

RAPPORT DE MESURES ACOUSTIQUES N° R170926XX-VF

Analyse statistique du bruit résiduel

Période du 12 au 25 octobre 2017

Projet de repowering du parc éolien « Hauts de la Perrière » (974)



GROUPE QUADRAN

74 Rue Lieutenant de Montcabrier
Technoparc de Mazeran – CS 10034
34536 BEZIERS

Le 30 octobre 2017

AGENCE DE TOULOUSE (Siège)
ZA de Tourneris - Lot 1
31470 Bonrepos / Aussonnelle
Tél. +33 (0)5 61 91 64 90

AGENCE DE PARIS
86bis Rue de la République
92800 Puteaux
Tél. +33 (0)1 40 81 03 54

AGENCE DE SHANGHAI
350 Xianxia Road
Shanghai 200336

DELHOM ACOUSTIQUE
SARL au capital de 10000 €
RCS Toulouse B 399 593 276 - APE 7112B
contact@acoustique-delhom.com
www.acoustique-delhom.com



TABLE DES MATIERES

1	INTRODUCTION	3
2	DÉFINITIONS	3
3	LA RÉGLEMENTATION APPLICABLE	4
4	PRÉSENTATION DE L'AIRE D'ÉTUDE	4
4.1	PRÉSENTATION GÉNÉRALE	4
4.2	AIRE D'ÉTUDE DES PROJETS	5
5	BRUIT RÉSIDUEL	6
5.1	APPAREILLAGE DE MESURE	6
5.2	MESURE DU BRUIT RÉSIDUEL	6
5.3	FONCTIONNEMENT PRÉVU DES INSTALLATIONS	8
5.4	INTERVALLES DE TEMPS	8
5.5	CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES	8
5.6	NIVEAUX DE BRUIT RÉSIDUEL MESURÉS	8
5.6.1	Généralités sur la méthodologie	8
5.6.2	Résultats de valeurs de bruit résiduel	8
6	ANNEXE 1 : GRAPHES RELATIFS AUX ANALYSES STATISTIQUES	9
7	ANNEXE 2 : EXTRAIT DU PROJET DE NORME NF S 31-114 (VERSION 07-2011)	12

1 INTRODUCTION

Dans le cadre du projet de repowering du parc éolien « Hauts de la Perrière » (974), Le GROUPE QUADRAN a confié à Delhom Acoustique une mission d'étude acoustique en vue de simuler l'impact sonore de l'activité en zones à émergence réglementée et sur les périmètres de mesure du bruit de l'installation. Cette étude s'effectue dans le cadre de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement.

Le présent rapport est consacré à la première phase de l'étude, soit l'analyse statistique du bruit résiduel mesuré en 5 zones à émergence réglementée en fonction des vitesses de vent.

2 DEFINITIONS

Niveau de pression acoustique : vingt fois le logarithme décimal du rapport d'une pression acoustique à la pression acoustique de référence ($20 \mu\text{Pa}$). Il s'exprime en décibels (dB).

Niveau de pression acoustique dans une bande déterminée : niveau de pression acoustique efficace produite par les composantes d'une vibration acoustique dont les fréquences sont contenues dans la bande considérée.

Niveau acoustique fractile, $L_{AN,t}$: par analyse statistique de L_{Aeq} courts, on peut déterminer le niveau de pression acoustique pondéré A qui est dépassé pendant N % du temps considéré, dénommé « Niveau acoustique fractile ». Son symbole est $L_{AN,t}$, par exemple $L_{A50,1s}$ est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A dépassé pendant 50 % de l'intervalle de mesurage, avec une durée d'intégration égale à 1s.

Bruit ambiant : bruit total existant dans une situation donnée pendant un intervalle de temps donné. Il est composé de l'ensemble des bruits émis par toutes les sources proches ou éloignées.

Bruit particulier : composante du bruit ambiant qui peut être identifiée spécifiquement et que l'on désire distinguer du bruit ambiant notamment parce qu'il est l'objet d'une requête. Dans notre cas, il s'agit du bruit généré au voisinage par le fonctionnement des éoliennes.

Bruit résiduel : bruit ambiant, en l'absence du bruit particulier considéré. Ce peut être par exemple, dans un logement, l'ensemble des bruits habituels provenant de l'extérieur et de bruits intérieurs correspondant à l'usage normal des locaux et des équipements.

Émergence : modification temporelle du niveau du bruit ambiant induite par l'apparition ou la disparition d'un bruit particulier. Cette modification porte sur le niveau global ou sur le niveau mesuré dans une bande quelconque de fréquence.

Zone à émergence réglementée :

- 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).
- 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.
- 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 de chaque éolienne et de rayon R défini par :

$$R = 1.2 \times (\text{hauteur de moyeu} + \text{longueur d'un demi-rotor}).$$

3 LA REGLEMENTATION APPLICABLE

Le bruit généré par le fonctionnement des éoliennes entre dans le champ d'application de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement.

Celui-ci fixe les valeurs de l'émergence admises dans les zones à émergence réglementée. Ces émergences limites sont calculées à partir des valeurs suivantes : 5 décibels A (dB(A)) en période diurne (de 7 heures à 22 heures) et 3 dB(A) en période nocturne (de 22 heures à 7 heures), valeurs auxquelles s'ajoute un terme correctif, fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit particulier, selon le tableau ci-dessous :

Tableau 1. *Détermination du terme correctif en fonction de la durée d'apparition*

DURÉE CUMULÉE d'apparition du bruit particulier : T	TERME CORRECTIF en dB(A)
20 minutes < T ≤ 2 heures	3
2 heures < T ≤ 4 heures	2
4 heures < T ≤ 8 heures	1
T > 8 heures	0

Les installations étant susceptibles de générer du bruit pendant plus de 8 heures, nous retiendrons un terme correctif nul pour la définition des émergences à respecter, soit :

- 5 dB(A) en période diurne ;
- 3 dB(A) en période nocturne.

Toutefois, l'émergence globale n'est recherchée que lorsque le niveau de bruit ambiant mesuré, comportant le bruit particulier est de 35 dB(A).

L'arrêté du 26 août 2011 fixe également un périmètre de mesure de l'installation avec le paramètre R défini par : $R = 1.2 \times (\text{hauteur de moyeu} + \text{longueur d'un demi-rotor})$.

Sur le ou les périmètre(s) de mesures du bruit de l'installation, le niveau de bruit ambiant maximal est limité à :

- 70 dB(A) en période diurne ;
- 60 dB(A) en période nocturne.

En dernier lieu, cette réglementation précise que, dans le cas où le bruit particulier de l'installation est à tonalité marquée au sens du point 1.9 de l'annexe de l'arrêté du 23 janvier 1997, de manière établie ou cyclique, sa durée d'apparition ne peut excéder 30% de la durée de fonctionnement de l'installation dans chacune des périodes diurne ou nocturne.

