

## ANNEXE 3.5.2 :ANNEXES

---

37 pages

# Étude d'impact sonore

## Annexes

---

PARC ÉOLIEN  
Ostwind International

---

SEPE La Croix Florent  
Flixecourt (80)

---

DOSSIER N°16-16-60-0870 / Mars 2017

<b>Sommaire.....</b>	<b>2</b>
<b>Présentation des résultats de mesure.....</b>	<b>3</b>
<b>Annexe 1 – Carte d'implantation des points de mesure de bruit résiduel.....</b>	<b>4</b>
<b>Annexe 2 – Mesures de bruit résiduel et analyse.....</b>	<b>5</b>
Point 1 – Bettencourt-Saint-Ouen.....	5
Photos de la mesure.....	5
Vue aérienne et IGN de l'emplacement de mesure et du secteur.....	5
Évolution temporelle des niveaux de bruit.....	6
Calcul des niveaux de bruit résiduel en fonction de la vitesse du vent – Méthode issue du projet de norme NF-S 31-114 – Période de jour.....	7
Calcul des niveaux de bruit résiduel en fonction de la vitesse du vent – Méthode issue du projet de norme NF-S 31-114 – Période de nuit.....	10
Point 2 – Ferme du Moulin Basile.....	13
Photos de la mesure.....	13
Vue aérienne et IGN de l'emplacement de mesure et du secteur.....	13
Évolution temporelle des niveaux de bruit.....	14
Calcul des niveaux de bruit résiduel en fonction de la vitesse du vent – Méthode issue du projet de norme NF-S 31-114 – Période de jour.....	15
Calcul des niveaux de bruit résiduel en fonction de la vitesse du vent – Méthode issue du projet de norme NF-S 31-114 – Période de nuit.....	18
Point 3 – Ferme Saint-Accart.....	21
Photos de la mesure.....	21
Vue aérienne et IGN de l'emplacement de mesure et du secteur.....	21
Évolution temporelle des niveaux de bruit.....	22
Calcul des niveaux de bruit résiduel en fonction de la vitesse du vent – Méthode issue du projet de norme NF-S 31-114 – Période de jour.....	23
Calcul des niveaux de bruit résiduel en fonction de la vitesse du vent – Méthode issue du projet de norme NF-S 31-114 – Période de nuit.....	26
<b>Annexe 3 – Résultats des mesures de vent.....</b>	<b>29</b>
<b>Annexe 4 – Modélisation des niveaux générés.....</b>	<b>30</b>
Paramètres de calculs.....	30
Données initiales.....	30
Conditions extérieures.....	35
Résultats de calculs.....	35

## PRÉSENTATION DES RÉSULTATS DE MESURE

Les résultats complets et détaillés des mesures de bruit résiduel sont décrits dans les annexes 2 et 3 du présent document. On trouve d'abord pour chaque point une description de son emplacement puis des photographies de la mesure (en général une vue vers le projet et une vue vers le logement). Nous expliquons ci-après chaque paragraphe des annexes.

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

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

### Évolution temporelle des niveaux de bruit

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

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

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

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

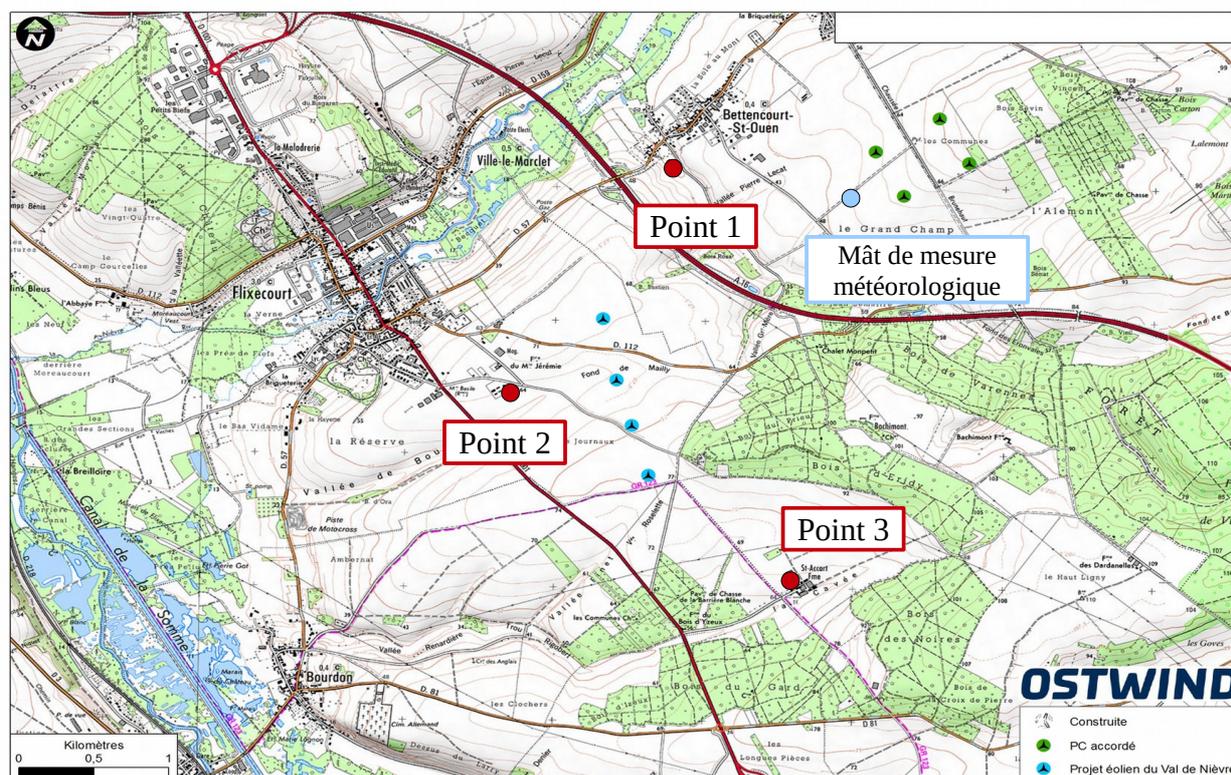
Conformément au paragraphe 7 du projet de norme, on y trouve les médianes des échantillons sur les vitesses de vent moyennes par classe ainsi que les médianes calculées par interpolation et extrapolation sur les vitesses de vent entières. En général, pour les classes de vent centrales (de 4 à 8 m/s),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

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

### Résultats des mesures de vent

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

# ANNEXE 1 – CARTE D'IMPLANTATION DES POINTS DE MESURE DE BRUIT RÉSIDUEL



### Point 1 – Bettencourt-Saint-Ouen

Emplacement de la mesure : au Sud de Bettencourt-Saint-Ouen, au Nord du projet, dans le jardin à l'arrière du logement et à côté de l'exploitation agricole du propriétaire

Distance à la première machine du projet (FL-01) = 1260 m

Adresse : 6 rue de la Vallée à Bettencourt-Saint-Ouen - Mr et Mme Waterlot

Période de mesure : du 15/02/16 à 15h10 au 25/02/16 à 13h40

Conditions météorologiques : Temps dégagé à nuageux – Températures comprises entre -4 et 11°C – Vent faible à modéré principalement de secteur OSO – Quelques périodes de pluie

Sources de bruit : Trafic routier à proximité (A16 et D57) - Activité humaine proche (exploitation agricole), bruit dans la végétation.

#### Photos de la mesure

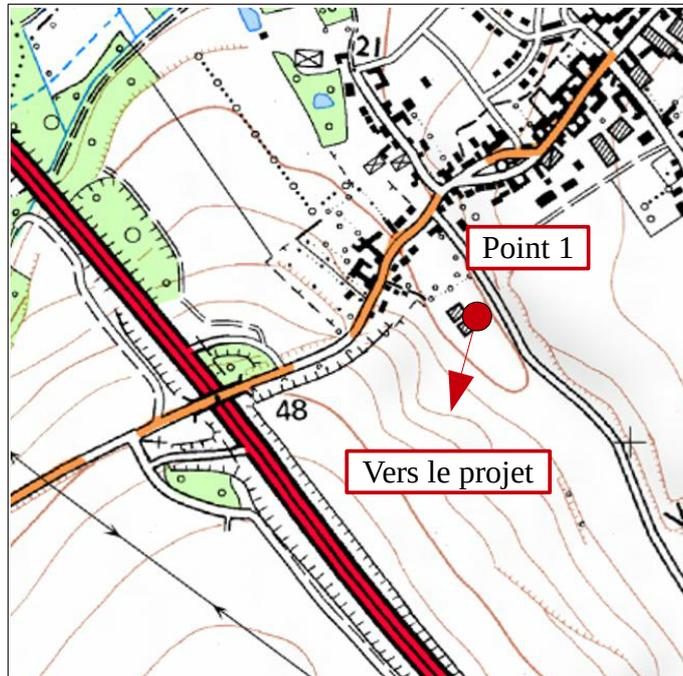
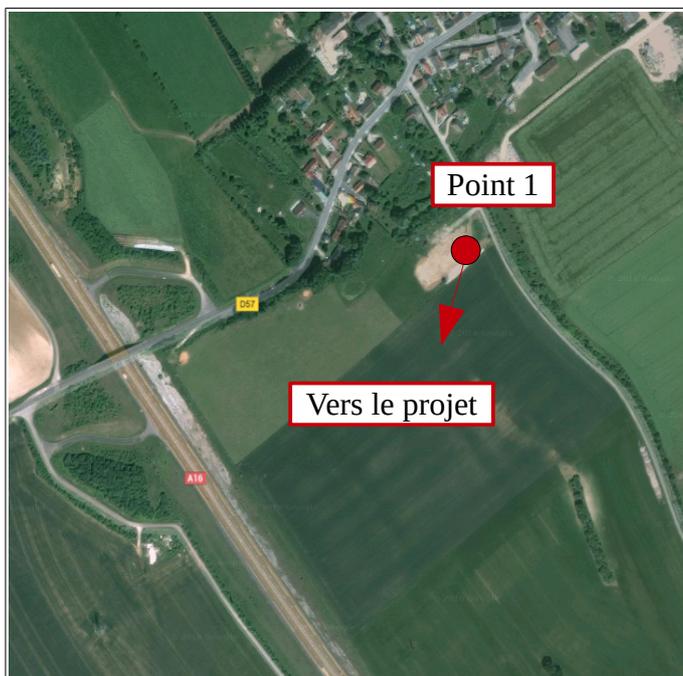


Vue vers le logement

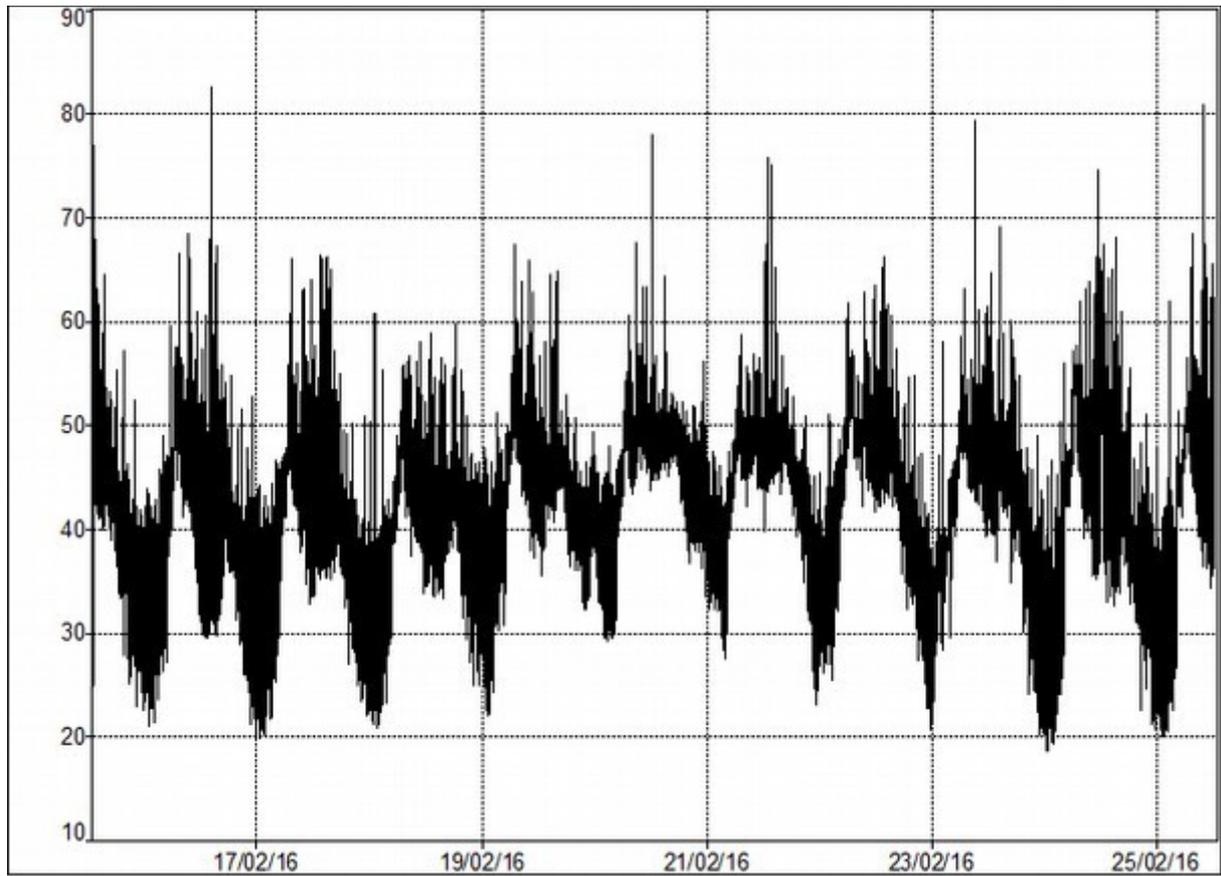


Vue vers le projet

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

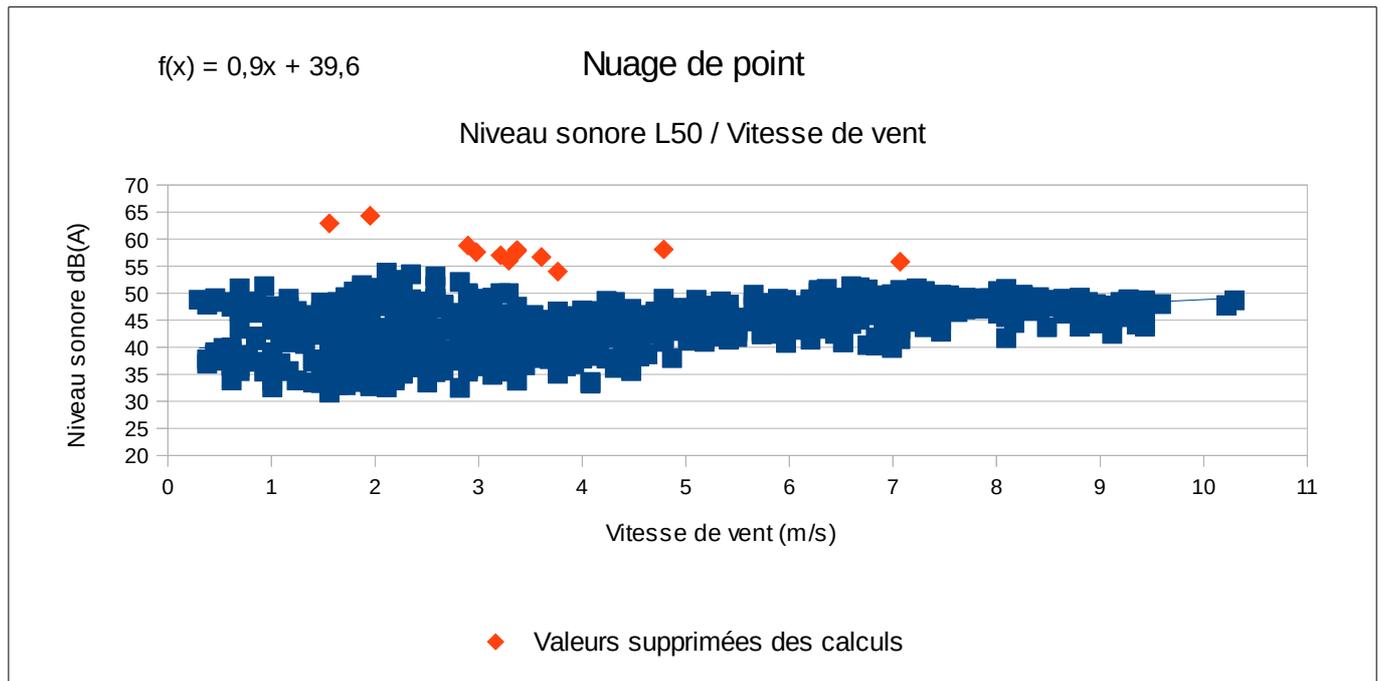


## Évolution temporelle des niveaux de bruit



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

## Nuage de points – Couples vitesses de vent / Niveaux de bruit (10 minutes)



Les valeurs exclues sont définies sur différents critères (événements bruyants anormaux, précipitations, chants d'oiseaux, etc)

### Niveaux médians calculés par classe de vent

Classe de vent	Nombre Valeurs	Moyenne vent	Validation	Leq sur moyennes des vitesses de vent	L90 sur moyennes des vitesses de vent	L50 sur moyennes des vitesses de vent *	L50 sur vitesses de vent entières**
1	77	1,0	ok	44,8	40,8	43,2	
2	166	2,0	ok	45,8	37,9	41,1	
3	157	3,0	ok	46,8	36,5	41,0	41,3
4	118	4,0	ok	44,2	38,5	41,6	42,7
5	92	5,0	ok	45,9	41,8	44,4	43,7
6	62	6,1	ok	47,6	43,4	45,9	45,9
7	86	7,0	ok	49,0	45,1	47,4	46,9
8	67	8,0	ok	49,7	45,8	48,1	47,4
9	44	9,0	ok	49,0	45,2	47,5	48,0

