



ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE

Développement d'un parc éolien

Aquettes

Département

Somme

Région

Haut de France

REDACTEUR :

FBU

DOSSIER :

2016.0327_Etude Acoustique parc éolien
de Aquettes_v1.2

DATE :

Juin 2017 - étude complétée suite
demande de compléments

Pages :

ECHOPSY SARL

TEL : 02 35 17 42 24 - FAX : 02 35 17 42 25

Siège social et laboratoire : 16, Chemin du Haut Mesnil - 76660
MESNIL FOLLEMPRISE

Société à Responsabilité Limitée au Capital de 7 500 €
RCS : Dieppe - SIRET : 447 725 953 00015- APE : 7120B

SOMMAIRE

1. Avant-propos	3
1.1. Opération concernée	3
1.2. Travaux réalisés	3
1.3. Conflits d'intérêts	4
1.4. Contexte éolien	4
1.5. Présentation du site et du projet	4
1.7. Industries et infrastructures de transport	5
1.8. Cadre réglementaire	5
1.9. Vulgarisation	7
2. Mesures des niveaux sonores sur site	9
2.1. Généralités concernant les niveaux sonores	9
2.2. Ambiance sonore dans l'environnement	10
2.3. Gamme de vitesse de vent étudiée	11
2.4. Textes applicables aux mesures	11
2.5. Indicateurs et exploitation acoustique	12
2.6. Stratégie de mesure	14
2.7. Données météorologiques mesurées sur le site	15
3. Résultats des mesures de bruits résiduels	17
3.1. Résultats des mesures de bruits résiduels, Allery	17
3.2. Résultats des mesures de bruits résiduels, Métigny	19
3.3. Résultats des mesures de bruits résiduels, Heucourt-Croquoison 1	21
3.4. Résultats des mesures de bruits résiduels, Heucourt-Croquoison 2	23
3.5. Résultats des mesures de bruits résiduels, le Moulin de Vergies	25
3.6. Résultats des mesures de bruits résiduels, Vergies 1	27
3.7. Résultats des mesures de bruits résiduels, Vergies 2	29
3.8. Résultats des mesures de bruits résiduels, Vergies 3	31
3.9. Synthèse des données bruit/vent	33
4. Simulation d'impact sonore	34
4.1. Niveaux sonores des éoliennes	34
4.2. Modélisation du site	35
4.3. Paramètres de saisie	35
4.4. Calculs d'impacts	37
5. Evaluation des impacts	40
5.1. Résultats des émergences globales	40
5.2. Résultats des seuils en limite de périmètre	41
5.3. Tonalités marquées	42
5.4. Impacts cumulés des projets éoliens	43
5.5. Conclusions	44
Annexes	45
Annexe 1 - Bibliographie	45
Annexe 2 - Lexique	45
Annexe 3 - Fiches techniques des éoliennes abordées en calculs	47
Annexe 4 - Calculs	49
Annexe 5 - Matériel de mesure	50

1. Avant-propos

1.1. Opération concernée

La société [Compagnie du vent](#) développe un projet de parc éolien. Ce projet se situe sur le territoire des communes d'[Allery](#), [Heucourt-Croquoison](#) et [Vergies](#), dans le département de la Somme.

Notre bureau d'études a été missionné afin de réaliser une étude d'impact acoustique permettant d'apprécier l'impact sonore du projet.

1.2. Travaux réalisés

Cette étude s'inscrit dans le cadre des études d'impacts environnementales. Elle doit permettre d'apporter aux décideurs les informations nécessaires à une évaluation des effets potentiels ou avérés sur l'environnement.

L'objectif de l'étude acoustique consiste à présenter à partir des mesures sur site et travaux prévisionnels une description de l'état initial, des impacts, de la situation prévisionnelle attendue vis-à-vis de la réglementation applicable.

Ces travaux sont présentés en trois parties distinctes :

Une description de l'environnement sonore initial : Cette description est effectuée via une campagne de mesure de l'état sonore initial pour les zones à émergences¹ réglementées, c'est-à-dire les niveaux sonores existants auprès des habitations alentours ;

Les conclusions de cette phase de mesures menée sur site sont résumées au paragraphe 3.9, avec un tableau récapitulatif des hypothèses prises pour évaluer les niveaux sonores existants sur site.

Une description de l'impact sonore du projet : Cette description est effectuée par des modélisations prévisionnelles des émissions sonores du projet. Le choix du modèle d'éolienne n'étant pas définitif, les modélisations sont menées pour trois types d'éoliennes à gabarit similaire ;

Les conclusions de cette phase de calculs sont résumées au chapitre 4. Elles se présentent sous la forme de tableaux présentant les niveaux de bruit apportés par le projet (bruits particuliers) ainsi que de tableaux présentant les bruits ambiants (cumul des bruits résiduels et des bruits particuliers).

Une évaluation des calculs réglementaires prévisionnels : Cette évaluation se fait via le calcul des critères réglementaires définis par 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 (Cf. paragraphe 1.6).

Les conclusions de cette phase de calculs sont résumées au chapitre 5. Elles traitent du critère d'émergence, des niveaux sonores sur le périmètre de contrôle, ainsi que des tonalités marquées.

¹ Emergence : la différence entre les niveaux de bruit ambiant (installation en fonctionnement) et résiduel (en l'absence du bruit généré par l'installation).



1.3. Conflits d'intérêts

Echopsy intervient dans le secteur de l'acoustique environnementale, pour des projets tels que l'éolien mais également des installations ICPE « classiques ».

En fonction des années, le nombre de clients annuel est situé entre 30 et 45, aucun de ces clients ne bénéficie d'une position dominante susceptible de mettre en cause le fonctionnement de notre SARL.

L'actionariat de la SARL ne comporte pas d'entreprises ou personnes liées aux projets étudiés. L'entreprise ne perçoit aucune rémunération liée à la réussite du dossier ou bien à son contenu et notamment des conclusions, résultats, bridages ou autres. Les lettres de mission sont définies au préalable et comportent l'objet et les montants correspondants. L'entreprise ne perçoit pas de rémunération en dehors du cadre de nos missions.

1.4. Contexte éolien

Il n'y a pas de parcs en exploitation à proximité de notre projet.

Pour l'acoustique, la présence d'un projet en cours d'instruction à moins de 2 kilomètres d'un de nos points d'étude nécessiterait la prise en compte de ce projet au titre des impacts cumulés. =Il n'y a pas de projet avec avis de l'autorité environnementale ou, accordé mais non construit, dans cette aire d'observation autour de notre projet.

1.5. Présentation du site et du projet

Le site se trouve dans un secteur partiellement vallonné. Il reçoit de manière prédominante des vents de provenance des secteurs sud-ouest et nord-est.

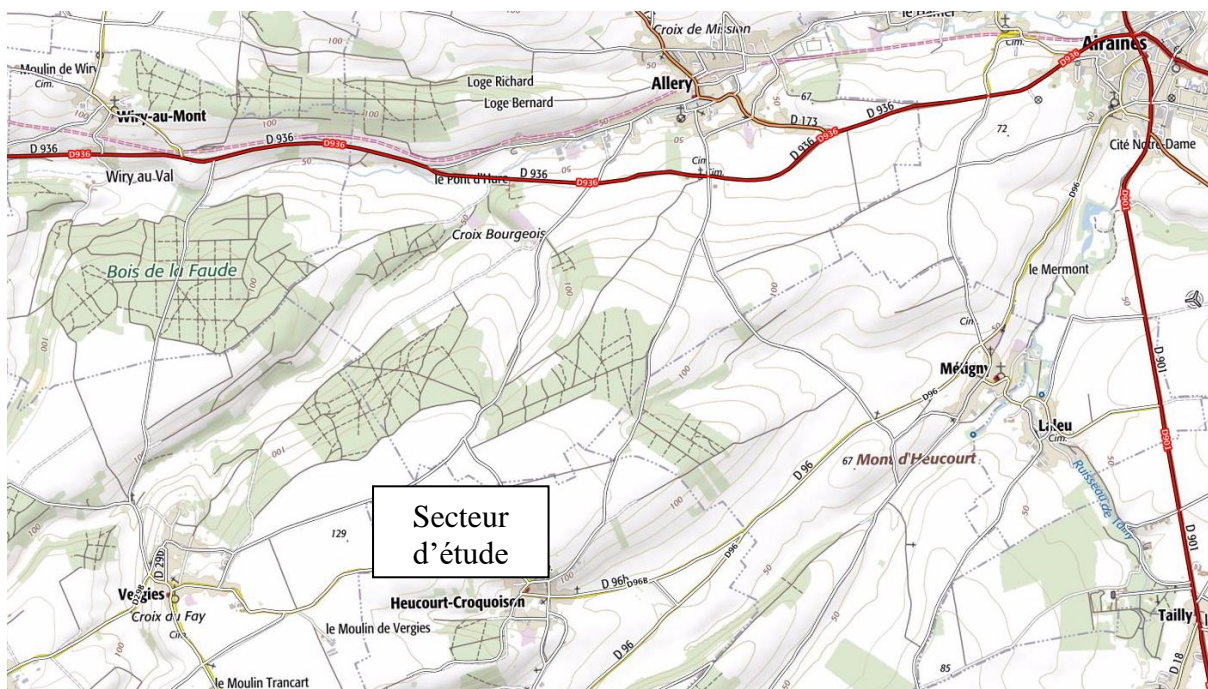


Figure 1 : Secteur d'étude

Les distances entre les turbines et les habitations sont supérieures à 600 mètres².

² La distance minimum entre les zones habitées et les éoliennes est fixée à 500 mètres par la réglementation.



1.7. Industries et infrastructures de transport

Concernant les industries : Il n'y a pas de sites industriels avec un comportement acoustique pouvant impacter nos mesures.

Concernant les axes routiers : les axes traversant la zone d'étude sont secondaires. Ils présentent un trafic modéré ou faible selon les périodes. L'impact de ces axes dans notre étude est faible.

La D956 circule d'est en ouest au nord de la zone d'étude. Cet axe présente un trafic remarquable en journée et plus faible la nuit. Il pourra présenter un impact, modéré en journée et faible la nuit, auprès des points de mesures situés au nord de la zone d'étude.

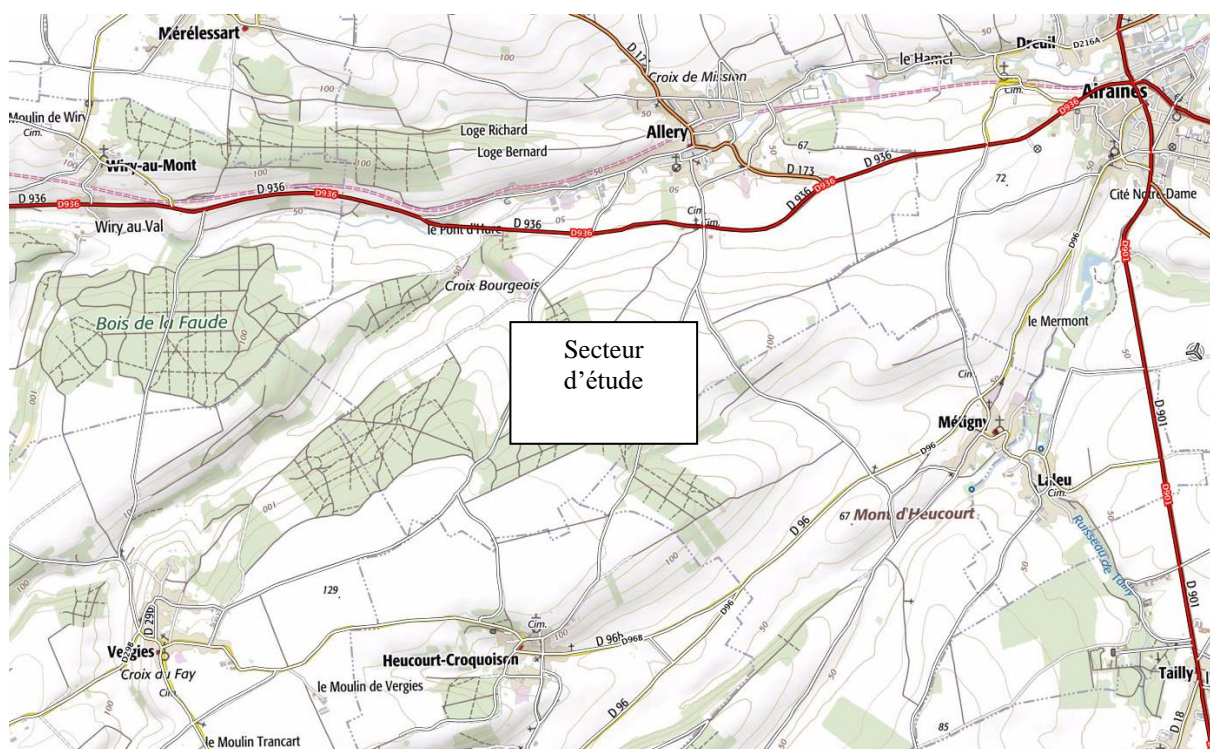


Figure 2 : Infrastructures de transport

1.8. Cadre réglementaire

Conformément à l'annexe 1 à l'article R.511-9 du Code de l'environnement, les parcs éoliens comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure à 50 mètres sont soumis à autorisation au titre de la législation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, sous la rubrique 2980 « Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs ».

Le parc éolien, lors de sa mise en service, sera soumis à l'arrêté ministériel du 26 août 2011. En cours d'exploitation, si un contrôle des émissions sonores est réalisé, les mesures respecteront la norme NFS31-114 dans sa version en vigueur (actuellement en projet) ou à défaut selon la version de juillet 2011, conformément à l'article 28 de l'arrêté du 26 août 2011. Cette norme de mesurage du bruit dans l'environnement est dédiée aux parcs éoliens en exploitation.



Dans le cadre de ce dossier d'évaluation des impacts, les préconisations de la norme en vigueur NFS31-010, ainsi que des indications d'instrumentation et de collecte du vent actuellement présentées dans le projet de norme NFS31-114 ont été suivies (Cf. paragraphe 2.2). Les seuils réglementaires visés dans le dossier sont ceux fixés par l'arrêté du 26 août 2011 dont voici les extraits concernant l'acoustique :

Zones à Emergence Réglementée (ZER) :

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

Section 6 : Bruit

Article 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 ZER incluant le bruit de l'installation	ÉMERGENCE ADMISSIBLE POUR LA PÉRIODE allant de 7h à 22h	ÉMERGENCE ADMISSIBLE POUR LA PÉRIODE allant de 22h à 7h
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 :

- Trois pour une durée supérieure à vingt minutes et inférieure ou égale à deux heures ;
- Deux pour une durée supérieure à deux heures et inférieure ou égale à quatre heures ;
- Un pour une durée supérieure à quatre heures et inférieure ou égale à huit heures ;
- Zéro pour une durée supérieure à huit heures.

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.

Article 27

Les véhicules de transport, les matériels de manutention et les engins de chantier utilisés à l'intérieur de l'installation sont conformes aux dispositions en vigueur en matière de limitation de leurs émissions sonores. En particulier, les engins de chantier sont conformes à un type homologué. L'usage de tous appareils de communication par voie acoustique (par exemple sirènes, avertisseurs, haut-parleurs), gênant pour le voisinage, est interdit, sauf si leur emploi est exceptionnel et réservé à la prévention et au signalement d'incidents graves ou d'accidents.

Article 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.

1.9. Vulgarisation

La réglementation française fonctionne suivant une notion basée sur la différence entre l'ambiance sonore qui existe sans l'équipement apportant du bruit et avec cet équipement. Il s'agit de l'**émergence sonore**.

Ce qui se passe sans les éoliennes correspond à la description de l'état sonore initial. Il s'agit de décrire comment évolue l'ambiance sonore auprès des zones habitées ou habitables, ou bien des bâtiments occupés par des tiers. Dans le cadre de l'éolien cette description de l'état sonore initial est fortement basée sur l'évolution des vitesses de vent.

Cette situation sans (ou avant) les éoliennes est appelée **bruit Résiduel**.

Ce qui se passe avec l'équipement apportant du bruit est appelé **bruit Ambiant**. L'équipement n'existant pas au stade de l'étude des impacts, la présence de l'équipement est simulée à l'aide d'un logiciel de calculs prévisionnels.

La réglementation en vigueur fixe plusieurs limites concernant l'acoustique.



Deux critères annexes : L'absence de **tonalité marquée** et le contrôle d'un **niveau sonore sur un périmètre de contrôle**. Ces deux notions sont peu critiques dans le cas des dossiers éoliens et sont contrôlés en analysant les fiches techniques des éoliennes et en calculant le niveau sonore maximum atteint à une distance proche des éoliennes.

Le critère principal est celui de **l'émergence sonore**.

L'émergence est la différence entre la situation mesurée sans l'équipement apportant du bruit et avec celui-ci. Elle traduit la manière dont le bruit *émerge* et devient impactant dans l'ambiance sonore.

La réglementation prévoit une limitation de l'émergence la journée et la nuit. En journée la limite est de **5 dB(A)**, la nuit elle est de **3 dB(A)**.

La nuit, cela signifie que l'équipement peut apporter autant de bruit qu'il en existe déjà, la journée un peu plus.

La réglementation a ainsi la volonté d'intégrer dans l'environnement sonore les activités nouvelles en leur permettant d'apporter le même *volume sonore* que celui qui existe déjà.

Ainsi elle place l'équipement nouveau dans l'environnement et elle ne cherche pas à ce qu'il n'apparaisse pas dans l'environnement sonore. L'équipement nouveau peut être entendu mais sa présence ne doit pas élever le niveau de bruit global de plus de 3 ou 5 dB(A).

Enfin, la réglementation prévoit qu'en dessus d'un bruit ambiant estimé ou mesuré à **35 dB(A)**, la situation est conforme et il n'y a pas lieu de prendre en compte la notion d'émergence.



