la vitesse et la direction du vent ainsi que la température au niveau d'un point de mesure acoustique. Elle a été installée à proximité du point 1.

Les mesures ont été faites simultanément et l'ensemble des appareils a été synchronisé.

Calibrage

Nos appareils de mesure sont :

- Calibrés, avant et après chaque série de mesurages, avec un calibre acoustique de classe 1 (maîtrise de la dérive durant les mesures) ;
- Homologués et vérifiés tous les 2 ans par le Laboratoire National d'Essais;
- Autocontrôlés, tous les 6 mois, avec un contrôleur de la société Norsonic (maîtrise de la dérive dans le temps).

Logiciels de traitement

Les logiciels d'exploitation des mesures acoustiques permettent de caractériser les différentes sources de bruit particulières repérées lors des relevés (codage d'évènements acoustiques particuliers et élimination des évènements parasites), et de chiffrer leur contribution effective au niveau de bruit global.

METHODOLOGIE UTILISEE

Introduction

Les éoliennes fonctionnent grâce au vent. Ce dernier fait varier le paysage sonore au niveau des habitations riveraines. Les analyses devront donc intégrer cette variabilité en effectuant une corrélation entre l'évolution du niveau sonore et l'augmentation de la vitesse du vent. L'avant-projet de norme PR-S 31-114 est complémentaire de la norme française NFS 31-010 et a été rédigé pour répondre à la problématique posée par des mesures en présence de vent, rendue nécessaire pour traiter le cas spécifique des éoliennes.

Cet avant-projet de norme décrit une méthode de mesurage du bruit à proximité d'une zone habitée avant et après installation d'un ensemble éolien.

Méthodologie

La mesure doit être assurée pour les classes de vitesses de vent normalement rencontrées sur le site ou de 3 à 8 m/s à 10 m de hauteur.

Les mesures acoustiques permettent de déterminer le niveau de bruit résiduel (BR) existant. Dans le cadre du projet de norme, l'indicateur acoustique retenu est le L50.

Les mesures sont décomposées en intervalle de 10 min auquel est associée une vitesse de vent standardisée à 10 m de hauteur. Au moins 10 intervalles de base pour chaque classe de vitesse de vent sont conseillés pour assurer la représentativité de la mesure à cette vitesse et calculer la valeur médiane de cette classe.

Calcul de la vitesse de vent standardisée 10m

La vitesse de vent standardisée 10m est calculée à partir des mesures réalisées à 10m, en deux étapes selon les formules suivantes :

Calcul de la vitesse à hauteur de nacelle :

$$V(H) = V(h) \left[\left(\frac{H}{h} \right)^\alpha \right]$$

Où :

- V(h) est la mesure du vent mesurée à hauteur h= 10 m,
- H est la hauteur de la nacelle pour le projet (125 m),
- h est la hauteur du mât de mesures (10 m),
- α est le coefficient de cisaillement. Cette valeur a été fournie par la société ELICIO.

Le coefficient de cisaillement a été fourni en fonction de la direction du vent mais pas en fonction des périodes jour et nuit. Le coefficient fourni est de 0,25 pour les directions Ouest et Sud-ouest.

Calcul de la vitesse standardisée 10 m :

$$V_s = V(H) \left[\frac{\ln\left(\frac{H_{ref}}{Z_0}\right)}{\ln\left(\frac{H}{Z_0}\right)} \right]$$

Où :

- V(H) est la vitesse du vent calculée à la hauteur de la nacelle,
- H est la hauteur de la nacelle (125 m),
- H_{ref} est la hauteur de référence (10 m),
- Z₀ est la longueur de rugosité standardisée (0,05 m),

CAMPAGNE DE MESURE : ETAT SONORE INITIAL ESTIVAL

Période d'intervention

La campagne de mesure a eu lieu du 24 au 31 juillet 2015 (8 jours et 7 nuits) et a été réalisée par Maëlick BANIEL, acousticien.

En accord avec la société ELICIO, la date de l'intervention a été déterminée en analysant les prévisions météorologiques sur le secteur d'étude, annonçant des conditions favorables aux mesures (large plage de vitesse de vent, de secteur Sud-Ouest).

Conditions de mesurage

Généralités

Les mesures ont été réalisées conformément à la norme NFS 31-010 (« Caractérisation et mesurage des bruits dans l'environnement ») en vigueur selon la méthode dite d'expertise ainsi qu'à l'avant-projet de norme 31-114 (« Mesurage du bruit dans l'environnement avant et après installation éolienne »).
















Remarque importante sur le bruit résiduel :

La réglementation en vigueur demande que soit déterminée l'émergence sonore. Celle-ci est déterminée par la différence entre le bruit dit « ambiant » (bruit des installations) et le bruit dit « résiduel » (bruit sans les installations). Ce bruit résiduel est soumis à des variations non maîtrisables telles que : influences significatives des saisons, effets météorologiques, faune, flore, activités humaines,...

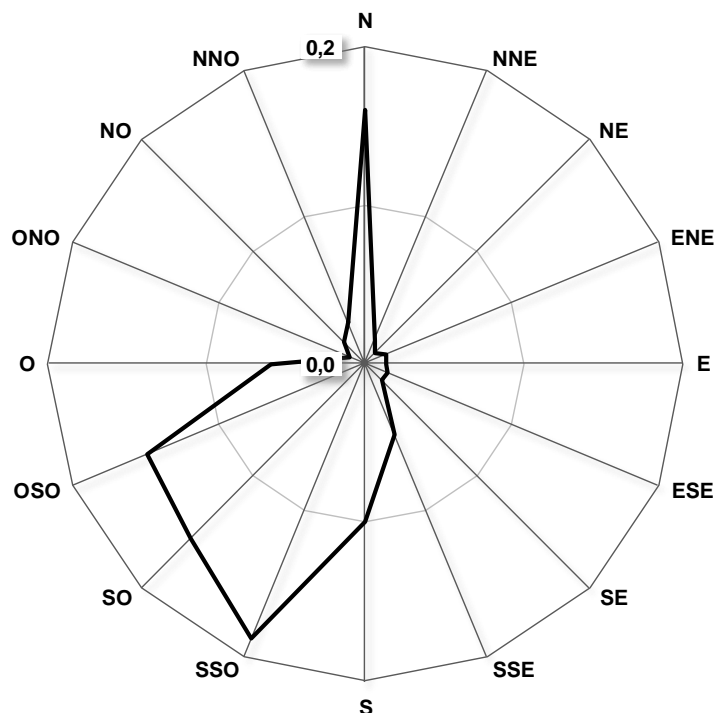
Pour mieux cerner la variabilité et le côté imprévisible du bruit résiduel, il serait nécessaire de réaliser de nombreuses mesures de longue durée sur plusieurs périodes de l'année.

La mesure de bruit résiduel présentée dans le présent rapport est donc représentative de la période de mesure. Ainsi, ORFEA Acoustique ne pourrait être tenu responsable de l'émergence d'un bruit, en rapport avec le projet traité, si le bruit résiduel devenait plus faible que celui quantifié dans le présent rapport.

Les conditions météorologiques moyennes au cours des mesures ont été les suivantes :

	Jour		Nuit	
Vendredi 24 juillet 2015		28°C environ		12°C environ
Samedi 25 juillet 2015		20°C environ		14°C environ
Dimanche 26 juillet 2015	 <i>Pluies identifiées</i>	21°C environ		9°C environ
Lundi 27 juillet 2015		24°C environ		14°C environ
Mardi 28 juillet 2015		19°C environ		13°C environ
Mercredi 29 juillet 2015		22°C environ		11°C environ
Jeudi 30 juillet 2015		22°C environ		10°C environ
Vendredi 31 juillet 2015		23°C environ	-	-

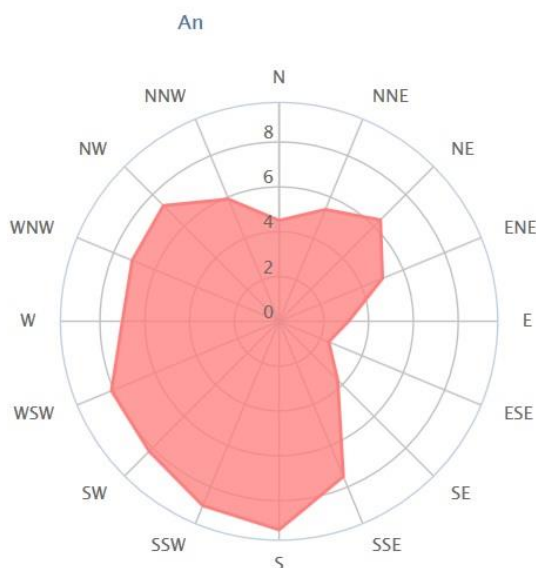
Le graphique suivant présente la rose des vents (en pourcentage d'apparition) survenus au cours de la campagne de mesure :



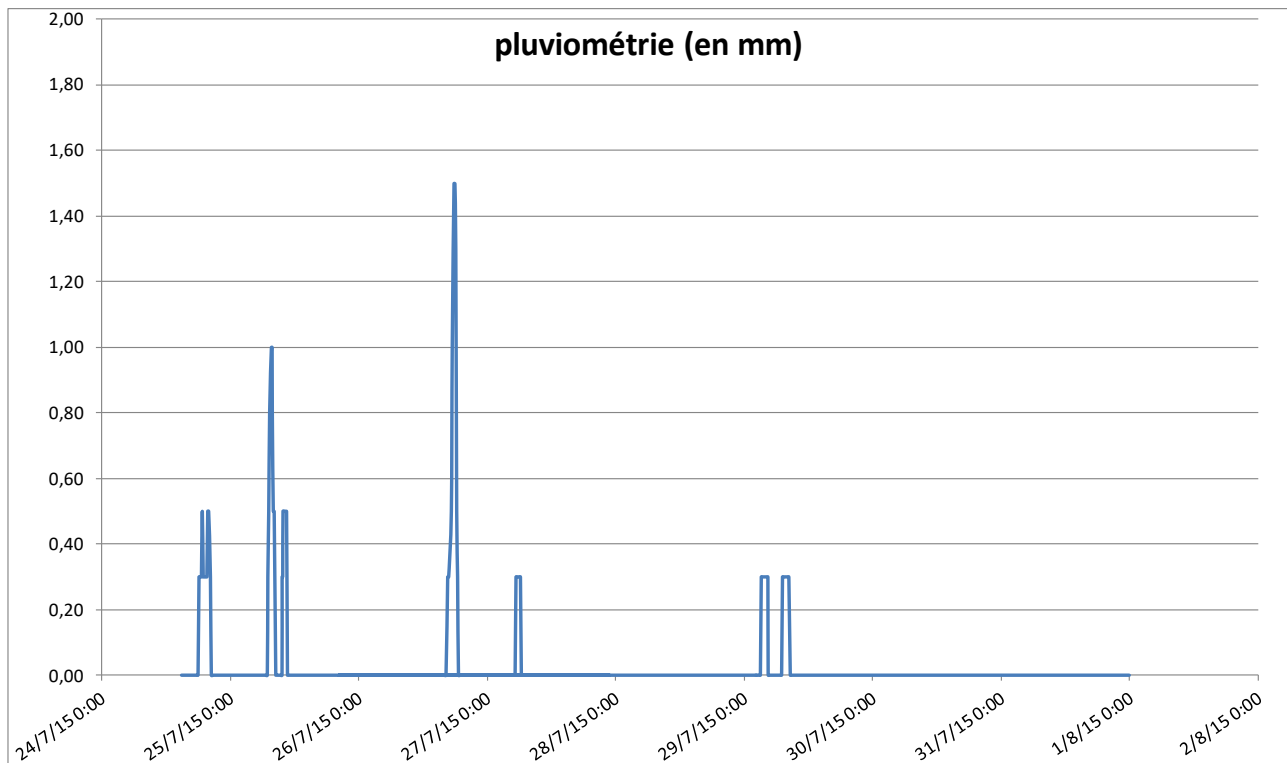
Directions du vent sur site pendant la campagne de mesure estivale

La campagne de mesure a concerné principalement le secteur de vent Sud-sud-ouest. Cette direction est assez représentative des directions fréquemment rencontrées sur site comme le montre la rose des vents annuelle ci-dessous, fournie par la société ELICIO :

Wind direction distribution in (%)

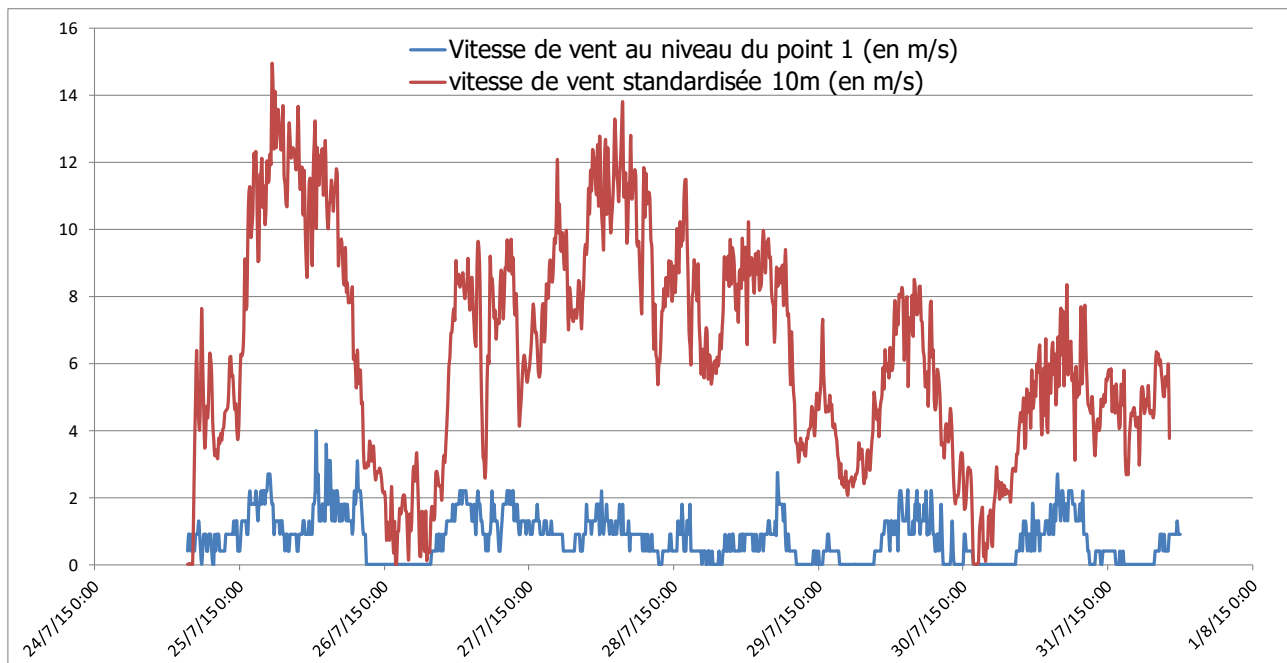


Le graphique suivant présente la pluviométrie apparue au cours des mesures du 24 au 31 juillet 2015 :



Des passages pluvieux sont intervenus au cours des mesures. Conformément à la norme de mesure NF-S 31-010, les périodes de pluies marquées ont été supprimées des relevés.