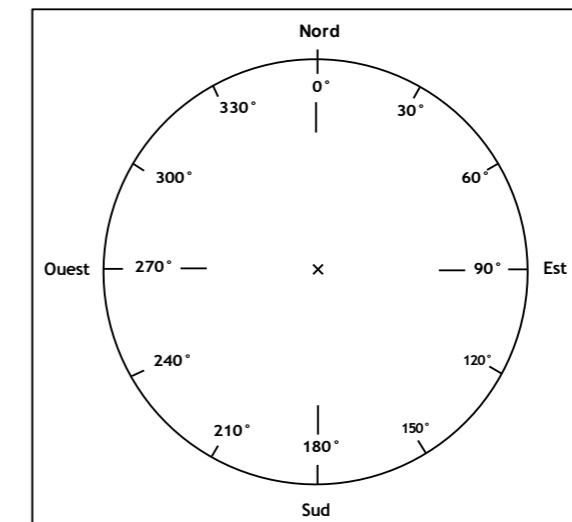
4 PRESENTATION DE L'AIRE D'ETUDE

4.1 PRESENTATION GENERALE

L'étude porte sur le projet de repowering du parc éolien « Hauts de la Perrière » (974). La possibilité de mise en place de ces installations dépend de nombreuses contraintes environnementales propres à leur fonctionnement et leur entretien, comme le gisement éolien de la zone ou encore l'accessibilité aux infrastructures. Il est également nécessaire, pour un tel projet, de connaître les émissions sonores générées aux voisinages par les éoliennes afin d'assurer le respect de la réglementation en adoptant, le cas échéant, des mesures sur les conditions de fonctionnement de certaines éoliennes.

L'évaluation de l'impact sonore va résulter de plusieurs hypothèses et paramètres retenus sur les sources de bruit et sur les conditions météorologiques. Tout d'abord, les habitations susceptibles d'être les plus exposées au bruit de l'activité vont être déterminées sur le site du projet de parc éolien (voir paragraphe suivant). Ensuite, des mesures acoustiques vont être réalisées au niveau des zones les plus exposées afin de caractériser les niveaux de bruit résiduel présents autour du site. Enfin, les niveaux sonores générés aux différents voisinages retenus seront évalués en tenant compte de chaque configuration envisageable (direction et vitesse du vent, puissance acoustique de l'éolienne en fonction de la vitesse du vent, position de l'éolienne vis-à-vis du voisinage ...).

Dans tout le document et sauf indications contraires, les angles relatifs à la provenance du vent seront établis comme sur la figure suivante :



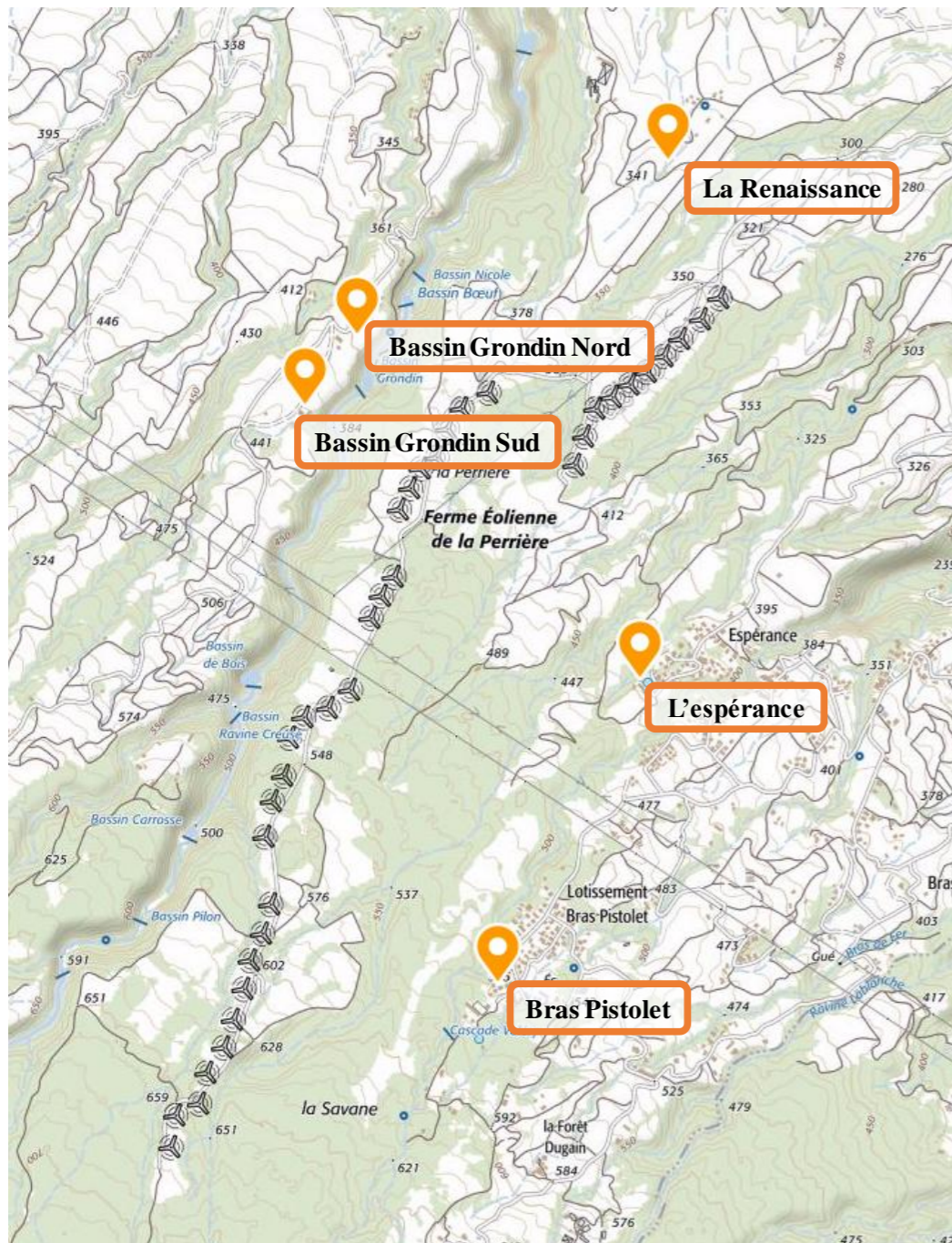
4.2 AIRE D'ETUDE DES PROJETS

La zone d'étude du projet est située au sud de Sainte-Suzanne et à l'ouest de Saint-André.

Les sources de bruit principales sont la végétation environnante, l'activité agricole, le passage de véhicule. Cependant, les circulations routières sont fortement intermittentes. Aucune activité industrielle bruyante n'a été repérée autour du site durant l'intervention.

La carte ci-dessous rend compte des points de mesures acoustiques.

Figure 1. *Implantation des points de mesures de bruit résiduel*



La situation géographique et le paysage sonore du site présentent les caractéristiques suivantes :

- Relief peu marqué au regard des dimensions des éoliennes ;
- Circulation routière non continu, notamment la nuit : l'utilisation de l'indice fractile L50 élimine le bruit généré par cette source
- Aucune activité industrielle bruyante autour des zones à émergences réglementées ;
- L'activité agricole en période diurne et la végétation environnante sont les principales sources sonores.

5 BRUIT RESIDUEL

Le bruit résiduel, au voisinage le plus exposé, se définit comme étant le bruit ambiant en l'absence du bruit particulier généré par le fonctionnement des éoliennes. Ce bruit résiduel va nous servir de référence pour évaluer les émergences des niveaux sonores dus au fonctionnement de ces installations.

Les mesurages ont été réalisés du 29 août au 12 septembre 2017. Des périodes d'arrêts des éoliennes actuelles ont été programmées durant cette période.

Ces mesures ont été réalisées par la société DELHOM ACOUSTIQUE conformément aux normes NF S 31-010 et NF S 31-114. Les paragraphes suivants rendent compte des interventions réalisées.

5.1 APPAREILLAGE DE MESURE

Cinq appareils de mesures munis de boules anti-vent ont été utilisés pour les interventions. Le tableau suivant présente leurs caractéristiques.