\* Calcul selon le paragraphe 7.3.1 du projet de norme NF S 31-114 version juillet 2011 – 1<sup>er</sup> graphique à venir

\*\* Calcul selon le paragraphe 7.3.2 du projet de norme NF S 31-114 version juillet 2011 – 2<sup>nd</sup> graphique à venir

Code couleur pour L50 retenu sur vitesses de vent entières :

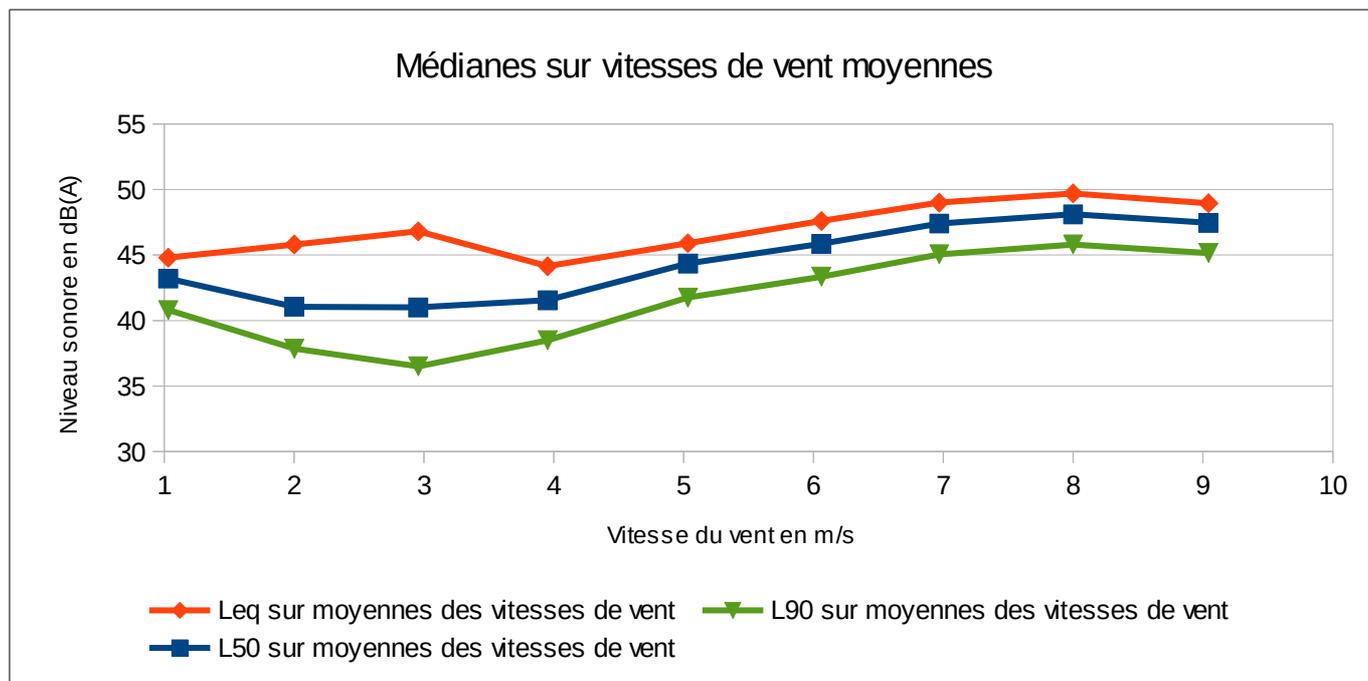
Interpolation

Extrapolation

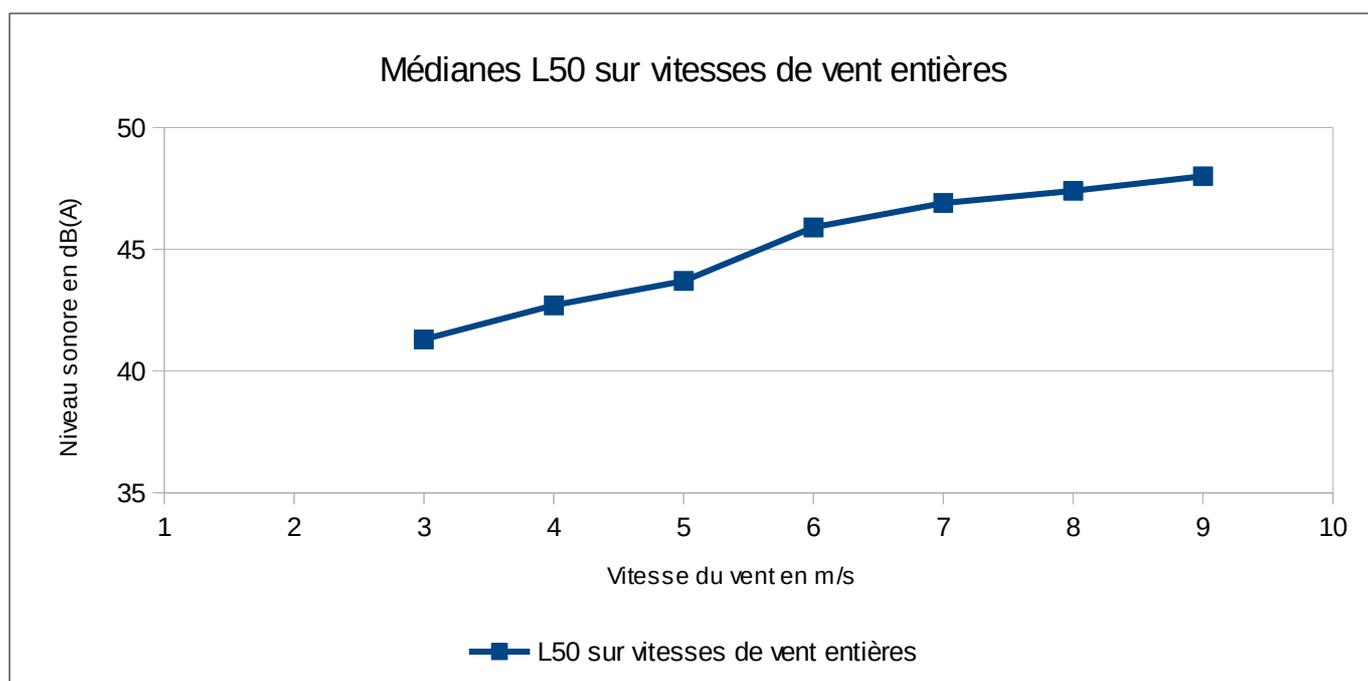
Médiane L50 brute sur moyenne vent

Valeurs de la classe de vent inférieure

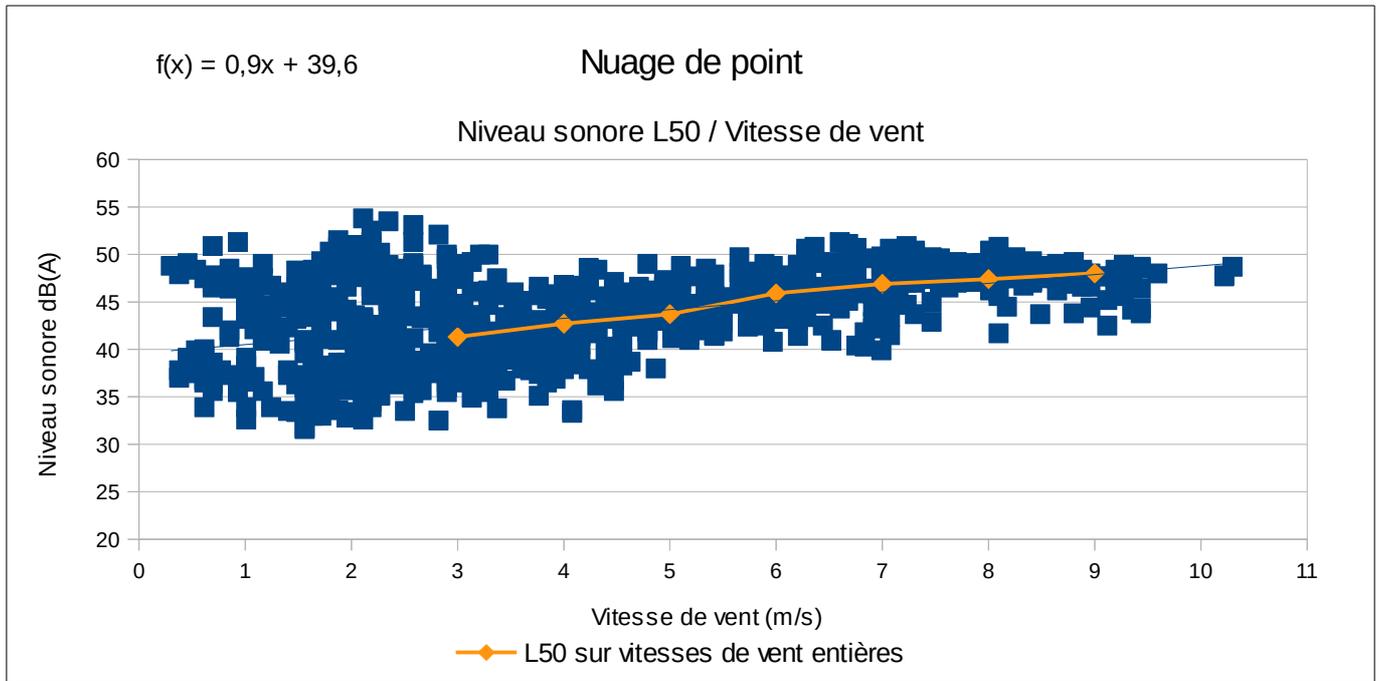
**Graphique d'évolution des des médianes des niveaux de bruit en fonction des moyennes des vitesses de vent**



**Graphique d'évolution des médianes des niveaux de bruit en L50 en fonction des vitesses de vent entières**

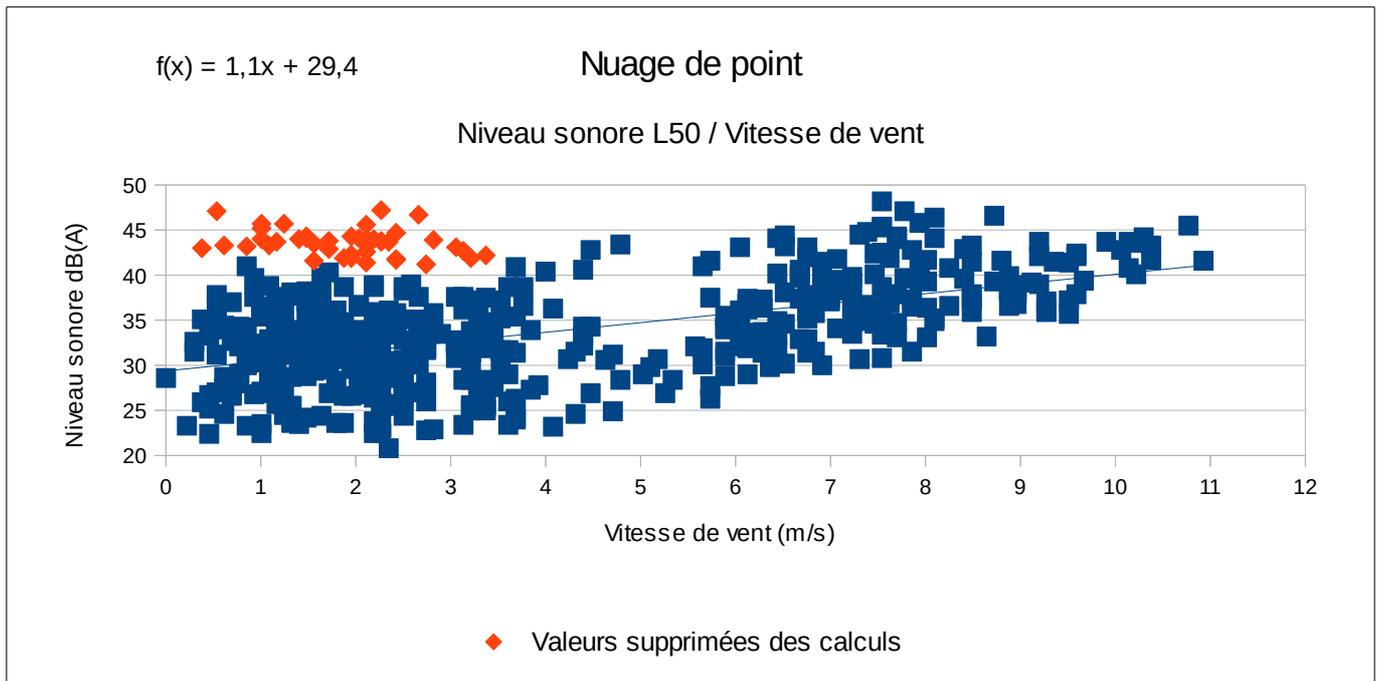


**Nuage de point des niveaux L50 et Médianes L50 sur vitesses de vent entières**



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

## Nuage de points – Couples vitesses de vent / Niveaux de bruit (10 minutes)



Les valeurs exclues sont définies sur différents critères (événements bruyants anormaux, précipitations, chants d'oiseaux, etc)

### Niveaux médians calculés par classe de vent

Classe de vent	Nombre Valeurs	Moyenne vent	Validation	Leq sur moyennes des vitesses de vent	L90 sur moyennes des vitesses de vent	L50 sur moyennes des vitesses de vent *	L50 sur vitesses de vent entières**
1	108	1,1	ok	35,5	27,7	32,4	
2	97	2,0	ok	35,3	26,8	32,4	
3	71	3,0	ok	35,2	25,8	31,7	31,7
4	34	3,9	ok	36,3	28,0	31,7	31,7
5	10	5,0	ok	32,8	24,4	29,4	32,7
6	41	6,1	ok	36,7	29,8	33,6	33,6
7	43	7,0	ok	39,4	33,4	37,4	36,5
8	44	7,9	ok	40,6	35,9	39,4	38,0
9	21	9,0	ok	40,9	35,1	38,5	40,8

\* Calcul selon le paragraphe 7.3.1 du projet de norme NF S 31-114 version juillet 2011 – 1<sup>er</sup> graphique à venir

\*\* Calcul selon le paragraphe 7.3.2 du projet de norme NF S 31-114 version juillet 2011 – 2<sup>nd</sup> graphique à venir

Code couleur pour L50 retenu sur vitesses de vent entières :