2. Mesures des niveaux sonores sur site

2.1. Généralités concernant les niveaux sonores

La caractéristique sonore principale d'un équipement est sa **puissance acoustique**. C'est l'expression de *l'énergie émise* sous forme de variation de pression traduite dans l'échelle des décibels (dB) utilisée pour exprimer les bruits.

L'illustration suivante fait apparaître les niveaux de puissance acoustique en dB et en Watt (W) ainsi que les équipements correspondant à certains seuils.

COMPARISON DU NIVEAU DE PUISSANCE ACOUSTIQUE ET DE LA PUISSANCE ACOUSTIQUE	
Niveau de puissance acoustique (dB)	Puissance acoustique (W)
	170 — 100,000
Turboéacteur	160 — 10,000
	150 — 1000
	140 — 100
	130 — 10
Compresseur	120 — 1
	110 — 10 ⁻¹
	100 — 10 ⁻²
	90 — 10 ⁻³
	80 — 10 ⁻⁴
Conversation	70 — 10 ⁻⁵
	60 — 10 ⁻⁶
	50 — 10 ⁻⁷
	40 — 10 ⁻⁸
	30 — 10 ⁻⁹
	20 — 10 ⁻¹⁰
	10 — 10 ⁻¹¹
	0 — 10 ⁻¹²

Figure 3 : Comparaison des niveaux en puissance (Source : Cchsst canada)

Cette puissance ne représente pas la sensation perçue par les personnes. C'est la **pression acoustique** qui définit la quantité *d'énergie perçue*. Elle se calcule à partir de la puissance en prenant en compte l'ensemble des facteurs agissant sur sa propagation depuis son émission vers un point de réception.

Parmi ces facteurs, la distance, la topographie, les obstacles, les conditions climatiques sont des éléments très importants et influents sur la propagation du son. Il est donc essentiel de se référer à une pression sonore lorsque l'on veut se rendre compte d'une situation ou en évaluer un aspect réglementaire.

Source de bruit	dB(A)
marteau-burineur pneumatique, à 1 mètre	115
scie circulaire à main, à 1 mètre	115
métier à tisser	103
rotative à journaux	95
tondeuse à gazon motorisée, à 1 mètre	92
camion diesel roulant à 50 km/h, à 20 mètres	85
voiture à voyageurs roulant à 60 km/h, à 20 mètres	65
conversation, à 1 mètre	55
salle de détente	40

Figure 4 : Niveaux types de bruits



2.2. Ambiance sonore dans l'environnement

Les niveaux sonores lorsqu'ils sont mesurés à l'extérieur sont composés d'un ensemble variable de sources sonores.

- L'activité animale aura tendance à varier en fonction des saisons et des périodes de la journée et des régions.
- L'activité naturelle est principalement liée à la présence de vent. Le vent crée du bruit lorsqu'il s'écoule dans les obstacles et lorsqu'il met en mouvement des éléments rencontrés sur son passage.
- L'activité humaine aura tendance à varier en fonction des lieux, des saisons et des périodes de la journée. La circulation peut ainsi être continue sur un axe majeur avec fort passage mais elle sera plus généralement discontinuée et plus marquée sur des horaires correspondant à des déplacements du type domicile vers lieu de travail par exemple.

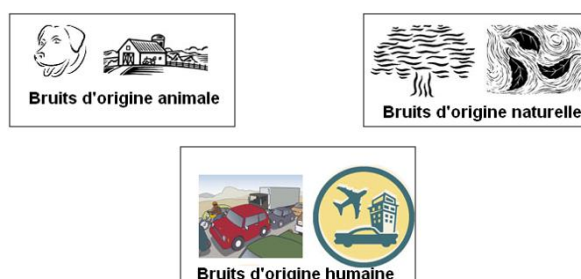


Figure 5 : Origines des bruits dans l'environnement

Le bruit dans l'environnement dépend d'un ensemble de facteurs qui ne vont pas tous évoluer de la même manière pour un même lieu, une même saison. Ainsi, il est trop restrictif de concevoir le niveau sonore dans l'environnement comme strictement lié à un élément de la composition de l'environnement de la zone de mesure.

La saisonnalité comporte ainsi un grand nombre de variables, jusqu'à l'exposition des personnes, qui varie elle aussi en fonction de l'année et des conditions météo.

Par exemple la présence ou non d'un feuillage impacte la situation sonore mais le type de vent varie aussi selon les saisons et produit également des variations qui sont indépendantes.

L'ambiance sonore est constituée principalement des bruits et interactions créées dans un rayon de 10 à 40 mètres autour du point de mesure. Viennent ensuite s'additionner selon leurs niveaux les autres bruits : ceux lointains portés par le vent, ou bien ceux liés à des obstacles hors des 40 mètres. Cependant leur contribution pour être significative doit être importante.

L'analyse qui est faite des mesures va rejeter **50%** des bruits atteints ou dépassés pendant l'intervalle de mesure. Ce choix va tenter notamment de lisser les écarts éventuels pouvant intervenir entre les saisons, entre des comportements météorologiques différents ou des activités humaines sur site.



2.3. Gamme de vitesse de vent étudiée

Les éoliennes sont étudiées en présence de vent. On s'accorde généralement pour restreindre la plage d'étude à des vents (exprimés à 10m) compris entre **3 et 10 m/s**.

Du point de vue machine, la plupart des éoliennes atteignent un maximum acoustique avant de se trouver à 10 m/s. Ainsi la contribution sonore pour des vents supérieurs à 10 m/s n'augmente plus.

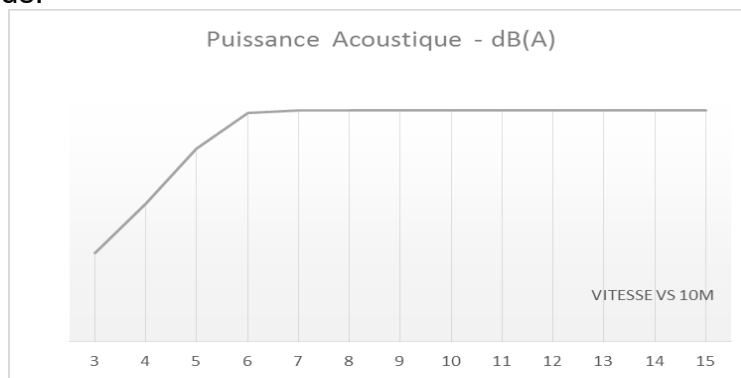


Figure 6 : Evolution puissance acoustique, exemple pour un rotor de 110m, une puissance électrique de 2MW, hauteur mât 90m

D'un point de vue mesure de l'état initial, atteindre des périodes de vents de 10 m/s, correspond à des vitesses importantes, de l'ordre de 35 à 40 km/h. Il s'agit de situation soutenue présentant des bruits élevés. Lorsque le vent continuera à évoluer, l'ambiance sonore continuera à augmenter, et même si elle le fait moins rapidement au fur et à mesure que le niveau sonore est plus fort, le risque d'obtenir des émergences plus fortes après 10 m/s qu'avant est faible.

Enfin, pour la plupart des sites sur le territoire national, les gisements de vents moyens sont répartis dans cette fourchette de 3 à 10 m/s, ce qui permet de couvrir une large gamme de situations rencontrées dans une année.

2.4. Textes applicables aux mesures

Le matériel utilisé pour les mesures est de **classe 1**, conformément à la norme IEC 61672. La liste du matériel utilisé se trouve en annexe. Les textes de référence qui s'appliquent aux mesures sont les suivants :

- Norme NFS 31-010, décembre 2008 : Relative à la caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement.
- FD S 31-115, Guide sur les incertitudes de mesure en acoustique.
- Projet de norme prNF31-114 : Relatif à la méthode de mesurage et d'analyse des niveaux de bruit dans l'environnement d'un parc éolien.

Le projet de norme prNFS31-114 est dédié au constat de situation sonore d'un parc éolien en cours d'exploitation. Ainsi, la méthodologie, les critères et modalités d'application en sont spécifiques.

Dans le cadre de l'étude d'impact, ce projet de norme est tout de même appelé à guider certaines parties de l'étude, comme la collecte et l'expression de la situation sonore en fonction d'une mesure du vent.



2.5. Indicateurs et exploitation acoustique

a) Indicateur de bruit

L'indicateur retenu pour l'analyse est normalisé (prNFS31-114) il s'agit systématiquement de l'indice **LA50_{10min}**, **calculé à partir des LAeq** 1 seconde sur les échantillons analysés.

C'est le niveau moyen équivalent obtenu sur une période de 10 minutes durant laquelle nous écartons 50% des bruits atteints ou dépassés pendant l'intervalle de mesure. Ce choix permet notamment de lisser les écarts éventuels pouvant intervenir entre les saisons ou bien d'atténuer l'effet d'événements ponctuels durant la mesure.

Une fois les échantillons collectés et triés, pour une même classe de vent, c'est à nouveau un indicateur excluant une partie des mesures qui est utilisé. Il s'agit de **l'indicateur médian**. Contrairement à une moyenne classique ; la médiane des échantillons composant une classe rejette les points « fou » afin de se recentrer sur la position centrale des échantillons.

b) Critères d'analyse

Afin d'analyser les mesures, les critères retenus dans le but de constituer des évolutions sonores cohérentes sont les suivants :

- La période de la journée : jour (7h – 22h) ou nuit ;
- Lorsque la faune est présente en excès sur la période nocturne notamment, elle est retirée de l'analyse. Cela peut concerner la période de nuit entre 05h30 et 7h00. Ce comportement n'étant pas constant dans l'année.
- La direction du vent : un ensemble de directions va être constitué lorsque les directions qui le composent (i) comportent suffisamment de données pour être analysées, (ii) présentent une homogénéité de comportement sonore.
- L'absence de pluie ;
- Les dates de la mesure (saison).

La constitution de ces critères est spécifique à chaque point de mesure et à chaque période de mesure.

Ce choix de critères d'analyse est pris *a priori* avant la réalisation des mesures. Il est ensuite validé *a posteriori* dans les exploitations des nuages de points présentés pour chaque point de mesure.

Tout critère variant de cette liste et présentant un caractère spécifique au point de mesure est présenté lors du développement des analyses.

c) Exploitation acoustique

Les niveaux sonores dans l'environnement, qu'ils soient naturels ou liés à des activités humaines, varient en permanence. Le vent (par sa vitesse et sa direction), la température, l'humidité et la période de la journée sont, entre autres, des paramètres influents sur la portée et la création des bruits, donc sur les niveaux sonores mesurés en extérieur.

Les situations mesurées sont analysées en exprimant les échantillons de mesure en fonction des vitesses de vent rencontrées. Ces nuages de points traduisent la variabilité de



l'environnement sonore en fonction de plusieurs paramètres définissant un ensemble de conditions homogènes. L'exploitation du nuage de points se fait via :

- Un tri effectué sur les mesures pour retirer les périodes non recherchées pour l'analyse (pluie, conditions bruyantes spécifiques, ...)
- Le calcul de la valeur médiane des échantillons LA50 pour chaque vitesse de vent (classe centrée sur la valeur unitaire entre 3 et 10 m/s)

Exemple graphique :

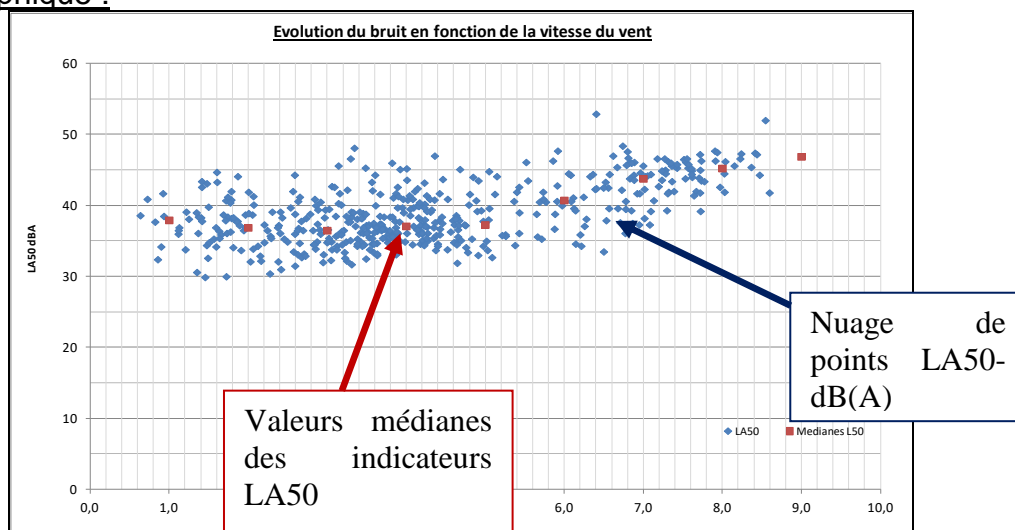


Figure 7 : Nuage de points de mesure et valeurs médianes LA50 entre 1 et 9 m/s)

Cette répartition sous forme de nuage de points fait l'objet d'une étude particulière. Celle-ci a pour but d'établir si la répartition de l'évolution sonore apparaît cohérente avec l'évolution des conditions météorologiques autour du point de mesure.

Pour l'analyse des données, certaines périodes horaires peuvent être retirées si elles sont sources de perturbations. Par exemple, le chorus matinal ou des horaires spécifiques présentant un trafic routier non représentatif de la situation générale sont supprimés pour l'analyse.

De la même manière, les faibles vitesses de vents sont liées à de faibles niveaux sonores. Ces niveaux sont très vite influencés par des bruits perturbateurs et nuisent parfois à l'analyse. Lorsque cela est nécessaire, les données sont retirées en coupant les classes de vitesse de vent trop polluées pendant les mesures.

Des actions peuvent être menées afin de « compenser » des aléas liés à la mesure, ou bien « d'extrapoler » des conditions non rencontrées lors des mesures. Dans ce cas, les indicateurs sont dits « corrigés » et sont indiqués **en vert**.



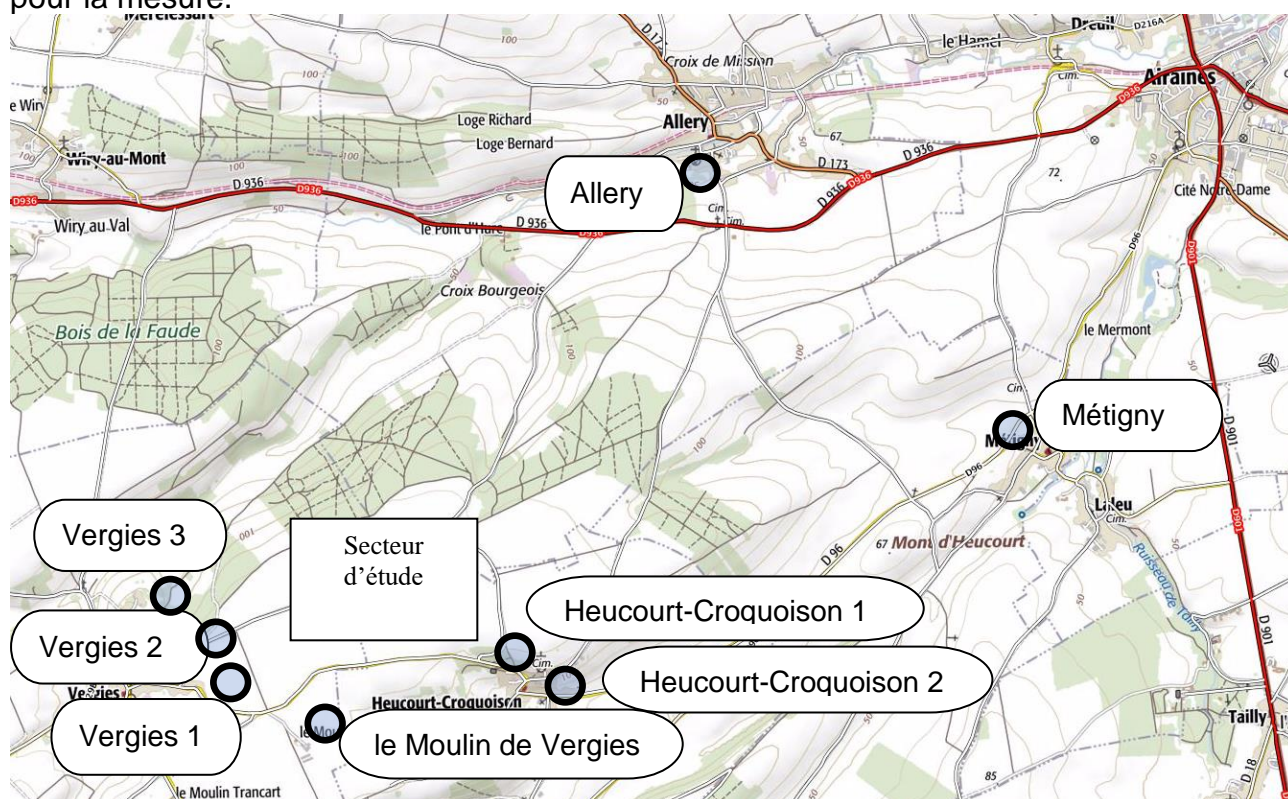
2.6. Stratégie de mesure

Les points de mesure du bruit résiduel ont été choisis parmi les ZER, en fonction de leurs expositions sonores vis-à-vis des éoliennes, des orientations de vent dominant et de la topographie de la végétation, etc.... Ils sont représentatifs de l'environnement sonore de la zone de projet et ses environs et permettent une extrapolation de leurs résiduels vers des récepteurs ayant une ambiance sonore comparable et n'ayant pas fait l'objet de mesures.

Compte tenu de la disposition des communes autour de la zone d'étude, nous avons retenu des points de mesures auprès de chacune des communes et hameaux entourant la zone d'étude.

Les positions de mesures proposées entourent la zone d'étude de manière à évaluer la situation initiale dans toutes les directions. Les points de mesures sont au nombre de 8. Les zones entourant nos mesures sont en zone agricole et les zones ouvertes à la construction sont en retrait par rapport à nos points.