Le graphique suivant présente l'évolution des vitesses de vent (à 1,5 m au niveau du point 1 et à 10m standardisé sur le site du projet) au cours des mesures :



Aucune vitesse de vent supérieure à 5m/s au niveau du sonomètre n'a été enregistrée.

Les vitesses de vent suivent la même évolution. Une augmentation de la vitesse du vent à 10m sur le site correspond approximativement à une augmentation de la vitesse du vent au niveau du sonomètre installé au point 1, montrant ainsi qu'une corrélation peut être faite entre les niveaux sonores mesurés et la vitesse du vent standardisée 10m, puisque les points de mesure sont influencés par le même vent.

Les conditions météorologiques étaient propices à la réalisation des mesures acoustiques et étaient représentatives de conditions normales pour cette saison.

Traitements des mesures

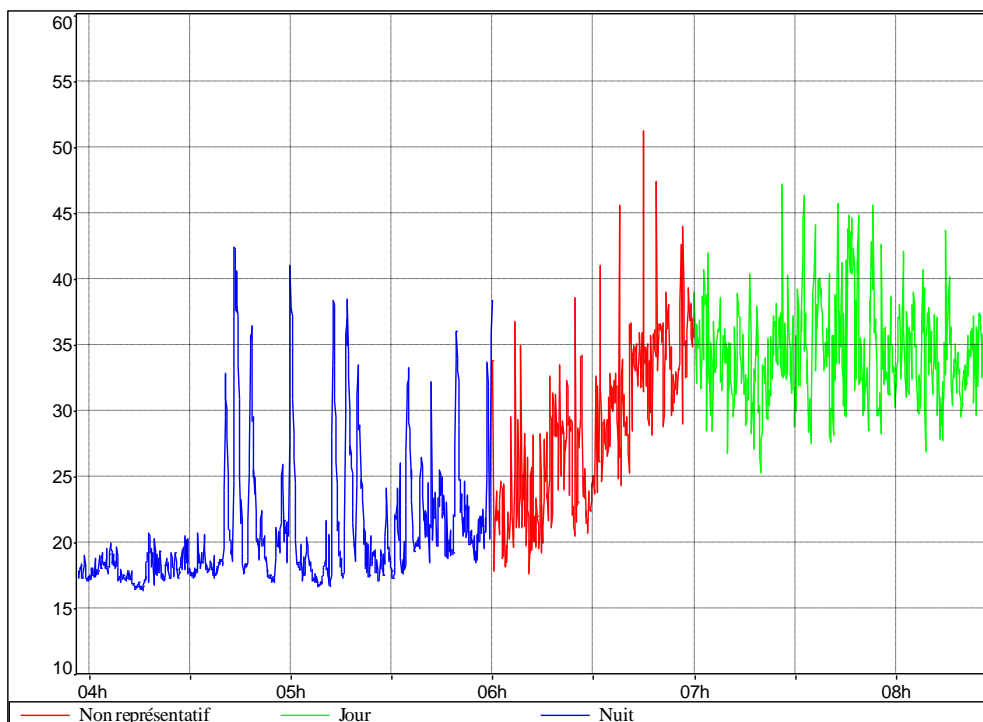
Un traitement des mesures a été effectué afin d'éliminer les bruits parasites. Ce traitement a été réalisé grâce au constat in situ où certaines sources particulières ont pu être identifiées et supprimées de l'enregistrement. Il s'agit notamment des périodes de pluie et des périodes d'activités dans les fermes (points 3 et 4) où les bruits d'animaux et les passages de tracteurs étaient nombreux ainsi que diverses activités chez les riverains.

Une analyse est réalisée avec comme référentiel les vitesses de vent 10 m standardisées.

Le constat des mesures est résumé dans les fiches annexes (annexe 1).

Remarque importante : la campagne de mesure a été réalisée mi-juillet. A cette époque de l'année, le lever du soleil apporte une hausse subite du niveau sonore qui n'est pas liée au vent mais au réveil de la nature (phénomène du chorus matinal). Cette période charnière entre environ 6h00 et 7h00 n'est pas représentative de la période nocturne et a été supprimée de l'analyse.

L'image suivante montre un exemple de chorus matinal enregistré au point 4 :



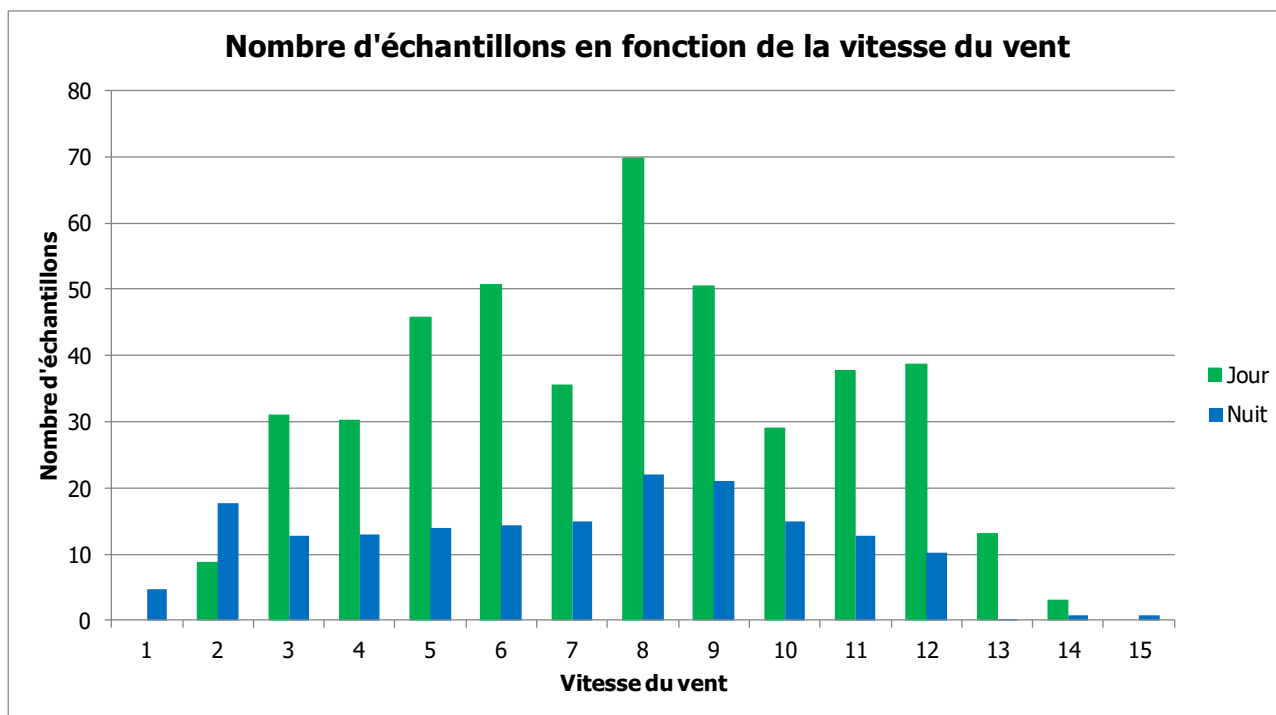
Nous présentons sous forme de tableaux les résultats des mesures du niveau sonore pour la période de jour (7h00 - 22h00) et la période de nuit (22h00 - 7h00). Seules les vitesses de vent à partir de 3 m/s sont présentées dans les tableaux du fait de l'absence de fonctionnement des éoliennes pour des vitesses de vent inférieures.

Résultats de mesures

L'analyse des niveaux sonores résiduels a été réalisée en considérant les vents de direction Sud-Ouest correspondant à ceux rencontrés au cours des mesures.

Etat initial par vent de secteur majoritaire Sud-Ouest

Le graphique suivant présente le nombre d'échantillons de vitesses de vent standardisée 10m exploitables :



Le constat sonore a été déterminé dans les conditions homogènes suivantes :

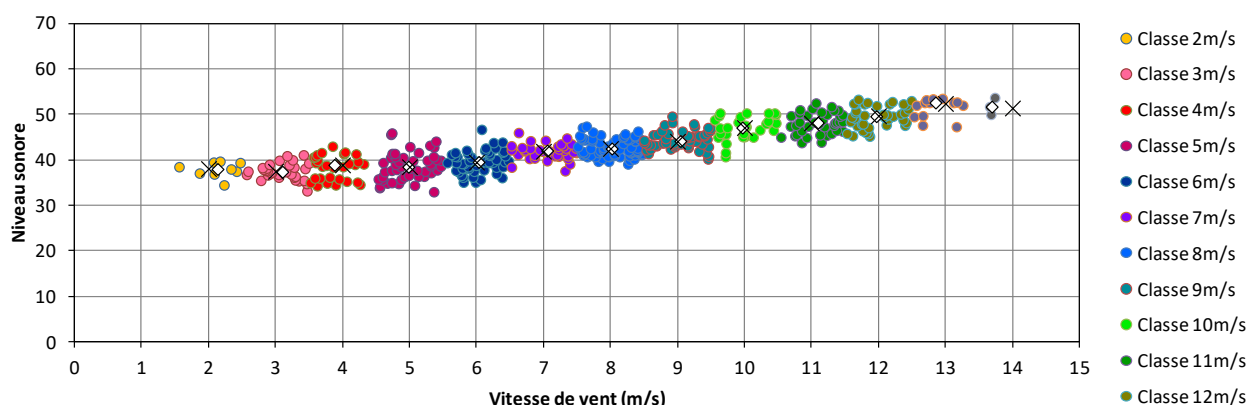
- Période estivale (juillet) ;
- Vent de direction majoritaire Sud-Ouest (de 180° à 270°);
- Vitesses de vent standardisées 10m comprises entre 2 et 14 m/s de jour et entre 1 et 14 m/s de nuit.

Point 1 : Habitation de Madame Jocelyne PIMPERNET – 33 rue de Sézanne à Salon

Période Jour – Secteur Sud-ouest

Classe	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
Niveau sonore résiduel	37,5	39,0	38,5	39,5	42,0	42,5	44,0	47,0	48,0	49,5	52,5
<i>Nombre d'échantillons</i>	31	31	47	52	36	71	52	29	38	39	13

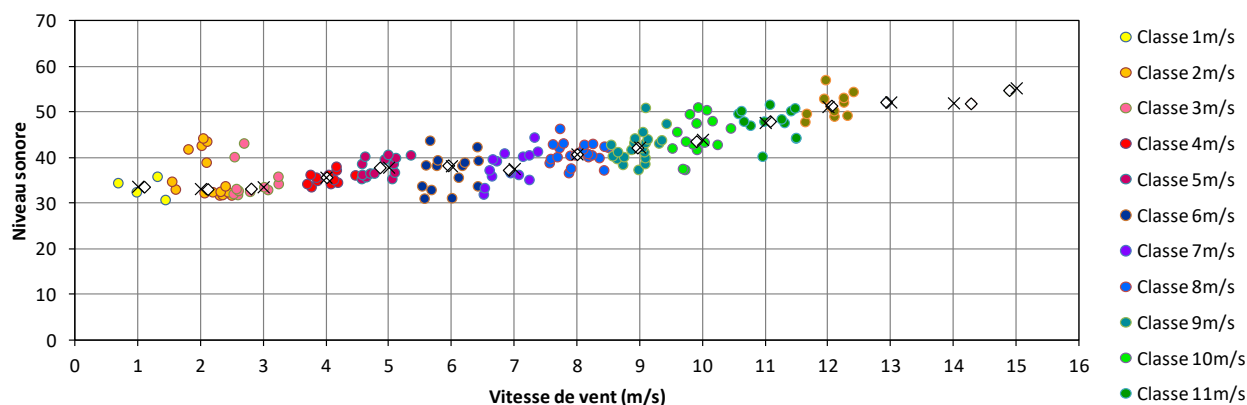
L50 (dB(A)) - Jour



Période Nuit – Secteur Sud-ouest

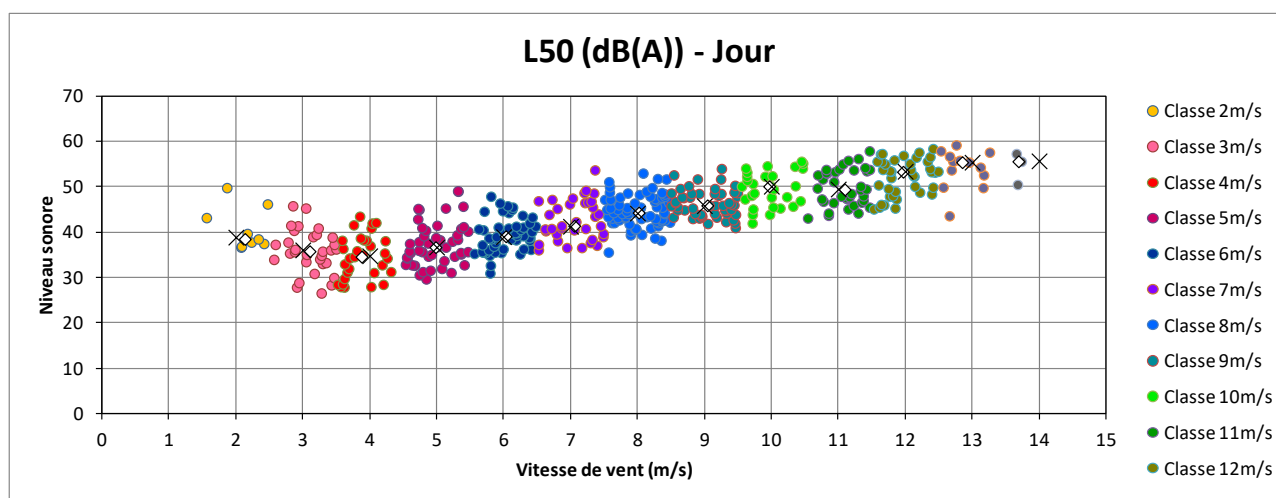
Classe	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
Niveau sonore résiduel	33,5	36,0	38,0	38,5	37,5	41,0	42,5	44,0	48,0	51,5
<i>Nombre d'échantillons</i>	11	13	14	14	15	22	21	15	13	11