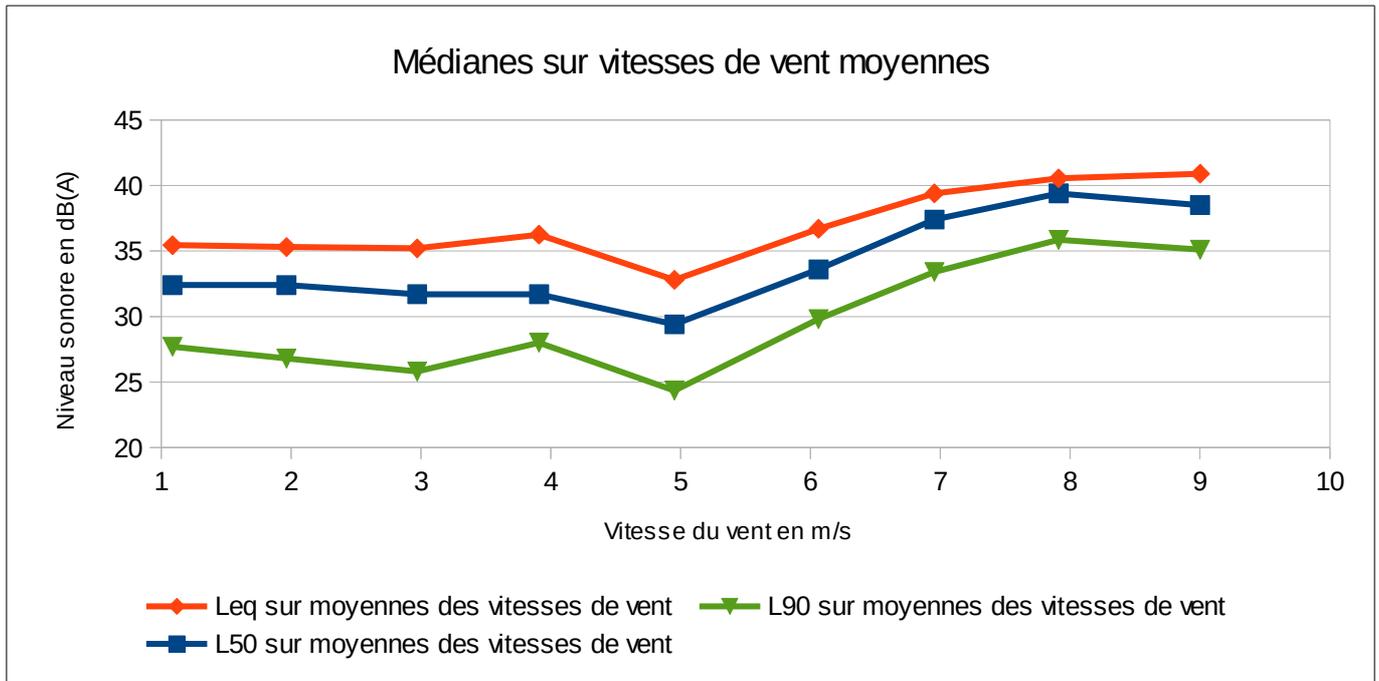
Interpolation

Extrapolation

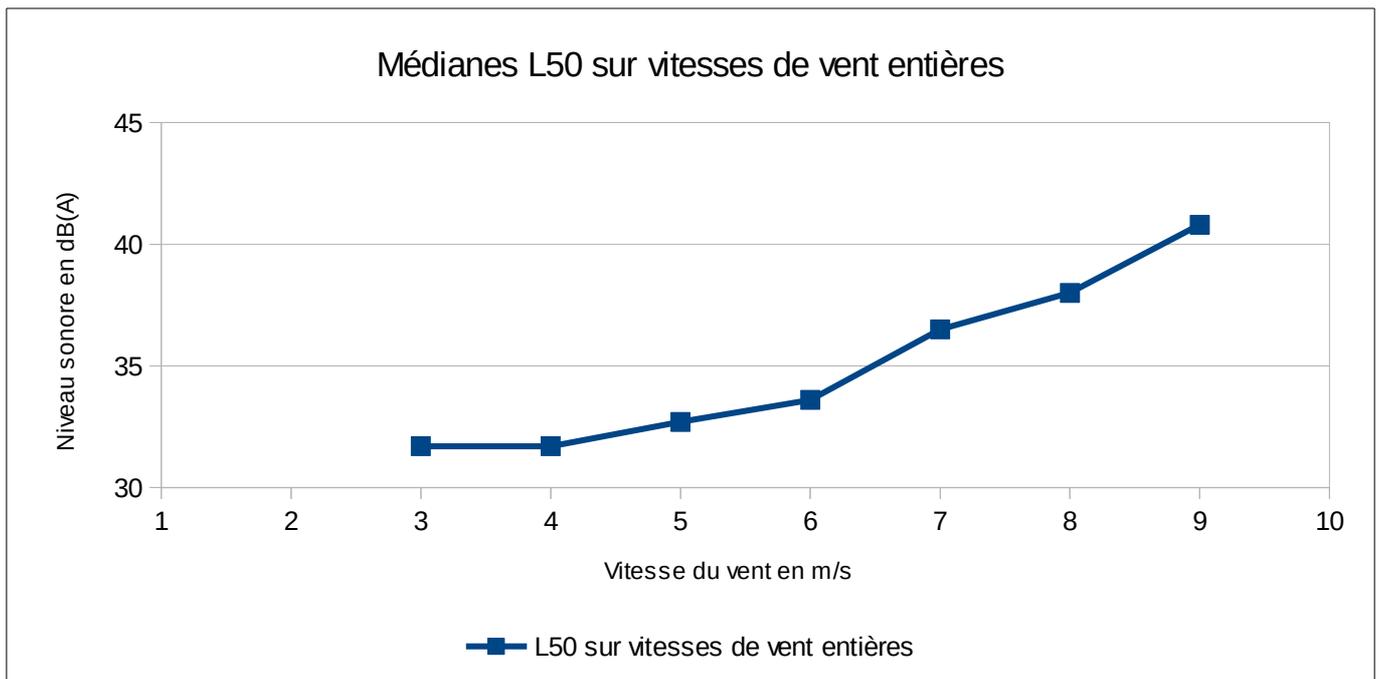
Médiane L50 brute sur moyenne vent

Valeurs de la classe de vent inférieure

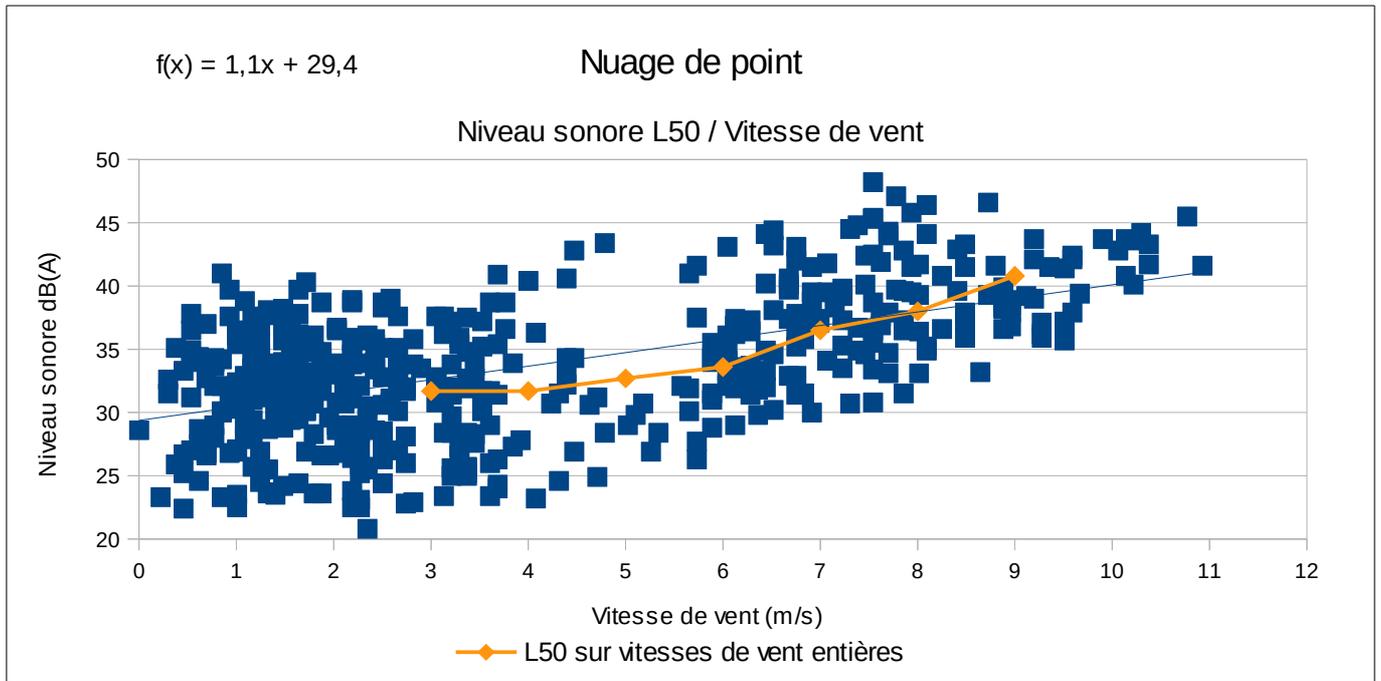
**Graphique d'évolution des des médianes des niveaux de bruit en fonction des moyennes des vitesses de vent**



**Graphique d'évolution des médianes des niveaux de bruit en L50 en fonction des vitesses de vent entières**



**Nuage de point des niveaux L50 et Médianes L50 sur vitesses de vent entières**



## Point 2 – Ferme du Moulin Basile

Emplacement de la mesure : à la sortie Sud de Flixecourt, à l'Ouest du projet, dans le jardin à l'avant de la maison

Distance à la première éolienne du projet (FL-02) = 744 m

Adresse : ferme du moulin Basile, chemin de Saint-Vast - Mr et Mme Theron

Période de mesure : du 15/02/16 à 15h10 au 25/02/16 à 14h

Conditions météorologiques : Temps dégagé à nuageux – Températures comprises entre -4 et 11°C – Vent faible à modéré principalement de secteur OSO – Quelques périodes de pluie

Sources de bruit : Trafic routier à proximité (A16, D1001 et D112) - Activité humaine proche (exploitation agricole), bruit dans la végétation.

## Photos de la mesure

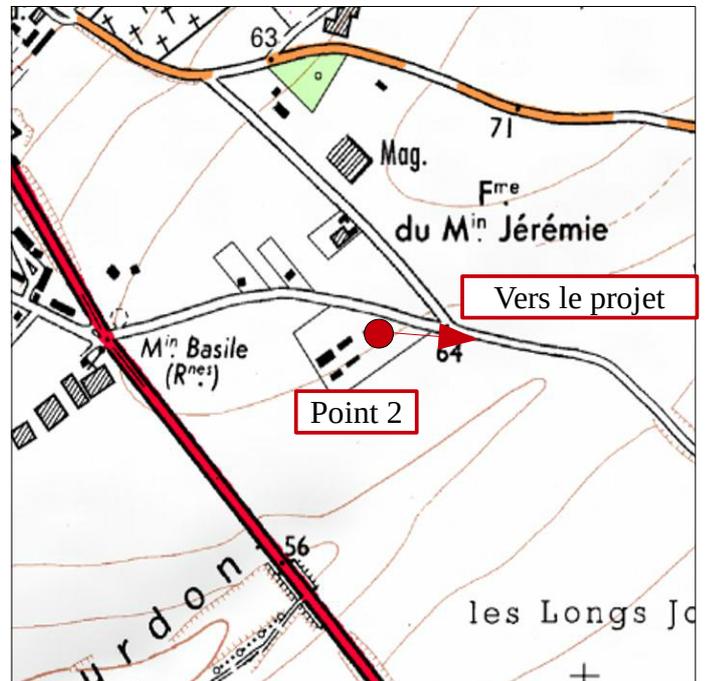
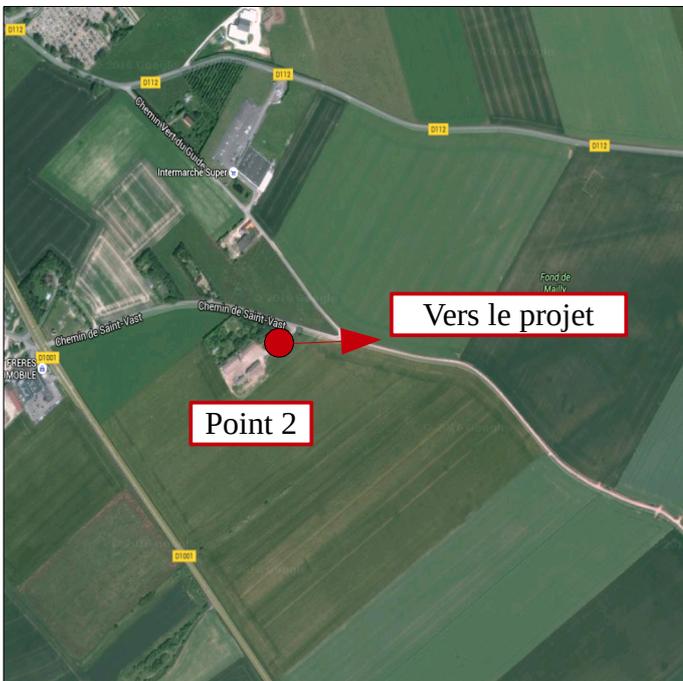


*Vue vers le logement*

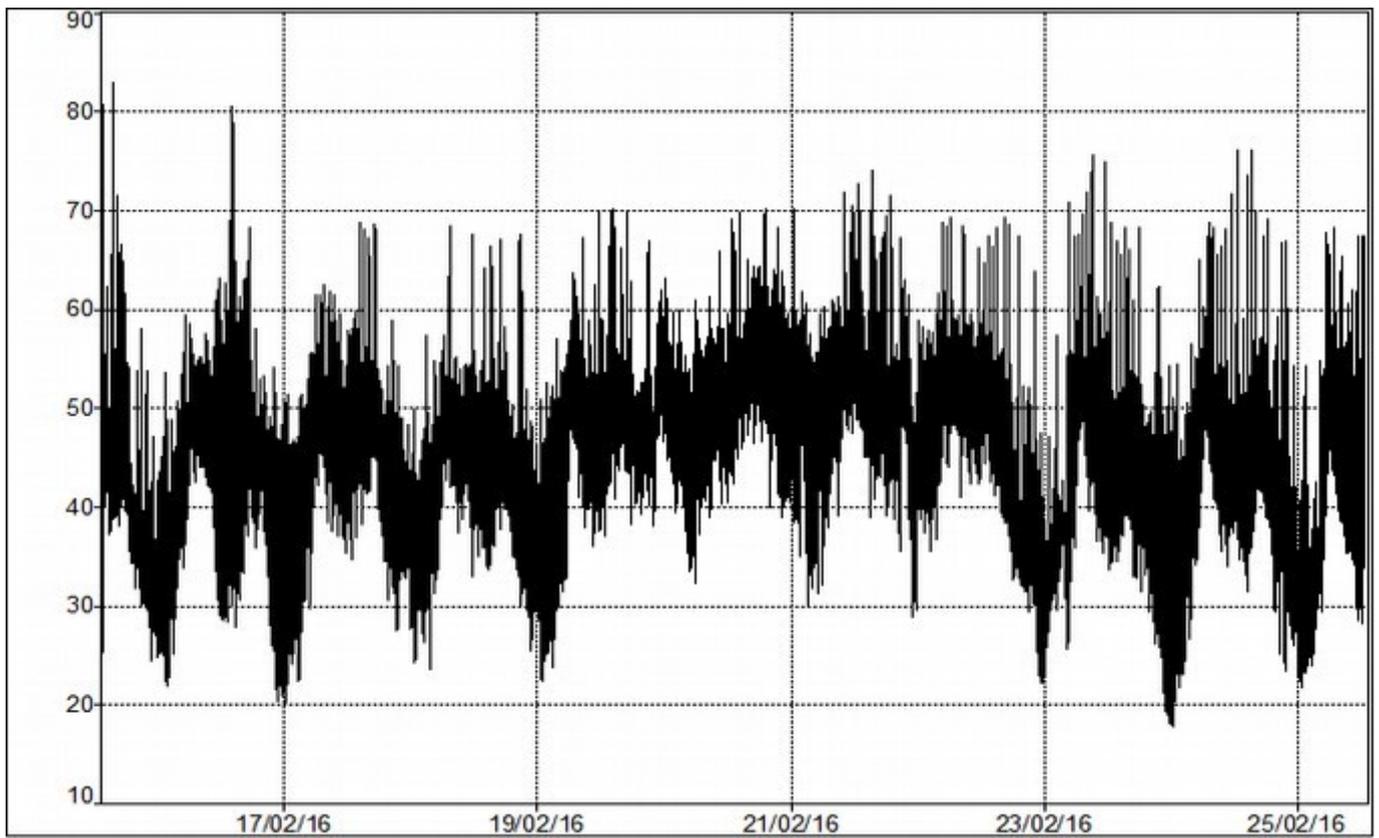


*Vue vers le projet*

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

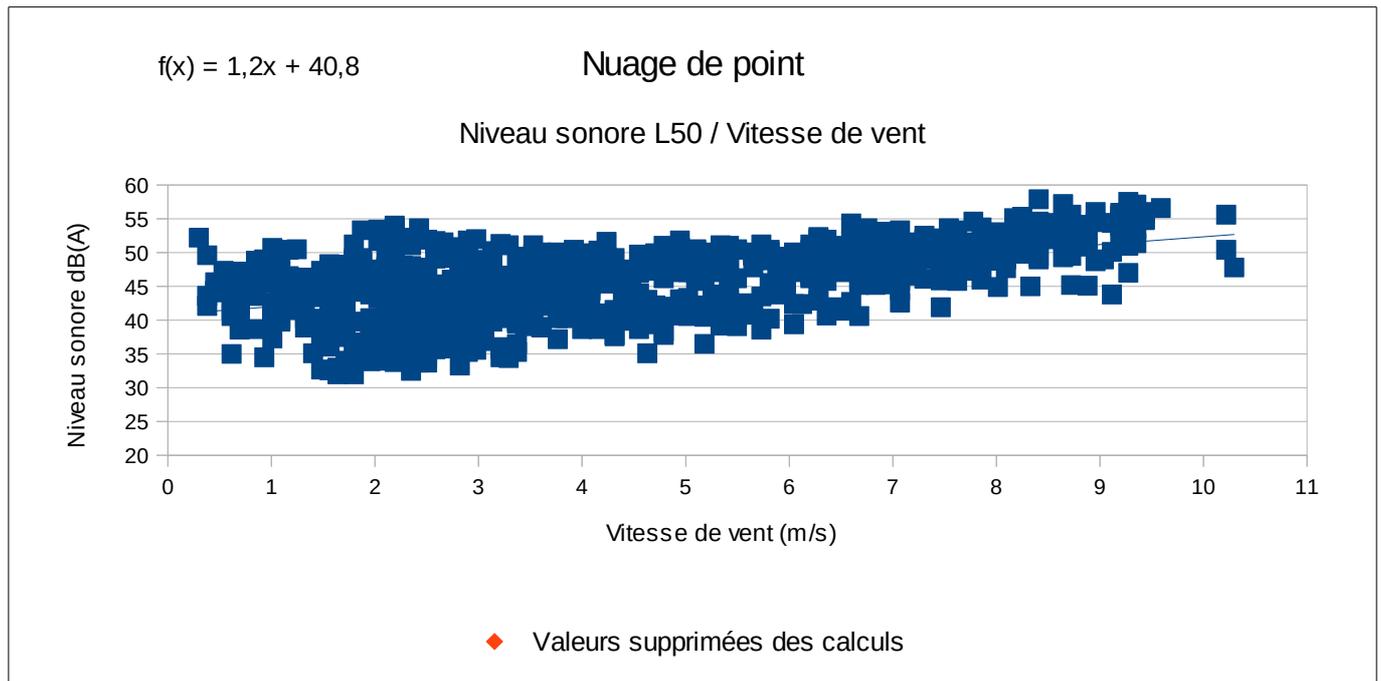


## Évolution temporelle des niveaux de bruit



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

## Nuage de points – Couples vitesses de vent / Niveaux de bruit (10 minutes)



Les valeurs exclues sont définies sur différents critères (événements bruyants anormaux, précipitations, chants d'oiseaux, etc)