Le choix des points de mesurage dépend de la proximité des habitations au projet, de la topographie du site et de la végétation. Enfin il est nécessaire d'avoir l'accord des riverains pour la mesure.



Position	Coordonnées Lambert 93	
Allery	619965	6985167
Métigny	622741	6983321
Heucourt-Croquoison 1	619630	6982107
Heucourt-Croquoison 2	619721	6981972
le Moulin de Vergies	618192	6981649
Vergies 1	617517	6982027
Vergies 2	617465	6982227
Vergies 3	617112	6982525

Figure 8 : Positions et coordonnées des points de mesure

2.7. Données météorologiques mesurées sur le site

Afin de pouvoir analyser les mesures sonores avec les données des simulations, une référence de vent mesurée sur le site d'implantation est utilisée. Les vitesses et directions de vent ont été mesurées sur site avec un mât de mesure de 83m et exploité par le pétitionnaire. Les données ont été collectées par une centrale d'acquisition, puis dépouillées et analysées pour être corrélées aux mesures des sonomètres.

La campagne de mesure a été réalisée du [23 septembre au 11 octobre 2016](#).

Les périodes de pluies ont été identifiées par un pluviomètre.

Durant cette campagne, les vents ont été répartis dans une large gamme de directions et de vitesses. Les conditions météorologiques relevées au cours de la période de mesures sont représentatives des conditions habituellement observées dans la région. De manière préférentielle, l'analyse pour chaque point de mesure reprendra les directions de vent qui traverseront le site du projet pour se diriger vers l'habitation considérée.

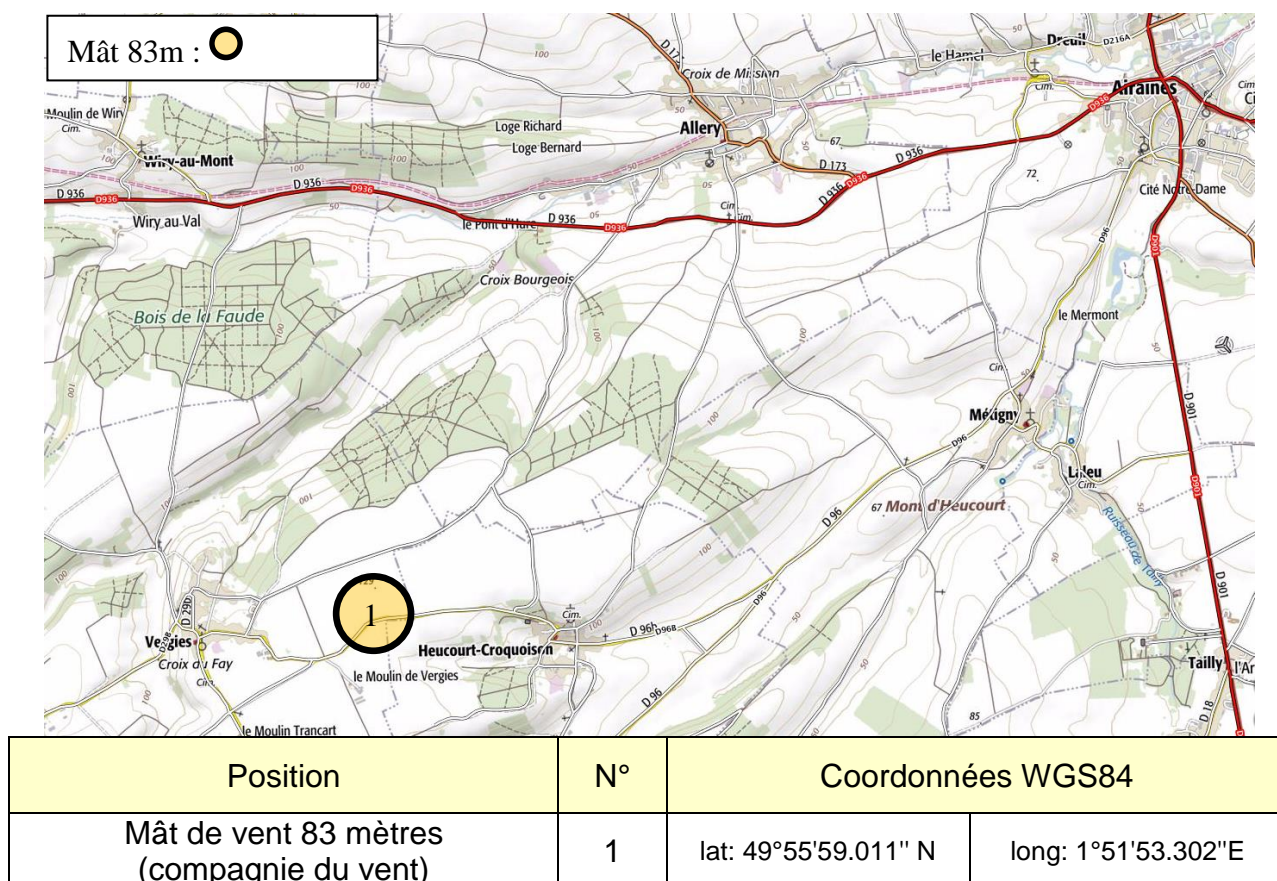


Figure 9 : Mesure de vent et analyse

Les vitesses du vent mesurées sont standardisées. Cette standardisation a pour but de définir le même référentiel de vitesse que les puissances acoustiques fournies par le fabricant des machines pour les simulations. Elles sont ramenées à 10 mètres du sol avec un coefficient de rugosité de 0,05 mètres (procédé de standardisation).



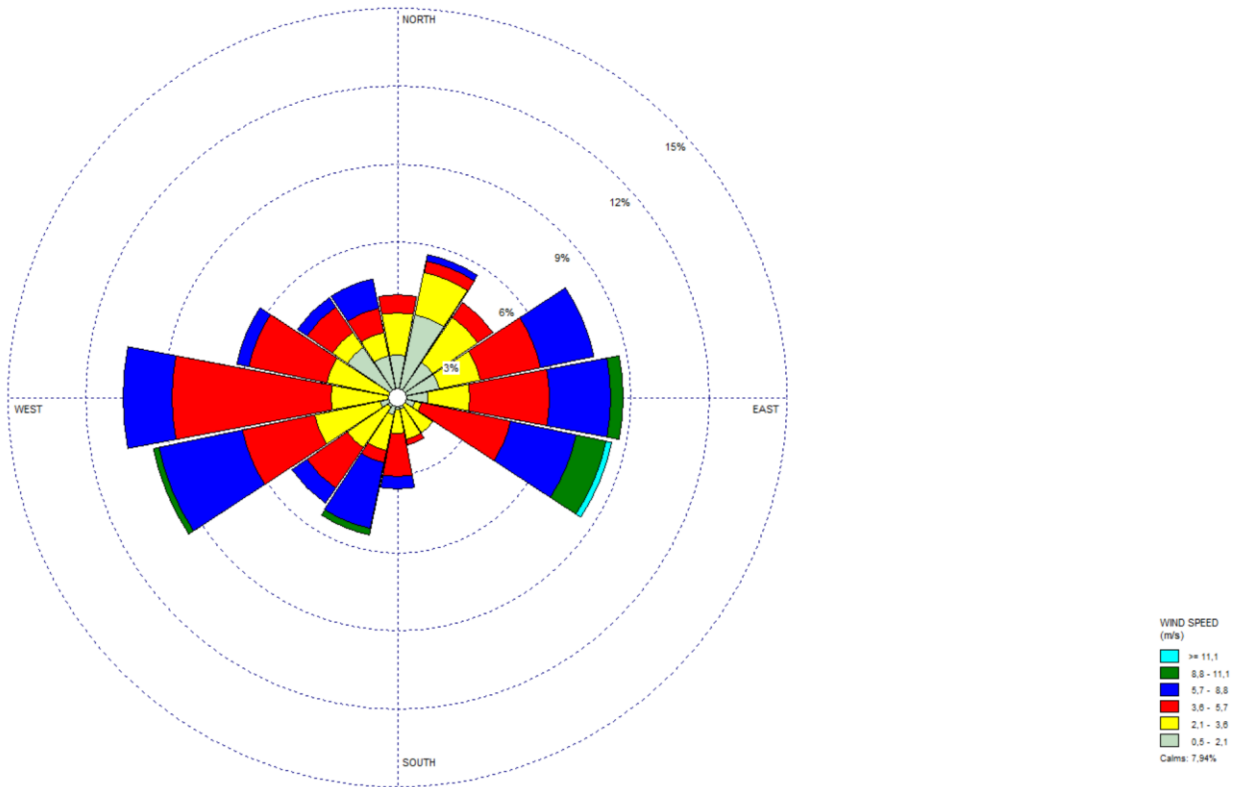


Figure 10 : Synthèse horaire des vents durant nos mesures. Directions et vitesses

Nous avons rencontré sur site les vents dominants, avec un panel de vitesse très large.



3. Résultats des mesures de bruits résiduels

3.1. Résultats des mesures de bruits résiduels, Allery

a) Présentation de la mesure

Il s'agit d'une commune au nord de la zone d'étude. Elle est assez éloignée mais se trouve dans l'axe des vents dominants. La mesure est placée dans le jardin d'une habitation, vers le projet.



Position topographique :

La maison se trouve plus bas que la zone d'étude. La différence est d'environ 80 mètres. Le dénivelé est lent et progressif.

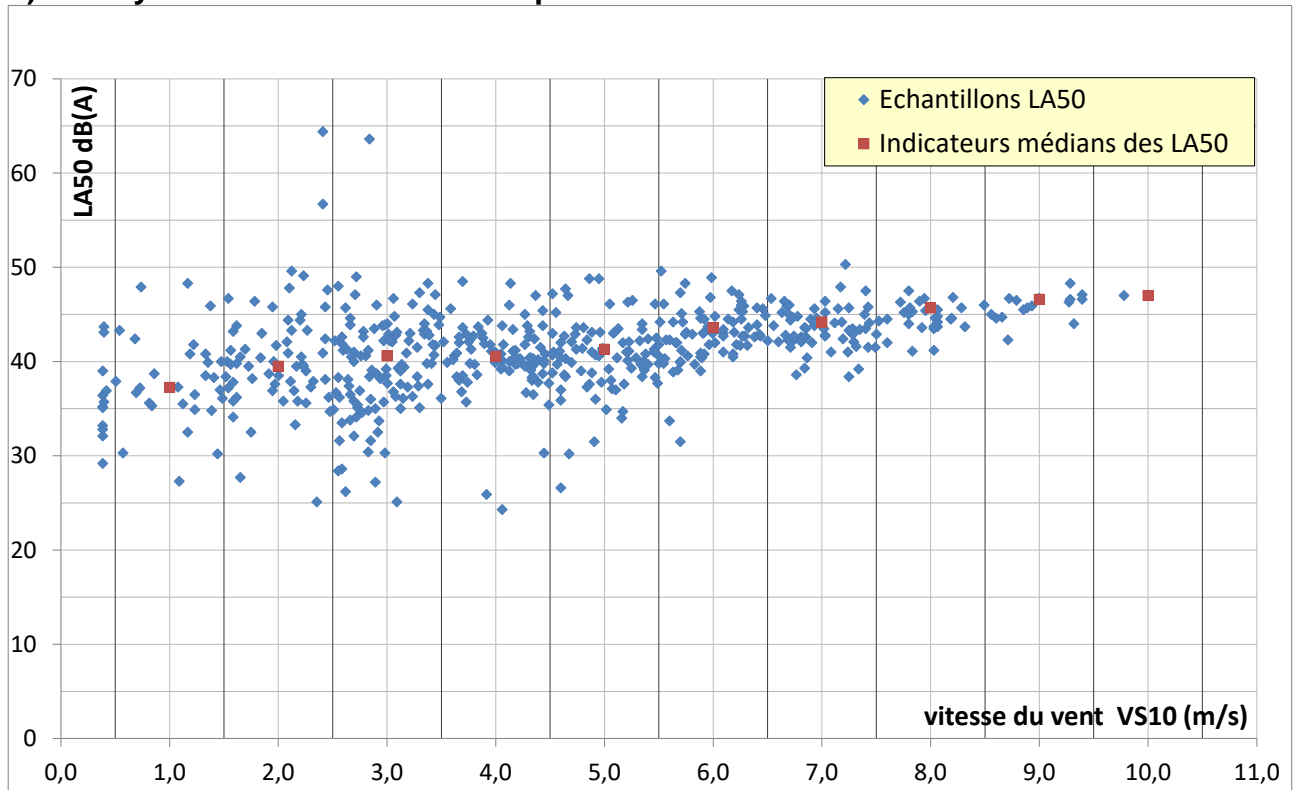
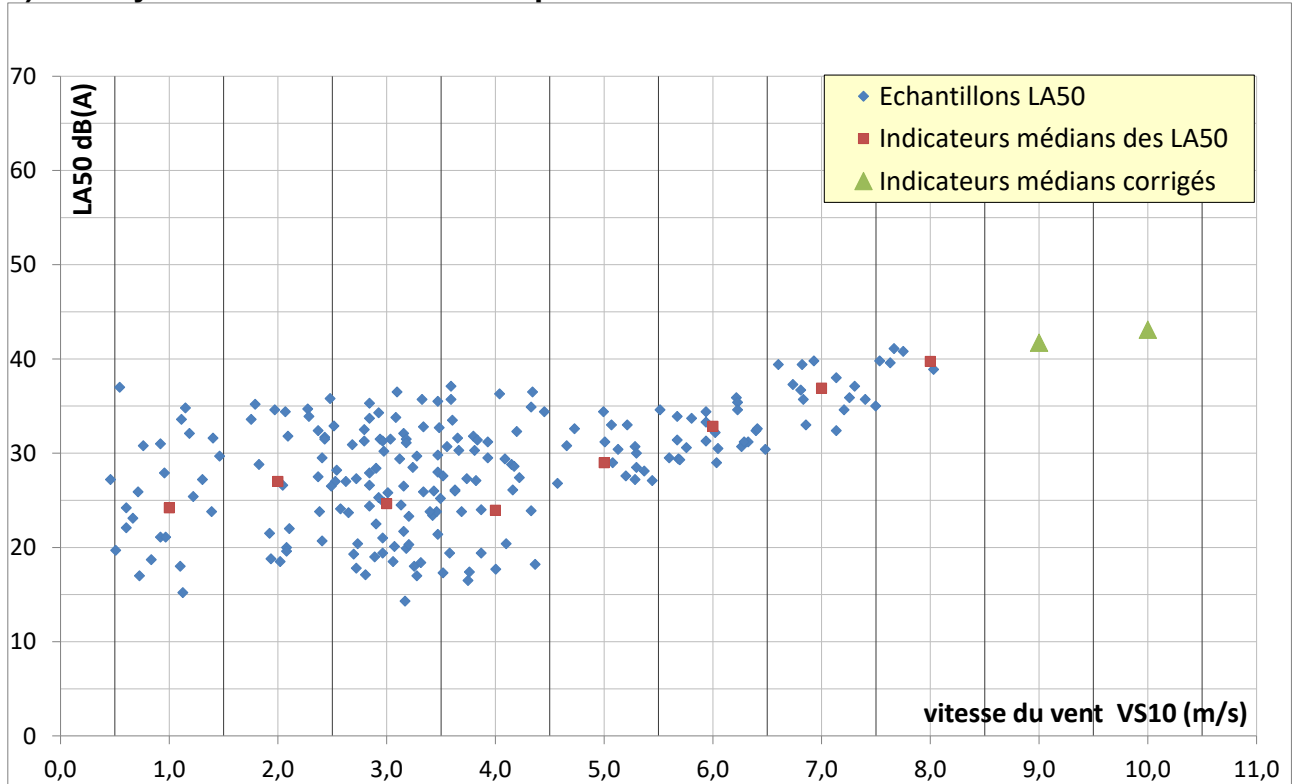
Végétation :

La végétation à proximité immédiate du point de mesure est variée. Des arbres et arbustes sont présents de manières parsemées ou en haies.

Composition du bruit résiduel :

- Des bruits de circulation locale et des activités agricoles menées dans le secteur ;
- Des bruits « naturels » liés au vent et à la végétation.



b) Analyse des bruits résiduels – période diurne**c) Analyse des bruits résiduels – période nocturne**

3.2. Résultats des mesures de bruits résiduels, Métigny

a) Présentation de la mesure

Il s'agit d'une commune au nord-est de la zone d'étude. Elle est assez éloignée mais se trouve dans l'axe des vents dominants. La mesure est placée dans le jardin d'une habitation, vers le projet.



Position topographique :

La maison se trouve plus bas que la zone d'étude. La différence est d'environ 70 mètres. Le dénivelé est lent et progressif.