Tableau 2. *Appareillage de mesure utilisé*

APPAREILS	MARQUE	TYPE	N° DE SERIE	CLASSE
Calibreur	01dB	Cal21	34682915	1
Sonomètre intégrateur	CESVA	SC30	T232258	1
Sonomètre intégrateur	CESVA	SC30	T235311	1
Sonomètre intégrateur	CESVA	SC30	T235312	1
Sonomètre intégrateur	CESVA	SC310	T 244710	1
Sonomètre intégrateur	CESVA	SC310	T 244715	1

Les appareils ont été calibrés avant chaque mesurage à l'aide du calibreur Cal21 de classe 1 (N° série : 34682915) vérifié périodiquement par le L.N.E. (Laboratoire National d'Essais), et possédant un certificat d'étalonnage en cours de validité.

La chaîne de mesurage a également été vérifiée par le L.N.E. (Laboratoire National d'Essais) et possède un certificat de vérification en cours de validité. Les enregistrements ont été dépouillés à l'aide des logiciels dBTrait32 et Capture Studio.

Les vitesses de vent ont été mesurées sur site à plusieurs hauteurs avec le mât de mesures du GROUPE QUADRAN. Les vitesses mesurées sont ramenées à la hauteur de référence de 10 m avec l'équation de la norme NF S 31-114.

5.2 MESURE DU BRUIT RESIDUEL

Les points de mesure du bruit résiduel ont été choisis en fonction de leurs expositions sonores vis-à-vis des éoliennes et des conditions météorologiques ainsi que des secteurs géographiques de la zone. Ces points ont été retenus pour être représentatifs de l'ambiance sonore de chaque secteur.

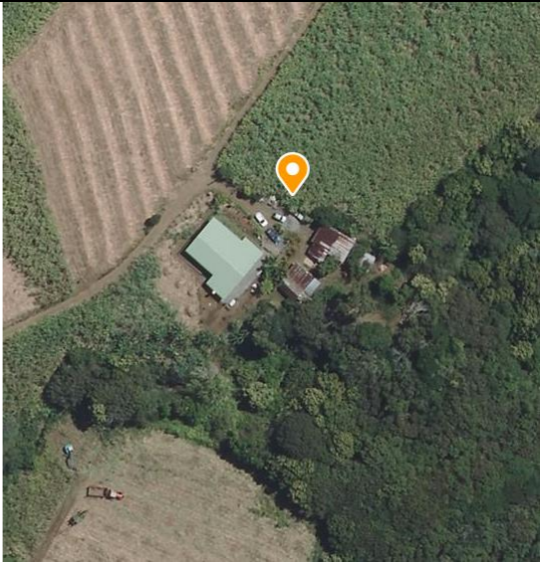
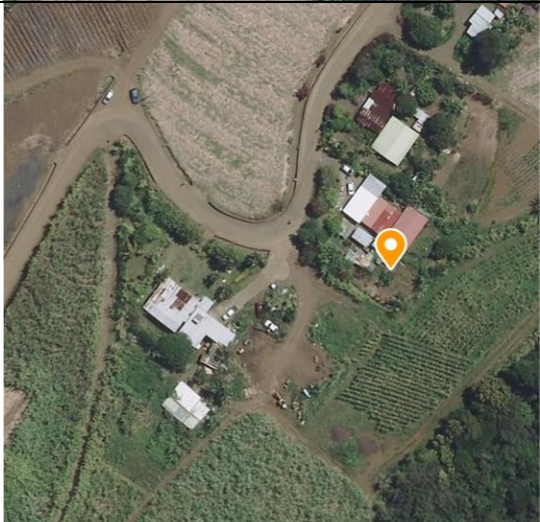
De plus, l'emplacement de chaque point a été défini afin de limiter les risques de perturbations pouvant être directement créées par le vent sur les capteurs des microphones.

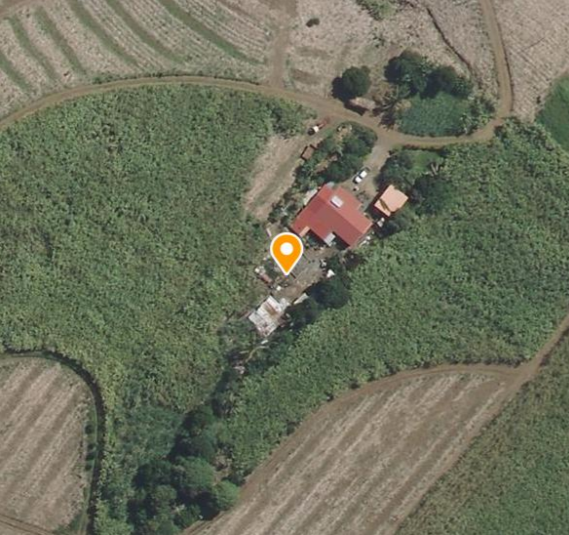


Remarque : les points de contrôle d'impact acoustique et les points de mesures de bruit résiduel ne sont pas nécessairement implantés aux mêmes emplacements. En effet, les points de mesures de bruit résiduel sont

représentatifs d'une paysage sonore d'une zone tandis que les points de contrôle d'impact sonore sont représentatifs des lieux les plus exposés au bruit des éoliennes.

Les tableaux suivants rendent compte des points de mesures du bruit résiduel.

SITE

Lieu-dit	Localisation	Coordonnées WGS84	Descriptif
Bassin Grandin Sud		S=20°57'7,78" E=55°34'49,81"	Habitation située dans un hameau au bout d'un chemin et proche d'une route très peu fréquentée. Végétation assez importante.
Bassin Grandin Nord		S=20°57'0,41" E=55°34'55,35"	Habitation située dans un hameau en bordure d'une route très peu fréquentée. Végétation assez importante.

La renaissance		<p>S=20°56'41,99" E=55°35'29,45"</p>	<p>Habitation située dans un hameau en bordure d'un chemin très peu fréquenté.</p> <p>Végétation assez importante.</p>
L'espérance		<p>S=20°57'35,73" E=55°35'26,45"</p>	<p>Habitation située en bordure ouest d'un village au bout d'une route très peu fréquentée.</p> <p>Végétation assez importante.</p>
Bras Pistolet		<p>S=20°58'6,98" E=55°35'10,44"</p>	<p>Habitation située en bordure du village et d'une route très peu fréquentée.</p> <p>Végétation assez importante.</p>

5.3 FONCTIONNEMENT PREVU DES INSTALLATIONS

Les futures installations du parc éolien sont susceptibles de fonctionner de jour comme de nuit, dès lors que le vent dépasse la vitesse de 3 m/s au niveau de leurs moyeux.

5.4 INTERVALLES DE TEMPS

Nous avons retenu comme intervalles de référence et d'observation, les périodes suivantes :

- Jour : 07h00 à 22h00 ;
- Nuit : 22h00 à 07h00.

Pour caractériser la situation acoustique du site, les enregistrements ont été réalisés sur une période de plus d'une semaine.

5.5 CONDITIONS METEOROLOGIQUES

Les conditions météorologiques (en particulier le vent et l'humidité) peuvent influencer sur les résultats. Les mesures du bruit résiduel ont pris en compte l'influence du vent sur les niveaux de bruit générés aux voisinages les plus exposés par la future activité du site. En effet, la vitesse du vent se composant avec la vitesse du son, un gradient de vent produit un phénomène de réfraction qui donne lieu, soit à des affaiblissements, soit à des renforcements des niveaux sonores.