### Niveaux médians calculés par classe de vent

Classe de vent	Nombre Valeurs	Moyenne vent	Validation	Leq sur moyennes des vitesses de vent	L90 sur moyennes des vitesses de vent	L50 sur moyennes des vitesses de vent *	L50 sur vitesses de vent entières**
1	77	1,0	ok	48,3	40,2	44,3	
2	170	2,0	ok	48,2	38,9	44,4	
3	163	3,0	ok	47,7	39,2	43,8	43,8
4	120	3,9	ok	48,5	40,7	45,9	45,3
5	93	5,0	ok	49,3	41,7	46,7	46,8
6	62	6,1	ok	51,1	43,1	47,9	48,1
7	87	7,0	ok	52,1	45,4	49,6	49,6
8	67	8,0	ok	53,7	46,7	51,4	51,5
9	44	9,0	ok	56,1	49,1	53,5	52,2

\* Calcul selon le paragraphe 7.3.1 du projet de norme NF S 31-114 version juillet 2011 – 1<sup>er</sup> graphique à venir

\*\* Calcul selon le paragraphe 7.3.2 du projet de norme NF S 31-114 version juillet 2011 – 2<sup>nd</sup> graphique à venir

Code couleur pour L50 retenu sur vitesses de vent entières :

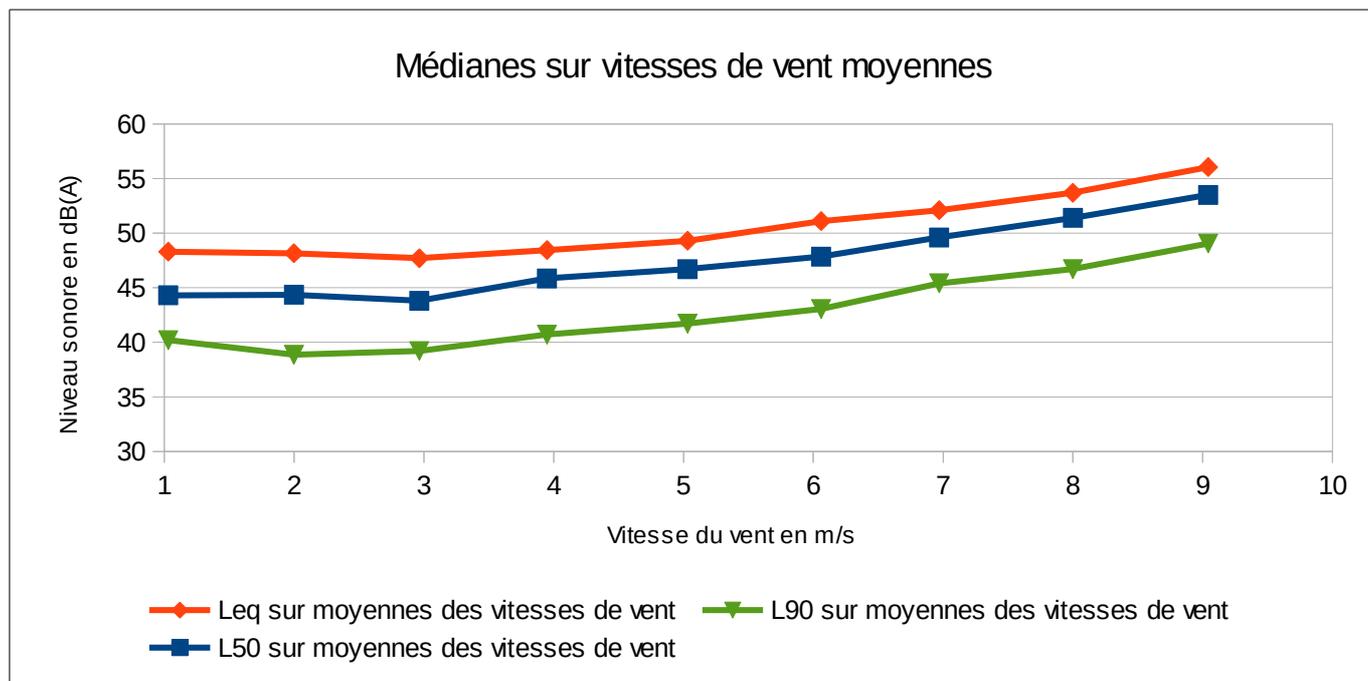
Interpollation

Extrapollation

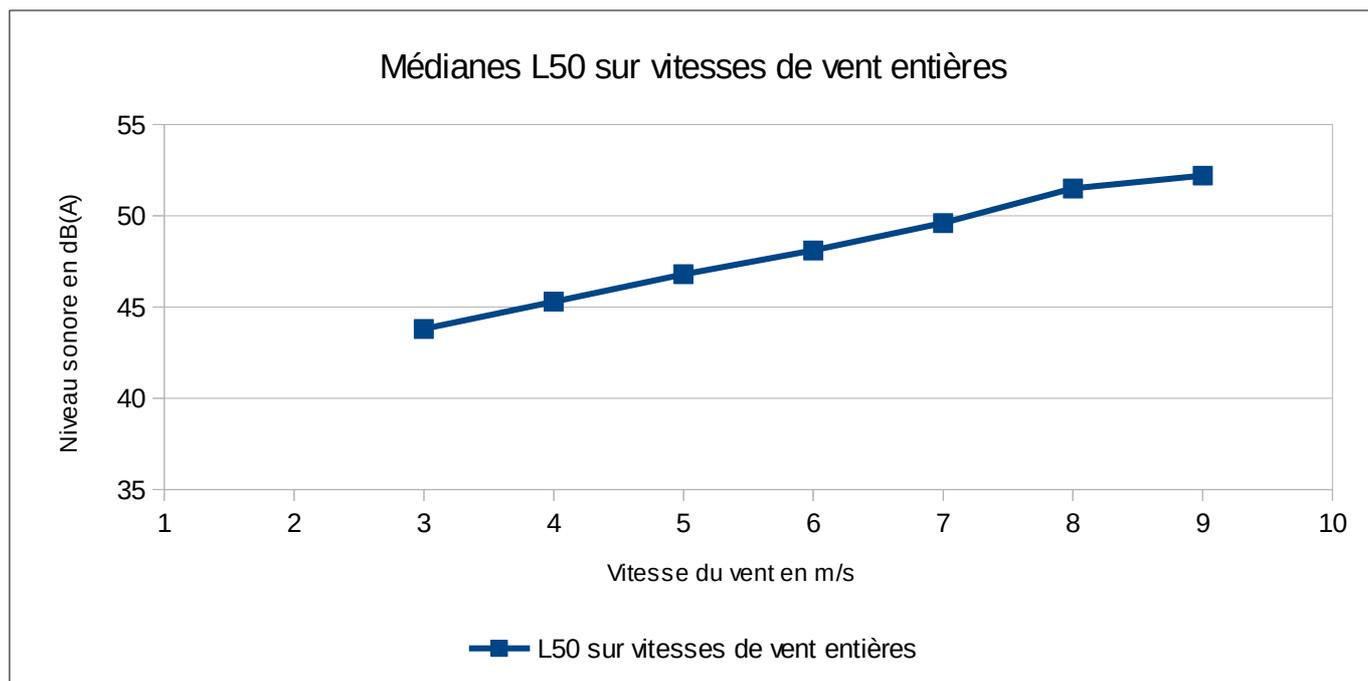
Médiane L50 brute sur moyenne vent

Valeurs de la classe de vent inférieure

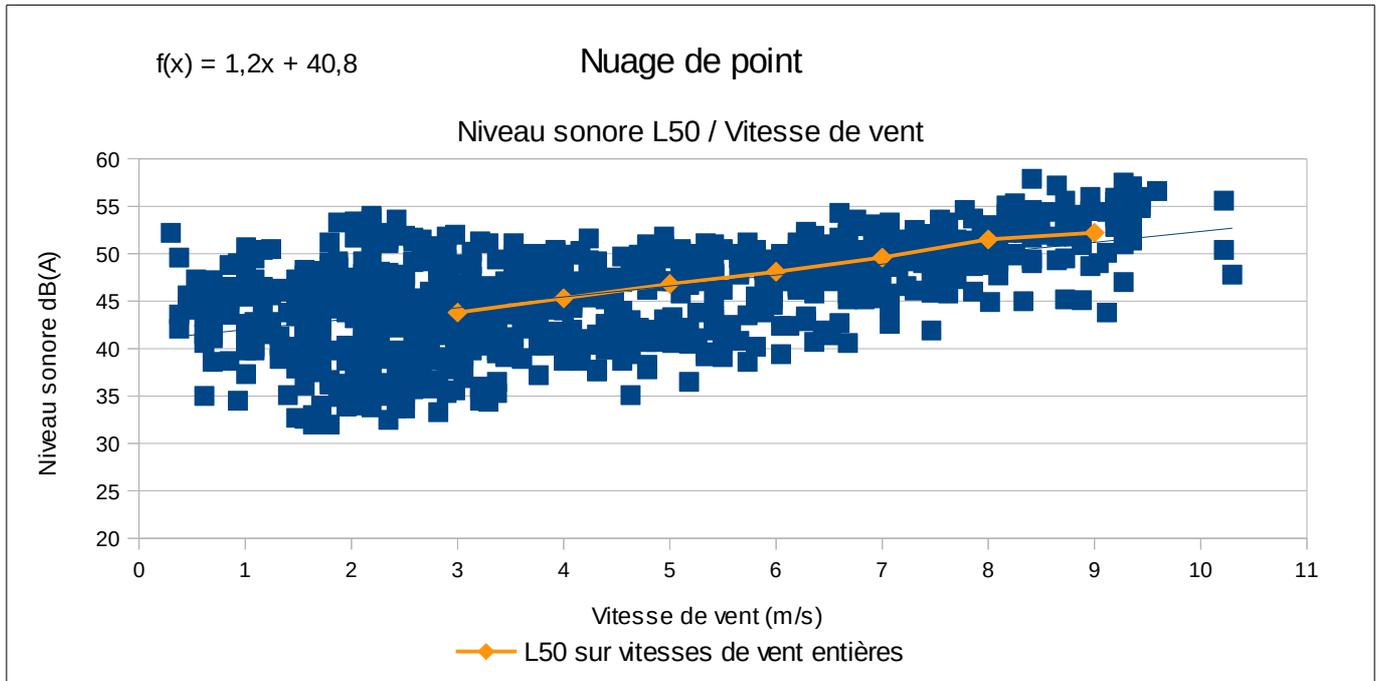
**Graphique d'évolution des des médianes des niveaux de bruit en fonction des moyennes des vitesses de vent**



**Graphique d'évolution des médianes des niveaux de bruit en L50 en fonction des vitesses de vent entières**

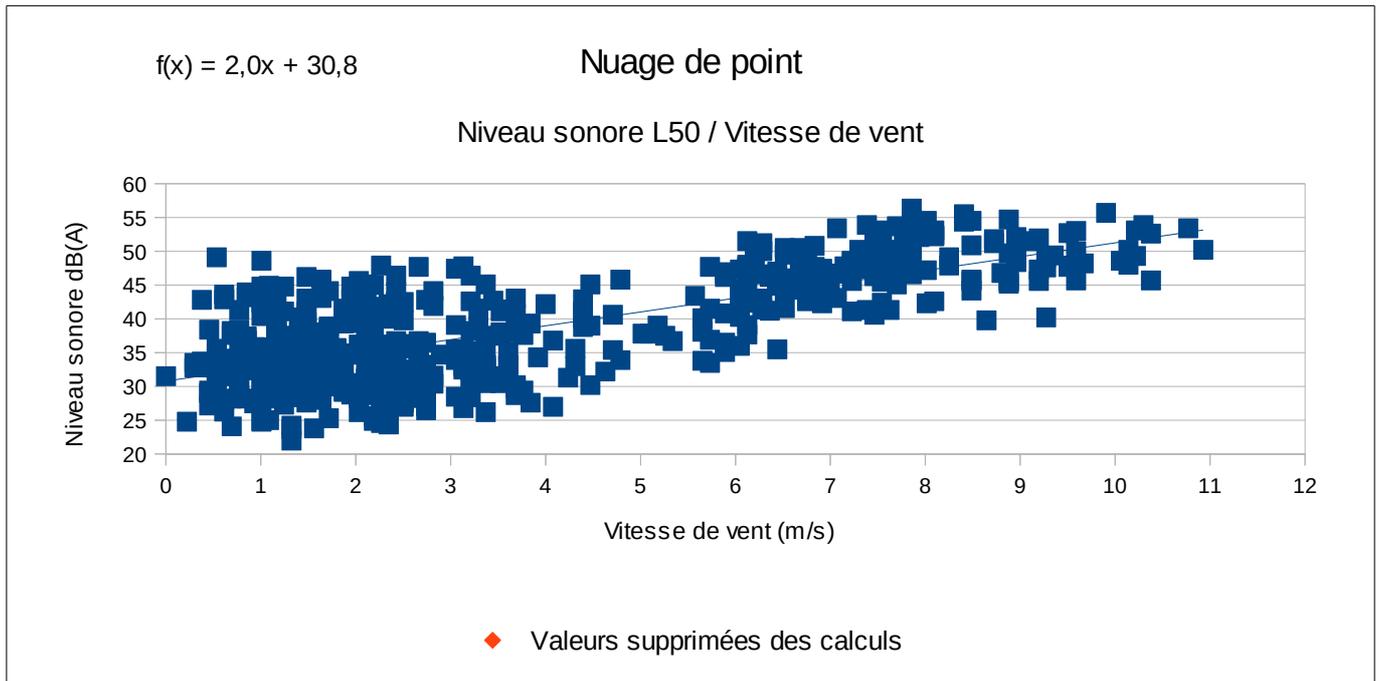


**Nuage de point des niveaux L50 et Médianes L50 sur vitesses de vent entières**



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

## Nuage de points – Couples vitesses de vent / Niveaux de bruit (10 minutes)



Les valeurs exclues sont définies sur différents critères (événements bruyants anormaux, précipitations, chants oiseaux, etc)

### Niveaux médians calculés par classe de vent

Classe de vent	Nombre Valeurs	Moyenne vent	Validation	Leq sur moyennes des vitesses de vent	L90 sur moyennes des vitesses de vent	L50 sur moyennes des vitesses de vent *	L50 sur vitesses de vent entières**
1	120	1,1	ok	39,1	29,2	34,4	
2	120	2,0	ok	39,6	29,8	34,5	
3	78	3,0	ok	38,2	29,4	33,1	33,1
4	34	3,9	ok	40,9	31,9	36,2	35,4
5	10	5,0	ok	39,2	34,2	37,7	37,7
6	41	6,1	ok	46,4	38,3	43,7	42,4
7	43	7,0	ok	49,7	41,4	46,8	46,8
8	44	7,9	ok	53,1	44,9	49,8	48,0
9	21	9,0	ok	52,6	42,1	49,1	49,7

\* Calcul selon le paragraphe 7.3.1 du projet de norme NF S 31-114 version juillet 2011 – 1<sup>er</sup> graphique à venir

\*\* Calcul selon le paragraphe 7.3.2 du projet de norme NF S 31-114 version juillet 2011 – 2<sup>nd</sup> graphique à venir

Code couleur pour L50 retenu sur vitesses de vent entières :