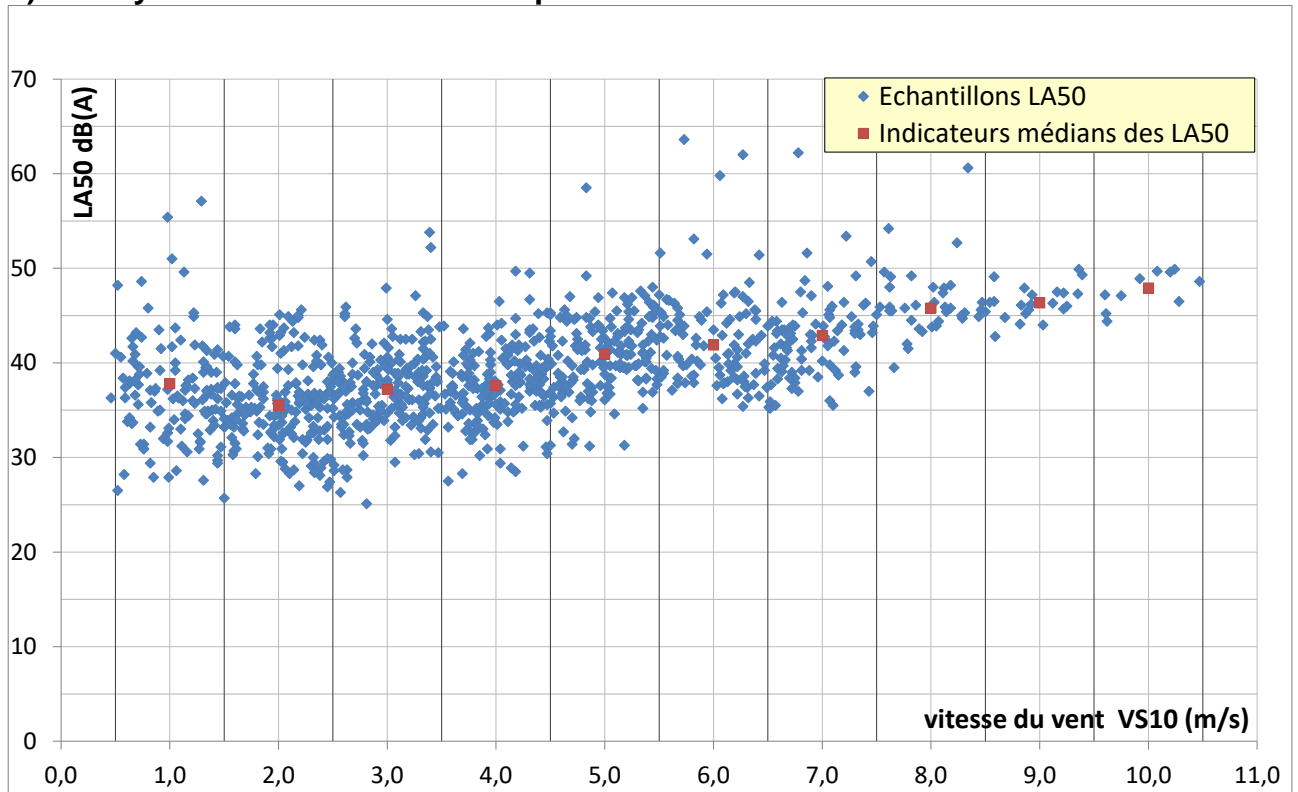
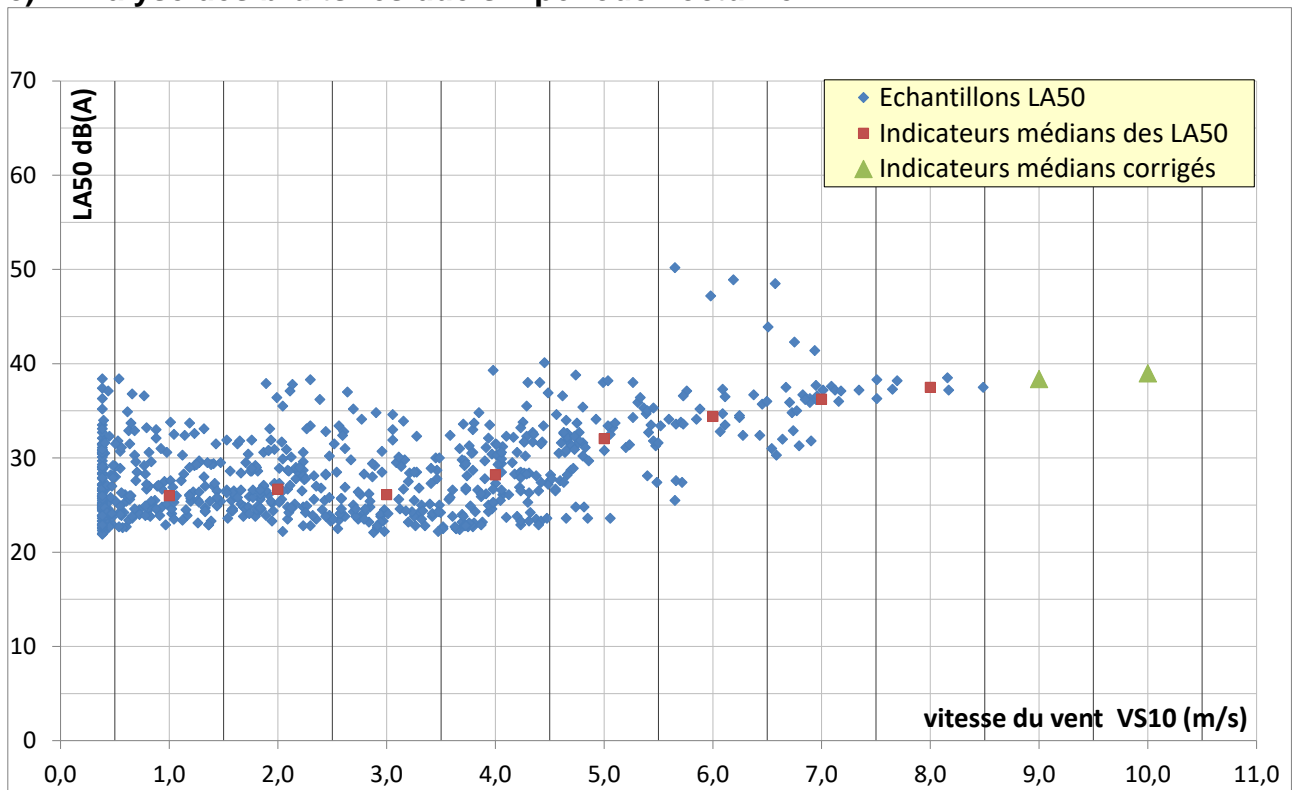
Végétation :

La végétation à proximité immédiate du point de mesure est faible. Elle est quasi nulle autour de la zone de mesure et des grands arbres se trouvent à une cinquantaine de mètres.

Composition du bruit résiduel :

- Des bruits de circulation locale et des activités agricoles menées dans le secteur ;
- Des bruits « naturels » liés au vent et à la végétation.



b) Analyse des bruits résiduels – période diurne**c) Analyse des bruits résiduels – période nocturne**

3.3. Résultats des mesures de bruits résiduels, Heucourt-Croquoison 1

a) Présentation de la mesure

La commune se trouve au sud de la zone d'étude. Deux points sont prévus. Celui-ci concerne les habitations proches de la zone d'étude et dans une altimétrie plus haute. La mesure est placée dans un jardin, vers le projet.



Position topographique :

La maison se trouve à une altimétrie proche de celle de la zone d'étude, la différence est de l'ordre de 20/25 mètres.

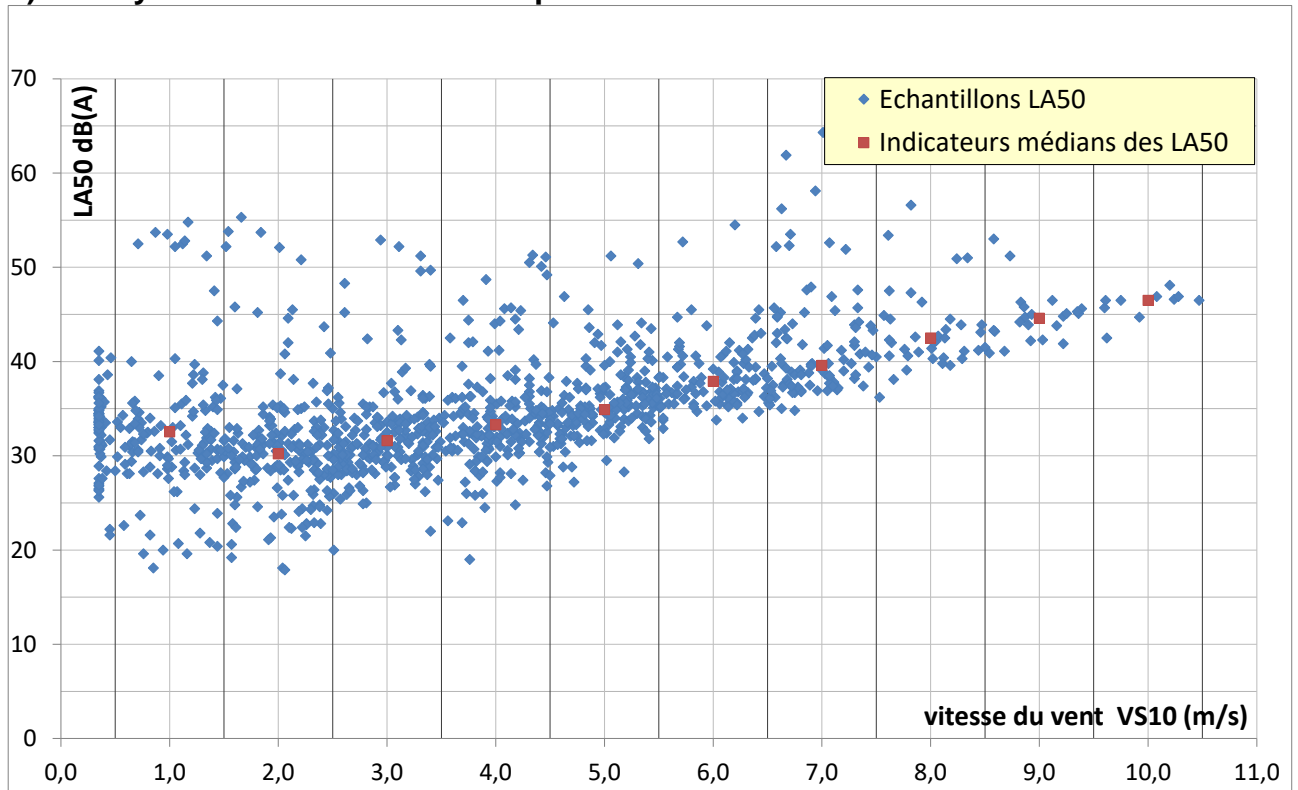
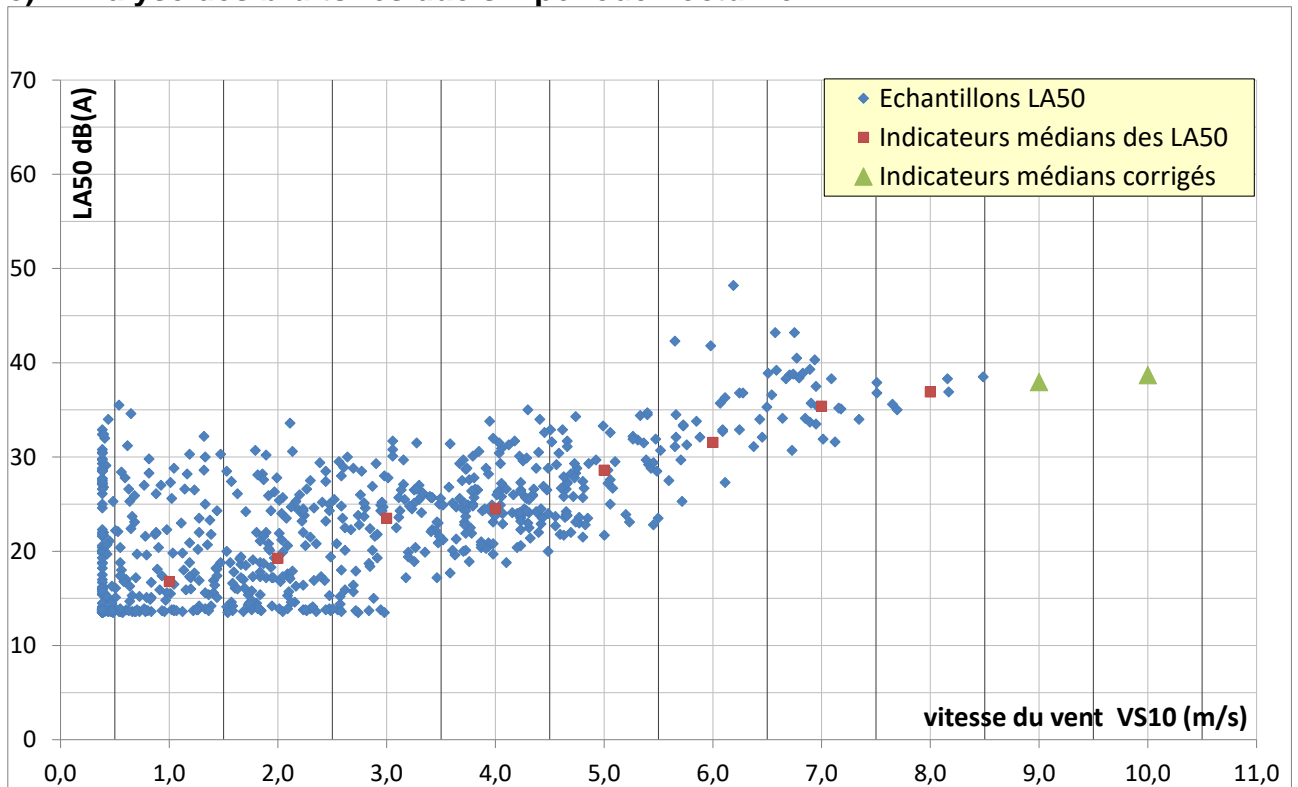
Végétation :

La végétation à proximité immédiate du point de mesure est variée. Des arbres et arbustes sont présents de manières parsemées ou en haies.

Composition du bruit résiduel :

- Des bruits de circulation locale et des activités agricoles menées dans le secteur ;
- Des bruits « naturels » liés au vent et à la végétation.



b) Analyse des bruits résiduels – période diurne**c) Analyse des bruits résiduels – période nocturne**

3.4. Résultats des mesures de bruits résiduels, Heucourt-Croquoison 2

a) Présentation de la mesure

La commune se trouve au sud de la zone d'étude. Deux points sont prévus. Celui-ci concerne les habitations éloignée de la zone d'étude et dans une altimétrie plus basse. La mesure est placée dans un terrain entre les habitations, vers le projet.



Position topographique :

La maison se trouve à une altimétrie inférieure à celle de la zone d'étude, de l'ordre de 50 mètres.

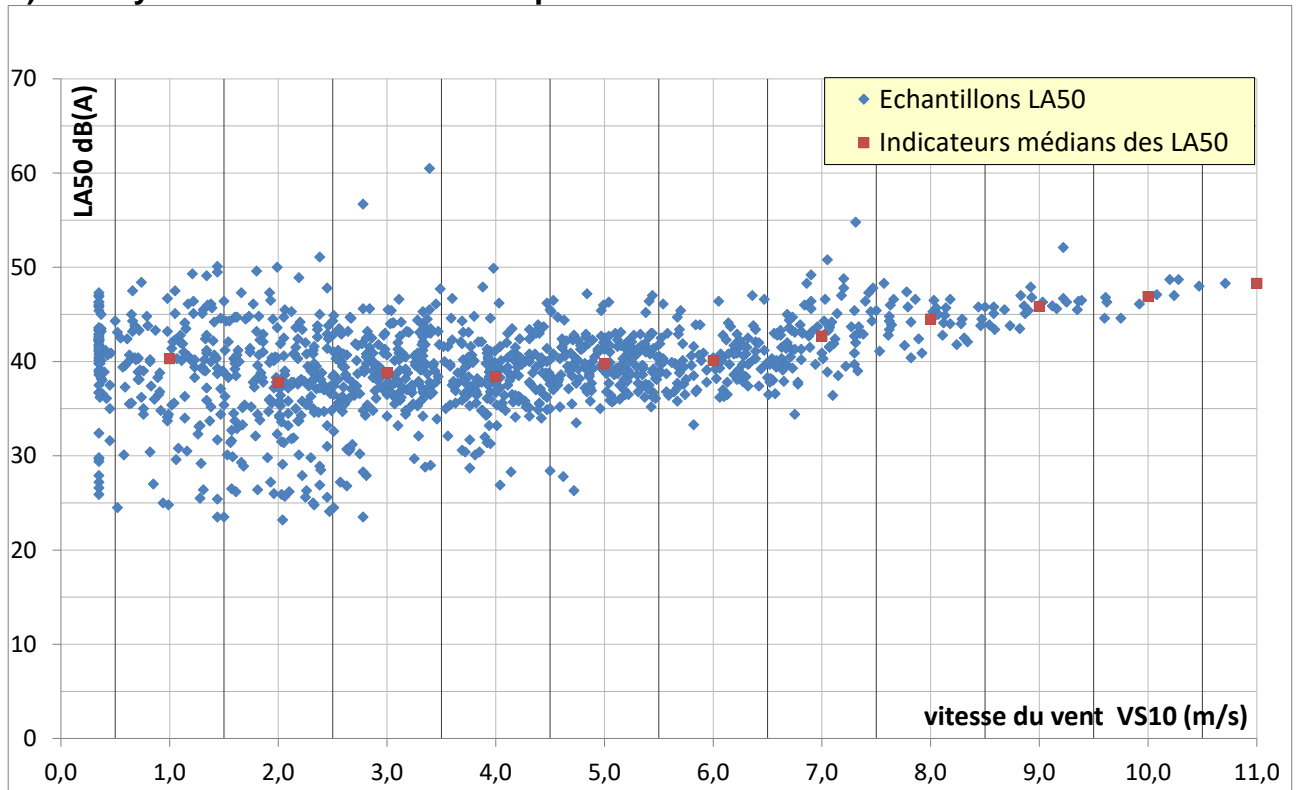
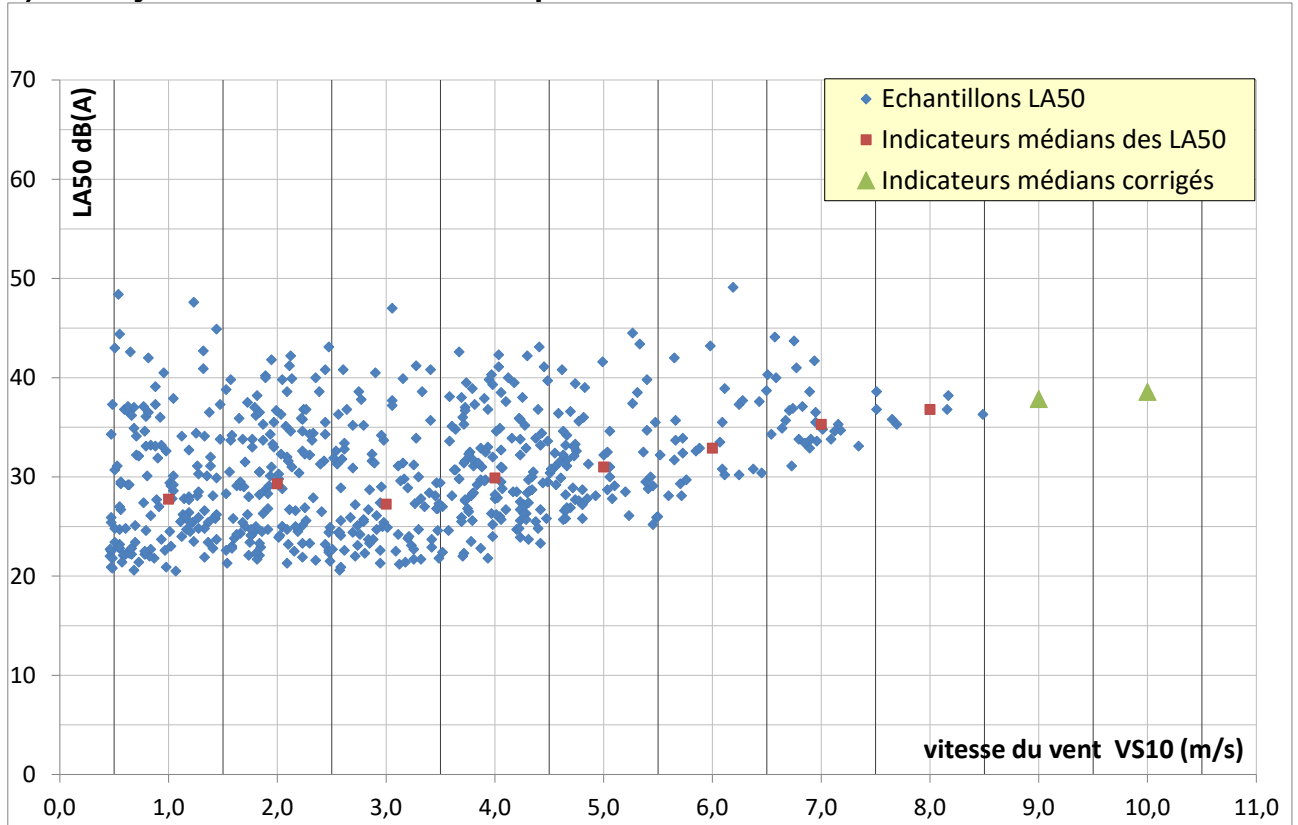
Végétation :