Les mesures du bruit résiduel ont été effectuées du 12 au 25 octobre 2017. Des périodes d'arrêts des éoliennes actuelles ont été programmées durant cette période.

5.6 NIVEAUX DE BRUIT RESIDUEL MESURES

5.6.1 Généralités sur la méthodologie

Les niveaux de bruit résiduel ont été ramenés à la hauteur de référence de 10 m avec l'équation de la norme NF S 31-114 (le détail des calculs est donné en annexe – Extrait NF S 31-114). Les vitesses de vent ont été mesurées sur site à plusieurs hauteurs avec le mât de mesures du GROUPE QUADRAN.

L'impact sonore des éoliennes sur le voisinage sera évalué pour des vents ayant des vitesses de 3 à 9 m/s inclus à la hauteur de référence de 10 m (par pas de 1 m/s). Les vitesses de vent seront arrondies à l'unité. On considèrera, par exemple, une vitesse de vent de 6 m/s lorsque celle-ci sera comprise entre 5.5 m/s et 6.5 m/s inclus.

L'analyse a été réalisée selon la dernière version du projet de norme NF S 31-114 pour caractériser les niveaux de bruit résiduel en chaque point de contrôle, pour chaque période de la journée (diurne et nocturne) et pour chaque orientation et vitesse de vent.

Les niveaux de bruit résiduel ont été intégrés sur un intervalle de 10 minutes. Pour chacun de ces cas nous avons éliminé les valeurs non représentatives de ces niveaux (pics d'énergie acoustique importants augmentant ponctuellement le bruit mesuré). Puis nous avons fait un premier graphique (nuage de points) des L50 restants en fonction des vitesses de vent ramenées à la hauteur de référence de 10 m, pendant ces mêmes périodes de 10 minutes.

L'indice fractile L50 étant défini comme le niveau de bruit atteint ou dépassé pendant 50 % de l'intervalle de mesurage (soit 10 min), il permet d'éliminer et de ne pas prendre en compte les pics d'énergie important comme le bruit généré par la circulation intermittente présente autour du site.

Avec ces données, nous avons créé un second graphique : pour chaque classe de vitesse de vent, nous avons associé la valeur médiane des L50 restants en fonction des vitesses moyennes de vent. Les niveaux de bruit résiduels retenus pour les vitesses entières de chaque classe de vent sont déterminés par interpolation linéaire des couples L50 médian / vitesse de vent moyenne restants.

5.6.2 Résultats de valeurs de bruit résiduel

Le tableau de synthèse suivant présente les niveaux de bruit résiduel retenus.

Tableau 3. Niveaux de bruit résiduel en dB(A) aux voisinages (Z.E.R.)

Vitesses de vent à 10 m à la hauteur standardisée de 10 m	Niveaux de bruit résiduel en dB(A)													
	Période diurne							Période nocturne						
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
La Renaissance	36.0	39.0	39.5	40.5	43.5	45.0	46.5	31.5	32.0	33.0	34.5	36.5	38.5	40.5
Bassin Grandin Nord	33.0	34.0	35.0	37.0	39.0	40.5	42.0	32.0	32.5	32.5	35.5	37.0	38.5	40.0
Bassin Grandin Sud	35.5	36.0	38.5	41.0	43.0	43.5	44.5	34.0	34.0	34.0	36.0	38.0	40.0	42.0
Bras Pistolet	32.5	33.0	33.5	36.5	40.5	41.5	42.5	29.0	30.5	32.5	36.0	37.0	38.0	39.0
L'Espérance	35.0	35.5	36.5	37.5	42.5	43.5	45.0	34.0	34.0	34.5	35.5	37.0	38.5	40.0

Ces valeurs sont données pour la hauteur de référence de 10 m.