L50 (dB(A)) - Nuit

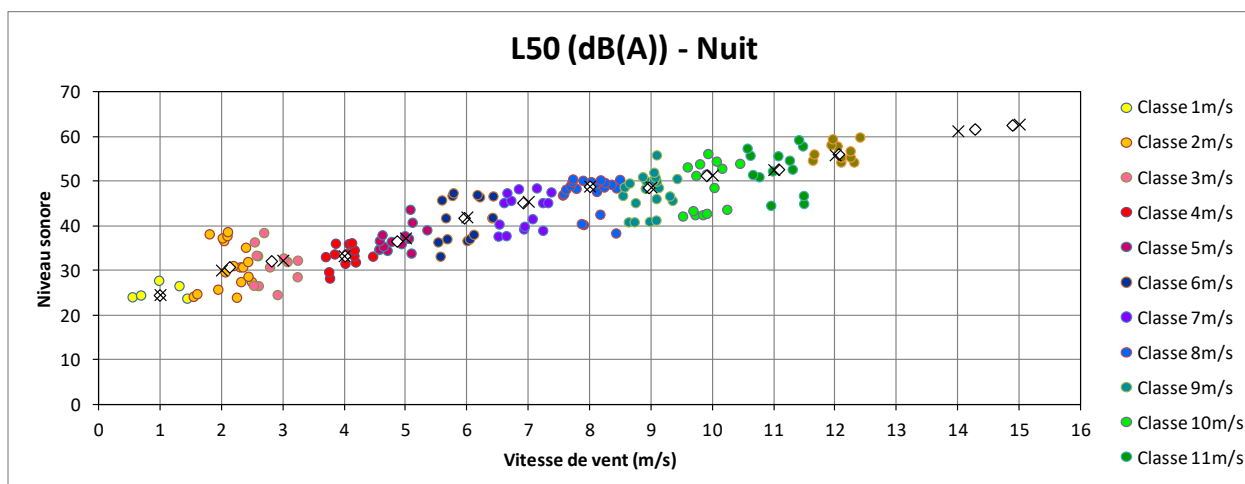


Point 2 : Habitation de Monsieur Levasseur, 1 impasse du moulin à Faux-Fresnay

Période Jour – Secteur Sud-ouest											
Classe	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
Niveau sonore résiduel	36,0	35,0	36,5	39,0	41,5	44,0	46,0	50,0	49,5	53,5	55,5
Nombre d'échantillons	31	31	47	52	36	71	52	29	38	39	13



Période Nuit – Secteur Sud-ouest										
Classe	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
Niveau sonore résiduel	32,5	33,5	37,5	42,0	45,5	49,0	49,0	51,5	52,5	56,0
Nombre d'échantillons	12	13	14	15	15	22	21	15	13	11

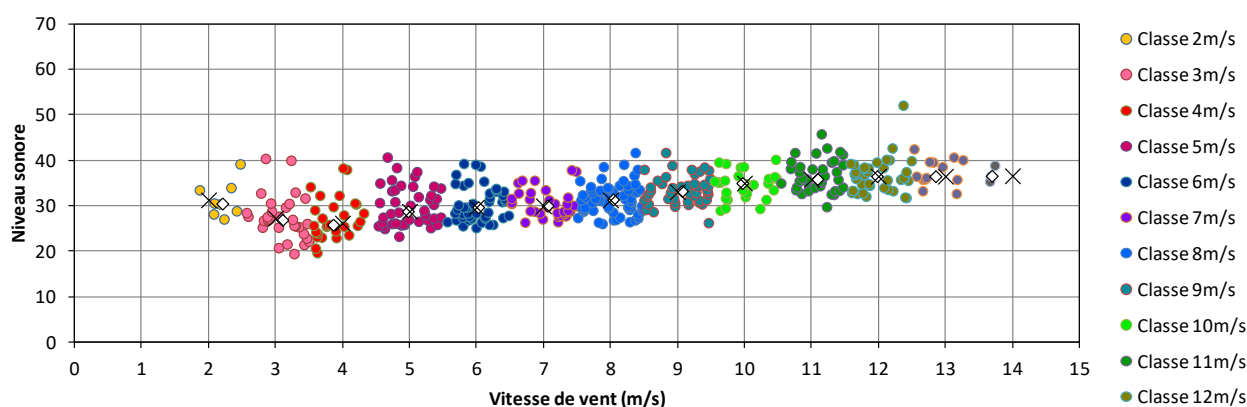


Point 3 : Habitation de Monsieur Eric Prud'Homme, 8 rue de la mairie à Courcemain

Période Jour – Secteur Sud-ouest

Classe	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
Niveau sonore résiduel	27,5	26,0	29,0	29,5	30,0	31,5	33,0	35,0	36,0	36,5	36,5
<i>Nombre d'échantillons</i>	31	28	42	47	34	66	46	29	37	38	13

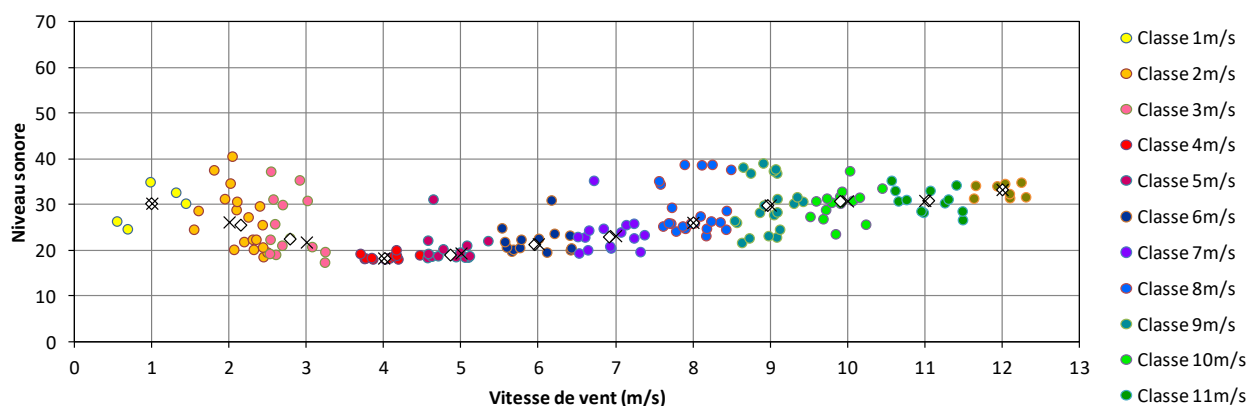
L50 (dB(A)) - Jour



Période Nuit – Secteur Sud-ouest

Classe	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
Niveau sonore résiduel	22,0	18,5	19,5	21,5	23,5	26,0	30,0	31,0	31,0	33,5
<i>Nombre d'échantillons</i>	14	13	14	14	15	22	21	15	12	8

L50 (dB(A)) - Nuit

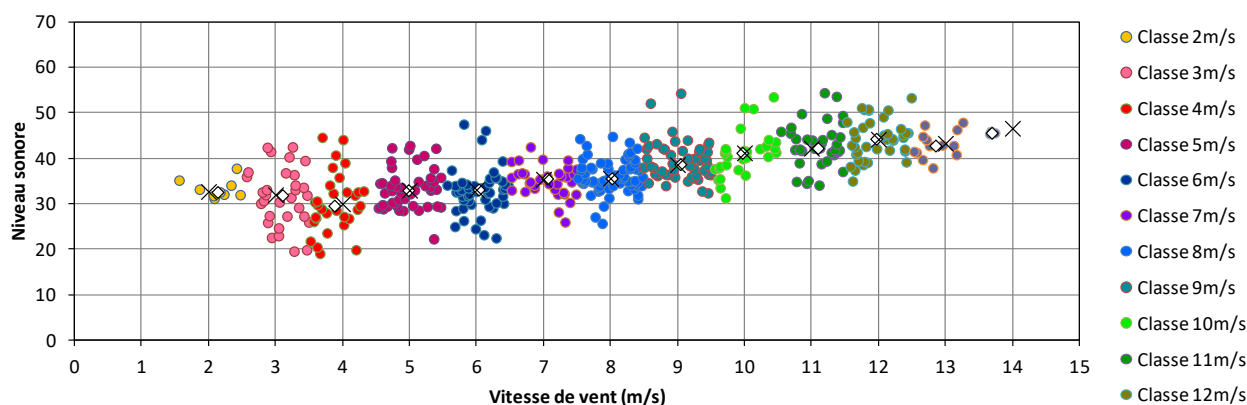


Point 4 : Habitation de Monsieur Aurélien AUTREAU à la ferme du moulin à Boulages

Période Jour – Secteur Sud-ouest

Classe	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
Niveau sonore résiduel	32,0	30,0	33,0	33,0	35,5	35,5	38,5	41,0	42,0	44,0	43,5
<i>Nombre d'échantillons</i>	31	31	47	52	36	71	52	29	38	39	13

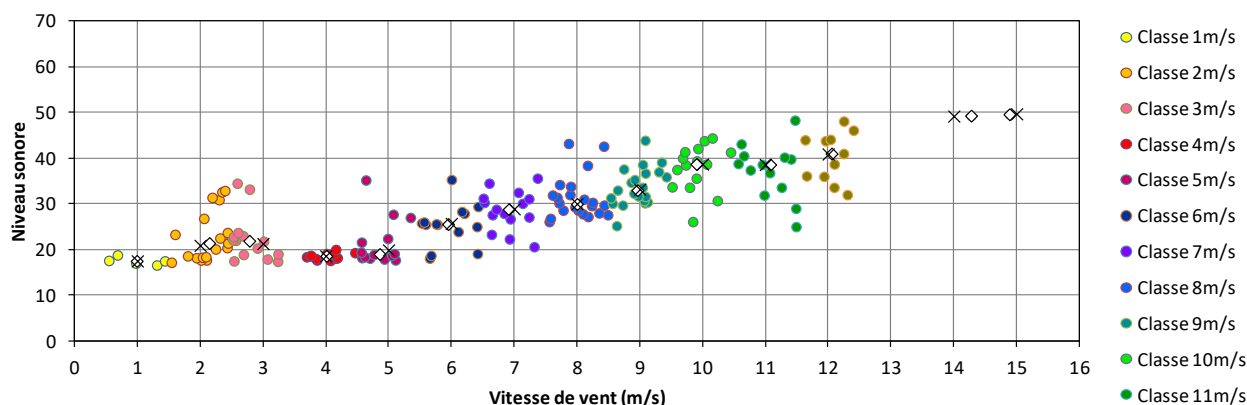
L50 (dB(A)) - Jour



Période Nuit – Secteur Sud-ouest

Classe	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
Niveau sonore résiduel	21,5	18,5	20,0	26,0	29,0	30,0	33,5	39,0	38,5	41,0
<i>Nombre d'échantillons</i>	14	13	14	14	15	22	21	15	13	11

L50 (dB(A)) - Nuit



La campagne de mesure acoustique réalisée fin juillet 2015 a permis d'estimer les niveaux sonores résiduels de jour et de nuit en fonction des vitesses de vent standardisées calculées sur site à 10 mètres pour un vent de secteur majoritaire Sud-Ouest.

De jour, ils varient de 26,0 dB(A) à 37,5 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 3 m/s et de 35,0 dB(A) à 50,0 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 10 m/s.

De nuit, les niveaux sonores varient de 18,5 dB(A) à 33,5 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 3 m/s, et de 31,0 dB(A) à 51,5 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 10 m/s.

Le tableau suivant synthétise les niveaux sonores globaux estimés à l'extérieur des habitations et déterminés en fonction de la vitesse de vent standardisée à 10 mètres de hauteur sur site, selon l'indicateur L50, arrondi au demi-décibel le plus proche. **Ces valeurs seront utilisées pour déterminer l'impact sonore du projet d'implantation du parc éolien (secteur Sud-Ouest) en période estivale.**

Bruit résiduel – secteur Sud-Ouest – période estivale									
POINT DE MESURE	PERIODE	Classe							
		3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
1	Jour	37,5	39,0	38,5	39,5	42,0	42,5	44,0	47,0
	Nuit	33,5	36,0	38,0	38,5	37,5	41,0	42,5	44,0
2	Jour	35,0*	35,0	36,5	39,0	41,5	44,0	46,0	50,0
	Nuit	32,5	33,5	37,5	42,0	45,5	49,0	49,0	51,5
3	Jour	26,0*	26,0	29,0	29,5	30,0	31,5	33,0	35,0
	Nuit	18,5*	18,5	19,5	21,5	23,5	26,0	30,0	31,0
4	Jour	30,0*	30,0	33,0	33,0	35,5	35,5	38,5	41,0
	Nuit	18,5*	18,5	20,0	26,0	29,0	30,0	33,5	39,0

* : valeurs corrigées à la baisse (favorable aux riverains) afin de garder une cohérence avec les valeurs adjacentes.