La végétation à proximité immédiate du point de mesure est modérée. Des arbres et arbustes sont présents mais à plusieurs dizaines de mètres.

Composition du bruit résiduel :

- Des bruits de circulation locale et des activités agricoles menées dans le secteur ;
- Des bruits « naturels » liés au vent et à la végétation.



b) Analyse des bruits résiduels – période diurne**c) Analyse des bruits résiduels – période nocturne**

3.5. Résultats des mesures de bruits résiduels, le Moulin de Vergies

a) Présentation de la mesure

Il s'agit d'une ferme isolée en plaine. Le lieu comporte différents bâtiments d'activité et deux habitations. La mesure est placée dans un potager, vers le projet.



Position topographique :

La maison se trouve à une altimétrie proche de celle de la zone d'étude.

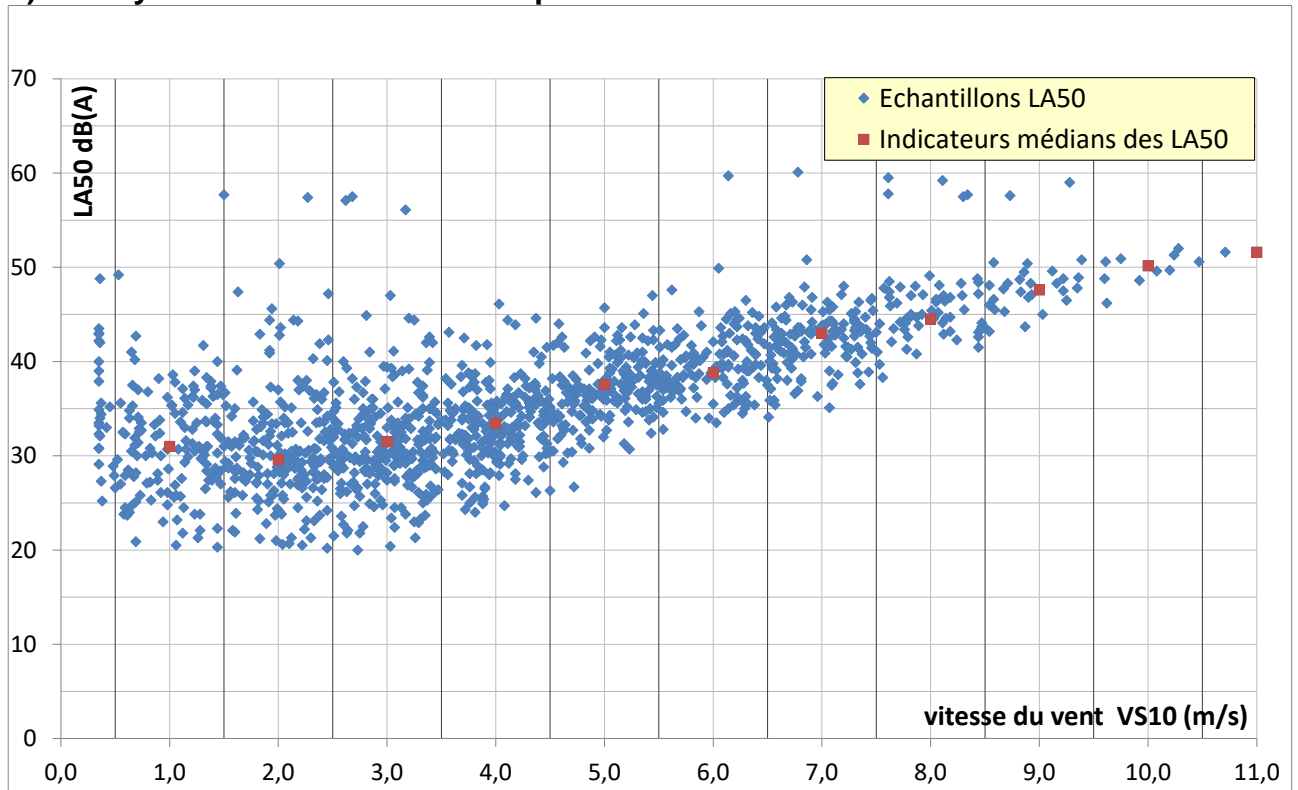
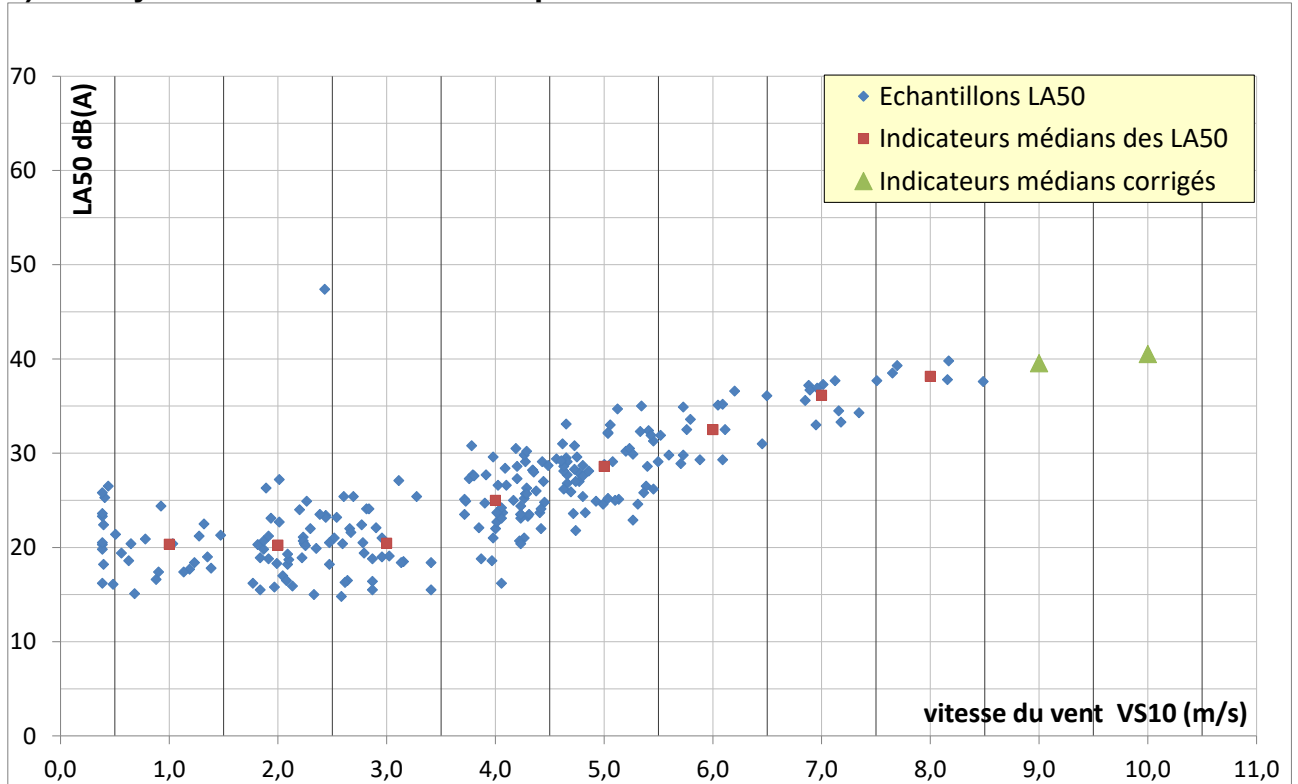
Végétation :

La végétation à proximité immédiate du point de mesure est variée. Des arbres et arbustes sont présents de manières parsemées ou en haies.

Composition du bruit résiduel :

- Des bruits de circulation locale et des activités agricoles menées dans le secteur ;
- Des bruits d'activités sur la ferme ;
- Des bruits « naturels » liés au vent et à la végétation.



b) Analyse des bruits résiduels – période diurne**c) Analyse des bruits résiduels – période nocturne**

3.6. Résultats des mesures de bruits résiduels, Vergies 1

a) Présentation de la mesure

Il s'agit d'une commune à l'ouest de la zone d'étude. La mesure est placée dans un jardin, vers le projet.



Position topographique :

La maison se trouve à une altimétrie proche de celle de la zone d'étude.

Végétation :

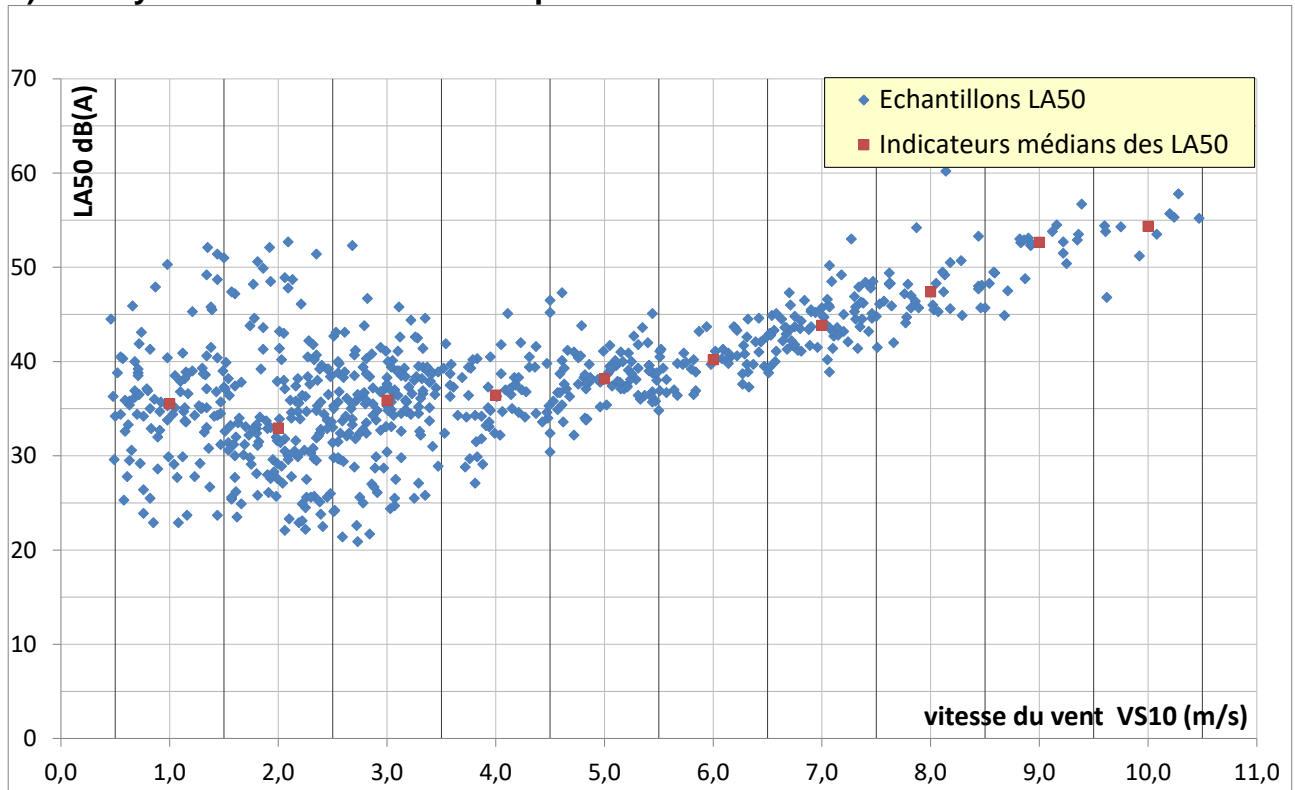
La végétation est moyenne autour de la mesure. Des arbres bordent les parcelles voisines dans la plupart des directions mais la zone reste assez dégagée.

Composition du bruit résiduel :

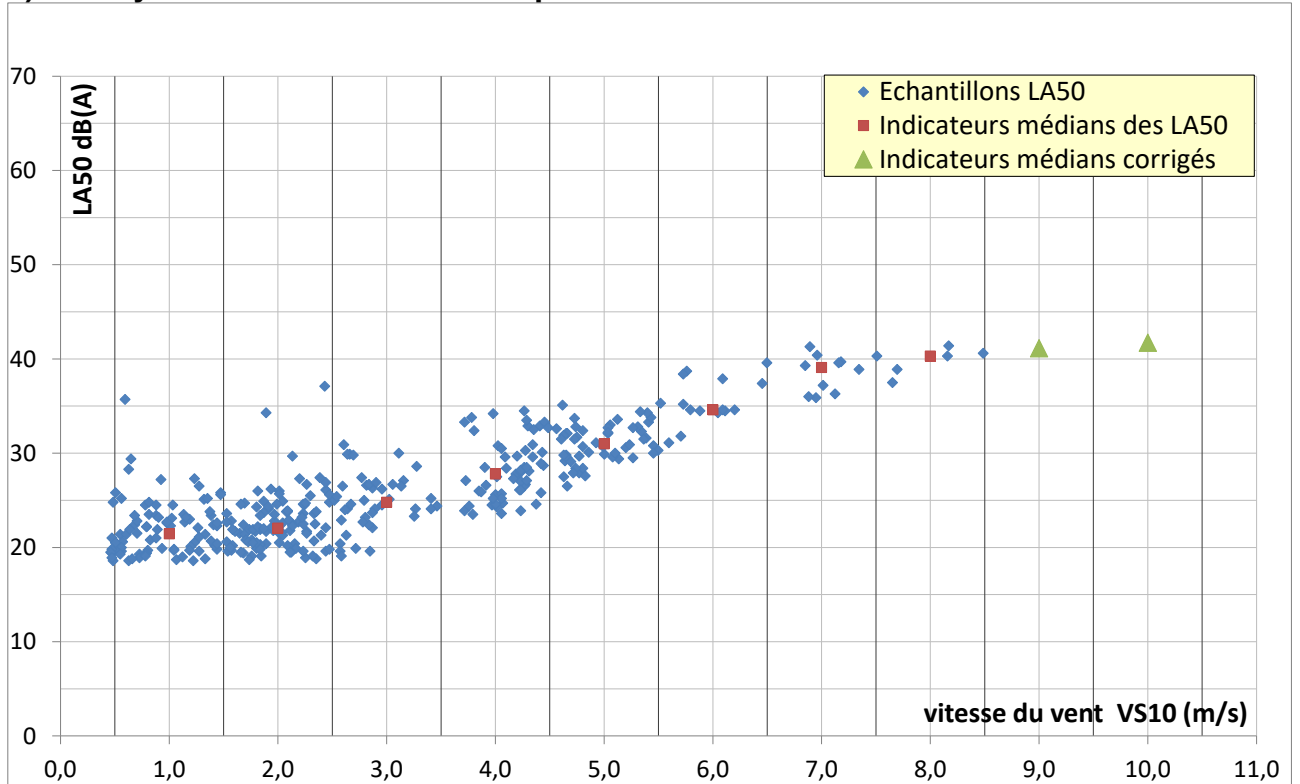
- Des bruits de circulation locale et des activités agricoles menées dans le secteur ;
- Des bruits « naturels » liés au vent et à la végétation.



b) Analyse des bruits résiduels – période diurne



c) Analyse des bruits résiduels – période nocturne



3.7. Résultats des mesures de bruits résiduels, Vergies 2

a) Présentation de la mesure

Il s'agit d'une commune à l'ouest de la zone d'étude. La mesure se situe dans une ferme. La mesure est placée dans le jardin de l'habitation, vers le projet.



Position topographique :

La maison se trouve à une altimétrie proche de celle de la zone d'étude.