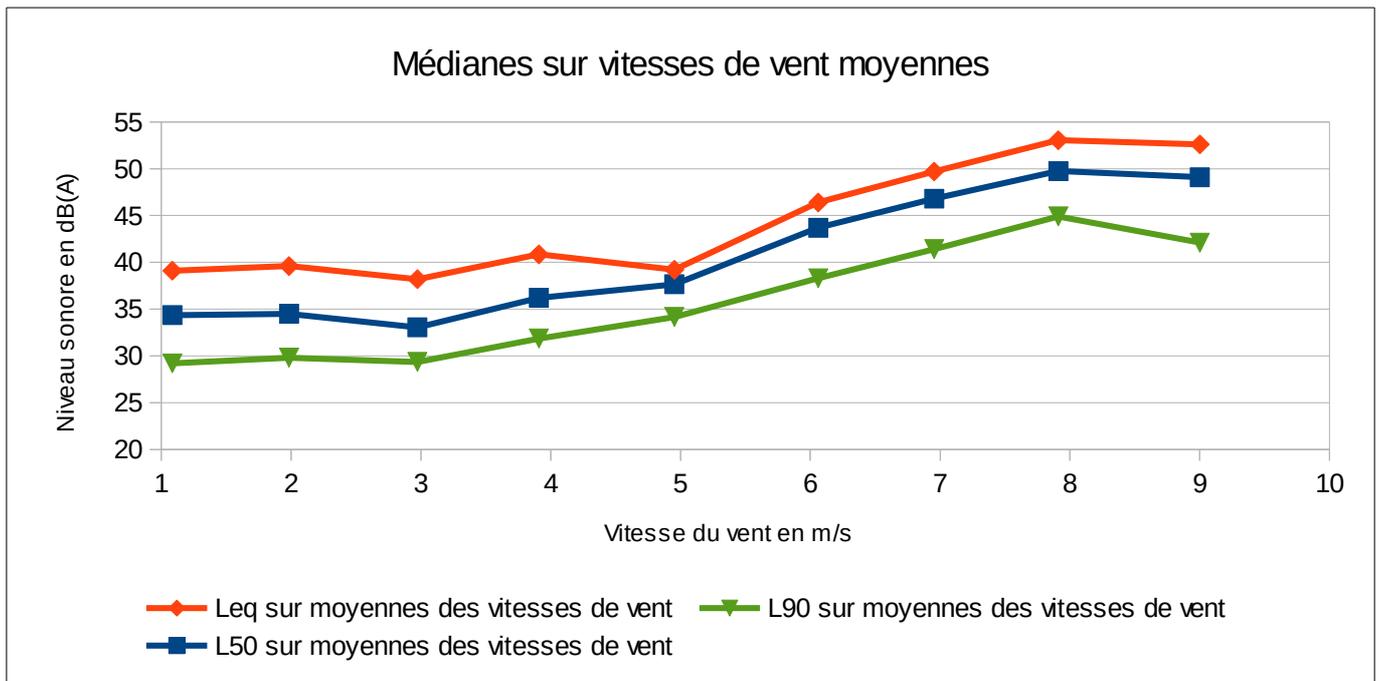
Interpollation

Extrapollation

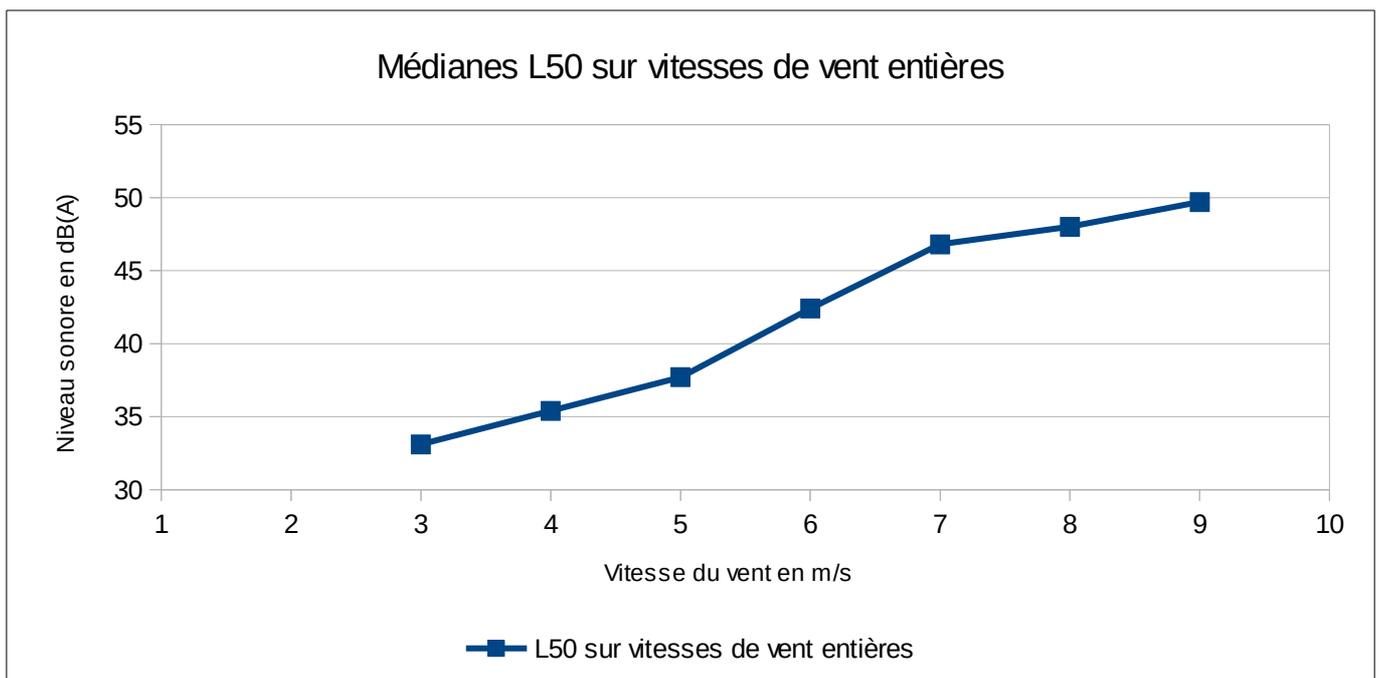
Médiane L50 brute sur moyenne vent

Valeurs de la classe de vent inférieure

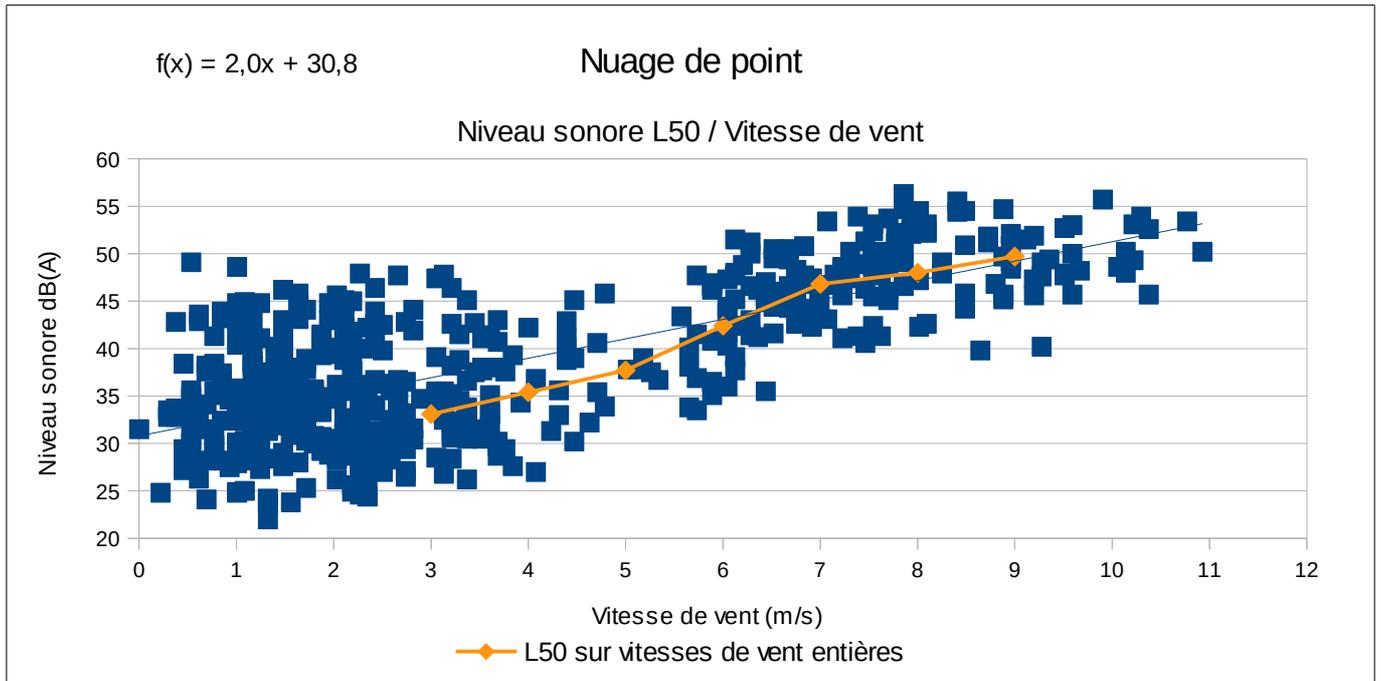
**Graphique d'évolution des médianes des niveaux de bruit en fonction des moyennes des vitesses de vent**



**Graphique d'évolution des médianes des niveaux de bruit en L50 en fonction des vitesses de vent entières**



**Nuage de point des niveaux L50 et Médianes L50 sur vitesses de vent entières**



### Point 3 – Ferme Saint-Accart

Emplacement de la mesure : à la ferme Saint-Accart, au Sud-Est du projet, dans le jardin du logement

Distance à la première éolienne du projet (FL-04) = 1 265 m

Adresse : ferme Saint-Accart à Belloy-sur-Somme - Mr et Mme Thibaut

Période de mesure : du 15/02/16 à 15h10 au 25/02/16 à 14h30

Conditions météorologiques : Temps dégagé à nuageux – Températures comprises entre -4 et 11°C – Vent faible à modéré principalement de secteur OSO – Quelques périodes de pluie

Sources de bruit : Trafic routier à proximité (A16 et D1001) - Activité humaine proche (exploitation agricole), bruit dans la végétation.

#### Photos de la mesure

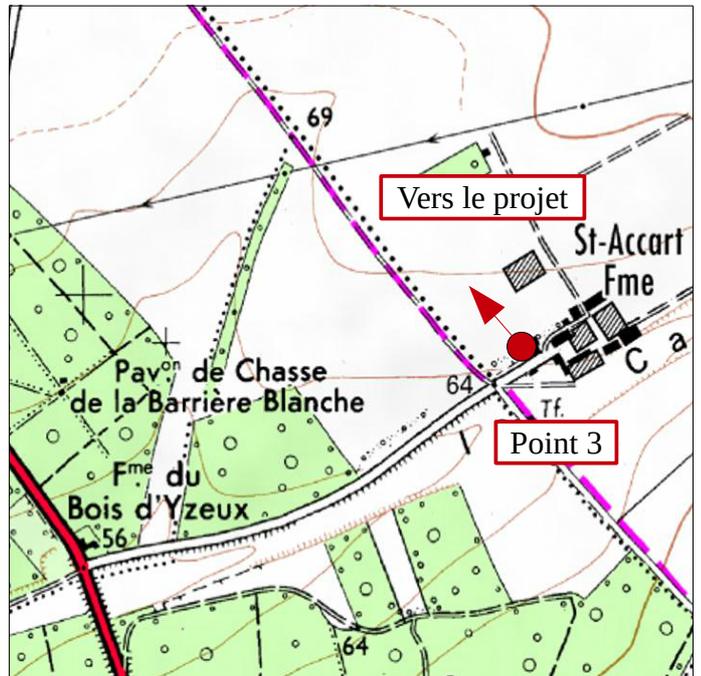
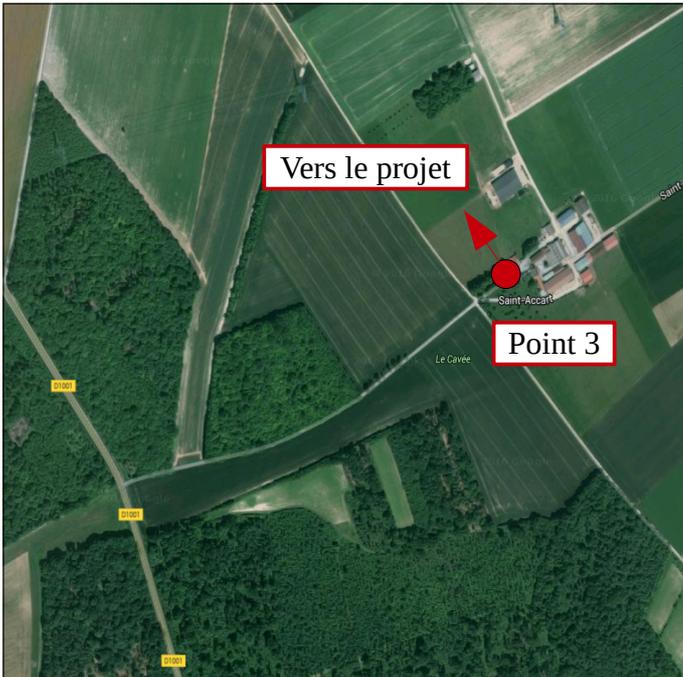


Vue vers le logement

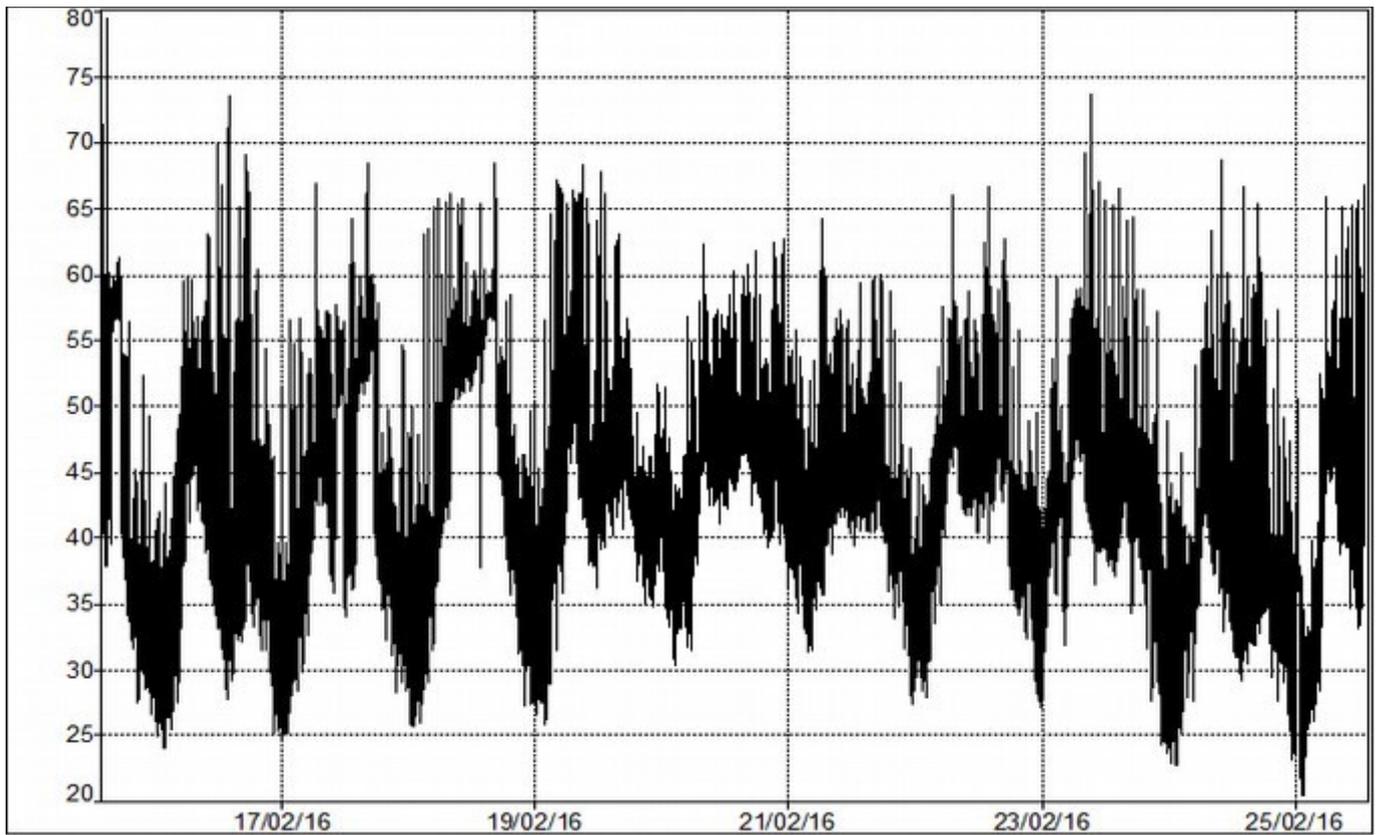


Vue le projet

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

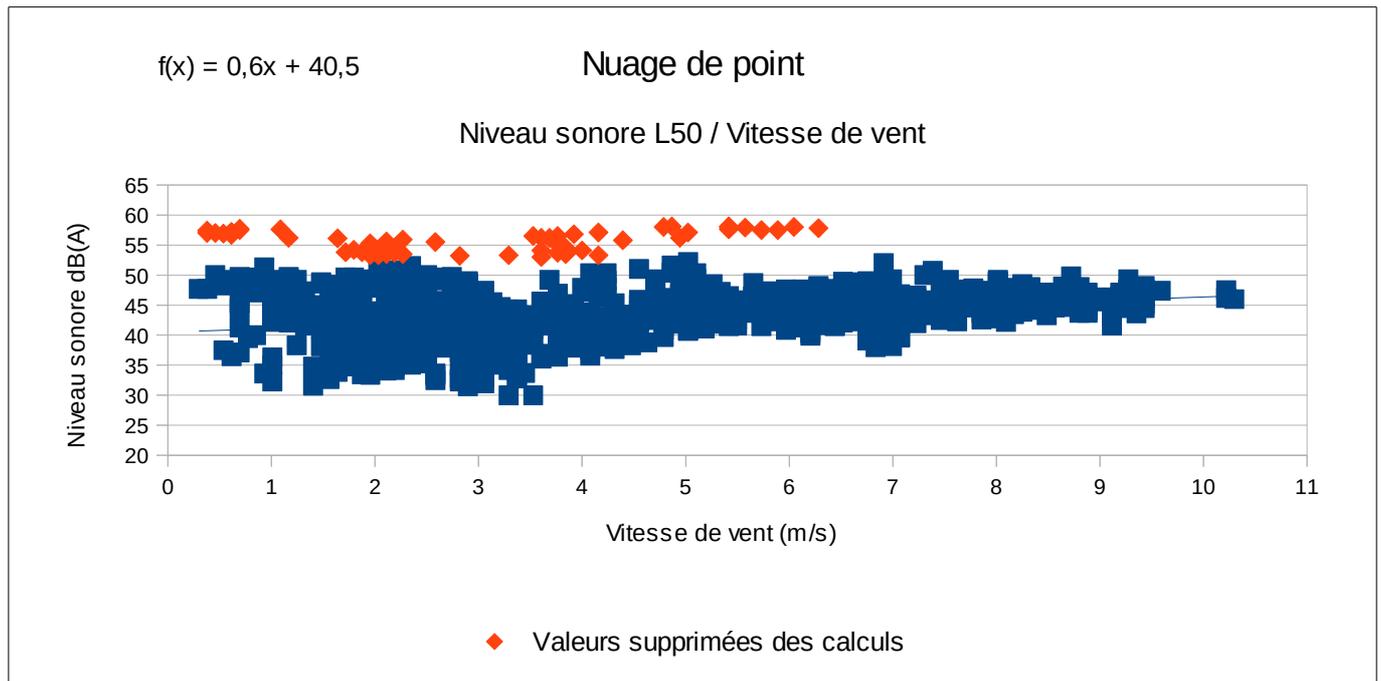


## Évolution temporelle des niveaux de bruit



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

## Nuage de points – Couples vitesses de vent / Niveaux de bruit (10 minutes)



Les valeurs exclues sont définies sur différents critères (événements bruyants anormaux, précipitations, chants d'oiseaux, etc)