Le point 1 est fortement impacté par les vents de secteur Sud-Ouest puisqu'il ne bénéficie pas de protection par des bâtiments. De plus, une importante végétation (présence de peupliers et de nombreux arbres fruitiers et d'ornement) dans l'environnement génère un bruit important en fonction de la vitesse du vent. L'environnement du point 2 est très similaire à celui du point 1. La végétation environnante se trouve encore plus proche du point de mesure, justifiant des niveaux sonores plus élevés.

Le point 3 est assez bien protégé des vents de secteur Sud-Ouest et la végétation environnante est assez pauvre. Le point de mesure est principalement impacté par les activités dans la ferme (manœuvre d'engins agricoles, maintenance et bricolage).

De même, le point 4 bénéficie d'une bonne protection aux vents mais est perturbé par les activités de la ferme (vaches notamment).

MODÉLISATION DU PROJET

Une modélisation et des simulations du projet ont été réalisées.

Méthode de calcul prévisionnel : norme ISO 9613

Le calcul des niveaux sonores en tout point du site étudié s'appuie sur une méthode de calcul prévisionnel conforme aux exigences des réglementations actuelles : la norme ISO 9613 « Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre, partie 2 : méthode générale de calcul ».

Cette méthode de calcul prend en compte le bâti, la topographie du site, ainsi que tous les phénomènes liés à la propagation des ondes sonores (réflexion, absorption, effets météorologiques, etc).

Le logiciel CadnaA, conçu par DATAKUSTIK, permet de modéliser la propagation acoustique en espace extérieur en utilisant l'ensemble des paramètres imposés par la méthode ISO 9613.

Modèle informatique

Le site

Le site a été modélisé à partir des fichiers informatiques présentant la topographie du site. Une digitalisation des bâtiments a toutefois été nécessaire.

Le bâti

Une hauteur forfaitaire de 6 mètres a été affectée à chaque bâtiment.

Nature du sol

D'après la réglementation, l'effet de sol doit être pris en compte et entré dans le modèle de prévision du bruit. Il est noté G et est caractéristique du type de sol constituant le site.

Le sol est assimilé à des terres arables en surface.

Les récepteurs

Les récepteurs retenus sont les habitations les plus proches du projet éolien et sont susceptibles d'être les plus impactés.

Les éoliennes

Le projet concerne l'installation de 9 éoliennes. La société ELICIO a proposé un panel de plusieurs types d'éoliennes. Les calculs ont porté sur l'éolienne générant les plus forts niveaux sonores tout en évitant l'apparition d'émergences et donc de plan de bridage. Le type d'éoliennes retenu est la G126 T102 2,625MW de la société GAMESA. Ces éoliennes ont une hauteur de moyeu de 102 m et un diamètre de pales de 126 mètres.

Les coordonnées d'implantation des éoliennes sont fournies par la société ELICIO. Le scénario d'implantation de base étudié présente les coordonnées suivantes :

NOM	Commune	Lambert 93 (en m)		WGS 84		Altitude NGF	
		X	Y	E	N	Au sol	Bout de pale
E1	Faux-Fresnay	769 486	6 837 581	3° 56' 34"	48° 38' 04"	96 m	276 m
E2	Faux-Fresnay	770 633	6 837 608	3° 57' 30"	48° 38' 05"	111 m	291 m
E3	Faux-Fresnay	769 300	6 837 058	3° 56' 25"	48° 37' 48"	97 m	277 m
E4	Faux-Fresnay	769 818	6 837 103	3° 56' 50"	48° 37' 49"	97 m	277 m
E5	Courcemain	770 402	6 836 953	3° 57' 19"	48° 37' 44"	108 m	288 m
E6	Courcemain	769 109	6 836 522	3° 56' 15"	48° 37' 30"	90 m	270 m
E7	Courcemain	769 595	6 836 445	3° 56' 39"	48° 37' 28"	100 m	280 m
E8	Courcemain	770 158	6 836 261	3° 57' 06"	48° 37' 21"	96 m	276 m
E9	Courcemain	769 372	6 835 785	3° 56' 28"	48° 37' 06"	90 m	270 m

Coordonnées d'implantation des éoliennes

Les sources ont été modélisées par des sources ponctuelles omnidirectionnelles placées à la hauteur des moyeux.

Les données acoustiques connues pour cette éolienne ont été utilisées dans les simulations. Les puissances acoustiques sont fournies en niveau global et par bande d'octave pour des vitesses de vent standardisées comprises entre 3 et 10 m/s.

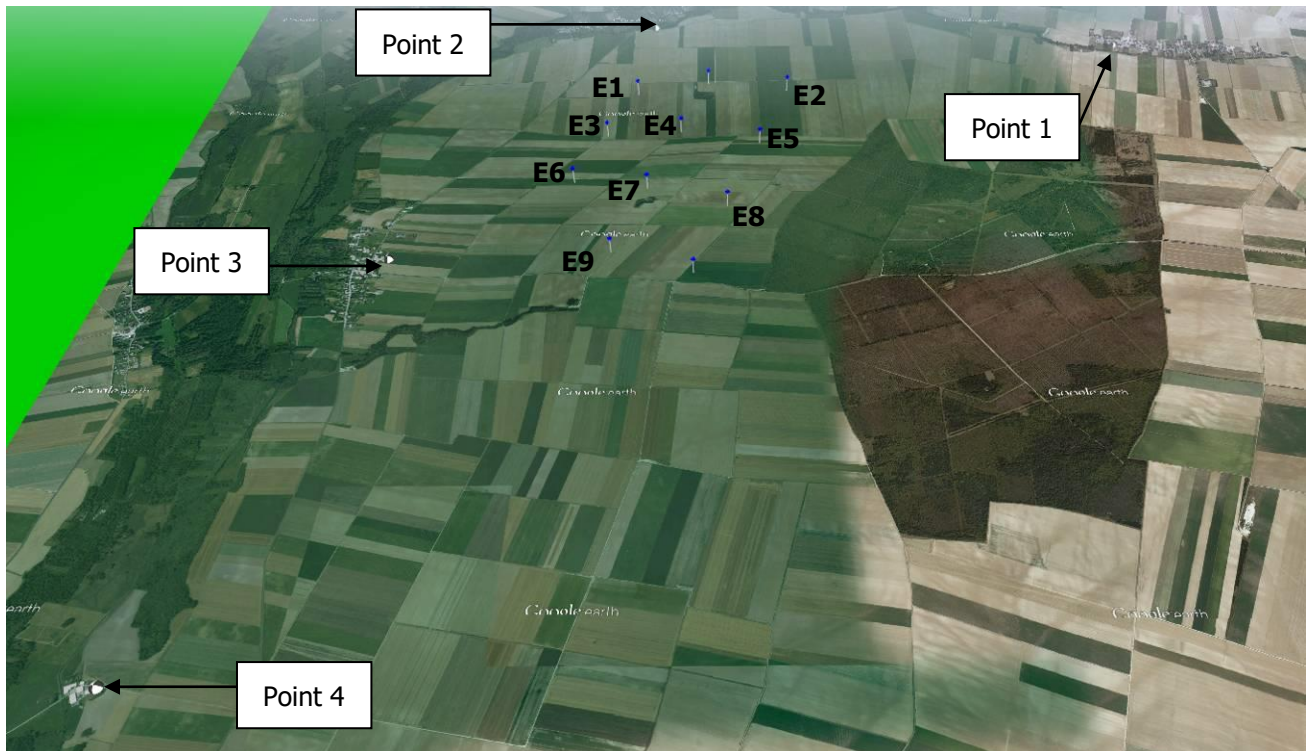
Le tableau suivant présente la puissance acoustique par bandes d'octaves exprimée en dB utilisées dans les simulations :

Eolienne GE-126 2,625MW - hauteur moyeu de 102 mètres										
V10s	31,5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	Global
V = 3 m/s	64,4	74,1	82,7	88,4	90,4	90,4	88,5	82,0	70,1	96,0
V = 4 m/s	67,0	76,8	85,3	91,1	93,1	93,0	91,1	84,6	72,7	98,6
V = 5 m/s	72,1	81,8	90,4	96,1	98,1	98,1	96,1	89,6	77,8	103,7
V = 6 m/s	74,9	84,7	93,2	99,0	101,0	100,9	99,0	92,5	80,6	106,5
V = 7 m/s	75,2	84,9	93,5	99,2	101,2	101,2	99,3	92,8	80,9	106,8
V = 8 m/s	75,2	84,9	93,5	99,2	101,2	101,2	99,3	92,8	80,9	106,8
V = 9 m/s	75,2	84,9	93,5	99,2	101,2	101,2	99,3	92,8	80,9	106,8
V > 9 m/s	75,2	84,9	93,5	99,2	101,2	101,2	99,3	92,8	80,9	106,8

Dans la suite du document, les termes suivants sont employés :

- Bruit Résiduel (noté BR) : correspond au niveau sonore sans le fonctionnement du parc éolien ;
- Bruit Particulier (noté BP) : correspond au niveau sonore engendré uniquement par le fonctionnement du parc éolien ;
- Bruit Ambiant (noté BA) : correspond au niveau sonore futur estimé avec le fonctionnement du parc éolien.

A partir des éléments fournis, un modèle informatique a pu être créé. Les illustrations ci-dessous présentent une vision 3D de ce modèle :



Modèle 3D créé pour le projet

Dans le cadre de l'arrêté ministériel du 26 août 2011, il est demandé la vérification du respect des tonalités marquée. L'estimation par calcul des **tonalités marquées** n'est pas possible au stade de l'étude d'impact car :

- les données constructeurs des machines sont généralement données en octaves et non pas en tiers d'octaves ;
- le logiciel CadnaA permet de faire un calcul en octaves mais ne peut faire un calcul en tiers d'octaves ;
- une tonalité marquée est identifiée si sa durée d'apparition dépasse 30% de la durée de fonctionnement du parc éolien. Cette durée ne peut être qualifiée au cours des calculs.

L'existence d'éventuelles tonalités marquées sera vérifiée lors des mesures de réception in situ.

Néanmoins, les données de puissance acoustique par bande fréquentielle de tiers d'octave sont fournies par les constructeurs des éoliennes envisagées. Le tableau ci-dessous présente le spectre de puissance acoustique pour la vitesse de vent de 10 m/s :

Classe de vitesse de vent		GAMESA G126 T102 2,625MW V10ms = 10 m/s	
Fréquence (Hz)	seuil réglementaire (dB)	Puissance acoustique (dB)	Tonalité marquée
31,5	--	30,3	
40	--	38,2	
50	10	45,7	NON
63	10	53,1	NON
80	10	60,2	NON
100	10	66,5	NON
125	10	72,2	NON
160	10	77,4	NON
200	10	82,0	NON
250	10	85,9	NON
315	10	89,0	NON
400	5	91,4	NON
500	5	93,3	NON
630	5	94,8	NON
800	5	95,8	NON
1000	5	96,5	NON
1250	5	96,8	NON
1600	5	96,6	NON
2000	5	95,7	NON
2500	5	94,3	NON
3150	5	91,8	NON
4000	5	88,1	NON
5000	5	84,1	NON
6300	5	79,4	NON
8000	5	73,3	NON
10000	--	65,7	
12500	--	56,6	

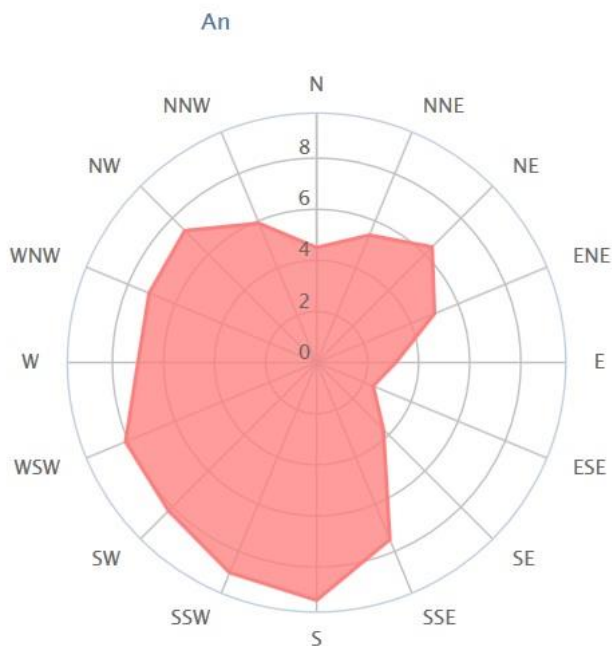
Aucune tonalité marquée n'apparaît sur le spectre de puissance. Cela laisse supposer qu'aucune tonalité marquée liée au fonctionnement des éoliennes ne sera perceptible au niveau des riverains.

Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques jouent un rôle important sur la propagation du son, La norme ISO 9613-2 décrit une méthode pour le calcul des niveaux sonores dans des conditions météorologiques favorables à la propagation. Ces conditions consistent en une propagation par vent portant ou de manière équivalente (par rapport à la rose des vents moyens), Ainsi, la norme ISO 9613-2 permet de prédire le niveau sonore à long terme prenant en compte une grande diversité de conditions météorologiques.

Dans le cadre de cette étude nous avons utilisé la rose des vents moyens fournie par la société ELICIO :

Wind direction distribution in (%)



IMPACT DU SCÉNARIO : EOLIENNES TYPE GAMESA G126 T102 2,625MW

Niveaux sonores estimés dans les zones à émergence réglementée – période estivale

Les tableaux suivants présentent le niveau sonore résiduel mesuré sur site, le futur niveau sonore ambiant estimé ainsi que l'émergence sonore estimée à l'extérieur des logements, Les niveaux sonores résiduels, ambiants et les émergences sonores sont arrondis au demi-décibel le plus proche et exprimés en dB(A), Les dépassements des seuils réglementaires sont indiqués en rouge.