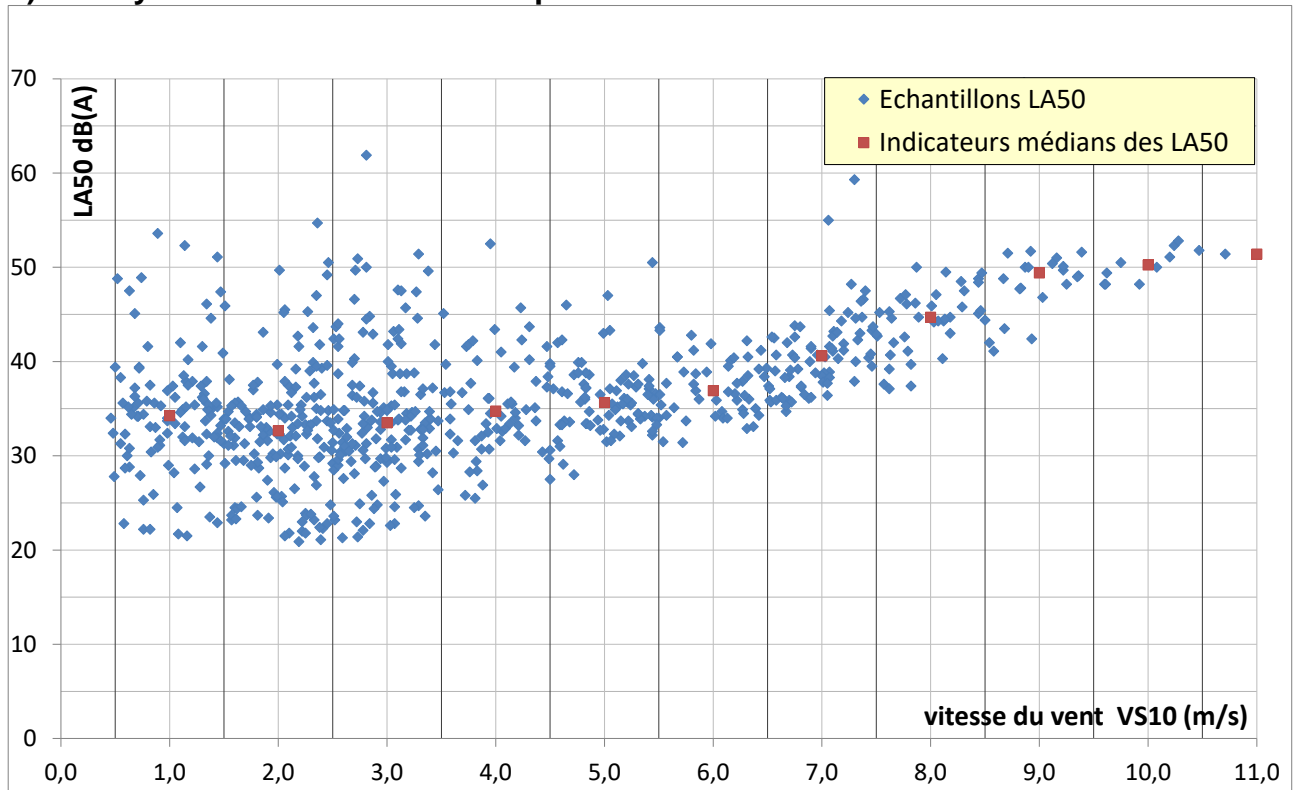
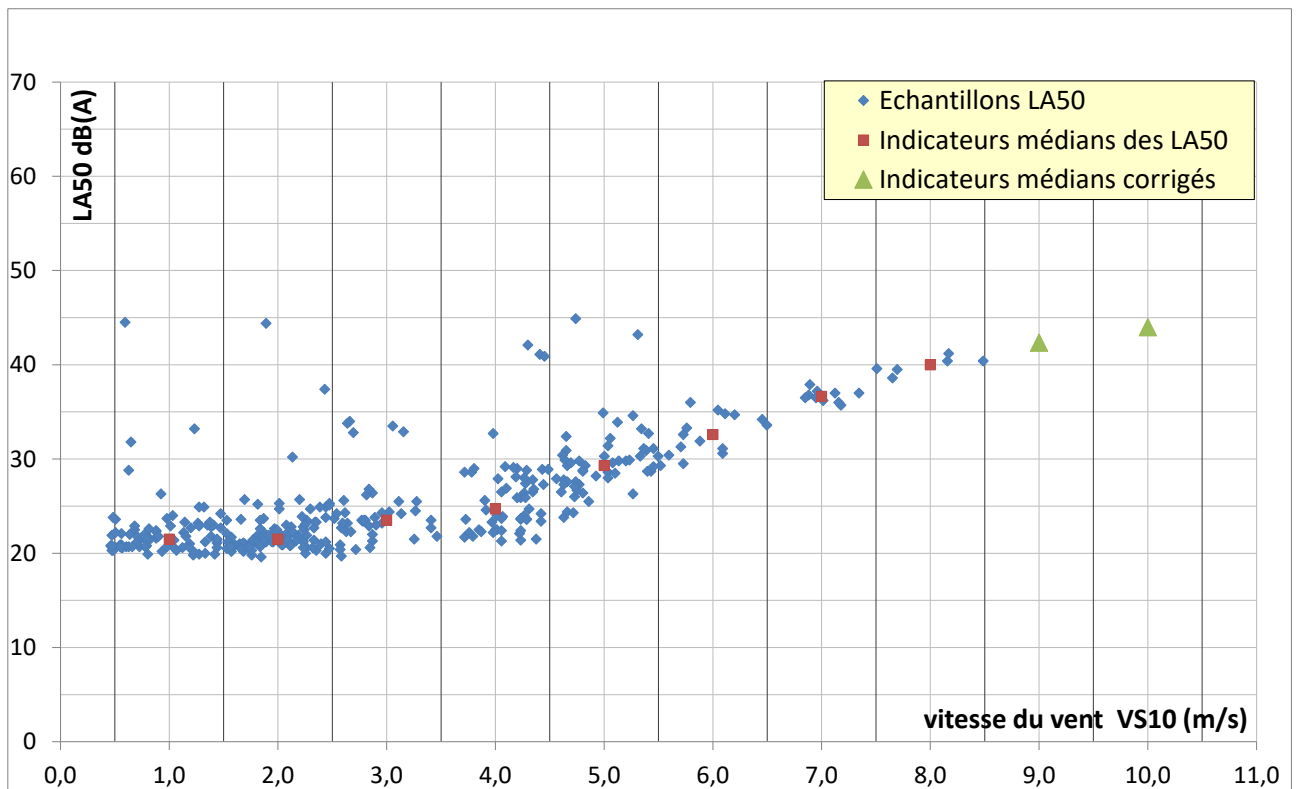
Végétation :

La végétation à proximité immédiate du point de mesure est variée. Des arbres et arbustes sont présents de manières parsemées ou en haies.

Composition du bruit résiduel :

- Des bruits de circulation locale et des activités agricoles menées dans le secteur ;
- Des bruits « naturels » liés au vent et à la végétation.



b) Analyse des bruits résiduels – période diurne**c) Analyse des bruits résiduels – période nocturne**

3.8. Résultats des mesures de bruits résiduels, Vergies 3

a) Présentation de la mesure

La commune se situe à l'ouest de la zone d'étude. La mesure est placée dans le jardin d'une habitation, vers le projet.



Position topographique :

La maison se trouve à une altimétrie proche de celle de la zone d'étude.

Végétation :

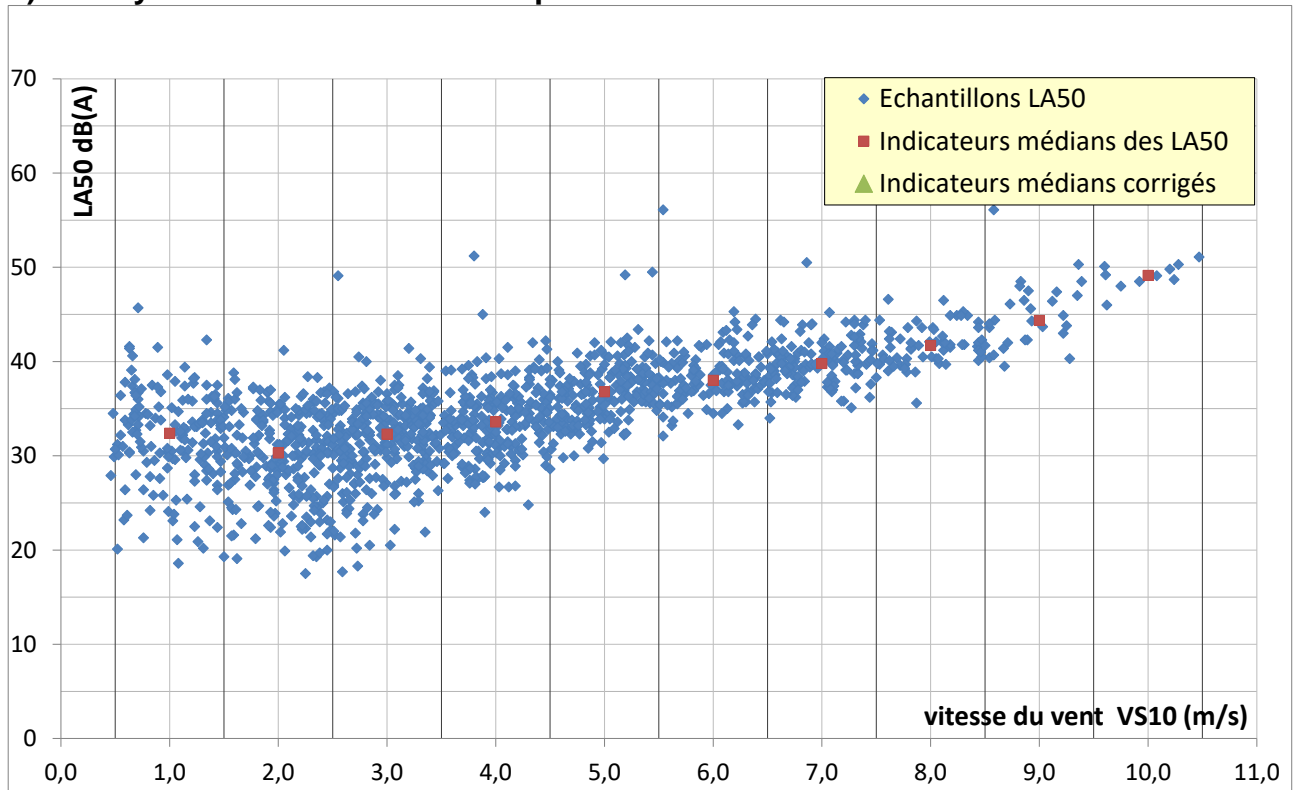
La végétation à proximité immédiate du point de mesure est variée. Des arbres et arbustes sont présents de manières parsemées ou en haies.

Composition du bruit résiduel :

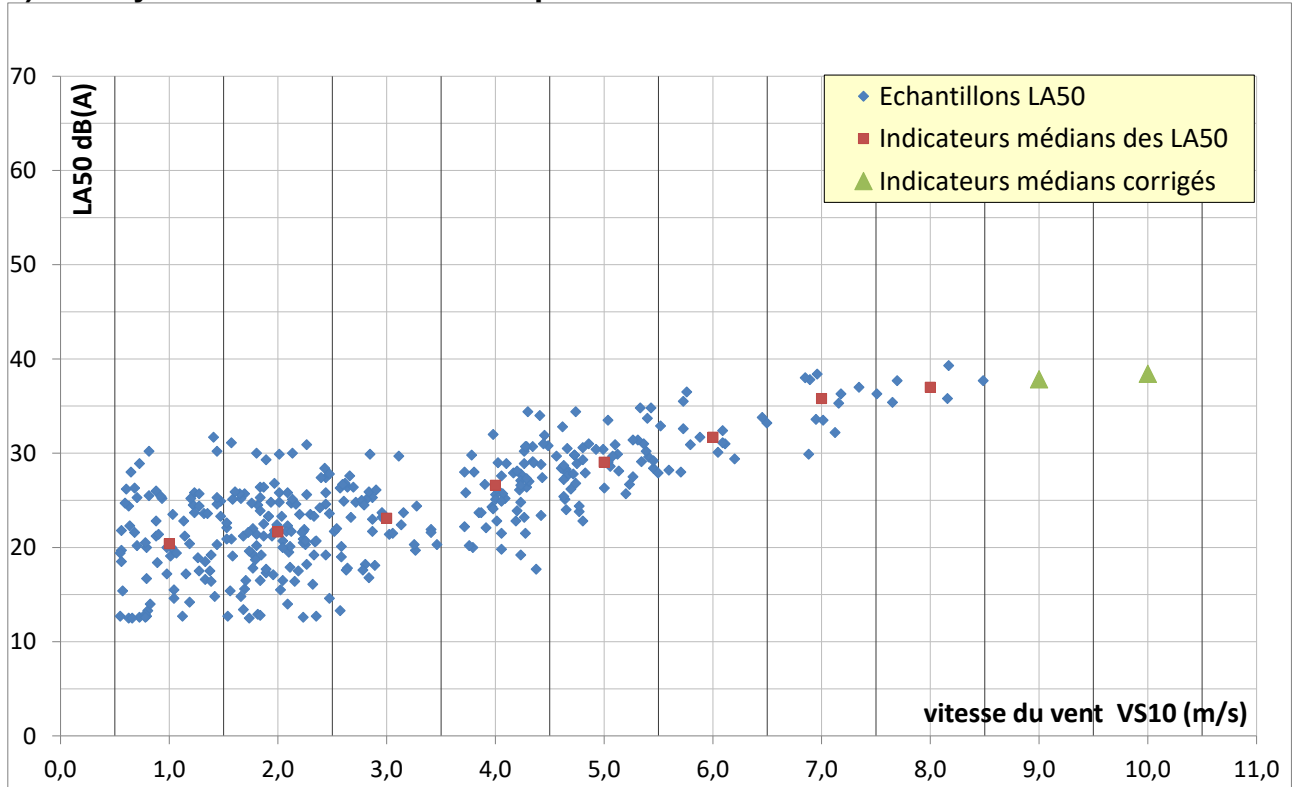
- Des bruits de circulation locale et des activités agricoles menées dans le secteur ;
- Des bruits « naturels » liés au vent et à la végétation.



b) Analyse des bruits résiduels – période diurne



c) Analyse des bruits résiduels – période nocturne



3.9. Synthèse des données bruit/vent

Les tableaux suivants donnent la synthèse des valeurs du bruit résiduel selon les différents intervalles de vitesse et les emplacements de mesurage.

Position d'étude	Bruits résiduels mesurés - période DIURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
Allery_M	40,6	40,6	41,3	43,6	44,2	45,7	46,6	47,0
Métigny_M	37,2	37,6	40,9	41,9	42,9	45,8	46,4	47,9
Heucourt-Croquoison 1_M	31,6	33,3	34,9	37,9	39,6	42,5	44,6	46,5
Heucourt-Croquoison 2_M	38,8	38,4	39,8	40,1	42,7	44,5	45,9	46,9
le Moulin de Vergies_M	30,7	33,5	37,6	38,8	43,0	44,5	47,6	50,2
Vergies 1_M	35,9	36,5	38,2	40,2	43,9	47,4	52,7	54,4
Vergies 2_M	33,5	34,8	35,7	36,9	40,6	44,7	49,4	50,3
Vergies 3_M	32,3	33,6	36,8	38,0	39,8	41,7	44,4	49,2
Position d'étude	Bruits résiduels mesurés - période NOCTURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
Allery_M	24,7	24,0	29,0	32,9	36,9	39,7	41,7	43,1
Métigny_M	26,1	28,2	32,1	34,4	36,3	37,5	38,4	39,0
Heucourt-Croquoison 1_M	23,5	24,5	28,6	31,6	35,4	36,9	38,0	38,7
Heucourt-Croquoison 2_M	27,3	29,9	31,0	32,9	35,3	36,8	37,9	38,6
le Moulin de Vergies_M	18,4	24,9	28,6	32,5	36,2	38,2	39,6	40,5
Vergies 1_M	24,8	27,8	31,0	34,6	39,1	40,3	41,1	41,7
Vergies 2_M	23,5	24,7	29,3	32,6	36,7	40,0	42,3	44,0
Vergies 3_M	23,1	26,6	29,1	31,7	35,8	37,0	37,8	38,4

Figure 11 : Synthèse des bruits résiduels mesurés

Les panels de mesures rencontrés sur site comportent des conditions représentatives d'une gamme assez large d'évolution de la situation sonore en fonction de l'évolution du vent. Ils sont représentatifs de la situation sonore rencontrée en présence des vents dominants sur le site.

Ces mesures traduisent l'élévation de l'ambiance sonore avec l'élévation des vitesses de vent, les niveaux obtenus correspondent à des situations **calmes à modérées**.

- De jour, en fonction des positions et des vitesses, les niveaux estimés sont compris entre **30,7 dB(A)** à **54,4 dB(A)**.
- De nuit, en fonction des positions et des vitesses, les niveaux estimés sont compris entre **18,4 dB(A)** à **44,0 dB(A)**.

L'ambiance sonore mesurée est principalement liée aux vents et à la présence d'obstacles et de végétation à proximité des points de mesures.



4. Simulation d'impact sonore

4.1. Niveaux sonores des éoliennes

a) Fonctionnement des éoliennes

Les éoliennes sont des aérogénérateurs, ils produisent de l'énergie lorsque le vent entraîne leurs pales. L'origine des bruits émis est de trois ordres :

- Le bruit mécanique provenant de la nacelle ;
- Les sifflements émis en bout de pales par les turbulences ;
- Un bruit périodique au passage des pales devant le mât de l'éolienne.

Ces bruits se confondent et portent plus ou moins en fonction de différents paramètres liés à la distance et aux conditions météorologiques.