6 ANNEXE 1 : GRAPHES RELATIFS AUX ANALYSES STATISTIQUES

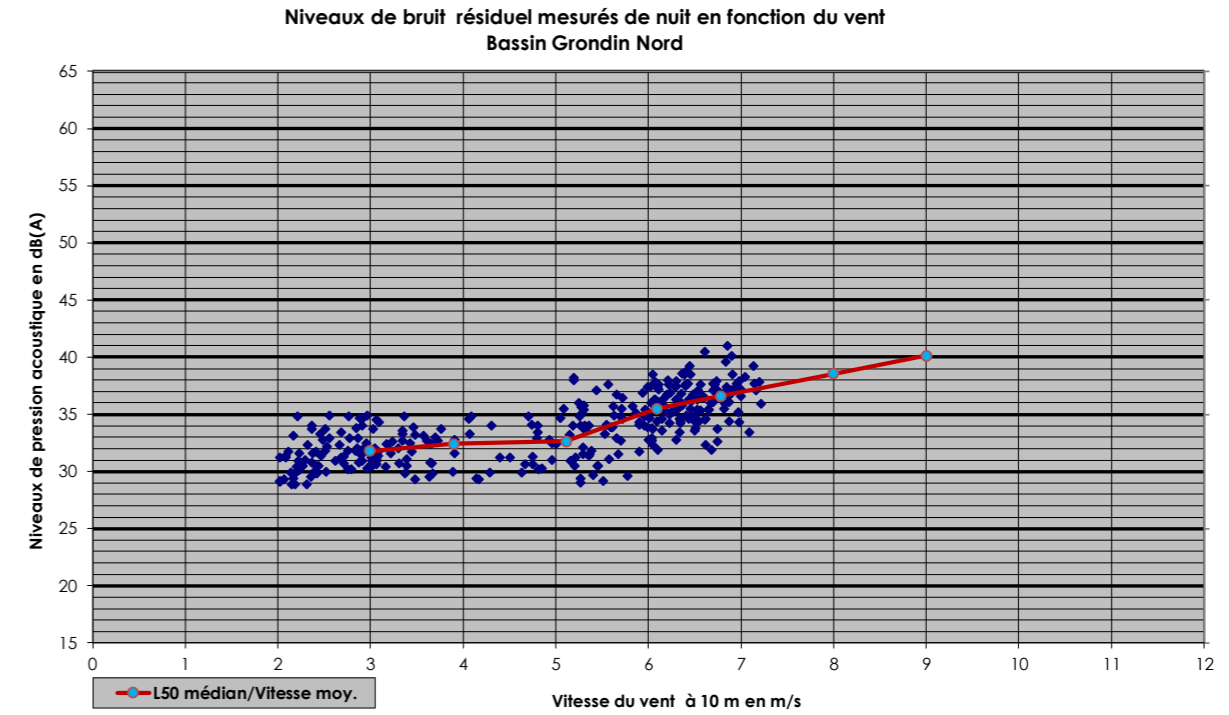
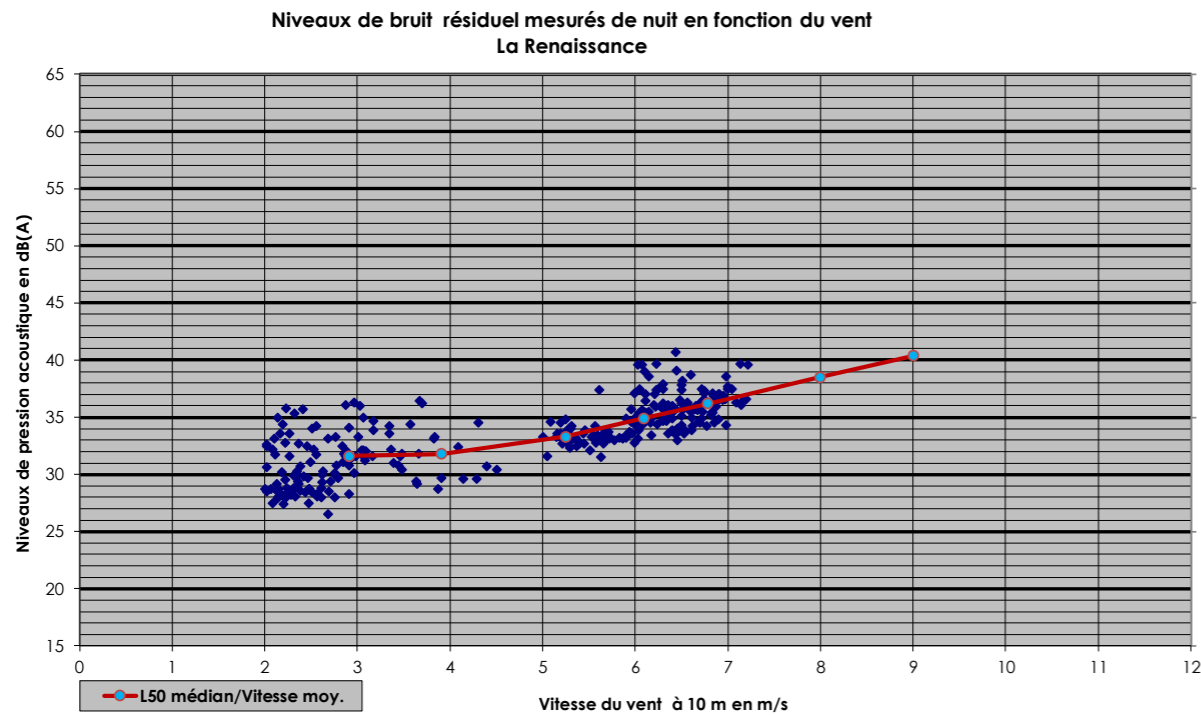
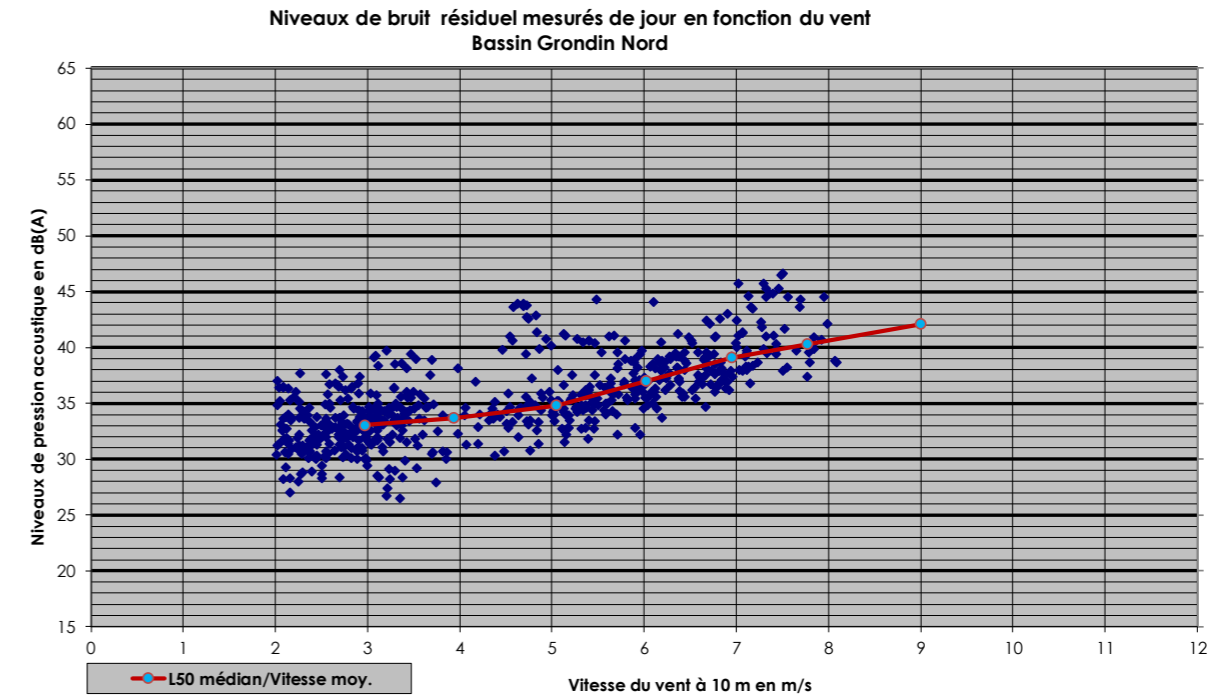
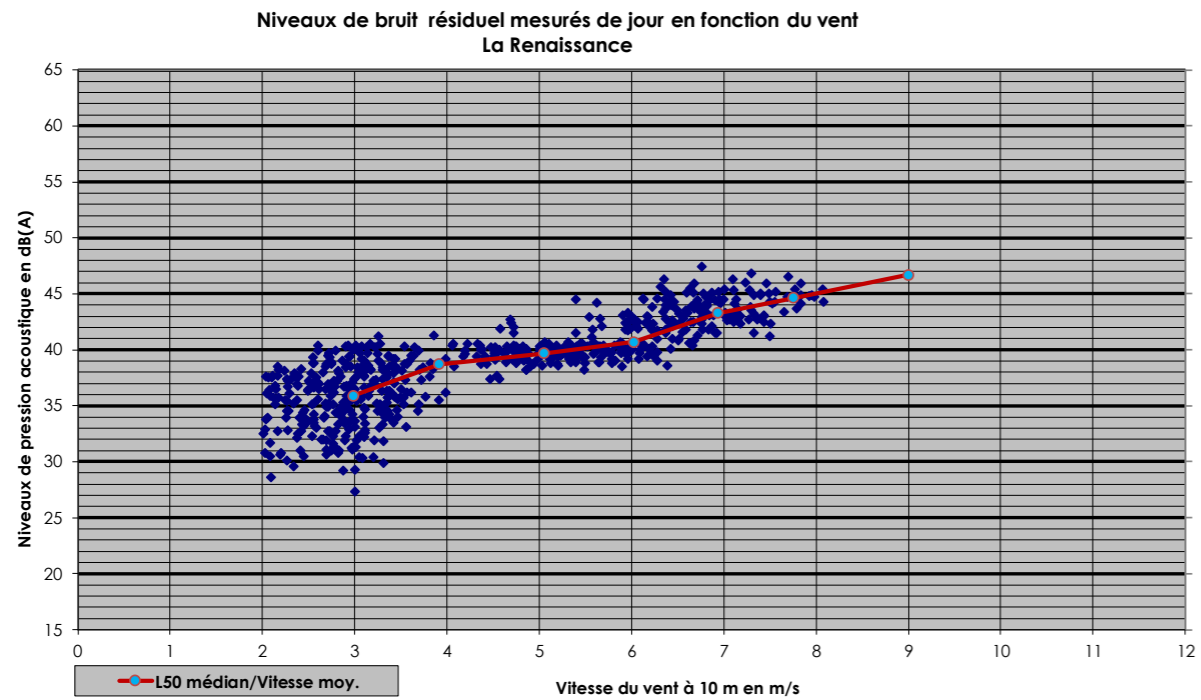