JOUR 7H00-22H00 / EMERGENCES ADMISSIBLES : 5 dB(A) - Sud Ouest									
Vitesses de vent en m/s		3	4	5	6	7	8	9	>9
Point 1 - Salon	BR	37,5	39,0	38,5	39,5	42,0	42,5	44,0	47,0
	BP	13,7	16,4	21,4	24,3	24,5	24,5	24,5	24,5
	BA	37,5	39,0	38,5	39,5	42,0	42,5	44,0	47,0
	Emergence	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Dépassement	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Point 2 - Faux-Fresnay	BR	35,0	35,0	36,5	39,0	41,5	44,0	46,0	50,0
	BP	25,5	28,2	33,2	36,1	36,3	36,3	36,3	36,3
	BA	35,5	36,0	38,0	41,0	42,5	44,5	46,5	50,0
	Emergence	0,5	1,0	1,5	2,0	1,0	0,5	0,5	0,0
	Dépassement	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Point 3 - Courcemain	BR	26,0	26,0	29,0	29,5	30,0	31,5	33,0	35,0
	BP	22,5	25,1	30,2	33,0	33,3	33,3	33,3	33,3
	BA	27,5	28,5	32,5	34,5	35,0	35,5	36,0	37,0
	Emergence	1,5	2,5	3,5	5,0	5,0	4,0	3,0	2,0
	Dépassement	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0
Point 4 - Boulages	BR	30,0	30,0	33,0	33,0	35,5	35,5	38,5	41,0
	BP	10,4	13,1	18,1	21,0	21,2	21,2	21,2	21,2
	BA	30,0	30,0	33,0	33,5	35,5	35,5	38,5	41,0
	Emergence	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
	Dépassement	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0

En vert : niveau inférieur à 35 dB(A), l'émergence n'est pas à comparer au seuil réglementaire ;

NUIT 22H00-7H00 / EMERGENCES ADMISSIBLES : 3 dB(A) - Sud-Ouest									
Vitesses de vent en m/s		3	4	5	6	7	8	9	>9
Point 1 - Salon	BR	33,5	36,0	38,0	38,5	37,5	41,0	42,5	44,0
	BP	13,7	16,4	21,4	24,3	24,5	24,5	24,5	24,5
	BA	33,5	36,0	38,0	38,5	37,5	41,0	42,5	44,0
	Emergence	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Dépassement	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Point 2 - Faux-Fresnay	BR	32,5	33,5	37,5	42,0	45,5	49,0	49,0	51,5
	BP	25,5	28,2	33,2	36,1	36,3	36,3	36,3	36,3
	BA	33,5	34,5	39,0	43,0	46,0	49,0	49,0	51,5
	Emergence	1,0	1,0	1,5	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0
	Dépassement	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Point 3 - Courcemain	BR	18,5	18,5	19,5	21,5	23,5	26,0	30,0	31,0
	BP	22,5	25,1	30,2	33,0	33,3	33,3	33,3	33,3
	BA	24,0	26,0	30,5	33,5	33,5	34,0	35,0	35,5
	Emergence	5,5	7,5	11,0	12,0	10,0	8,0	5,0	4,5
	Dépassement	-	-	-	-	-	-	-	1,5
Point 4 - Boulages	BR	18,5	18,5	20,0	26,0	29,0	30,0	33,5	39,0
	BP	10,4	13,1	18,1	21,0	21,2	21,2	21,2	21,2
	BA	19,0	19,5	22,0	27,0	29,5	30,5	33,5	39,0
	Emergence	0,5	1,0	2,0	1,0	0,5	0,5	0,0	0,0
	Dépassement	-	-	-	-	-	-	-	0,0

En vert : niveau inférieur à 35 dB(A), l'émergence n'est pas à comparer au seuil réglementaire ;

Analyse des résultats du scénario de base

Sur la base de la campagne de mesure effectuée en été et des résultats de simulation du projet de 9 éoliennes type GAMESA G126 T102 2,625 MW, il ressort les points suivants :

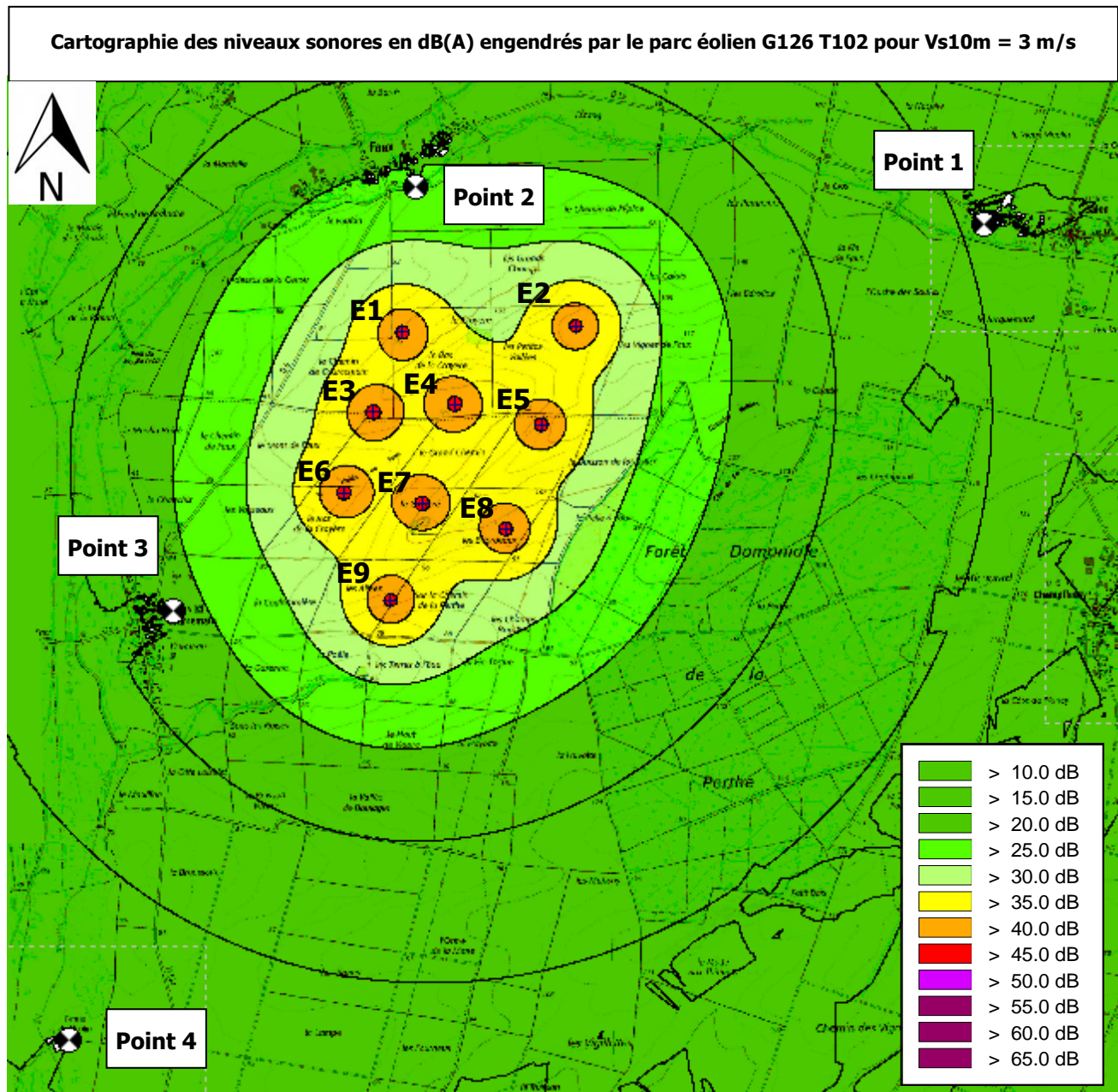
- **de jour**, les émergences sonores calculées sont inférieures au seuil réglementaire en tout point quelle que soit la vitesse du vent ;
- **de nuit**, les émergences sonores calculées sont supérieures au seuil réglementaire uniquement au point 3 à 10m/s.

Un plan de bridage est donc à mettre en place.

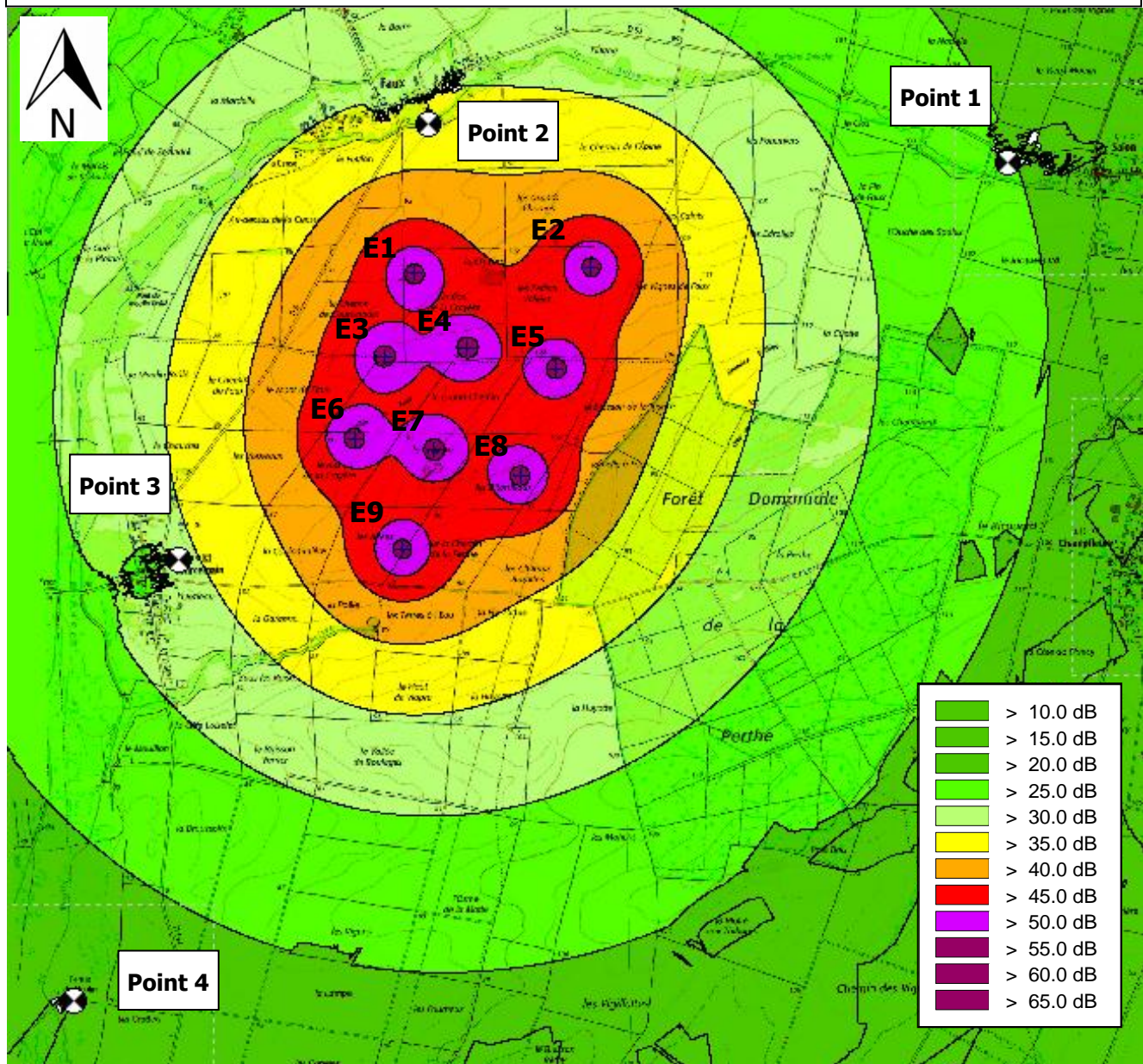
Cartographies du bruit particulier

Les cartographies du bruit particulier ont été effectuées à 2 m de hauteur pour les classes de vent 3 et 10 m/s, vitesses jugées sensibles et représentatives sur le plan acoustique, Le calcul a été réalisé selon un maillage 5m x 5m.

Le principe est de dresser les cartes de bruit engendré par les éoliennes uniquement, Ces cartes sont données pour se représenter visuellement le bruit particulier des éoliennes, elles n'apportent cependant pas d'indication réglementaire comme les différents tableaux donnés précédemment.



Cartographie des niveaux sonores en dB(A) engendrés par le parc éolien G126 T102 pour Vs10m = 10 m/s



Détermination du plan de bridage

Suite aux résultats de simulation du scénario de base, la mise en place d'un plan de bridage optimisé est nécessaire pour la classe de vitesse de vent égale à 10 m/s, en période nocturne.

Descriptif des modes de bridage des éoliennes G126 T102 2,625MW

Le tableau suivant présente la puissance acoustique en dB(A) du mode bridé utilisé :

Mode N1
105,2

1.1.1 Descriptif du scénario de bridage

Les tableaux suivants présentent les spécificités du plan de bridage en fonction de la vitesse du vent à 10m de hauteur pour la période nocturne:

Période nocturne - Scénario 1									
Eoliennes / Vitesses de vent	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
3 m/s									
4 m/s									
5 m/s									
6 m/s									
7 m/s									
8 m/s									
9 m/s									
10 m/s						Mode N1			

Niveaux sonores estimés à l'extérieur selon le plan de bridage

Les tableaux suivants présentent le niveau sonore résiduel mesuré sur site (avant le fonctionnement du parc), le futur niveau sonore ambiant estimé ainsi que l'émergence sonore estimée à l'extérieur des logements. Les niveaux sonores résiduels, ambiants et les émergences sonores sont arrondis au demi-décibel le plus proche et exprimés en dB(A).