### Niveaux médians calculés par classe de vent

Classe de vent	Nombre Valeurs	Moyenne vent	Validation	Leq sur moyennes des vitesses de vent	L90 sur moyennes des vitesses de vent	L50 sur moyennes des vitesses de vent *	L50 sur vitesses de vent entières**
1	68	1,1	ok	47,5	41,6	44,6	
2	148	2,0	ok	46,6	38,5	41,9	
3	152	2,9	ok	45,0	35,9	39,3	41,7
4	89	4,0	ok	44,0	39,0	41,6	41,8
5	86	5,0	ok	46,0	42,0	44,2	43,3
6	57	6,1	ok	47,0	42,6	45,0	44,8
7	87	7,0	ok	46,7	42,7	45,3	45,3
8	67	8,0	ok	47,2	43,2	45,6	45,6
9	44	9,0	ok	47,4	43,4	46,0	46,2

\* Calcul selon le paragraphe 7.3.1 du projet de norme NF S 31-114 version juillet 2011 – 1<sup>er</sup> graphique à venir

\*\* Calcul selon le paragraphe 7.3.2 du projet de norme NF S 31-114 version juillet 2011 – 2<sup>nd</sup> graphique à venir

Code couleur pour L50 retenu sur vitesses de vent entières :

Interpollation

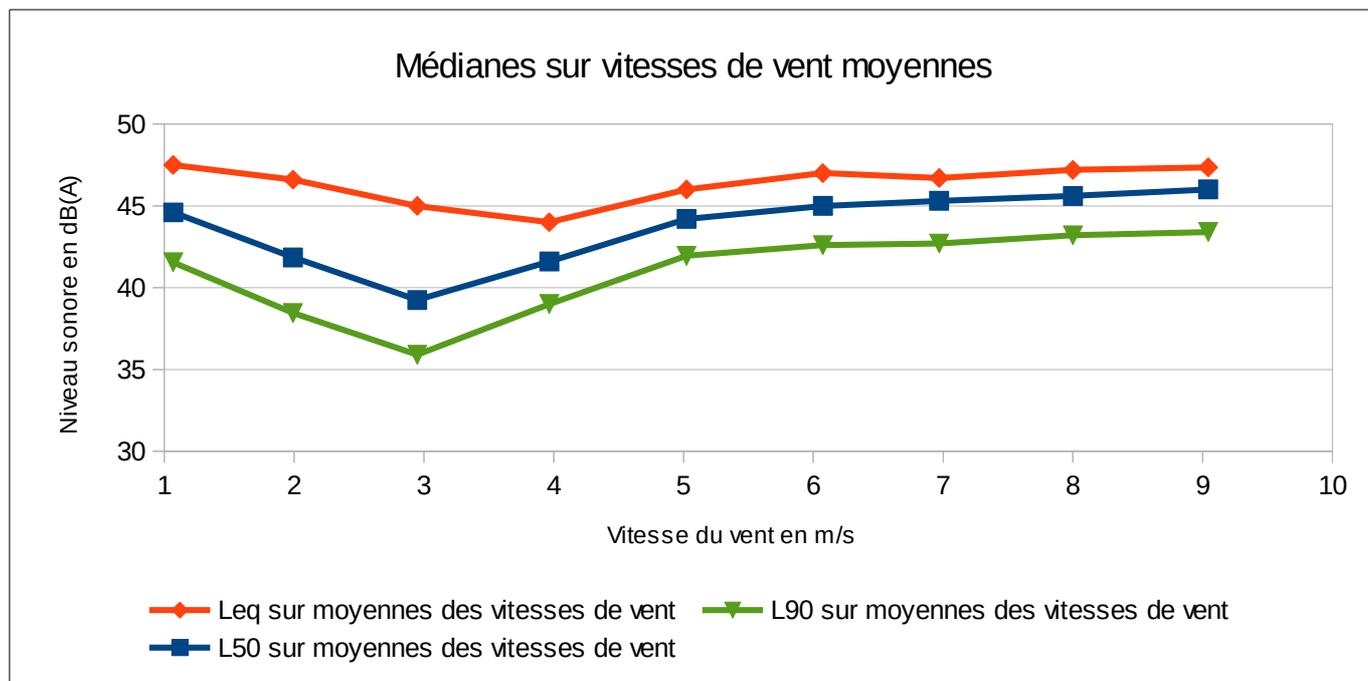
Extrapollation

Médiane L50 brute sur moyenne vent

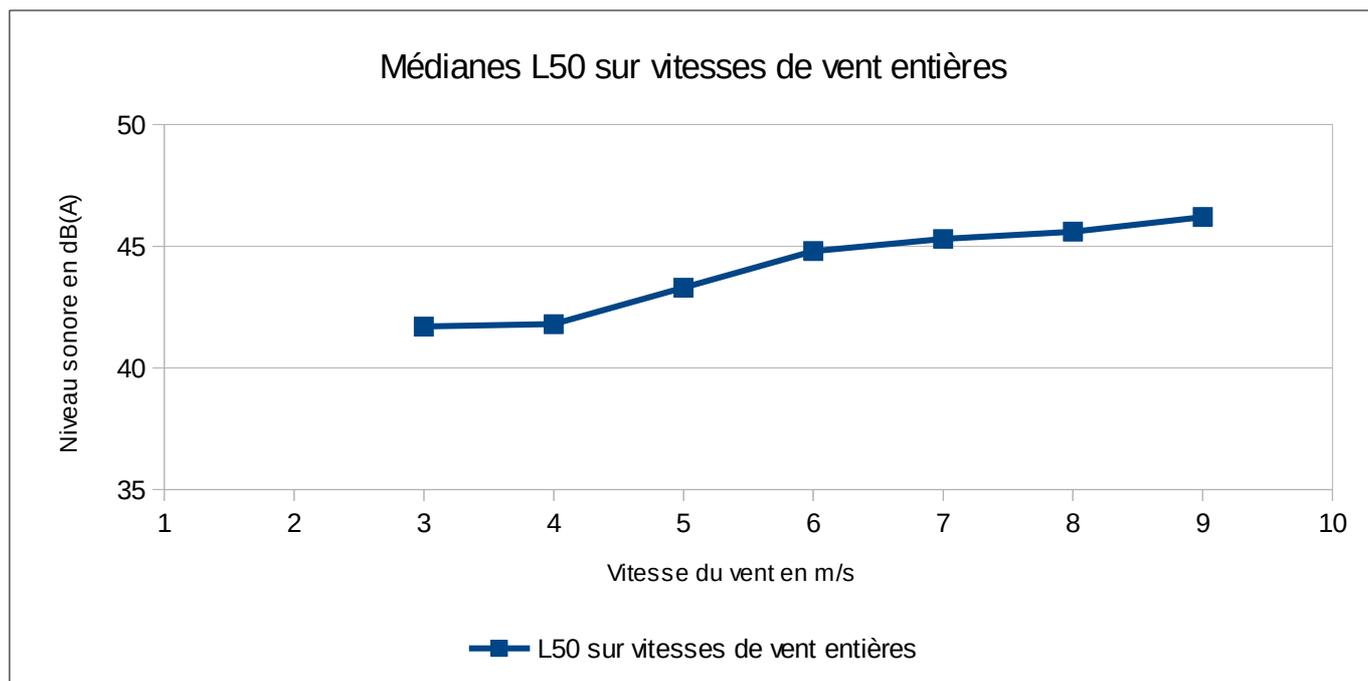
Valeurs de la classe de vent inférieure



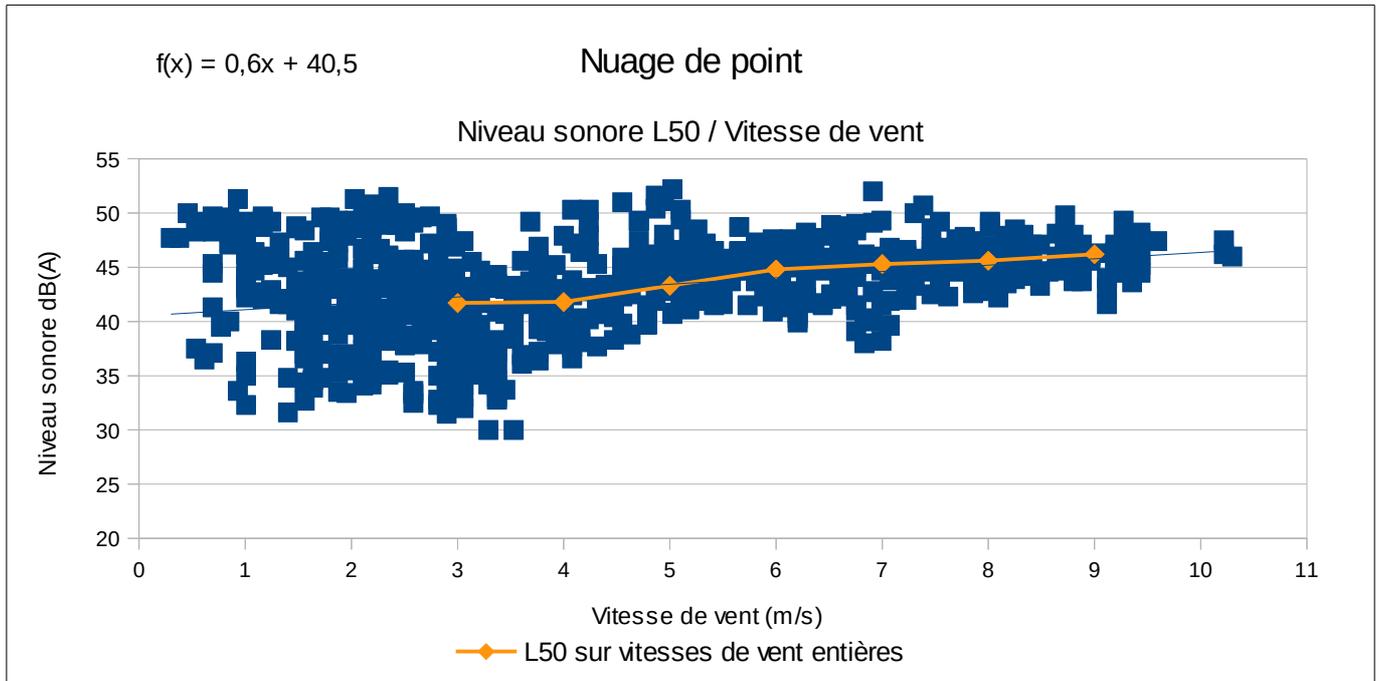
**Graphique d'évolution des des médianes des niveaux de bruit en fonction des moyennes des vitesses de vent**



**Graphique d'évolution des médianes des niveaux de bruit en L50 en fonction des vitesses de vent entières**

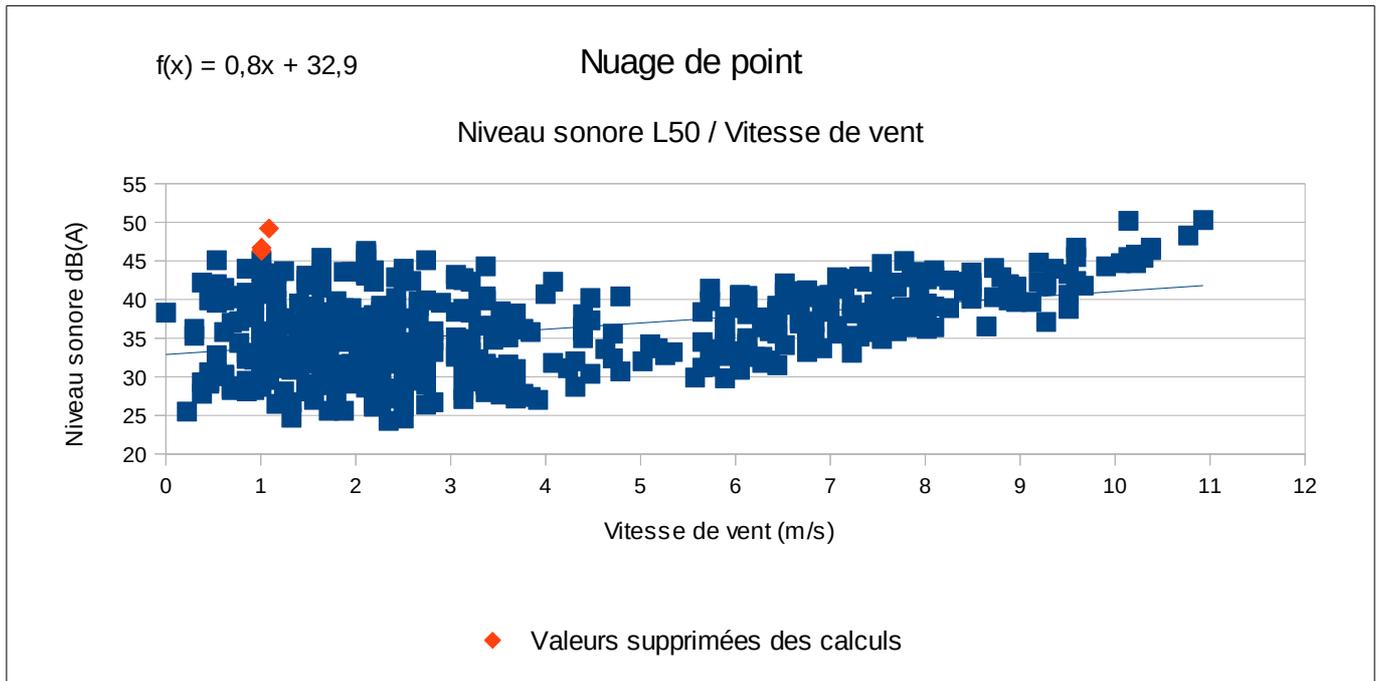


**Nuage de point des niveaux L50 et Médianes L50 sur vitesses de vent entières**



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

## Nuage de points – Couples vitesses de vent / Niveaux de bruit (10 minutes)



Les valeurs exclues sont définies sur différents critères (événements bruyants anormaux, précipitations, chants oiseaux, etc)

### Niveaux médians calculés par classe de vent

Classe de vent	Nombre Valeurs	Moyenne vent	Validation	Leq sur moyennes des vitesses de vent	L90 sur moyennes des vitesses de vent	L50 sur moyennes des vitesses de vent *	L50 sur vitesses de vent entières**
1	117	1,1	ok	37,9	30,2	34,8	
2	120	2,0	ok	36,5	30,3	34,9	
3	78	3,0	ok	35,0	29,1	33,1	33,1
4	34	3,9	ok	36,8	30,3	33,5	33,2
5	10	5,0	ok	35,2	30,0	33,4	34,4
6	41	6,1	ok	37,6	31,5	35,3	36,1
7	43	7,0	ok	40,0	35,1	38,6	37,6
8	44	7,9	ok	41,8	36,2	39,8	40,2
9	21	9,0	ok	44,4	38,4	41,7	42,6

\* Calcul selon le paragraphe 7.3.1 du projet de norme NF S 31-114 version juillet 2011 – 1<sup>er</sup> graphique à venir

\*\* Calcul selon le paragraphe 7.3.2 du projet de norme NF S 31-114 version juillet 2011 – 2<sup>nd</sup> graphique à venir

Code couleur pour L50 retenu sur vitesses de vent entières :