TABLEAU SYNTHÈSE	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
Résiduel jour	36.0	39.0	39.5	40.5	43.5	45.0	46.5
Résiduel nuit	31.5	32.0	33.0	34.5	36.5	38.5	40.5
Incertitude jour	1.31	1.31	1.25	1.28	1.29	1.29	3.62
incertitude nuit	1.30	1.68	1.27	1.28	1.28	1.28	3.18
Nb indicateurs jour	215	47	103	108	89	20	0
Nb indicateurs nuit	58	15	32	95	59	0	0

TABLEAU SYNTHÈSE	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
Résiduel jour	33.0	34.0	35.0	37.0	39.0	40.5	42.0
Résiduel nuit	32.0	32.5	32.5	35.5	37.0	38.5	40.0
Incertitude jour	1.26	1.31	1.28	1.30	1.31	1.45	3.31
incertitude nuit	1.26	1.42	1.36	1.30	1.29	1.27	3.18
Nb indicateurs jour	198	45	101	101	85	19	0
Nb indicateurs nuit	69	21	46	95	59	0	0

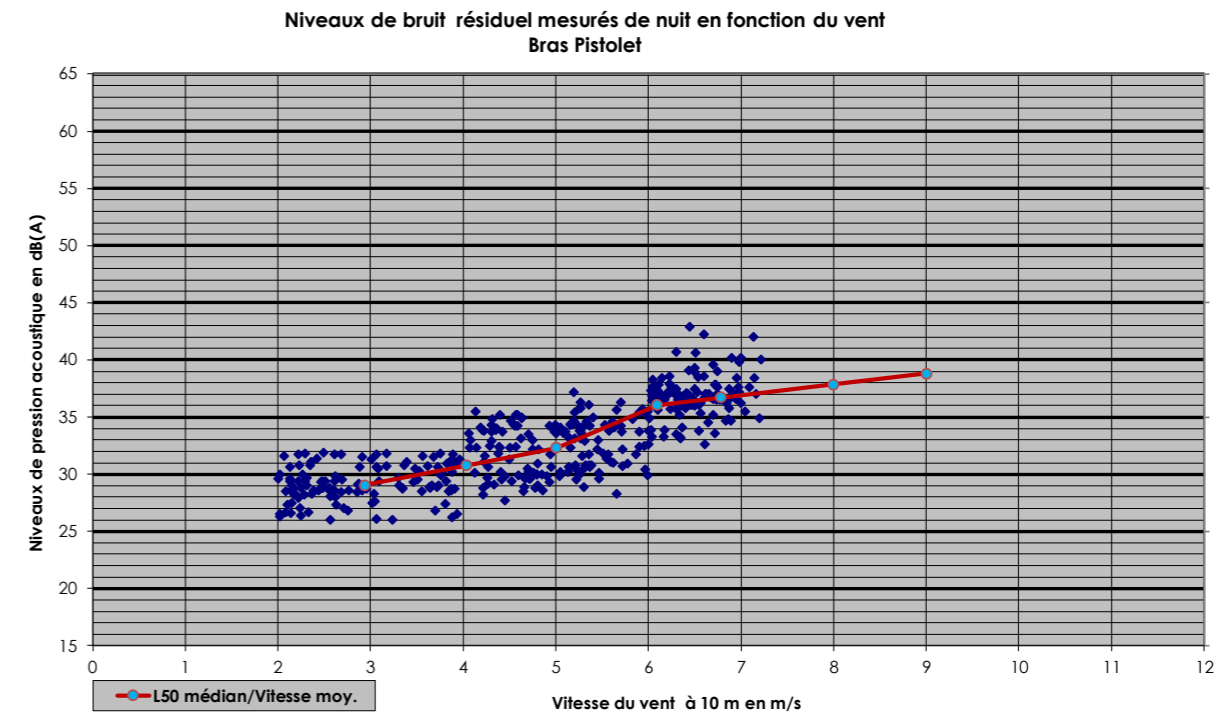
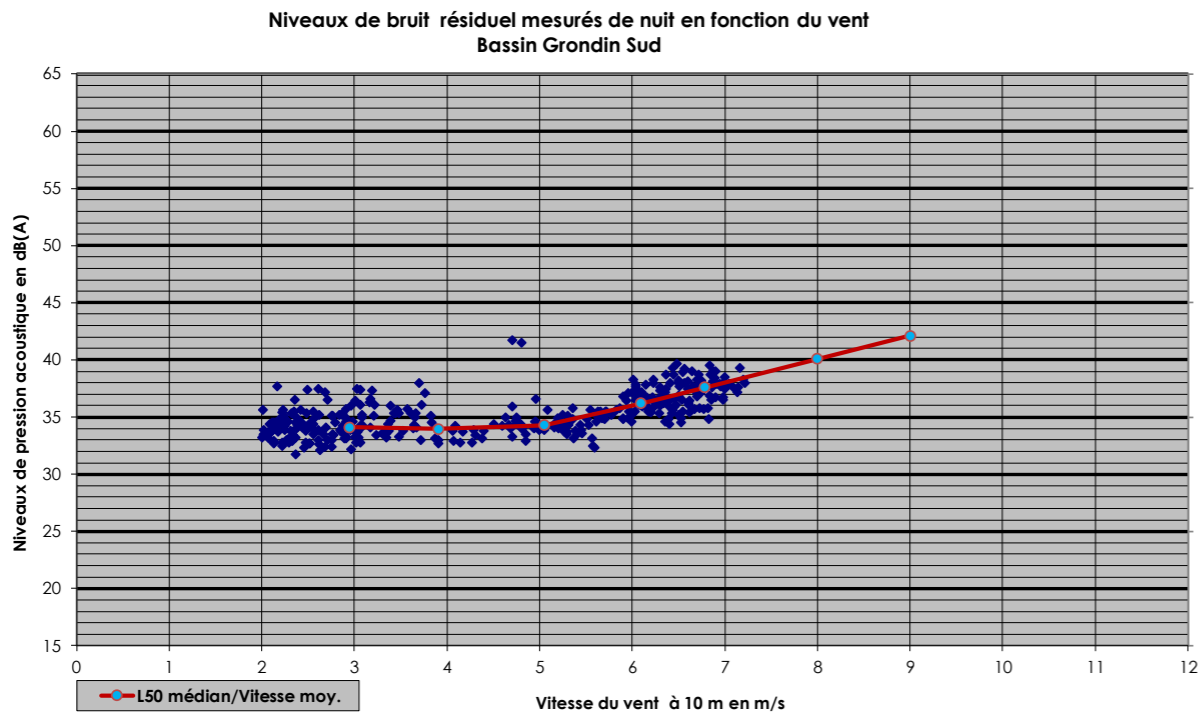
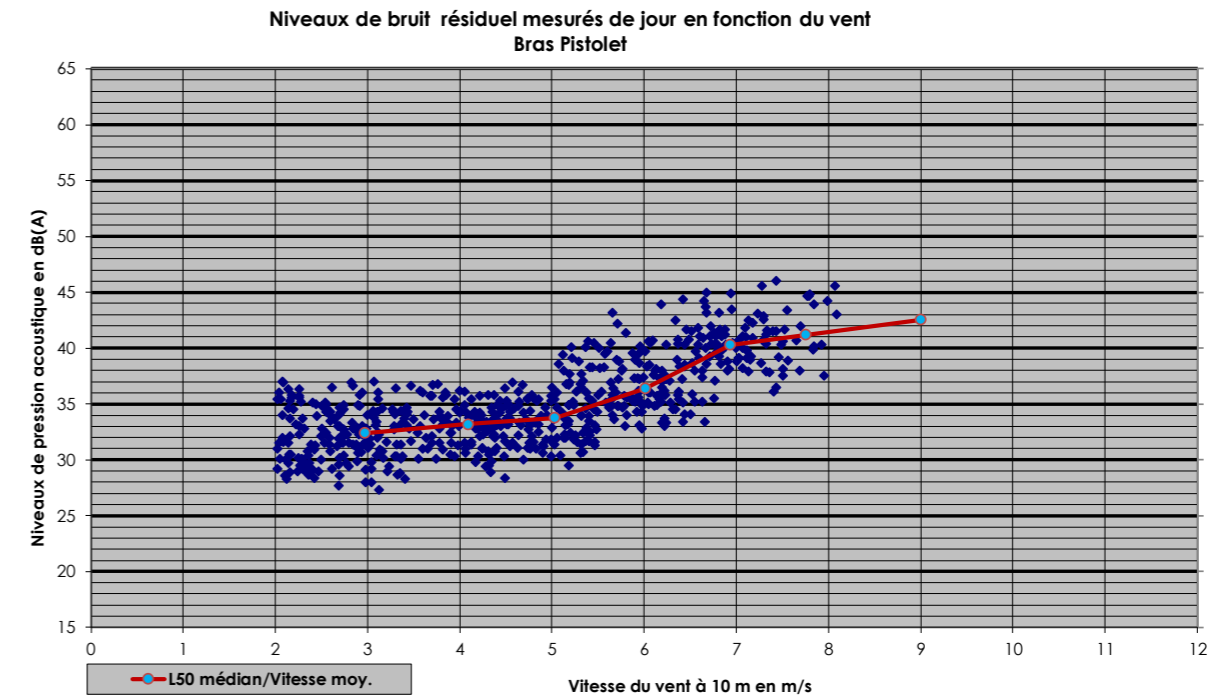
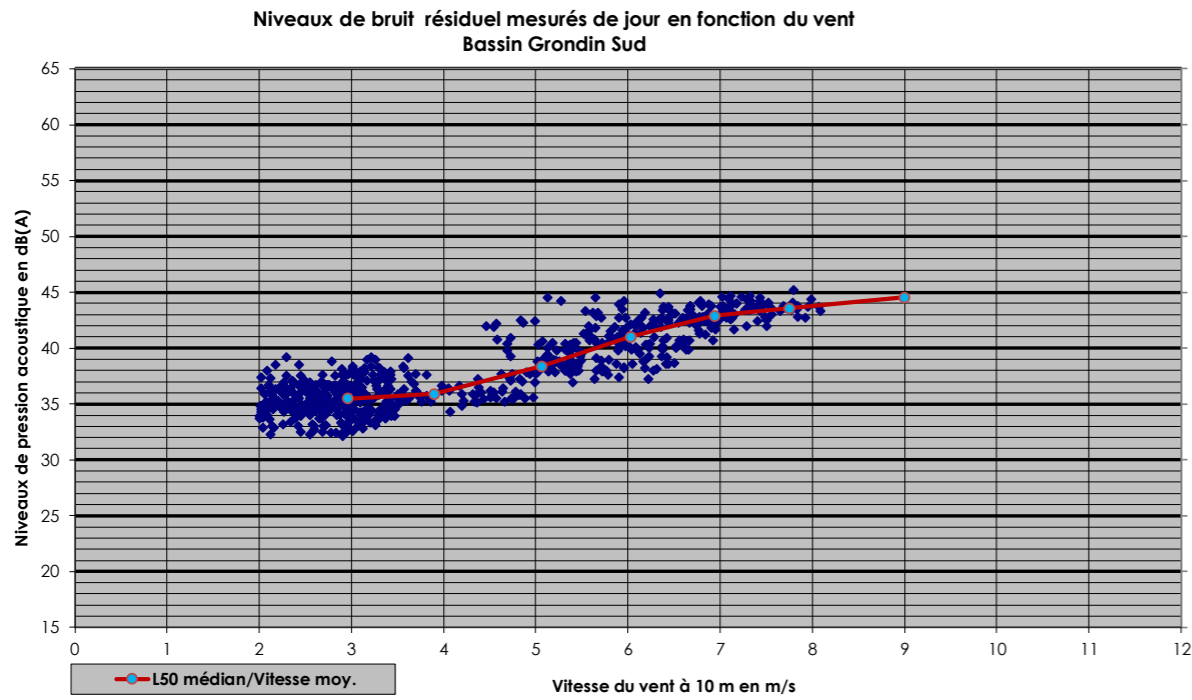
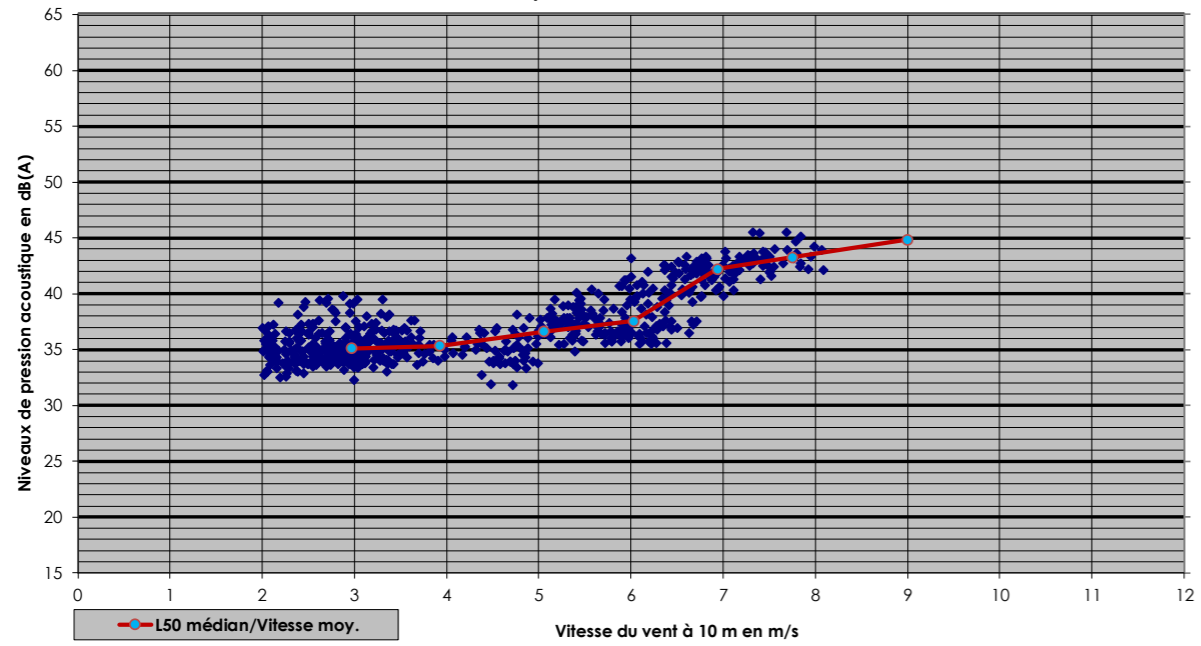


TABLEAU SYNTHÈSE	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
Résiduel jour	35.5	36.0	38.5	41.0	43.0	43.5	44.5
Résiduel nuit	34.0	34.0	34.0	36.0	38.0	40.0	42.0
Incertitude jour	1.25	1.26	1.30	1.30	1.26	1.26	3.54
incertitude nuit	1.25	1.28	1.25	1.27	1.28	1.28	3.29
Nb indicateurs jour	236	44	99	108	89	20	0
Nb indicateurs nuit	86	28	58	95	59	0	0