NUIT 22H00-7H00 / EMERGENCES ADMISSIBLES : 3 dB(A) - Sud-Ouest									
Vitesses de vent en m/s		3	4	5	6	7	8	9	>9
Point 1 - Salon	BR	33,5	36,0	38,0	38,5	37,5	41,0	42,5	44,0
	BP	13,7	16,4	21,4	24,3	24,5	24,5	24,5	24,4
	BA	33,5	36,0	38,0	38,5	37,5	41,0	42,5	44,0
	Emergence	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Dépassement	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Point 2 - Faux-Fresnay	BR	32,5	33,5	37,5	42,0	45,5	49,0	49,0	51,5
	BP	25,5	28,2	33,2	36,1	36,3	36,3	36,3	36,3
	BA	33,5	34,5	39,0	43,0	46,0	49,0	49,0	51,5
	Emergence	1,0	1,0	1,5	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0
	Dépassement	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Point 3 - Courcemain	BR	18,5	18,5	19,5	21,5	23,5	26,0	30,0	31,0
	BP	22,5	25,1	30,2	33,0	33,3	33,3	33,3	32,9
	BA	24,0	26,0	30,5	33,5	33,5	34,0	35,0	35,0
	Emergence	5,5	7,5	11,0	12,0	10,0	8,0	5,0	4,0
	Dépassement	-	-	-	-	-	-	-	-
Point 4 - Boulages	BR	18,5	18,5	20,0	26,0	29,0	30,0	33,5	39,0
	BP	10,4	13,1	18,1	21,0	21,2	21,2	21,2	21,0
	BA	19,0	19,5	22,0	27,0	29,5	30,5	33,5	39,0
	Emergence	0,5	1,0	2,0	1,0	0,5	0,5	0,0	0,0
	Dépassement	-	-	-	-	-	-	-	0,0

En vert : niveau inférieur à 35 dB(A), l'émergence n'est pas à comparer au seuil réglementaire ; En rouge : dépassement des seuils d'émergences réglementaires.

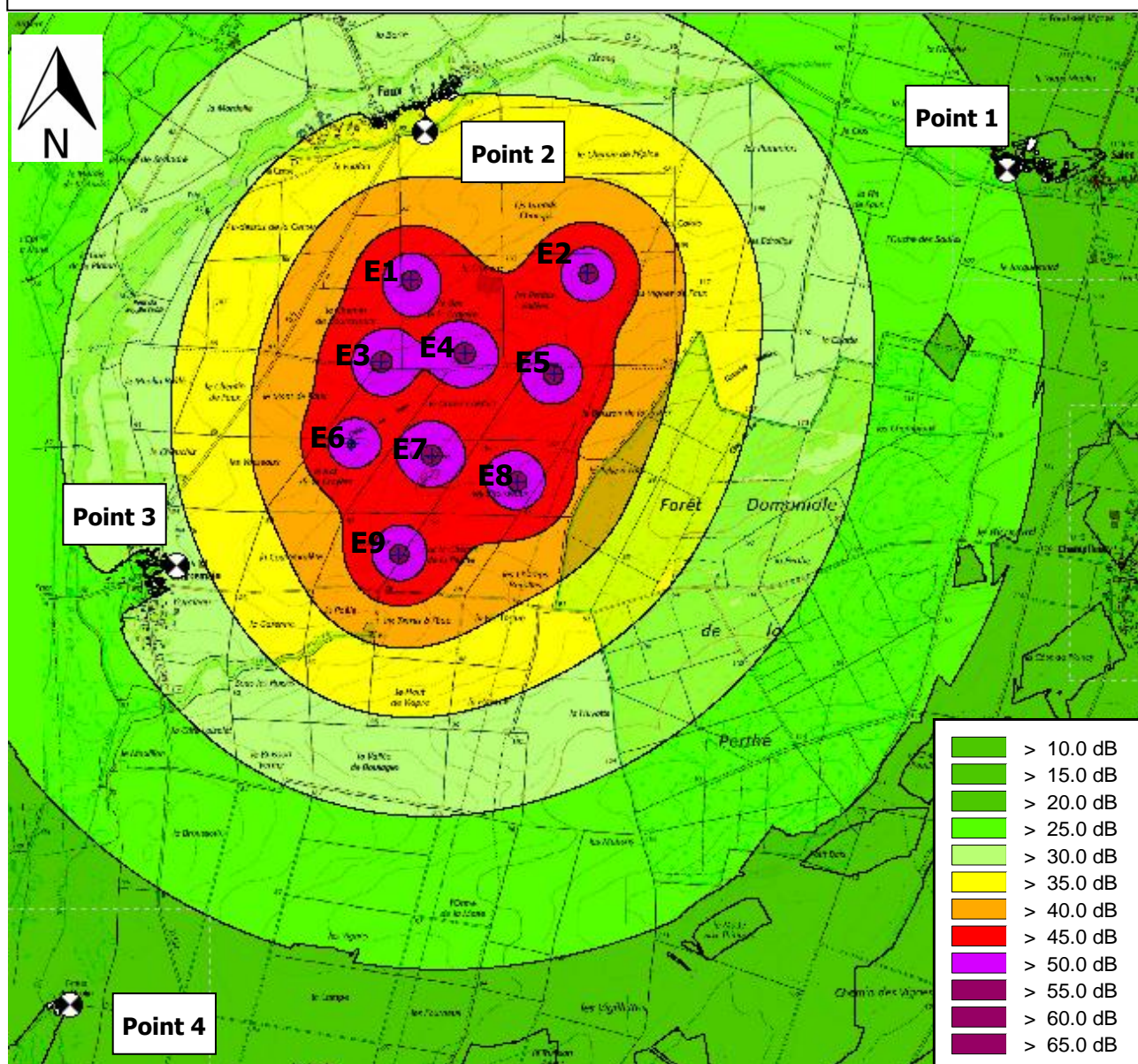
Analyse des résultats du scénario bridé

Les simulations acoustiques effectuées dans la configuration de bridage déterminée précédemment permettent de diminuer l'impact sonore du parc éolien pour le voisinage. Aucun risque de dépassement des seuils réglementaires en période nocturne n'a été estimé.

Cartographie du bruit particulier pour le mode bridé

La cartographie du bruit particulier a été effectuée à 2 m de hauteur pour la classe de vent centrée sur 10 m/s de nuit, vitesse jugée sensible sur le plan acoustique avant la mise en place du plan de bridage. Le calcul a été réalisé selon un maillage 5m x 5m.

Cartographie des niveaux sonores en dB(A) engendrés par le parc éolien G126 T102 pour Vs10m = 10 m/s



Estimation de la puissance acoustique maximale admissible

Les tableaux suivants sont une aide à la décision présentant la puissance maximale admissible pour chaque classe de vitesse de vent sans que des émergences n'apparaissent au niveau des points de mesure.

Période diurne - Vent de secteur Sud-Ouest - Période estivale	
Classe de vitesse de vent standardisées 10m	Puissance maximale admissible
3 m/s	107,5
4 m/s	108,0
5 m/s	107,5
6 m/s	107,0
7 m/s	107,0
8 m/s	108,5
9 m/s	110,0
10 m/s	112,0

Tableau 1 Puissance admissible maximale diurne par classe de vitesse de vent

Période nocturne - Vent de secteur Sud-Ouest - Période estivale	
Classe de vitesse de vent standardisées 10m	Puissance maximale admissible
3 m/s	103,0
4 m/s	104,0
5 m/s	108,0
6 m/s	109,0
7 m/s	108,0
8 m/s	108,0
9 m/s	107,0
10 m/s	106,5

Tableau 2 Puissance admissible maximale diurne par classe de vitesse de vent

Choix du type d'éoliennes

ELICIO souhaite que le projet puisse être réalisé avec des modèles d'éoliennes de plusieurs fournisseurs, sachant qu'il n'existe aucun standard en termes de dimensions et de caractéristiques de fonctionnement.

Une liste de plusieurs types d'éolienne a été étudiée. Le modèle analysé dans l'étude d'impact acoustique (G126 T102) est celui engendrant les plus forts niveaux sonores dans le voisinage. Dans cette configuration, un dépassement des émergences réglementaires au point 3 à 10m/s a été constaté, celui-ci nécessitant un bridage.

Tout type d'éoliennes engendrant un niveau sonore inférieur aux niveaux présenté dans les tableaux de puissance acoustique maximale admissible (tableaux 1 et 2) permettrait une exploitation du parc sans plan de bridage.

Voici plusieurs modèles qui pourraient être envisagés :

Modèle	Mat (m)	Pale (m)	Diamètre (m)	Hauteur totale (m)
V126	117,0	60,0	126,0	177,0
N117	120,0	58,5	116,8	178,5
V110	125,0	55,0	110,0	180,0
MM122	119,0	61,0	122,0	180,0
G114	123,0	57,0	114,0	180,0
E-115	122,0	58,0	115,0	179,5
GE2,75	120,0	60,0	120,0	180,0

Dans le cadre de l'étude acoustique, afin de ne pas risquer de sous-évaluer les impacts, dangers et inconvénients de l'installation, nous avons choisi l'éolienne la plus impactante en terme d'enjeux acoustiques (GAMESA G126).

CONCLUSION

Dans le cadre d'un projet d'implantation d'un parc éolien sur le territoire des communes de Faux Fresnay et de Courcemain (51), Monsieur Anthony FLEURY de la société ELICIO, a sollicité ORFEA Acoustique pour la réalisation de mesures acoustiques permettant de caractériser l'état sonore initial en période estivale.

Ces mesures se sont déroulées du 24 au 31 juillet 2015 selon des conditions météorologiques représentatives des conditions habituelles du site (vent de secteur Sud-Ouest).

Les résultats de mesures révèlent des niveaux sonores de jour variant de 26,0 dB(A) à 37,5 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 3 m/s et de 35,0 dB(A) à 50,0 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 10 m/s. De nuit, les niveaux sonores varient de 18,5 dB(A) à 33,5 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 3 m/s, et de 31,0 dB(A) à 51,5 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 10 m/s.

La société ELICIO n'a pas arrêté son choix relatif au type d'éoliennes prévues, Ainsi, il a été décidé d'étudier l'impact sonore du scénario d'éoliennes la plus bruyante parmi celles n'engendrant pas de dépassement des niveaux seuils d'urgence.

Une modélisation du site et une simulation des niveaux sonores engendrés par les futures éoliennes ont permis d'estimer les émergences futures éventuelles au niveau des points de mesure.

Parmi la liste d'éolienne proposée, seule la GAMESA G126 T102 2,625 MW entraîne un dépassement des seuils réglementaires uniquement au point 3, à 10m/s. Un bridage a été étudié afin de correspondre à la réglementation.


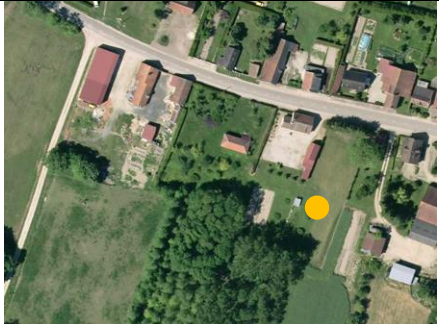
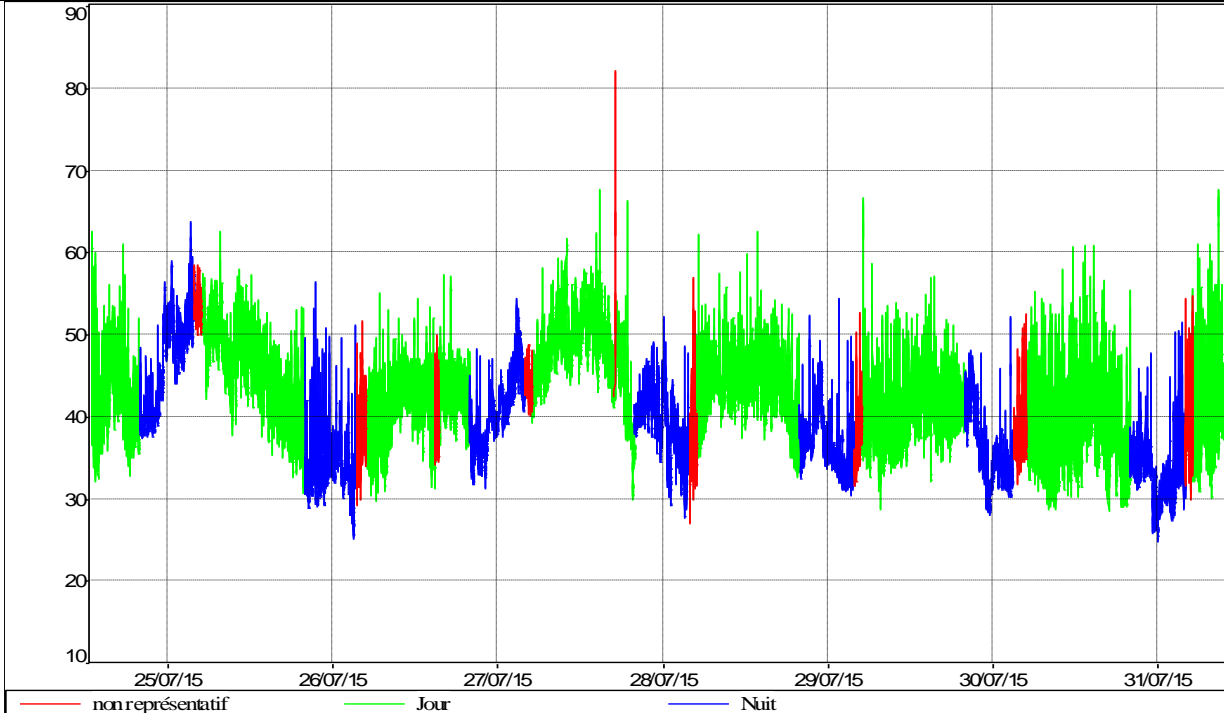
Ainsi, tout type d'éoliennes engendrant un niveau sonore inférieur aux niveaux présenté dans les tableaux de puissance acoustique maximale admissible (tableaux 1 et 2) permettrait une exploitation du parc sans plan de bridage.