Les niveaux sonores des éoliennes évoluent en fonction des vitesses des vents :

- Pour des vents inférieurs au seuil de déclenchement (environ 3 m/s pour les éoliennes modernes), les éoliennes ne fonctionnant pas, il n'y a pas d'émissions sonores ;
- Entre le seuil de démarrage et 8 à 12 m/s, l'éolienne monte en puissance et le niveau sonore évolue jusqu'à un niveau maximum atteint en même temps que le seuil de puissance maximal ;
- Au-delà de ce seuil, les niveaux sonores des éoliennes sont globalement constants (en fonction des modèles).

Afin de caractériser ces émissions acoustiques, les niveaux sonores des éoliennes sont calculés théoriquement ou mesurés sur site par le constructeur, selon un protocole fourni par la norme « IEC 61400-11 ».

Les puissances sonores annoncées par les fabricants sont définies pour différentes vitesses de vent, exprimées en fonction d'une hauteur de mesure de vent. Généralement, cette vitesse est exprimée en fonction d'une vitesse de vent au niveau de la nacelle et standardisée à 10 mètres du sol.

Les résultats de ces mesures caractérisent les émissions sonores des éoliennes en fonction des vitesses de vents et toujours dans le sens d'un vent dominant vers l'équipement de mesure.

b) Spécificité des niveaux sonores autour des éoliennes

L'éolienne a besoin de vent pour assurer sa rotation et plus le vent est fort plus elle tourne vite, jusqu'à sa puissance nominale. Cette interaction conditionne le niveau de bruit émis par l'éolienne mais également l'ensemble des niveaux existants autour de celle-ci et dans un champ élargi contenant les habitations les plus proches.

Plus le vent est fort en un point donné, plus le bruit résiduel existant au sol aura tendance à s'élever.

D'autre part, la participation sonore de l'éolienne par rapport au bruit global est maximale lorsque le vent est en provenance de celle-ci vers le lieu d'écoute. Elle est a priori plus faible dans des secteurs de vents dits de travers et atténuée lorsque le vent est contraire au sens de l'éolienne vers l'habitation.



4.2. Modélisation du site

Le logiciel PREDICTOR est un calculateur 3D, il permet de modéliser la propagation acoustique en espace extérieur, en prenant en compte l'ensemble des paramètres influents exploitables, en l'état des connaissances.

Afin de quantifier l'influence des émissions sonores des éoliennes du projet, une modélisation informatique a été réalisée. Celle-ci va prendre en compte un ensemble de paramètres influents sur la propagation du son :

- La zone d'étude (topographie, carte IGN 1/25000^{ème}, ...)
- Les sources de bruits et leurs caractéristiques géométriques et techniques ;
- Les effets de propagation et d'atténuation du son dans l'air ;
- L'implantation des éoliennes du projet.

4.3. Paramètres de saisie

Terrain :

La topographie du site a été saisie à partir d'un fichier informatique IGN 1/25000^{ème}.

Méthode de calcul :

La méthode de calcul utilisée est la méthode ISO9613-2. Il s'agit d'un modèle de calcul européen permettant de tenir compte de la propagation sonore d'éléments influents tels que la direction du vent et les conditions de l'atmosphère.

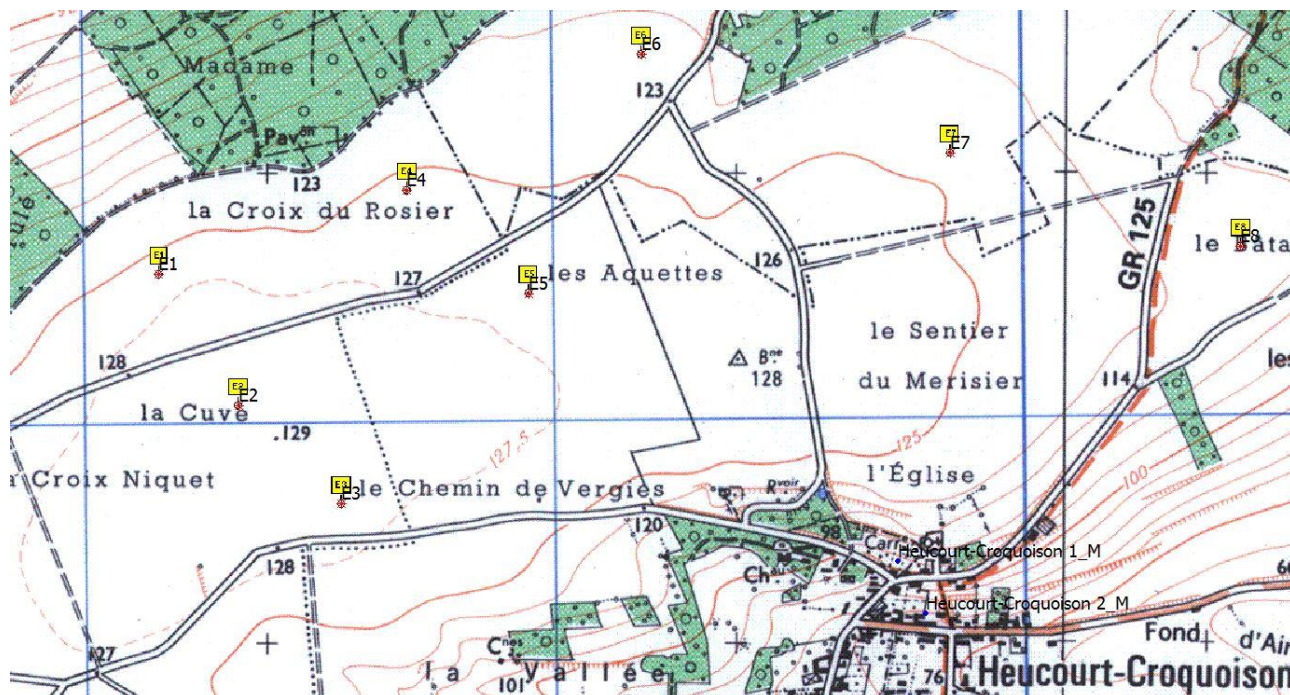
Conditions de calcul :

Les variables retenues pour les différents calculs sont résumées dans le tableau suivant :

Paramètres	Conditions 1	Conditions 2
Période	Diurne	Nocturne
Température	5°C	5°C
Hygrométrie	75%	75%
Directivité	Uniforme	Uniforme
Coefficient de sol	0,7	0,7
Classe de vitesse de vent	Variable de 3 à 10 m/s	Variable de 3 à 10 m/s
Distance de propagation	5000 mètres	5000 mètres

Figure 12 : Conditions des calculs





Eolienne	Coordonnées Lambert II étendu (X ;Y)	
eol 1	565705,4	2549133,7
eol 2	565883,1	2548856,2
eol 3	566096,0	2548647,5
eol 4	566244,0	2549317,7
eol 5	566494,3	2549098,5
eol 6	566734,0	2549607,5
eol 7	567398,6	2549400,2
eol 8	568015,1	2549196,4

Figure 13 : Implantation et coordonnées des éoliennes



4.4. Calculs d'impacts

L'impact acoustique du projet est présenté sous la forme des **bruits particuliers** et des **bruits ambiants** estimés de manière prévisionnelle auprès des points de calculs répartis autour des éoliennes.

Cet impact est obtenu après différents calculs permettant de tester des variantes ou bien de travailler à la mise au point du projet.

a) Fonctionnement des éoliennes

Les éoliennes testées dans ce paragraphe sont les **GE130**, d'une hauteur au moyeu de 110 mètres. Elles sont choisies car elles sont, au regard des données actuelles, adaptées d'un point de vue technique et économique au site.

Le fabricant dispose des données acoustiques de l'éolienne. Elles sont garanties à partir de mesures conformes à la norme IEC61400-11.

Niveau de puissance sonore (SPL) – global dB(A)								
Vs – 10m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
GE130_3,8MW	95,9	98,2	102,7	106,2	107,0	107,0	107,0	107,0
GE130_3,4MW_NRO 106	95,9	98,2	102,6	105,5	106,0	106,0	106,0	106,0
GE130_3,4MW_NRO 105	95,9	98,2	102,7	104,9	105,0	105,0	105,0	105,0
GE130_3,4MW_NRO 104	95,9	98,2	102,5	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0
GE130_3,4MW_NRO 103	95,9	98,2	102,3	103,0	103,0	103,0	103,0	103,0
GE130_3,4MW_NRO 102	95,9	98,2	101,8	102,0	102,0	102,0	102,0	102,0

Conditions de fonctionnement :

- En période diurne (07h-22h), l'étude prévoit une exploitation en fonctionnement normal.
- En période nocturne (22h-07h), l'étude prévoit une exploitation en fonctionnement normal ou optimisé. Le fonctionnement normal des éoliennes laisse présager des émergences allant jusque **8.1 dB(A)**.

Afin de réduire les émissions sonores dans ces conditions nocturnes de dépassement, un plan d'optimisation est proposé. Ce plan d'optimisation s'entend à minima pour différents secteurs de vents selon la position de récepteurs nécessitant une optimisation. Il comprend les actions suivantes :

Pour le secteur de Vergies, avec des vents d'est, (+/-90°) :

Plan de bridage _ fonctionnement nocturne des machines								
vitesse (VS10)	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
eol 1			NRO-102	Arrêt	NRO-103			
eol 2			Arrêt	Arrêt	NRO-103			
eol 3				NRO-102	NRO-104			
eol 4				NRO-105				
eol 5								
eol 6								
eol 7								
eol 8								



Pour le secteur du Moulin de Vergies, avec des vents de nord-est (+/-90°) :

Plan de bridage _ fonctionnement nocturne des machines								
vitesse (VS10)	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
eol 1				NRO-102	NRO-102			
eol 2				Arrêt	NRO-102	NRO-104		
eol 3			Arrêt	Arrêt	NRO-102	NRO-102	NRO-104	
eol 4				NRO-104	NRO-104			
eol 5				NRO-103	NRO-102			
eol 6								
eol 7								
eol 8								

Pour le secteur de Heucourt-Croquoison, avec des vents de nord (+/-90°) :

Plan de bridage _ fonctionnement nocturne des machines								
vitesse (VS10)	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
eol 1								
eol 2				NRO-105				
eol 3			NRO-102	NRO-102	NRO-102	NRO-104		
eol 4			NRO-102	NRO-102	NRO-104			
eol 5			NRO-102	Arrêt	NRO-102	NRO-104	NRO-105	
eol 6			NRO-102	NRO-102	NRO-103	NRO-105		
eol 7			NRO-102	Arrêt	NRO-102	NRO-102	NRO-104	NRO-106
eol 8			NRO-102	NRO-102	NRO-103			

Les résultats présentés ci-après sont obtenus avec la prise en compte de ce plan d'optimisation.

b) Résultats des bruits particuliers

Les bruits particuliers correspondent à l'apport de bruit calculé de manière prévisionnel par le logiciel Predictor. Ils sont considérés pour chaque point dans une configuration portante du bruit des éoliennes vers les points de calcul.

Position d'étude	Bruits particuliers calculés - période DIURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
Allery_M	18,7	20,9	25,3	28,7	29,5	29,4	29,4	29,4
Métigny_M	15,2	17,3	21,8	25,1	25,9	25,8	25,8	25,8
Heucourt-Croquoison 1_M	27,8	30,0	34,5	38,1	38,9	38,9	38,9	38,9
Heucourt-Croquoison 2_M	26,1	28,3	32,8	36,3	37,1	37,0	37,0	37,0
le Moulin de Vergies_M	29,3	31,5	36,0	39,5	40,4	40,4	40,4	40,4
Vergies 1_M	27,8	30,0	34,5	38,1	38,9	38,9	38,9	38,9
Vergies 2_M	28,3	30,5	35,0	38,5	39,3	39,3	39,3	39,3
Vergies 3_M	25,2	27,4	31,9	35,4	36,2	36,2	36,2	36,2
Position d'étude	Bruits particuliers calculés - période NOCTURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
Allery_M	18,7	20,9	25,3	28,7	29,5	29,4	29,4	29,4
Métigny_M	15,2	17,3	21,8	25,1	25,9	25,8	25,8	25,8
Heucourt-Croquoison 1_M	27,8	30,0	33,8	32,3	35,3	36,8	37,9	38,6
Heucourt-Croquoison 2_M	26,1	28,3	32,1	31,2	33,7	35,4	36,3	36,9
le Moulin de Vergies_M	29,3	31,5	33,6	32,3	36,1	38,0	39,4	40,4
Vergies 1_M	27,8	30,0	32,6	32,4	36,3	38,9	38,9	38,9
Vergies 2_M	28,3	30,5	33,1	32,5	36,6	39,3	39,3	39,3
Vergies 3_M	25,2	27,4	30,4	30,2	33,9	36,2	36,2	36,2



c) Résultats des bruits ambiants

Il s'agit de la somme logarithmique³ du bruit résiduel mesuré et du bruit particulier émis au point de mesure par l'ensemble des éoliennes du projet.

Position d'étude	Bruits ambiants calculés - période DIURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
Allery_M	40,6	40,6	41,4	43,7	44,3	45,8	46,7	47,1
Métigny_M	37,2	37,6	41,0	42,0	43,0	45,8	46,4	47,9
Heucourt-Croquoison 1_M	33,1	35,0	37,7	41,0	42,3	44,1	45,6	47,2
Heucourt-Croquoison 2_M	39,0	38,8	40,6	41,6	43,8	45,2	46,4	47,3
le Moulin de Vergies_M	33,1	35,6	39,9	42,2	44,9	45,9	48,4	50,6
Vergies 1_M	36,5	37,3	39,7	42,3	45,1	48,0	52,8	54,5
Vergies 2_M	34,6	36,1	38,3	40,8	43,0	45,8	49,8	50,6
Vergies 3_M	33,1	34,5	38,0	39,9	41,4	42,8	45,0	49,4
Position d'étude	Bruits ambiants calculés - période NOCTURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
Allery_M	25,6	25,7	30,5	34,3	37,6	40,1	42,0	43,3
Métigny_M	26,4	28,5	32,4	34,9	36,6	37,8	38,6	39,2
Heucourt-Croquoison 1_M	29,2	31,1	34,9	35,0	38,4	39,9	40,9	41,7
Heucourt-Croquoison 2_M	29,7	32,2	34,6	35,1	37,6	39,2	40,2	40,8
le Moulin de Vergies_M	29,6	32,4	34,8	35,4	39,1	41,1	42,5	43,5
Vergies 1_M	29,6	32,0	34,9	36,6	40,9	42,7	43,2	43,6
Vergies 2_M	29,5	31,5	34,6	35,6	39,6	42,7	44,1	45,3
Vergies 3_M	27,3	30,0	32,8	34,0	38,0	39,6	40,1	40,5

En bleu : bruit ambiant prévisionnel inférieur à **35 dB(A)**.

d) Synthèse des impacts sonores

Dans des conditions normales de fonctionnement, le parc apportera une contribution sonore comprise entre **15,2** et **40,4** dB(A) aux points les plus exposés.

Ces niveaux d'impacts acoustiques sont **faibles**.

Ces bruits particuliers engendreront des bruits ambiants auprès des points de calculs :

- En période diurne (07h-22h) compris entre **33,1** et **54,4** dB(A).
- En période nocturne (22h-07h) compris entre **25,6** et **45,3** dB(A).

Ces bruits ambiants sont **faibles à modérés**.

³ L'addition des niveaux sonores s'effectue de manière logarithmique, voir lexique en annexe 2



5. Evaluation des impacts

5.1. Résultats des émergences globales

a) Emergences

Il s'agit de la différence arithmétique entre le bruit ambiant calculé et le bruit résiduel mesuré, pour chaque vitesse de vent, pour l'ensemble des éoliennes du projet.

L'émergence maximale tolérée en période diurne est de 5 dB(A), en période nocturne elle est de 3 dB(A).

Si le bruit ambiant est inférieur ou égale à 35 dB(A) il n'y a pas de notion d'émergence, l'indication Lamb<35 est alors reportée dans le tableau.

Position d'étude	Émergences calculées - période DIURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
Allery_M	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Métigny_M	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Heucourt-Croquoison 1_M	Lamb<35	Lamb<35	2,8	3,1	2,7	1,6	1,0	0,7
Heucourt-Croquoison 2_M	0,2	0,4	0,8	1,5	1,1	0,7	0,5	0,4
le Moulin de Vergies_M	Lamb<35	2,1	2,3	3,4	1,9	1,4	0,8	0,4
Vergies 1_M	0,6	0,9	1,6	2,1	1,2	0,6	0,2	0,1
Vergies 2_M	Lamb<35	1,4	2,7	3,9	2,4	1,1	0,4	0,3
Vergies 3_M	Lamb<35	Lamb<35	1,2	1,9	1,6	1,1	0,6	0,2
Position d'étude	Émergences calculées - période NOCTURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
Allery_M	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	0,7	0,4	0,2	0,2
Métigny_M	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	0,4	0,3	0,2	0,2
Heucourt-Croquoison 1_M	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	3,0	3,0	3,0	3,0
Heucourt-Croquoison 2_M	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,2	2,3	2,4	2,3	2,2
le Moulin de Vergies_M	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,9	3,0	2,9	2,9	2,9
Vergies 1_M	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,0	1,8	2,4	2,0	1,8
Vergies 2_M	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	3,0	3,0	2,7	1,7	1,3
Vergies 3_M	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,2	2,6	2,3	2,0

- Pour les conditions de fonctionnement décrites, la situation réglementaire en période diurne, basée sur le niveau ambiant supérieur ou non à 35 dB(A) ou bien sur les émergences sonores est conforme avec une valeur maximale de **3.9 dB(A)**.
- Pour les conditions de fonctionnement décrites, la situation réglementaire en période nocturne, basée sur le niveau ambiant supérieur ou non à 35 dB(A) ou bien sur les émergences sonores est conforme avec une valeur maximale de **3.0 dB(A)**.