TABLEAU SYNTHÈSE	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
Résiduel jour	32.5	33.0	33.5	36.5	40.5	41.5	42.5
Résiduel nuit	29.0	30.5	32.5	36.0	37.0	38.0	39.0
Incertitude jour	1.28	1.26	1.29	1.34	1.31	1.66	3.37
incertitude nuit	1.29	1.31	1.34	1.30	1.27	1.25	3.14
Nb indicateurs jour	121	109	128	115	90	20	0
Nb indicateurs nuit	44	68	91	94	59	0	0

Niveaux de bruit résiduel mesurés de jour en fonction du vent
L'espérance



Niveaux de bruit résiduel mesurés de nuit en fonction du vent
L'espérance

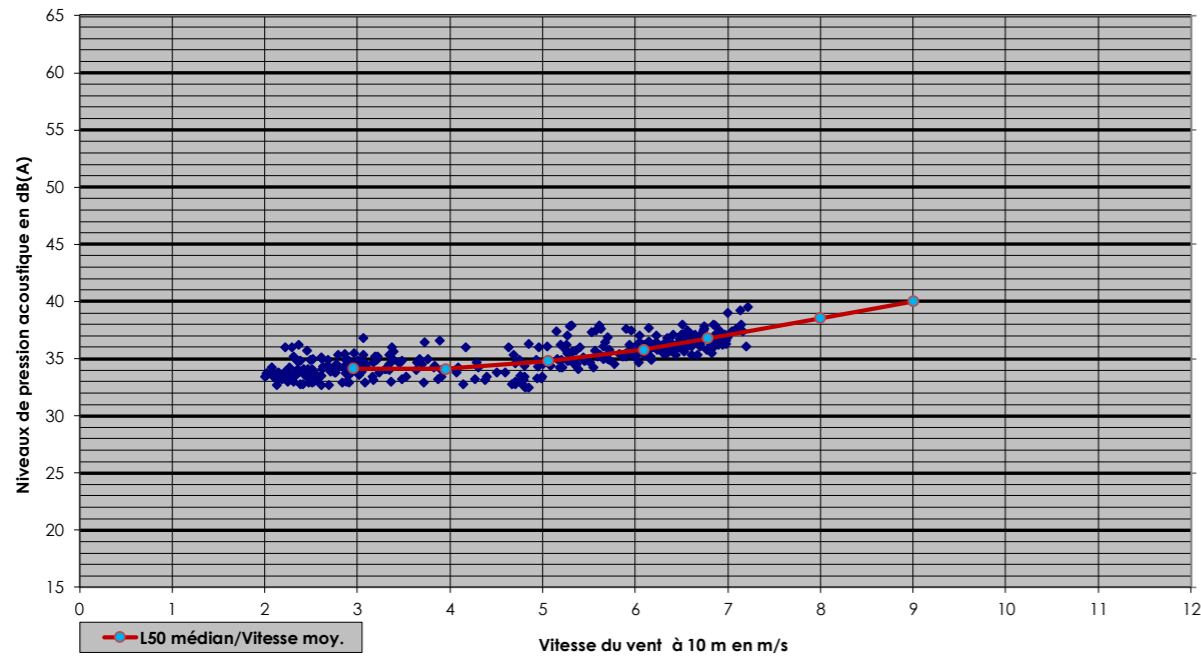


TABLEAU SYNTHÈSE	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s
Résiduel jour	35.0	35.5	36.5	37.5	42.5	43.5	45.0
Résiduel nuit	34.0	34.0	34.5	35.5	37.0	38.5	40.0
Incertitude jour	1.25	1.26	1.27	1.32	1.31	1.31	3.52
incertitude nuit	1.25	1.27	1.27	1.25	1.26	1.26	3.19
Nb indicateurs jour	205	46	102	108	89	20	0
Nb indicateurs nuit	78	24	54	90	57	0	0

7 ANNEXE 2 : EXTRAIT DU PROJET DE NORME NF S 31-114 (VERSION 07-2011)

3.2 Aéraulique

Pour la caractérisation du bruit dans l'environnement d'un parc éolien, il est nécessaire de distinguer :

- Les caractéristiques du vent au niveau des éoliennes, représentatives de leurs conditions de fonctionnement. Ce vent est caractérisé par sa vitesse et sa direction.
- Les caractéristiques du vent au niveau du microphone, la vitesse de celui-ci devant rester inférieure à 5 m/s pour éviter que des perturbations d'origine aéraulique ne viennent fausser les mesures.

3.2.1 Classe de vitesse de vent

La classe de vitesse de vent est définie par l'intervalle de largeur de 1 m/s centré sur la valeur entière de la vitesse de vent étudiée. Il sera ouvert sur la valeur inférieure (valeur égale à la valeur entière - 0.5 m/s) et fermé sur la valeur supérieure (égale à la valeur entière + 0.5 m/s). Par exemple, une vitesse de vent appartient à la classe de vitesse de vent de 5 m/s si sa valeur est strictement supérieure à 4.5 m/s et inférieure ou égale à 5.5 m/s.

3.2.2 Classe de direction de vent

La classe de direction de vent est définie par un secteur de +/- 30° autour de la direction centrale (soit un secteur de 60°). Il sera ouvert sur la valeur inférieure et fermé sur la valeur supérieure.

La direction centrale est définie par l'opérateur.

3.2.3 Longueur de rugosité

Grandeur en mètre qui exprime l'irrégularité de la surface terrestre liée notamment à la topographie, à la végétation et aux constructions. Cette rugosité perturbe le flux de vent dans la couche limite. Elle conditionne en partie la variation de la vitesse du vent avec la hauteur au dessus du sol.

3.2.4 Vitesse de vent standardisée Vs

Partant d'une vitesse de vent donnée à hauteur de nacelle, une vitesse de vent standardisée Vs correspond à une vitesse de vent calculée à 10 m de haut, sur un sol présentant une longueur de rugosité de référence de 0.05 m. Cette valeur permet de s'affranchir des conditions aérauliques particulières de chaque site en convertissant toute mesure de vitesse de vent à une hauteur donnée sur un site quelconque, en une valeur standardisée. Dans ces conditions, la vitesse standardisée est donnée par la formule suivante.

$$V_s = V(h) \cdot \ln(H_{ref} / Z_0) / \ln(H / Z_0)$$

avec Z₀ : longueur de rugosité standardisée de 0,05 m,
H : hauteur de la nacelle (m),
H_{ref} : hauteur de référence (10m),
V(h) : vitesse mesurée à la hauteur de nacelle.

Pour le cas d'une mesure à une hauteur h différente de la hauteur de nacelle, l'obtention de cette valeur standardisée Vs nécessite la connaissance de la hauteur de la nacelle et la longueur de rugosité associée au site dans les conditions de mesure. Elle est alors déterminée à l'aide de la formule définie dans la norme NF EN 61400-11 et rappelée ci-dessous. Cette formule considère que la variation du module de la vitesse du vent en fonction de la hauteur au dessus du sol, peut être approximée par un profil de variation en loi logarithmique caractérisée par la longueur de rugosité du sol.

$$V_s = V(h) \cdot \frac{\ln(H_{ref} / Z_0) \cdot \ln(H / Z)}{\ln(H / Z_0) \cdot \ln(h / Z)}$$

avec Z₀ : longueur de rugosité standardisée de 0,05 m,
z : longueur de rugosité du site étudié (m),
H : hauteur de la nacelle (m),
H_{ref} : hauteur de référence (10m),
h : hauteur de mesure de l'anémomètre (m),
V(h) : vitesse mesurée à la hauteur h.