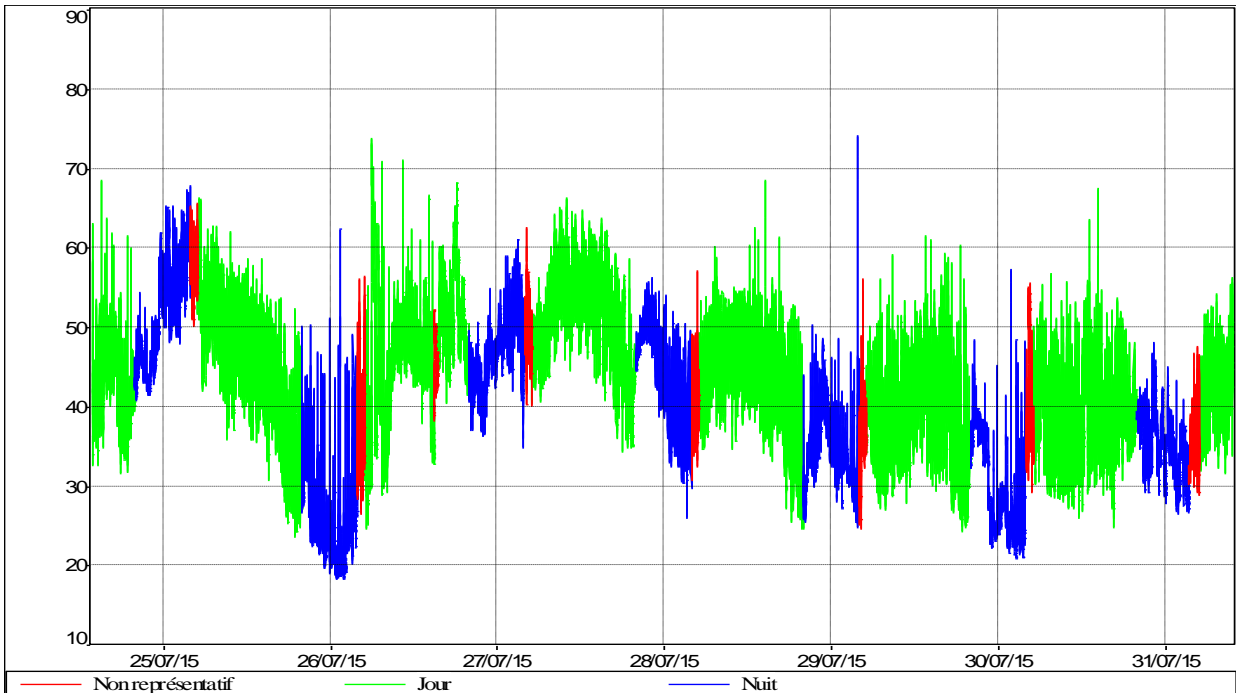
Toutefois, les incertitudes inhérentes à tout calcul et mesure acoustique ainsi que les hypothèses prises doivent entraîner une vérification et une validation par une campagne de mesure à la mise en service du parc éolien.



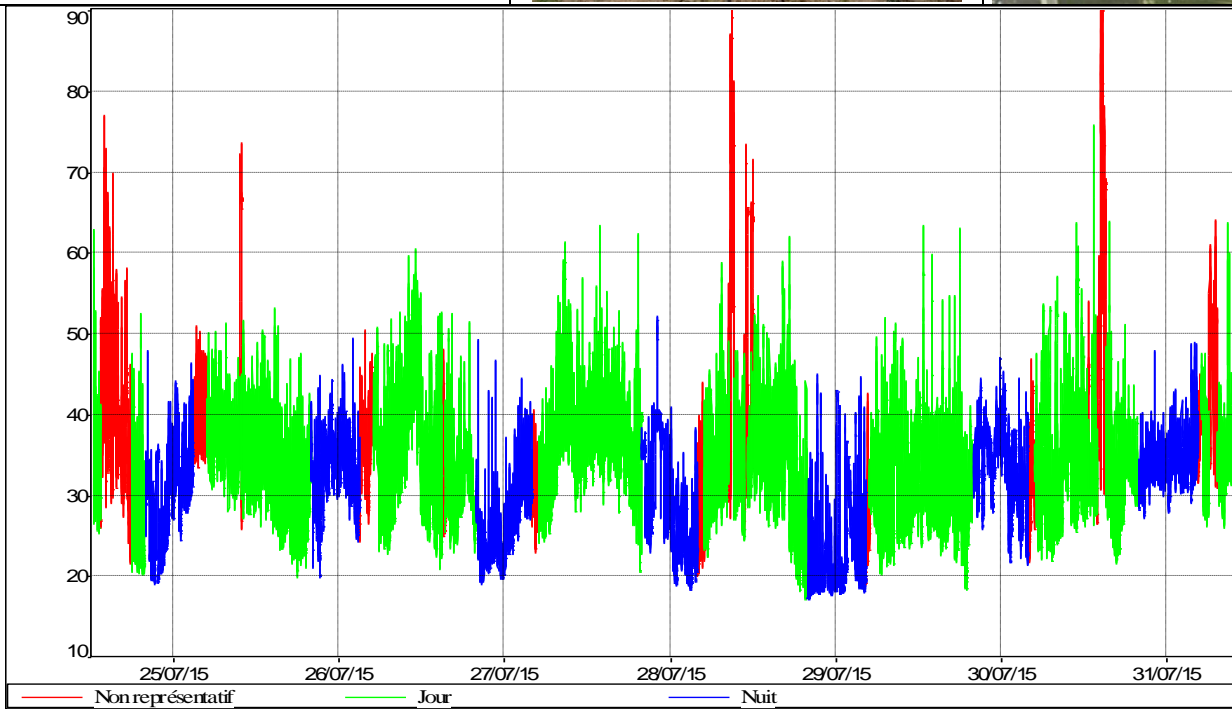
<i>Rédacteur</i>	<i>Vérificateur</i>
<i>Simon CHURIN</i>	<i>Cédric COUSTAURY</i>


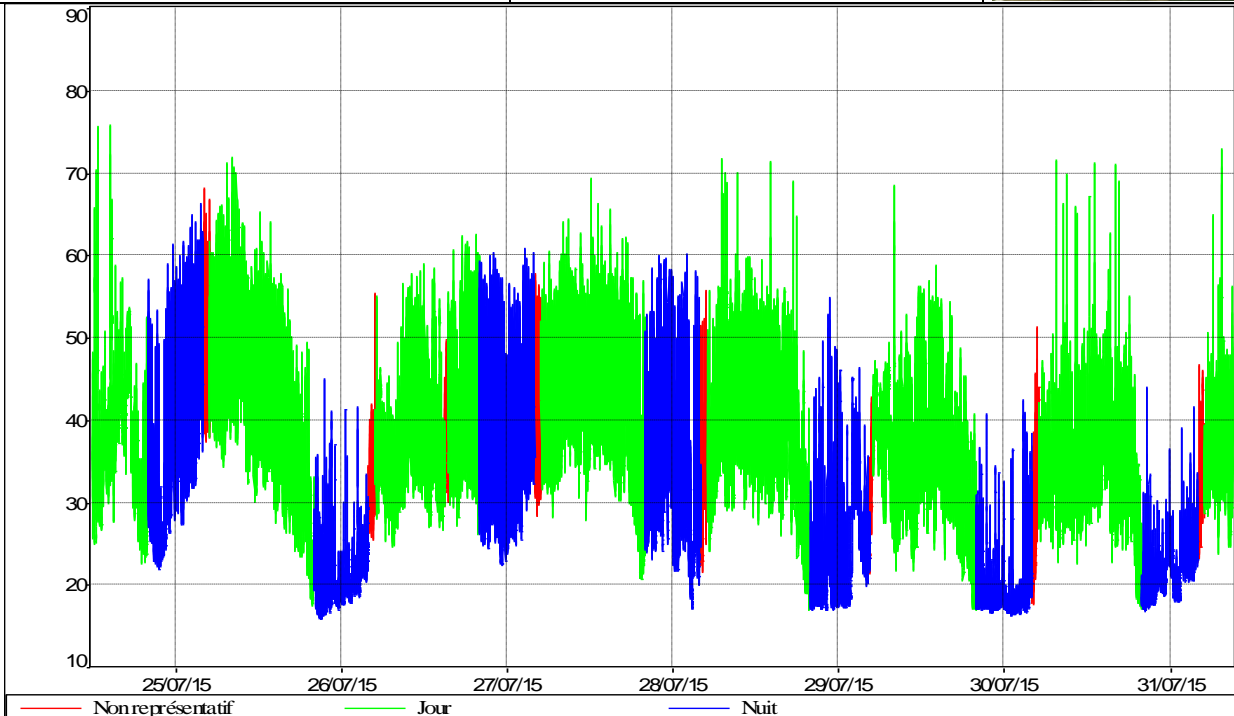
ANNEXES

Annexe 1 : fiches de mesure – campagne de mesure

Point 1			
Période	Du 24/07/2015 à 15h00 au 31/07/2015 à 12h00		
Emplacement	Propriété de l'habitation de Madame PIMPERNET Situé au 33, rue de Sézanne à Salon dans le jardin - H=1,6 m		
Tracé temporel de la mesure par pas de 1 min			
Commentaires	Les périodes pluvieuses ont été supprimées des relevés. Le point de mesure est assez exposé au vent de Sud-Ouest. Le point de mesure est principalement impacté par le vent dans la végétation (présence de grands arbres à proximité) et par le trafic dans le bourg de Salon.		

Point 2			
Période	Du 24/07/2015 à 15h45 au 31/07/2015 à 11h45		
Emplacement	Propriété de l'habitation de Monsieur LEVASSEUR situé au 1, impasse du moulin à Faux-Fresnay dans le jardin - H=1,6 m		
Tracé temporel de la mesure par pas de 1 min			
Commentaires	Les périodes pluvieuses ont été supprimées des relevés. Le point de mesure est peu exposé aux vents. Le point de mesure es principalement impacté par le vent dans la végétation (présence de grands arbres à proximité).		

Point 3			
Période	Du 24/07/2015 à 14h25 au 31/07/2015 à 11h30		
Emplacement	Exploitation agricole de Monsieur PRUD'HOMME situé au 8, rue de la mairie à COURCEMAIN dans le jardin à l'Est - H=1,6 m		
Tracé temporel de la mesure par pas de 1 min			
Commentaires	Les périodes pluvieuses ont été supprimées des relevés. Le point de mesure est peu exposé aux vents de Sud-Ouest. Il est principalement impacté par les bruits liés aux activités agricoles de la ferme (manœuvre des engins agricoles).		

Point 4		
Période	Du 24/07/2015 à 13h55 au 31/07/2015 à 11h10	
Emplacement	Exploitation agricole de Monsieur AUTREAU à la ferme du moulin à BOULAGES devant la façade Sud - H=1,6 m	
Tracé temporel de la mesure par pas de 1 min		
Commentaires	Les périodes pluvieuses ont été supprimées des relevés. Le point de mesure est peu exposé au vent de Sud-Ouest. Il est principalement impacté par les bruits liés aux activités agricoles de la ferme (manœuvre des engins agricoles et meuglement des vaches).	

Annexe 2 : Puissances acoustiques des éoliennes GAMESA G126 2,625 MW fournies par la société ELICIO (issues des fiches constructeurs)

WS	LWA
[m/s]	[dB(A)]
3	96.0
3.5	96.0
4	96.0
4.5	96.0
5	96.0
5.5	97.4
6	99.5
6.5	101.4
7	103.1
7.5	104.7
8	106.1
8.5	106.8
9	106.8
9.5	106.8
10	106.8
10.5	106.8
11	106.8
11.5	106.8
12	106.8
12.5	106.8
13	106.8
13.5	106.8
14	106.8
14.5	106.8


Table 6: Noise levels of the WT G126 2.625MW CIIIA calculated in function of wind speed at hub height W_s [m/s]. (ref: 20160630G126NLEV2p625MW)

4 NORMALIZED SPECTRUM IN THIRD OCTAVES

Table 1 and figure 1 below represent the preliminary normalized noise spectrum for the G126 2.5MW/2.625MW IIIA turbine:

f_i [Hz]	$L_{W,i, norm}$ [dB(A)]
10	47.7
13	50.7
16	53.7
20	56.7
25	59.8
32	62.9
40	66.0
50	69.1
63	72.5
80	75.9
100	78.8
125	81.5
160	84.0
200	86.1
250	87.7
315	88.8
400	89.4
500	89.7
630	89.9
800	89.8
1000	89.7
1250	89.4
1600	88.8
2000	87.7
2500	86.2
3150	83.8
4000	80.3
5000	76.8
6300	72.7
8000	67.6
10000	61.4
12500	54.1
16000	44.5
20000	32.2
$L_{W, ref}$	100

Table 1: Normalized 3rd octave band noise spectrum for the G126 2.5MW/2.625MW IIIA turbine
(ref: 20170324G126NoiseSpectrum)

	GENERAL CHARACTERISTICS MANUAL	Code: GD329560-en Rev: 0
		Date: 24/03/17 Pg. 4 of 4
Title: G126 2.5MW/2.625MW IIIA 50/60Hz Noise Emission Analysis		

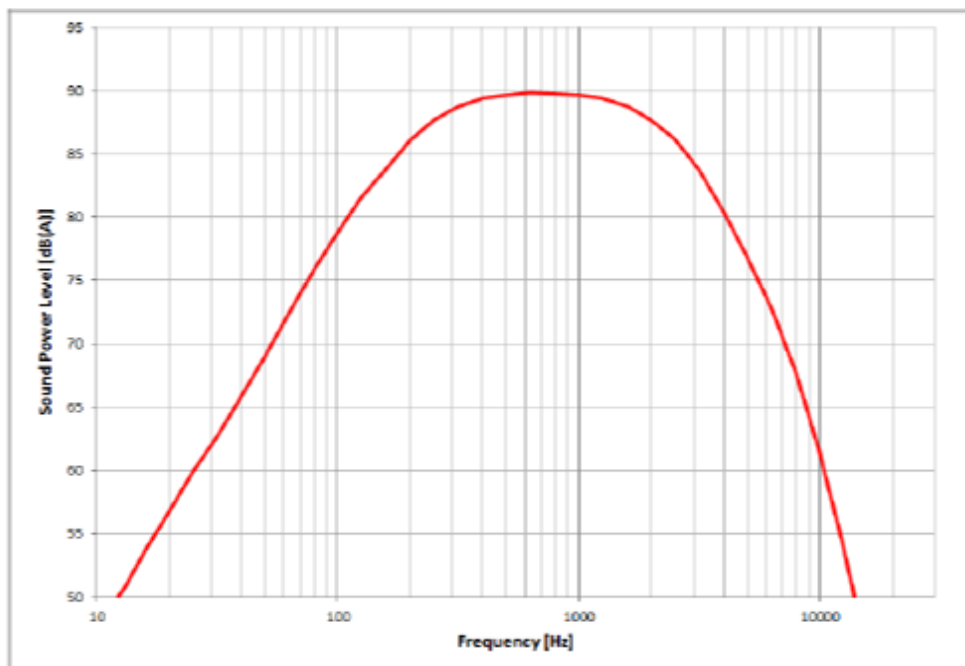


Figure 1: Normalized noise spectrum for the G126 2.5MW/2.625MW IIIA turbine
(ref: 20170324G126NoiseSpectrum)

GLOSSAIRE

Bruit ambiant

Bruit composé de l'ensemble des bruits émis par toutes les sources proches et éloignées existantes, dans une situation donnée pendant un intervalle de temps donné.