Interpolation

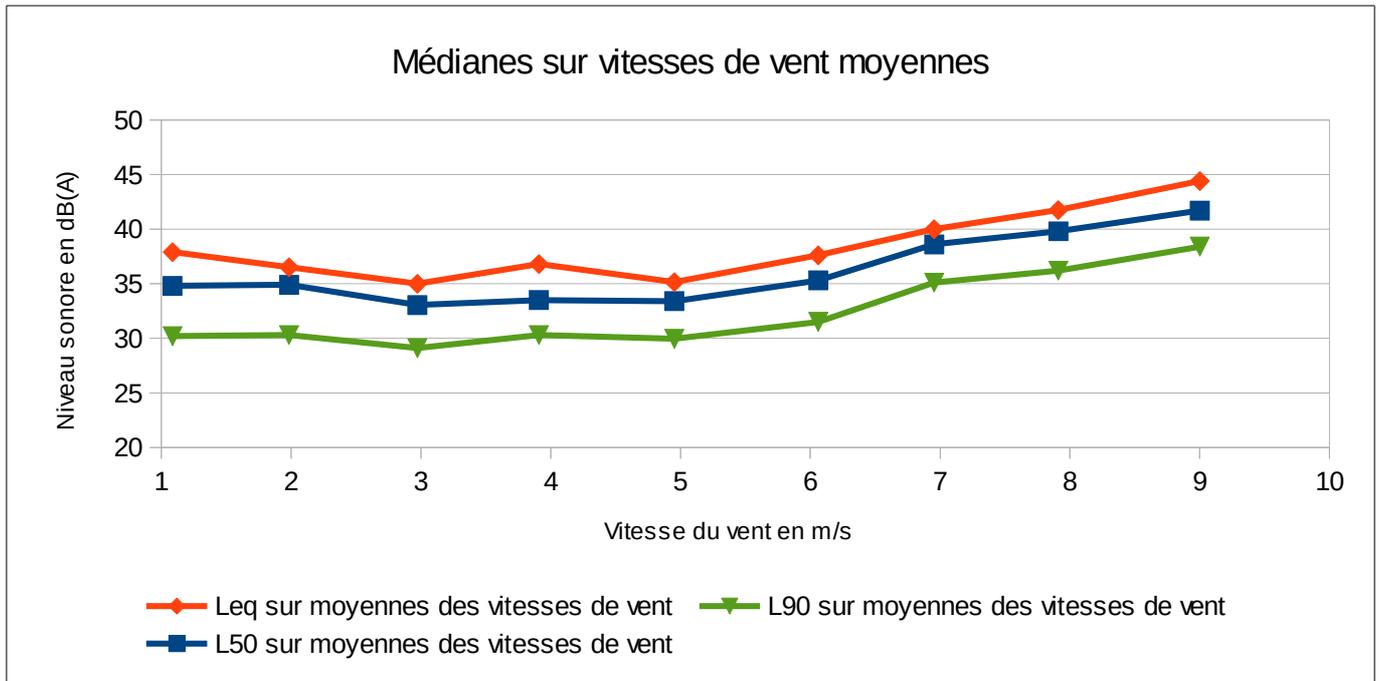
Extrapolation

Médiane L50 brute sur moyenne vent

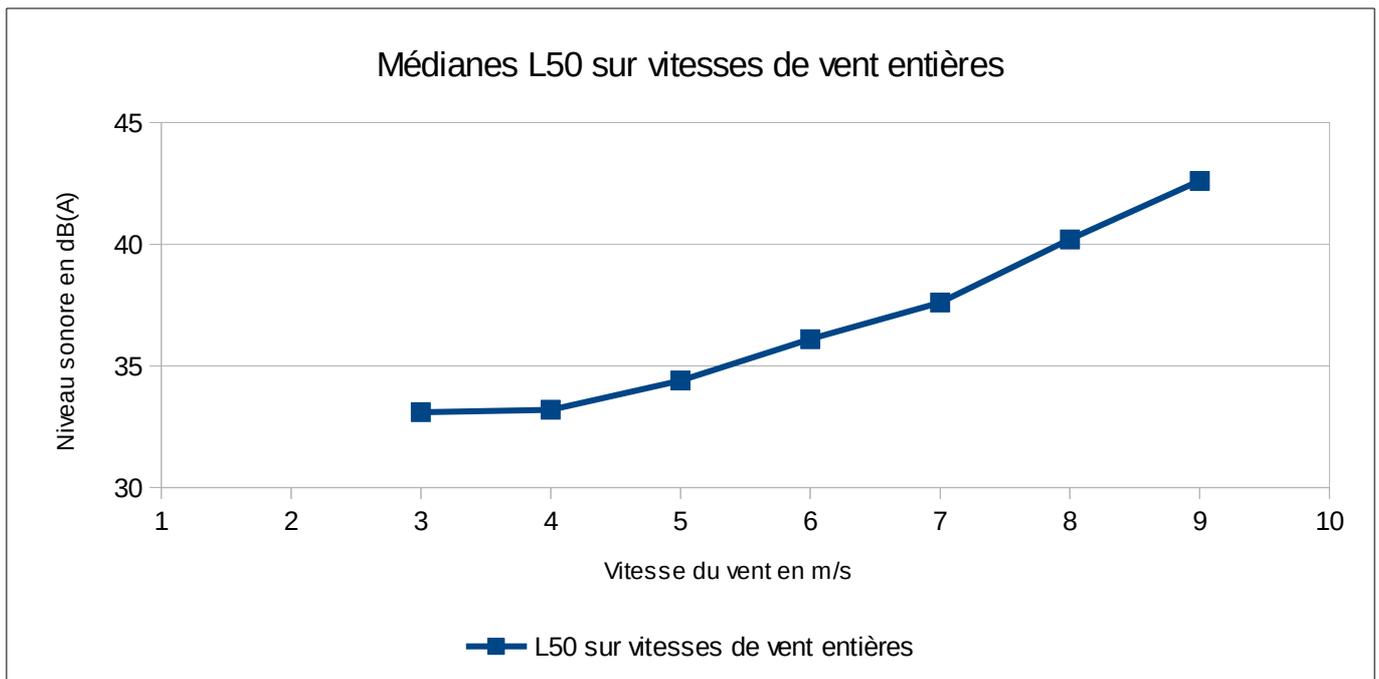
Valeurs de la classe de vent inférieure



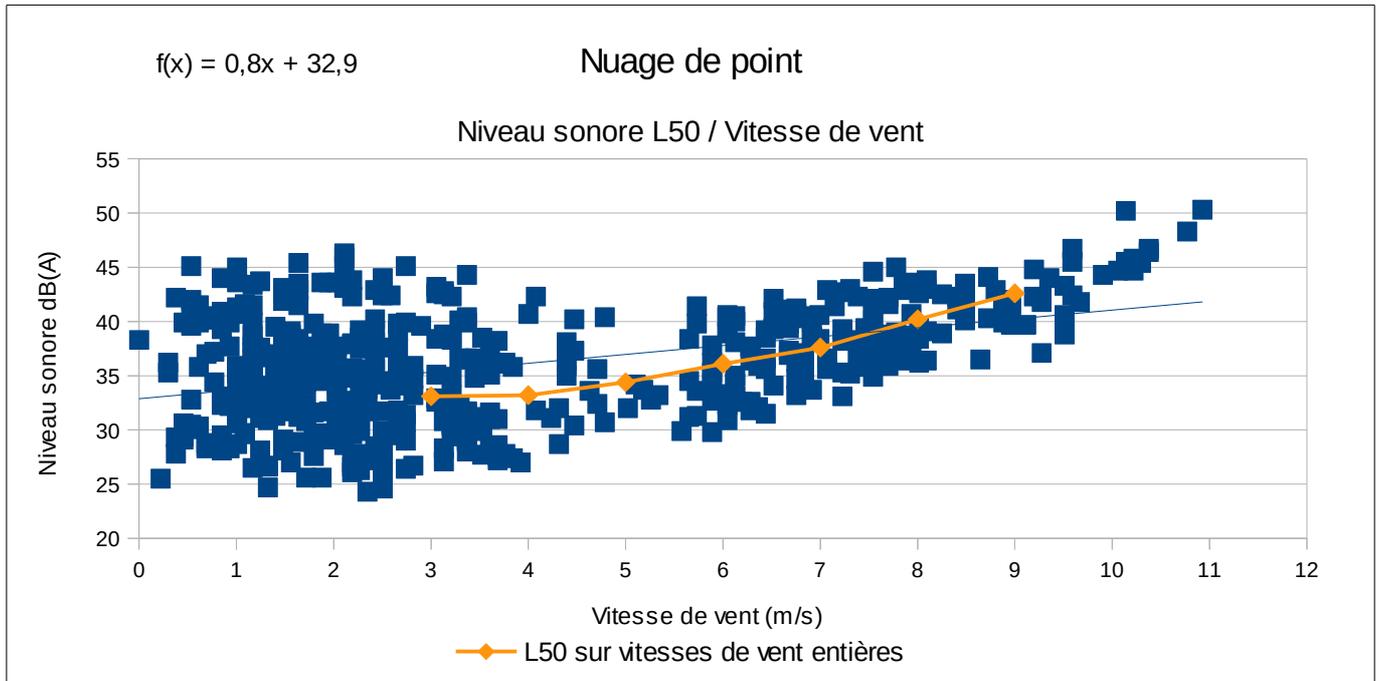
**Graphique d'évolution des médianes des niveaux de bruit en fonction des moyennes des vitesses de vent**



**Graphique d'évolution des médianes des niveaux de bruit en L50 en fonction des vitesses de vent entières**



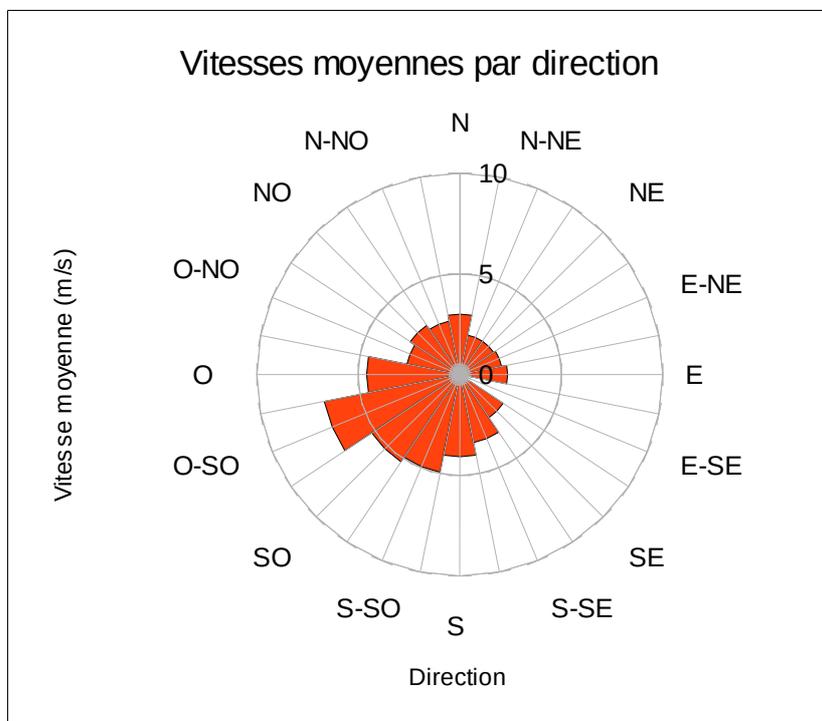
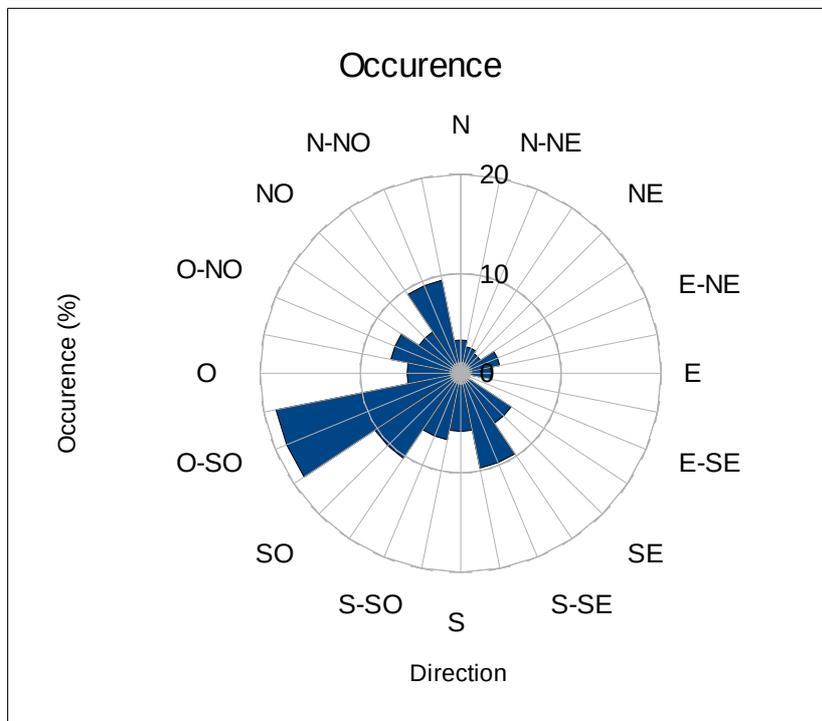
**Nuage de point des niveaux L50 et Médianes L50 sur vitesses de vent entières**



## ANNEXE 3 – RÉSULTATS DES MESURES DE VENT

Nous présentons ci-après des graphiques réalisés sur la base des mesures de vent simultanées aux mesures de niveaux de bruit.

Le graphique du haut présente les occurrences de directions de vent sur tous les échantillons mesurés. Le graphique du bas indique les vitesses de vent moyennes mesurées selon les directions.



### Paramètres de calculs

#### Données initiales

Le parc étudié ici comporte 4 éoliennes de marque VESTAS type V112 3,0 MW (112 m de diamètre de rotor, 3,0MW de puissance nominale et 94 m de hauteur au moyeu).

Nous présentons les documents fournis par Vestas et utilisés pour définir les niveaux de puissance à retenir pour ce parc éolien : les niveaux de puissance acoustique en bande de tiers d'octave (illustration 1) par vitesses de vent mesurée à hauteur de moyeu.

Ces niveaux de puissance acoustique ont été mesurés à hauteur de moyeu pour des vitesses de vent mesurées également à hauteur de moyeu. Or la norme NFS 114 applicable pour cette étude d'impact exige que les calculs soient réalisées pour une vitesse de vent mesurée à une hauteur de 10 m standardisé. Il convient donc de recalculer les niveaux de puissance acoustique des machines mais pour une vitesse de vent mesurée à 10 m standardisé. La norme IEC 61400-11 ed. 3 Appendix D (cf illustration 2) explique des méthodes pour effectuer ce type de calcul. Ces méthodes de calcul prennent en compte la hauteur du moyeu ainsi que la rugosité du sol du site de mesure.

Les niveaux globaux de puissance acoustique par vitesse de vent mesurée à hauteur de moyeu (illustration 1) ont donc été recalculés pour des vitesses de vent mesurées à 10 m standardisé à partir de cette norme. Enfin ces niveaux globaux ont été recalculés en bande d'octave par extrapolation à partir des niveaux de puissance acoustique en bande de tiers d'octave (illustration 2).

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

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

Frequency	Hub height wind speeds [m/s]																	
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s	15 m/s	16 m/s	17 m/s	18 m/s	19 m/s	20 m/s
6.3 Hz	25.0	26.1	27.0	28.8	30.9	32.6	33.8	34.4	34.3	34.1	33.7	33.4	33.2	33.1	32.8	32.6	32.5	32.4
8 Hz	30.4	30.7	31.9	34.0	36.5	38.5	39.6	39.8	39.8	40.2	40.4	40.5	40.6	40.7	40.7	40.7	40.7	40.8
10 Hz	34.7	32.9	33.7	36.0	38.5	40.5	40.9	40.1	40.7	42.4	44.1	45.2	46.2	46.9	47.4	48.0	48.5	48.9
12.5 Hz	44.2	41.0	41.0	42.6	44.6	46.1	45.8	44.5	45.3	47.9	50.4	52.1	53.6	54.7	55.6	56.4	57.2	57.8
16 Hz	54.1	52.5	51.6	52.1	53.2	53.9	53.9	53.2	53.7	55.1	56.5	57.4	58.2	58.8	59.2	59.7	60.1	60.4
20 Hz	58.9	58.5	58.2	59.0	60.3	61.3	61.7	61.7	61.8	62.5	63.0	63.4	63.7	63.9	64.0	64.2	64.3	64.4
25 Hz	62.0	59.5	59.4	60.8	62.6	64.0	63.8	62.8	63.5	65.6	67.7	69.0	70.2	71.1	71.8	72.4	73.1	73.6
31.5 Hz	64.8	60.9	60.8	62.5	64.6	66.1	65.6	63.9	64.9	68.0	71.0	73.0	74.7	76.0	77.1	78.1	79.0	79.8
40 Hz	67.0	63.8	64.2	66.2	68.6	70.3	70.1	68.8	69.6	72.3	74.8	76.5	78.0	79.1	80.0	80.8	81.6	82.3
50 Hz	72.6	69.9	69.8	71.2	73.2	74.6	74.4	73.2	73.9	76.3	78.5	80.0	81.3	82.3	83.1	83.8	84.5	85.1
63 Hz	73.2	71.0	71.7	73.8	76.3	78.1	78.3	77.4	78.1	80.0	81.9	83.1	84.2	85.1	85.7	86.3	86.9	87.4
80 Hz	77.4	75.6	75.9	77.6	79.7	81.2	81.4	80.7	81.2	83.0	84.6	85.6	86.5	87.2	87.8	88.3	88.8	89.2
100 Hz	81.2	79.6	79.5	80.7	82.4	83.6	83.8	83.2	83.6	85.1	86.5	87.4	88.2	88.7	89.2	89.6	90.0	90.4
125 Hz	64.7	65.7	71.3	77.6	83.8	88.7	91.3	91.8	91.8	92.0	92.1	92.1	92.1	92.1	92.0	92.0	92.0	92.0
160 Hz	77.4	77.6	79.5	82.3	85.4	87.9	89.1	89.3	89.4	89.8	90.1	90.3	90.5	90.6	90.6	90.7	90.7	90.8
200 Hz	83.1	83.6	84.1	85.4	87.2	88.6	89.5	89.8	89.9	90.0	89.9	89.9	89.9	89.9	89.8	89.7	89.7	89.7
250 Hz	80.6	81.7	83.1	85.4	87.9	90.0	91.4	91.9	91.9	91.7	91.4	91.2	91.0	90.9	90.7	90.5	90.4	90.3
315 Hz	80.1	81.2	83.1	85.8	88.8	91.2	92.7	93.3	93.2	93.0	92.7	92.5	92.3	92.2	92.0	91.8	91.7	91.6
400 Hz	79.8	80.9	83.1	86.1	89.2	91.9	93.5	94.0	94.0	93.8	93.5	93.3	93.1	93.0	92.8	92.6	92.5	92.4
500 Hz	79.0	80.2	82.7	85.9	89.3	92.1	93.9	94.5	94.4	94.2	93.8	93.6	93.4	93.2	93.0	92.8	92.7	92.6
630 Hz	79.2	80.3	82.9	86.3	89.8	92.7	94.4	95.0	94.9	94.8	94.6	94.4	94.2	94.1	93.9	93.8	93.7	93.6
800 Hz	76.6	77.5	80.7	84.6	88.6	91.9	93.7	94.2	94.2	94.2	94.2	94.1	94.0	93.9	93.8	93.7	93.6	93.6
1 kHz	75.7	76.4	79.6	83.8	87.9	91.3	93.1	93.5	93.6	93.8	93.9	93.9	93.9	94.0	93.9	93.9	93.9	93.9
1.25 kHz	78.1	78.4	80.9	84.4	88.0	91.0	92.4	92.6	92.7	93.2	93.5	93.7	93.9	94.0	94.1	94.1	94.2	94.3
1.6 kHz	74.1	74.7	78.1	82.3	86.6	90.1	91.9	92.2	92.3	92.5	92.7	92.8	92.9	92.9	92.9	92.9	92.9	92.9
2 kHz	76.1	76.6	78.9	82.2	85.6	88.4	89.8	90.1	90.2	90.5	90.7	90.7	90.8	90.9	90.9	90.9	90.9	91.0
2.5 kHz	76.4	77.2	79.2	82.0	85.1	87.6	89.1	89.5	89.5	89.5	89.4	89.3	89.3	89.2	89.1	89.0	88.9	88.9
3.15 kHz	74.0	75.0	77.0	79.8	82.8	85.3	86.8	87.3	87.2	87.2	86.9	86.8	86.6	86.5	86.4	86.2	86.1	86.1
4 kHz	74.6	74.7	76.5	79.3	82.3	84.8	86.0	86.1	86.3	86.7	87.1	87.3	87.5	87.6	87.7	87.7	87.8	87.9
5 kHz	67.0	68.1	69.9	72.6	75.4	77.8	79.3	79.9	79.8	79.6	79.3	79.1	78.9	78.8	78.6	78.5	78.3	78.2
6.3 kHz	61.9	63.0	64.6	66.9	69.5	71.7	73.1	73.7	73.6	73.4	73.1	72.9	72.7	72.5	72.3	72.1	72.0	71.9
8 kHz	59.8	59.1	59.1	60.3	62.0	63.3	63.7	63.5	63.8	64.7	65.5	66.0	66.4	66.8	67.0	67.2	67.4	67.6
A-wgt	91.1	91.5	93.4	96.3	99.5	102.3	103.9	104.4	104.4	104.4	104.4	104.4	104.4	104.4	104.4	104.4	104.4	104.4