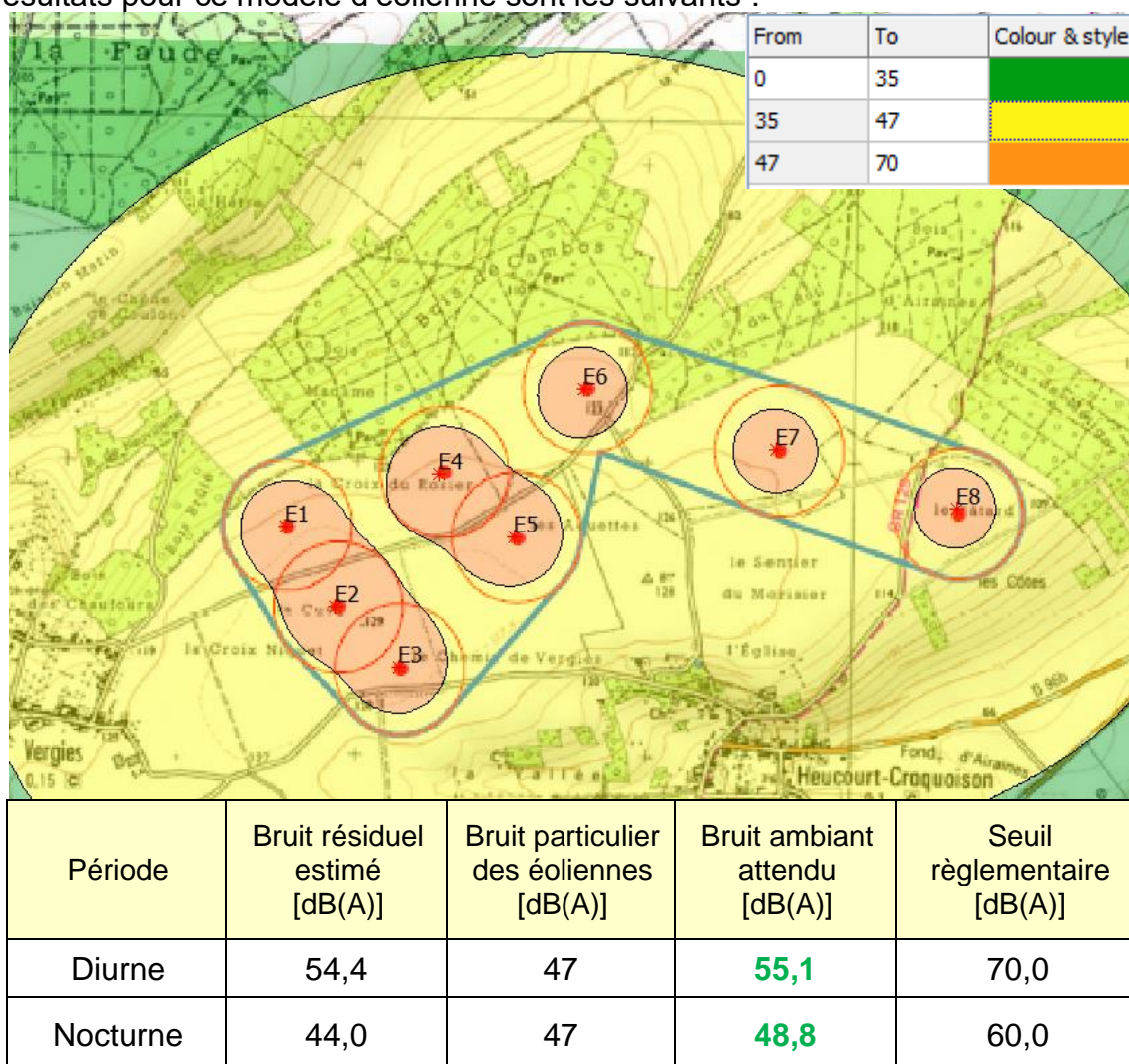


5.2. Résultats des seuils en limite de périmètre

L'arrêté du 26 août 2011 spécifie un périmètre de contrôle autour des éoliennes au sein duquel le bruit est réglementé. Ce périmètre correspond au plus petit polygone dans lequel sont inscrits les disques de centre chaque aérogénérateur et de rayon $1,2 \times$ hauteur totale de l'éolienne.

Pour chaque période (diurne et nocturne), le bruit résiduel en limite de périmètre de contrôle est estimé grâce à des extrapolations faites à partir des niveaux mesurés aux différents points d'écoute. Grâce aux données fournies par le constructeur, le bruit particulier émis par les éoliennes est connu dans ce périmètre, il est alors possible de calculer le bruit ambiant attendu une fois les éoliennes construites et de le comparer au seuil réglementaire.

Les éoliennes ont une hauteur totale de 175 m, leur périmètre de contrôle est de 210m. Les résultats pour ce modèle d'éolienne sont les suivants :



L'analyse des impacts est conforme avec les seuils limites fixés⁴ par l'arrêté du 26 août 2011.

⁴ Page 8 : réglementation : section 6, article 26



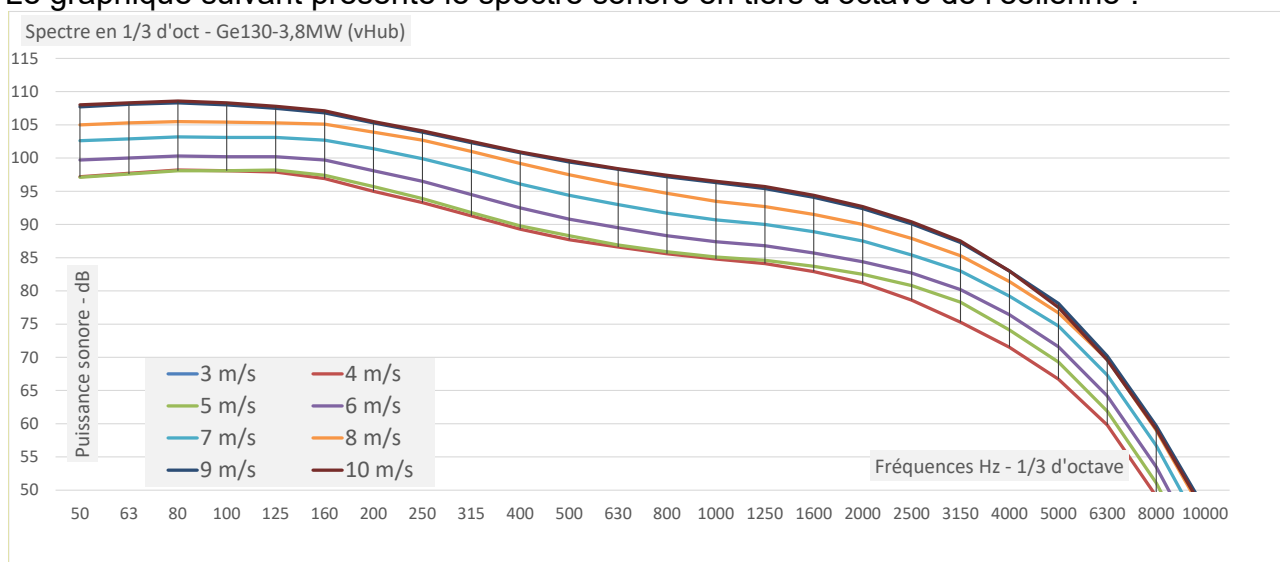
5.3. Tonalités marquées

La tonalité marquée est détectée dans un spectre non pondéré de tiers d'octave quand la différence de niveaux entre la bande de tiers d'octave et les quatre bandes de tiers d'octave les plus proches (immédiatement inférieures et immédiatement supérieures) atteint ou dépasse les niveaux indiqués dans le tableau suivant.

Fréquences	63 à 315 Hz	400 à 1250 Hz	1600 à 6300 Hz
Différences de niveau	10 dB	5 dB	5 dB

L'installation ne doit pas être à l'origine de tonalités marquées plus de 30% de son temps de fonctionnement. Les puissances sonores par bandes de tiers d'octave (en dB) fournies par le constructeur font l'objet d'une recherche de tonalités marquées.

Le graphique suivant présente le spectre sonore en tiers d'octave de l'éolienne :



L'analyse des tonalités marquées est conforme avec les seuils limites fixés par l'arrêté du 26 août 2011.



5.4. Impacts cumulés des projets éoliens

Concernant le contenu de l'étude d'impact, le décret n° 2011-2019 du 29 décembre 2011 portant réforme des études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements, dans sa partie II, alinéa 4, précise les éléments à prendre en compte dans le cadre des effets cumulés :

« 4° Une analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus. Ces projets sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact :

« — ont fait l'objet d'un document d'incidences au titre de l'article R. 214-6 et d'une enquête publique ;

« — ont fait l'objet d'une étude d'impact au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité administrative de l'Etat compétente en matière d'environnement a été rendu public.

« Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté au titre des articles R. 214-6 à R. 214-31 mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation, d'approbation ou d'exécution est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage ; »

Il n'y a pas de projet avec avis de l'autorité environnementale ou bien autorisé mais non construit à la date de dépôt de notre dossier.



5.5. Conclusions

Suivant les mesures sur site, ainsi que les outils et hypothèses prises en compte pour le dossier, nous avons étudié dans notre dossier l'impact acoustique du projet d'Aquettes.

Nos travaux sont confrontés aux limites fixées par l'arrêté du 26 août 2011.

Nos conclusions sont les suivantes :

- Les émergences sonores sont respectées en fonctionnement normal la journée et la nuit.
- Les émergences sonores sont respectées en fonctionnement normal ou optimisé la nuit.
- Les seuils maximums en limite de périmètre de contrôle sont respectés, pour la période diurne et pour la période nocturne.
- Les éoliennes ne présentent pas de tonalités marquées.

Ainsi, compte tenu de ces résultats, l'étude des impacts acoustiques montre un projet à même de respecter les émergences réglementaires qui lui seront fixées.

La proximité des résultats obtenus avec les limites réglementaires (en période nocturne, avec des émergences égalant le seuil limite) doit attirer l'attention du pétitionnaire sur la prise en compte de l'aspect acoustique lors de la mise en service de ces éoliennes.



Annexes

Annexe 1 - Bibliographie

Gestion des projets éoliens :

- « Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parc éoliens »
Ministère de l'Écologie et du Développement Durable
Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.
Parution 2010.
- IEC 61400-11 Wind turbine generator systems – Part 11: Acoustic noise measurement techniques
- Bruit en milieu de travail - Notions de base - Cchsst canada
- Norme NF-S 31.010, décembre 2008 : Relative à la caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement. Instruction de plaintes contre le bruit dans une zone habitée.
- Projet de norme prNF31-114 : Relatif à la méthode de mesurage et d'analyse des niveaux de bruit dans l'environnement d'un parc éolien.

Annexe 2 - Lexique

Afin de préciser quelque peu la signification des termes utilisés dans le rapport de mesures, en voici les principales définitions :

Expression du niveau sonore, L_p :

On exprime un niveau sonore (L_p) en décibel (dB). Il se caractérise par le rapport logarithmique entre la pression acoustique P et une pression acoustique de référence P_0 ($2 \cdot 10^{-5}$ Pascals), sa valeur est égale à :

$$L_p = 20 * LOG \left(\frac{P}{P_0} \right)$$

Lorsque l'on désire caractériser un bruit par un seul nombre dans lequel toutes les fréquences perçues par l'oreille sont présentes, on peut appliquer dans les calculs une correction appelée pondération A. Cette pondération correspond à la sensibilité de l'oreille aux différentes fréquences. Toutes les fréquences composant le niveau de bruit global sont alors évaluées sensiblement de la même manière qu'elles le seraient par l'oreille humaine.

Puissance acoustique :

La puissance acoustique représente l'énergie émise par un équipement. Elle s'exprime indépendamment des conditions extérieures. La perception de cette puissance acoustique en un point donné (récepteur) est appelée pression acoustique.

Pression acoustique :

La pression acoustique est la grandeur mesurée par le microphone. Elle correspond à la perception de la puissance acoustique émise par une source de bruit à un emplacement précis. La pression acoustique dépend de la distance entre la source et le récepteur, mais aussi de tous les paramètres entrant en compte dans la propagation ou l'absorption des sons.

LAeq&L50 :

Niveau de pression acoustique continue équivalent. C'est la moyenne énergétique sur une durée donnée (Leq). Lorsque cette valeur est pondérée A, on la nomme LAeq. Il est obtenu après acquisition de Leq court, 1 secondes.

L'indicateur **LA50** utilisé dans le cadre du bruit des éoliennes est le niveau de pression acoustique continue équivalent atteint ou dépassé pendant 50% de l'intervalle d'analyse.

Dans le cadre du bruit des éoliennes, la durée de l'intervalle d'analyse est de 10 minutes.

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 sonores proches et 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.

Bruit résiduel :

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

Bruit stable :

Bruit dont les fluctuations de niveaux sont négligeables au cours de l'intervalle de mesurage. Cette condition est satisfaite si l'écart total de lecture d'un sonomètre se situe à l'intérieur d'un intervalle de 5 dB.

Bruit fluctuant :

Bruit dont le niveau varie, de façon continue, dans un intervalle notable au cours de l'intervalle de mesurage.

Emergence :

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.

Addition des niveaux sonores :

Les niveaux sonores s'additionnent de manières logarithmiques (symbole : \oplus).

Addition des niveaux en décibels				
30	\oplus	30	=	33,0
30		29		32,5
30		28		32,1
30		25		31,2
30		20		30,4
30		14		30,1



Annexe 3 - Fiches techniques des éoliennes abordées en calculs

GE Renewable Energy

- Original -

Technical Documentation Wind Turbine Generator Systems 3.4-130 - 50 Hz



Product Acoustic Specifications

Noise-Reduced Operation according to IEC
Incl. Octave and 1/3rd Octave Band Spectra

There are files embedded to this document. You may need Adobe® Reader® Version X or higher.



imagination at work

© 2016 General Electric Company. All rights reserved.



4 Sound Power Level as a Function of Wind Speed

The following table presents calculated reference sound power levels as a function of hub height wind.

Wind speed at hub height (m/s)	Normal Operation 106.5 L _{WA} (dB)	NRO 106 L _{WA} (dB)	NRO 105 L _{WA} (dB)	NRO 104 L _{WA} (dB)	NRO 103 L _{WA} (dB)	NRO 102 L _{WA} (dB)
4	95.7	95.7	95.7	95.7	95.7	95.7
5	96.3	96.3	96.3	96.3	96.3	96.3
6	98.7	98.7	98.7	98.7	98.7	98.7
7	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0	101.8
8	104.7	104.6	104.6	104.0	103.0	102.0
9	106.4	105.8	105.0	104.0	103.0	102.0
10	106.5	106.0	105.0	104.0	103.0	102.0
11	106.5	106.0	105.0	104.0	103.0	102.0
12	106.5	106.0	105.0	104.0	103.0	102.0
13	106.5	106.0	105.0	104.0	103.0	102.0
14	106.5	106.0	105.0	104.0	103.0	102.0

Table 2: Reference sound power levels.

The corresponding wind speed at 10 m height depends on hub height. It can be calculated for a given surface roughness using a logarithmic trend for wind shear:

$$V_{10m\ height} = V_{hub} \frac{\ln\left(\frac{10m}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{hub\ height}{z_0}\right)}$$

Typical values for on land surface roughness (z_0) are 0.05 m, depending on terrain conditions.

5 Uncertainty Levels

The apparent sound power levels given above are mean values from turbines under evaluation. Uncertainty levels u_c , σ_F , σ_k and σ_T associated with measurements and mean values are described in IEC 61400-11 and IEC/TS 61400-14.

For GE wind turbines, a typical value of $\sigma_F = 0.8$ dB can be assumed.

The uncertainties for octave and 1/3rd-octave sound power levels are generally higher than for total sound power levels. Guidance is given in IEC 61400-11.

6 Tonality

The tonal audibility (ΔL_{obj}), when measured in accordance with the IEC 61400-11 standard, for the 3.4-130 is less than or equal to 4 dB.

* Simplified from IEC 61400-11: 2006 equation 7



Annexe 4 - Calculs

Résultats des calculs nocturnes sans optimisation :

Position d'étude	Émergences calculées - période NOCTURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
Allery_M	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	0,7	0,4	0,2	0,2
Métigny_M	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	0,4	0,3	0,2	0,2
Heucourt-Croquoison 1_M	Lamb<35	Lamb<35	6,9	7,4	5,1	4,1	3,5	3,1
Heucourt-Croquoison 2_M	Lamb<35	Lamb<35	4,0	5,0	4,0	3,1	2,6	2,3
le Moulin de Vergies_M	Lamb<35	Lamb<35	8,1	7,8	5,6	4,3	3,5	2,9
Vergies 1_M	Lamb<35	Lamb<35	5,1	5,1	2,9	2,4	2,0	1,8
Vergies 2_M	Lamb<35	Lamb<35	6,7	6,9	4,5	2,7	1,7	1,3
Vergies 3_M	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	5,2	3,2	2,6	2,3	2,0



Annexe 5 - Matériel de mesure

Instrumentation pour l'acoustique :

type	n°	fabricant	préampli	microphone	Hauteur (m)	classe	rapport étalonnage	suivi interne	prochaine vérification externe
SVAN 979	45233	SVANTEK	42869	215797	1,5	1	10/2015	10/2016	10/2017
SVAN 979	45234	SVANTEK	42868	221711	1,5	1	10/2015	10/2016	10/2017
SVAN 977	36161	SVANTEK	40606	56432	1,5	1	10-2014	10-2015	10-2016
SVAN 977	36410	SVANTEK	41568	56744	1,5	1	10-2014	10-2015	10-2016
Black SOLO	65786	01dB	16458	166463	1,5	1	10-2014	10-2015	10-2016
Black SOLO	65787	01dB	16372	166484	1,5	1	10-2014	10-2015	10-2016
OPERA EX	10342	01dB	20376	94137	1,5	1	11-2014	11-2015	11-2016
Symphonie	253	01dB	10955	5152	1,5	1	02-2015	02-2016	02-2017

Instrumentation du mât de mesure :

- Mât 83 mètres client.