Bruit particulier

Bruit identifié spécifiquement et distingué du bruit ambiant faisant objet d'une requête.

Bruit résiduel

Bruit ambiant, en l'absence du (des) bruit(s) particulier(s), objet(s) d'une requête.

Emergence

L'émergence est évaluée en comparant le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A du bruit ambiant avec le niveau de pression acoustique continu équivalent A du bruit résiduel au cours de l'intervalle d'observation.

Décibel

Le décibel est une unité de mesure logarithmique en acoustique. C'est un terme sans dimension. Il est noté **dB**.

Spectre de fréquences

Description d'un signal temporel par décomposition par bande de fréquence. Le passage d'un signal (temporel) à un spectre (fréquentiel) est réalisé par filtrage mécanique ou par décomposition numérique (analyse de Fourier).

Bandes d'Octaves, de Tiers d'Octaves et Niveau Global

Deux fréquences sont dites séparées d'une octave si le rapport de la plus élevée à la plus faible est égal à 2. Dans le cas du tiers d'octave, ce rapport est de 2 à la puissance 1/3.

Les valeurs normalisées des fréquences centrales de bande d'octave sont les suivantes, sur la plage audible (de 20 Hz à 20000 Hz) :

31,5 / 63 / 125 / 250 / 500 / 1000 / 2000 / 4000 / 8000 / 16000 Hz

Le niveau global correspond à la somme énergétique de toutes les bandes d'octaves. Le niveau global est noté **L**.

Pondération A

La pondération A est l'application d'un filtre fréquentiel :

- soit à une gamme de fréquences délimitée,
- soit à l'intégralité du signal.

Cette pondération correspond à la sensibilité de l'oreille humaine, plus importante aux médiums qu'aux basses fréquences. A la valeur du niveau sonore mesuré est ajoutée la valeur de la pondération A correspondante qui est précisée par bande de fréquence. Le niveau sonore est alors exprimé en dB(A).

Niveau de pression acoustique L_p

Niveau sonore exprimé en décibel (dB) calculé par 20 fois le logarithme décimal du rapport de la pression sonore efficace à la pression sonore de référence, à savoir :

$$L_p = 20 \log(p/p_0) \text{ où :}$$

- $p_0 = 2.10^{-5}$ Pascal (pression référence : seuil d'audibilité)
- p = pression acoustique

Cette grandeur est dépendante de l'environnement de la source.

Niveau de puissance acoustique L_w

Chaque source de bruit est caractérisée par une puissance acoustique (énergie sonore émise par unité de temps) qui est exprimée en Watt (noté W). Cette grandeur est indépendante de l'environnement de la source.

$$L_w = 10 \log(W/W_0) \text{ où :}$$

$W_0 = 1$ pico Watt 10^{-12} Watt et W = puissance rayonnée

Indices statistiques L_1 , L_{10} , L_{50} , et L_{90} (ou indices fractiles)

Cet indice représente le niveau de pression acoustique pondéré A qui est dépassé pendant N% de l'intervalle de temps considéré. Les indices les plus souvent utilisés sont les suivants:

- L_{10} : niveau sonore atteint ou dépassé pendant 10 % du temps de la mesure,
- L_{50} : niveau sonore atteint ou dépassé pendant 50% du temps de la mesure,
- L_{90} : niveau sonore atteint ou dépassé pendant 90% du temps de la mesure.

Niveau sonore équivalent L_{eq} ou L_{Aeq}

Niveau de bruit équivalent obtenu par intégration sur une certaine période de la pression sonore pondérée A, permettant la comparaison d'évènements sonores de durée et de caractéristiques différentes. Il est calculé par 10 fois le logarithme de la moyenne temporelle élevée au carré de la pression instantanée pondérée A, divisé par le carré de la pression de référence.

Le temps d'intégration n'est pas imposé par défaut, mais peut prendre des valeurs particulières comme par exemple 1 minute, l'unité de référence étant la seconde.

Le L_{eq} s'exprime en dB et le L_{Aeq} en dB(A).

Niveau d'exposition quotidienne au bruit $L_{ex,8h}$

$L_{ex,8h}$: Niveau sonore permettant l'évaluation de la fatigue auditive provoquée par l'exposition continue ou intermittente au bruit durant une période.

Le niveau d'exposition quotidienne $L_{ex,8h}$ est donné par la formule suivante :

$$L_{ex,8h} = L_{Aeq,Td}^* + 10 \log(Te/T_0) :$$

- $L_{Aeq,Td}^*$: estimation du niveau de pression acoustique continu équivalent durant T_e , en dB(A) ,
- T_e : durée effective de la journée de travail,
- T_0 : durée de référence ; T_0 est fixé égal à 8h.

Temps de réverbération

Le temps de réverbération (noté T_r) est défini comme étant le temps, en seconde, nécessaire pour que le niveau sonore généré par une source de référence décroisse de 60 dB suite à l'arrêt de cette source.

Le temps de réverbération dépend de la forme et du volume du local ainsi que de la nature, la surface et la position des matériaux composant les murs, plafond et sol de la salle.

Le T_r s'exprime en seconde.

Bruit rose

Un bruit rose est un bruit normalisé ayant un spectre dont le niveau sonore est le même sur toutes les bandes d'octaves. Il est notamment utilisé pour réaliser les mesures d'isolement aux bruits aériens entre locaux.

Coefficient d'absorption Alpha (α) Sabine

Le coefficient d'absorption acoustique des matériaux est caractérisé par le coefficient d'absorption α « sabine » . Il est défini comme étant le rapport de l'énergie acoustique absorbée à l'énergie acoustique incidente. La valeur de ce coefficient varie de 0 à 1. Il est fonction de la fréquence. Il n'a pas d'unité.

Aire équivalente d'absorption A

L'aire d'absorption équivalente est une grandeur symbolisée par la lettre A caractéristique de l'absorption acoustique d'un local.

L'aire d'absorption équivalente d'un local est la capacité d'absorption des différents matériaux intervenant dans sa composition. Elle s'exprime en m^2 et est égale à la somme des produits des coefficients d'absorption des différents matériaux par leur surface. Elle dépend de la fréquence.

Isolement brut D_b

On définit l'isolement acoustique brut par la différence des niveaux de pression acoustique mesurés entre deux locaux (local d'émission et local de réception), ou entre l'extérieur et un local de réception.

Isolement acoustique normalisé D_{nT}

L'isolement normalisé D_{nT} correspond à l'isolement brut corrigé en fonction du rapport entre le temps de réverbération (T_r) réel du local de réception, et un T_r de référence (T_0). La formule est la suivante :

$$D_{nT} = D_b + 10 \log(T/T_0)$$

Isolement acoustique standardisé pondéré $D_{nT,A}$ et $D_{nT,A,tr}$

Les valeurs d'isolement entre locaux et vis-à-vis des bruits de l'espace extérieur sont exprimées en terme d'isolement acoustique standardisé pondéré $D_{nT,A}$ ou $D_{nT,A,tr}$.

Selon la norme NF EN ISO 717-1, ces isolements sont évalués par la différence des niveaux sonores dans le local d'Emission et dans le local de Réception puis corrigée par la durée de réverbération du local de réception.

$$D_{nTA} = D_{nTw} + C$$

$$D_{nTA,tr} = D_{nTw} + C_{tr}$$

Avec :

- D_{nTw} : Isolement acoustique normalisé pondéré (dB) (indice unique de l'isolement aux bruits aériens de la courbe de référence à 500 Hz après décalage selon la méthode de la norme NF EN ISO 717-1),
- C : terme d'adaptation du bruit rose pondéré A,
- C_{tr} : terme d'adaptation du bruit de trafic pondéré A.

Indice d'affaiblissement acoustique $R_w(C;C_{tr})$

Les indices d'affaiblissement acoustiques, qui caractérisent la capacité d'isolation acoustique intrinsèque des matériaux, sont différents des valeurs d'isolement définies ci-dessus.

$$R_A = R_w + C$$

$$R_{A,tr} = R_w + C_{tr}$$

Avec :

- R_w : indice d'affaiblissement acoustique global (dB) (indice unique de l'affaiblissement acoustique de la courbe de référence à 500 Hz après décalage selon la méthode de la norme NF EN ISO 717-1)
- R_A : indice d'affaiblissement acoustique au bruit rose (dB),
- $R_{A,tr}$: indice d'affaiblissement acoustique au bruit route (dB).

Niveau de bruit d'impact mesuré in situ L'_{nTw}

Selon la norme NF EN ISO 717-2, le niveau de pression pondéré du bruit de choc standardisé est évalué à partir du niveau sonore mesuré dans le local de réception lorsque les planchers des locaux mitoyens sont sollicités par une machine à chocs normalisée.

Ce niveau sonore est ensuite corrigé par la durée de réverbération du local de réception.

$$L'_{nT} = L_i - 10 \log(T/T_0)$$

Avec :

- L_i : niveau de pression sonore mesuré dans le local de réception (dB),
- T : temps de réverbération du local de réception (seconde),
- T_0 : temps de réverbération de référence du local de réception (seconde).

Indice NR (Noise Rating)

L'indice NR est l'indice caractérisant le niveau de gêne créé par un bruit perturbateur. Il est souvent employé pour indiquer le bruit induit par des systèmes de ventilation, de climatisation...

ORFEA Acoustique Normandie-Caen
Centre Odyssée - Bât. F.
4 avenue de Cambridge
14200 Hérouville Saint Clair
T : 02 31 24 33 60 / F : 02 31 24 36 14
agence.caen@orfea-acoustique.com

ORFEA Acoustique Bretagne-Rennes
Rue de la Terre Victoria
Parc d'affaires Edonia - Bâtiment B
35760 Saint Grégoire
T : 02 23 40 06 06 / F : 02 23 40 00 66
agence.rennes@orfea-acoustique.com

Agence de PARIS
11 rue des Cordelières
75013 Paris
T : 01 55 06 04 87
F : 05 55 86 34 54
agence.paris@orfea-acoustique.com

Siège social et agence de BRIVE
33 rue de l'Île du Roi - BP 40098
19103 Brive Cedex
T : 05 55 86 34 50
F : 05 55 86 34 54
agence.brive@orfea-acoustique.com

Agence de LIMOGES
22 rue Atlantis, immeuble Antarès
Parc d'Ester - BP 56959
87069 Limoges Cedex
T : 05 55 56 31 25 / F : 05 55 86 34 54
agence.limoges@orfea-acoustique.com

Agence d'ANTONY
5-7 rue Marcelin Berthelot
92160 Antony
T : 01 46 89 30 29
F : 01 55 59 55 60
agence.only@orfea-acoustique.com

Agence de GONESSE
20/24 rue Gay Lussac - Bât. Costralo
95500 Gonesse
T : 01 39 88 69 25
F : 01 55 59 55 60
agence.roissy@orfea-acoustique.com

Agence de BORDEAUX
8 rue du Pr. André Lavignolle - Bât. 3
33049 Bordeaux Cedex
T : 05 56 07 38 49
F : 05 56 10 11 71
agence.bordeaux@orfea-acoustique.com

Agence de CLERMONT-FERRAND
222 boulevard Gustave Flaubert
63000 Clermont-Ferrand
T : 04 73 83 58 34
F : 04 73 74 35 46
agence.clermont@orfea-acoustique.com

Agence de POITIERS
Centre d'affaires Antarès
BP 70183 Téléport 4
86962 Futuroscope Chasseneuil
T : 05 49 49 48 22 / F : 05 49 49 41 24
agence.poitiers@orfea-acoustique.com

Agence de LYON
Villa Créatis - 2 rue des Mûriers
69009 Lyon
T : 04 78 36 35 30
F : 05 55 86 34 54
agence.lyon@orfea-acoustique.com

Agence de VALENCE
28 rue Paul Henri Spaak
26000 Valence
T : 04 75 25 50 18
F : 05 55 86 34 54
agence.valence@orfea-acoustique.com



www.orfea-acoustique.com



ORFEA Acoustique - SARL au capital de 100 000 €
SIRET 414 127 092 000 16 | RCS BRIVE 414 127 092
TVA intra-communautaire FR 50 414 127 092

ORFEA Acoustique Normandie-Bretagne
SARL au capital de 50 000 €
SIRET 499 732 493 000 22 | RCS CAEN 499 732 493
TVA intra-communautaire FR 23 499 732 493

NACE 7112B | NAF 742C | TVA payée sur les encaissements