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

*Illustration 1: Niveaux de puissance acoustique par bandes de tiers d'octave sans bridage (Mode 0)*

**Annex D**  
(informative)

**Apparent roughness length**

**D.1 General**

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

**Table D.1 – Roughness length**

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

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

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

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

where,

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

Equation (D.1) can be rearranged to

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

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

*Illustration 2: Extrait de la Norme IEC 61400-11 ed.3 Appendix D*

**Niveaux de puissance acoustique par bande de tiers d'octaves et par vitesses de vent mesurées à hauteur de moyeu VESTAS V112 avec serrations (STE) - Mode 2 - avec bridage**

Bien qu'aucun bridage ne soit prévu dans cette étude, nous présentons ici les données fournies par Vestas pour la machine V112 avec bridage, pour information.

Frequency	Hub height wind speeds [m/s]																	
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s	15 m/s	16 m/s	17 m/s	18 m/s	19 m/s	20 m/s
6.3 Hz	25.0	26.0	27.0	28.8	30.5	32.2	33.1	33.7	33.4	32.9	32.5	32.3	32.0	31.9	31.6	31.4	31.3	31.2
8 Hz	30.4	30.7	31.9	34.0	36.1	37.9	38.7	39.1	39.1	39.2	39.2	39.3	39.4	39.5	39.5	39.5	39.5	39.6
10 Hz	34.7	32.8	33.6	35.8	38.0	39.7	39.8	39.7	40.5	41.9	43.0	44.1	45.0	45.7	46.2	46.8	47.3	47.7
12.5 Hz	44.2	40.9	40.9	42.4	44.1	45.3	44.9	44.5	45.6	47.8	49.4	51.0	52.4	53.5	54.4	55.2	56.0	56.6
16 Hz	54.1	52.4	51.6	52.1	52.8	53.5	53.4	53.2	53.8	54.7	55.5	56.3	57.0	57.6	58.0	58.5	58.9	59.2
20 Hz	58.9	58.5	58.3	59.0	60.0	61.0	61.3	61.4	61.5	61.8	61.9	62.2	62.5	62.7	62.8	63.0	63.1	63.2
25 Hz	62.0	59.5	59.3	60.6	62.2	63.3	63.0	62.7	63.6	65.3	66.6	67.9	69.0	69.9	70.6	71.2	71.9	72.4
31.5 Hz	64.8	60.8	60.7	62.2	64.0	65.2	64.6	64.0	65.4	68.0	70.0	71.9	73.5	74.8	75.9	76.9	77.8	78.6
40 Hz	67.0	63.8	64.1	65.9	68.0	69.4	69.1	68.6	69.8	72.1	73.7	75.4	76.8	77.9	78.8	79.6	80.4	81.1
50 Hz	72.6	69.8	69.7	71.1	72.7	73.8	73.5	73.1	74.2	76.0	77.5	78.9	80.1	81.1	81.9	82.6	83.3	83.9
63 Hz	73.2	70.9	71.6	73.6	75.7	77.3	77.3	77.1	78.0	79.6	80.8	82.0	83.0	83.9	84.5	85.1	85.7	86.2
80 Hz	77.4	75.5	75.8	77.4	79.2	80.5	80.6	80.4	81.2	82.5	83.5	84.5	85.3	86.0	86.6	87.1	87.6	88.0
100 Hz	81.2	79.6	79.5	80.6	82.0	83.1	83.1	83.0	83.8	84.6	85.4	86.3	87.0	87.5	88.0	88.4	88.8	89.2
125 Hz	64.7	65.6	71.1	77.4	83.0	87.2	89.1	89.8	90.1	90.5	90.7	90.9	90.9	90.9	90.8	90.8	90.8	90.8
160 Hz	77.4	77.5	79.4	82.2	84.9	87.1	88.0	88.4	88.6	88.8	88.9	89.2	89.3	89.4	89.4	89.5	89.5	89.6
200 Hz	83.1	83.6	84.1	85.4	86.9	88.2	88.9	89.3	89.2	89.0	88.8	88.8	88.7	88.7	88.6	88.5	88.5	88.5
250 Hz	80.6	81.6	83.1	85.4	87.5	89.5	90.5	91.1	90.9	90.5	90.2	90.0	89.8	89.7	89.5	89.3	89.2	89.1
315 Hz	80.1	81.1	83.1	85.8	88.3	90.6	91.7	92.3	92.1	91.8	91.5	91.3	91.1	91.0	90.8	90.6	90.5	90.4
400 Hz	79.8	80.9	83.1	86.0	88.8	91.2	92.4	93.0	92.8	92.5	92.3	92.1	91.9	91.8	91.6	91.4	91.3	91.2
500 Hz	79.0	80.2	82.7	85.9	88.9	91.4	92.7	93.3	93.2	92.9	92.6	92.4	92.2	92.0	91.8	91.6	91.5	91.4
630 Hz	79.2	80.2	82.8	86.2	89.3	91.9	93.2	93.8	93.7	93.5	93.3	93.2	93.0	92.9	92.7	92.6	92.5	92.4
800 Hz	76.6	77.4	80.6	84.5	88.1	91.0	92.3	92.9	93.0	92.9	92.9	92.9	92.8	92.7	92.6	92.5	92.4	92.4
1 kHz	75.7	76.3	79.5	83.6	87.4	90.3	91.7	92.2	92.3	92.5	92.6	92.7	92.7	92.8	92.7	92.7	92.7	92.7
1.25 kHz	78.1	78.3	80.8	84.3	87.5	90.0	91.1	91.5	91.7	92.1	92.3	92.5	92.7	92.8	92.9	92.9	93.0	93.1
1.6 kHz	74.1	74.6	78.0	82.2	86.0	89.0	90.3	90.9	91.0	91.3	91.4	91.6	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7
2 kHz	76.1	76.5	78.8	82.0	85.1	87.5	88.6	89.1	89.2	89.3	89.4	89.6	89.6	89.7	89.7	89.7	89.7	89.8
2.5 kHz	76.4	77.1	79.1	82.0	84.6	86.9	88.0	88.5	88.5	88.4	88.2	88.2	88.1	88.0	87.9	87.8	87.7	87.7
3.15 kHz	74.0	75.0	77.0	79.7	82.4	84.6	85.7	86.3	86.2	85.9	85.7	85.6	85.4	85.3	85.2	85.0	84.9	84.9
4 kHz	74.6	74.7	76.5	79.2	81.9	84.0	84.9	85.3	85.4	85.7	85.9	86.1	86.3	86.4	86.5	86.5	86.6	86.7
5 kHz	67.0	68.0	69.9	72.5	75.0	77.2	78.3	78.9	78.7	78.4	78.1	77.9	77.7	77.6	77.4	77.3	77.1	77.0
6.3 kHz	61.9	62.9	64.5	66.9	69.1	71.2	72.2	72.8	72.6	72.2	71.9	71.7	71.5	71.3	71.1	70.9	70.8	70.7
8 kHz	59.8	59.0	59.1	60.3	61.6	62.8	63.1	63.2	63.5	64.0	64.4	64.8	65.2	65.6	65.8	66.0	66.2	66.4
A-wgt	91.1	91.5	93.3	96.2	99.1	101.5	102.7	103.2	103.2	103.2	103.2	103.2	103.2	103.2	103.2	103.2	103.2	103.2

**Table 4 Expected 1/3 octave band performance Mode 2, STE**

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

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

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

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

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

## Conditions extérieures

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

### Coefficient d'absorption du sol

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

### Coefficient d'absorption atmosphérique

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

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

## Résultats de calculs

Nous présentons par la suite les résultats de calculs pour les vitesses de vent respectivement égales à 4 et 8 m/s pour des hauteurs au sol à 4m de haut. Comme vu dans le corps du rapport, la vitesse du vent influe sur les niveaux de puissance acoustique des machines et donc sur les niveaux sonores en réception.

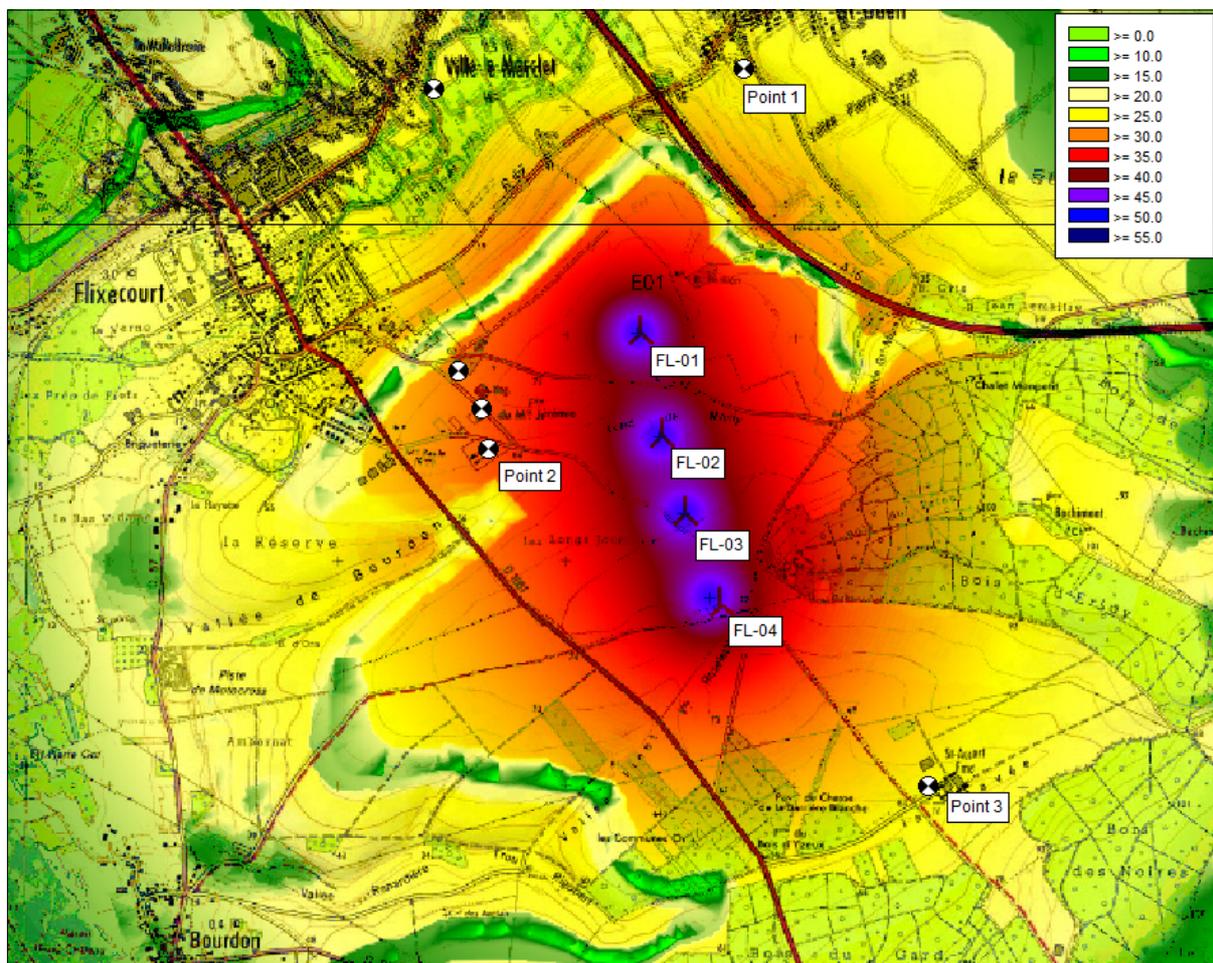


Illustration 3: Cartographie à 4m de haut pour une vitesse de vent de 4 m/s

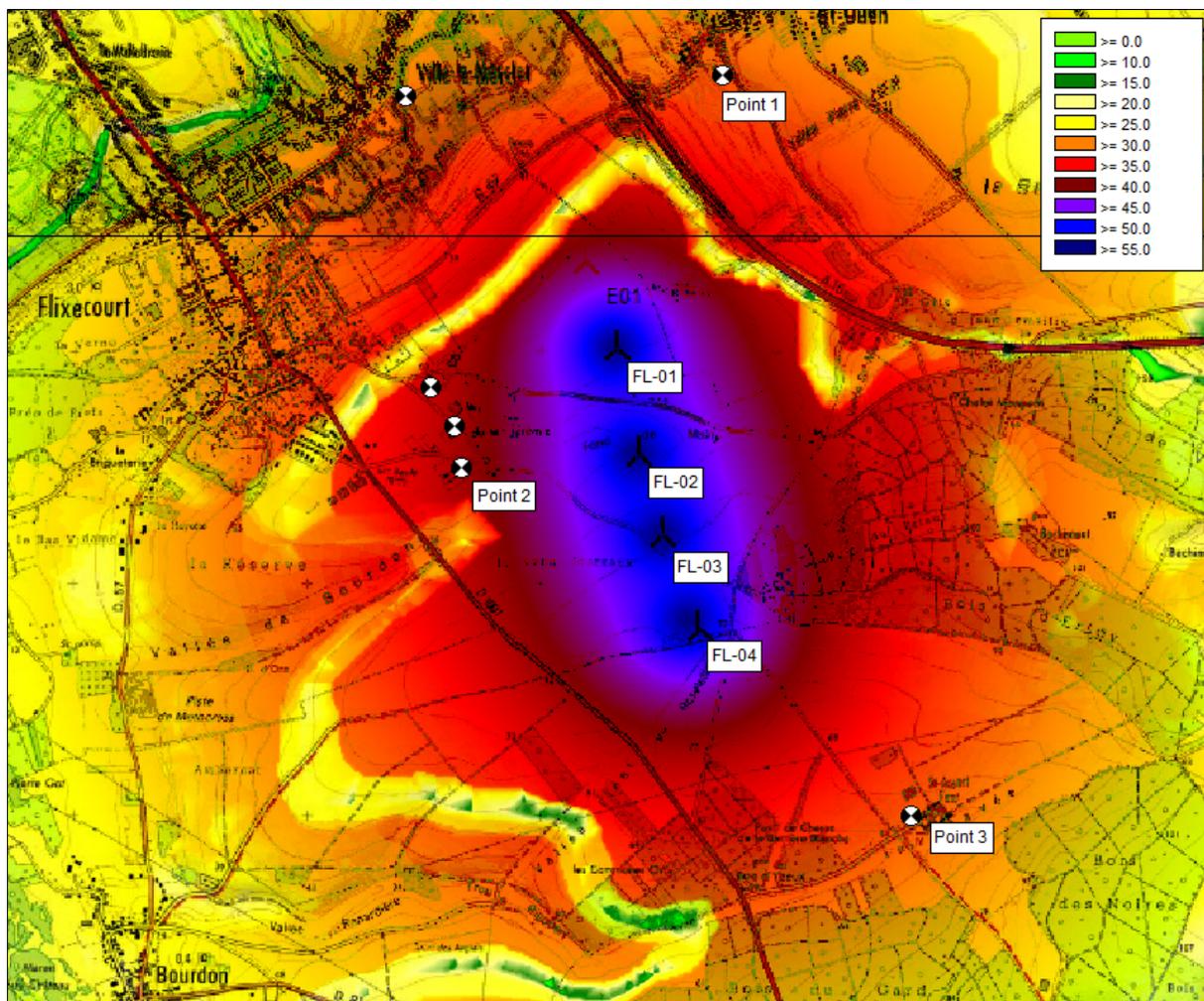


Illustration 4: Cartographie à 4m de haut pour une vitesse de vent de 8 m/s