



SECTION V : L'ACCOUSTIQUE



SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION.....	3
1.1.	Données générales sur l'impact sonore d'un parc éolien	3
1.1.1.	Grandeurs acoustiques.....	3
1.1.2.	Réglementation	4
2.	ETAT INITIAL	5
2.1.	Présentation du site et des mesures	5
2.1.1.	Descriptif du site	5
2.1.2.	Environnement sonore.....	6
2.2.	Protocole de réalisation des mesures de bruit résiduel	6
2.2.1.	Norme prise en compte	6
2.2.2.	Mesures des niveaux de bruit résiduel	7
2.2.3.	Mesure de la vitesse du vent	8
2.2.4.	Analyse des données mesurées	9
2.3.	Conditions météorologiques.....	10
2.4.	Situation acoustique initiale	11
2.4.1.	Résultats détaillés	12
2.4.2.	Indicateurs de bruit résiduel	20
2.4.3.	Analyse quantitative de bruit résiduel	21
2.4.3.	Analyse quantitative de bruit résiduel	21
2.5.	Conclusion de l'état initial	21
3.	ETUDES DES VARIANTES ET CHOIX D'UN SCENARIO.....	3-22
3.1.	Rappel des variantes et choix du scenario sur l'acoustique	3-22
4.	LES IMPACTS SUR L'ACOUSTIQUE	23
4.1.	En phase chantier.....	23
4.2.	En phase d'exploitation	23
4.2.1.	Méthodologie	23
4.2.2.	Points de calcul.....	24
4.2.3.	Eoliennes Vestas V100, moyeu à 100 m.....	24
4.2.4.	Eoliennes Senvion MM V100, moyeu à 100 m.....	29
4.3.	Les effets cumulés avec les parcs environnants	33
4.4.	Conclusion sur les impacts.....	33
5.	MESURES D'EVITEMENT, DE REDUCTION ET COMPENSATOIRES	34
5.1.	Pendant la phase de chantier	34
5.1.1.	Mesures d'évitement	34
5.1.2.	Mesures réductrices.....	34
5.2.	Pendant la phase d'exploitation	34
5.2.1.	Mesures d'évitement	34
5.2.2.	Mesures de réduction	35
5.3.	Bilan des mesures acoustiques	40
6.	CONCLUSION	41



1. INTRODUCTION

D'après les sondages auprès du grand public à propos de l'énergie éolienne, le bruit est la nuisance la plus souvent redoutée. Ceci vient du fait que les premières éoliennes n'étaient pas conçues en fonction de ce critère. Les progrès réalisés sur les vitesses de rotation, sur le profil des pales, sur les organes de transmission internes et sur les génératrices ont très sensiblement réduit le bruit des éoliennes.

L'étude acoustique a été réalisée par Acoustex, cabinet acousticien professionnel. Elle a pour objet de :

- Caractériser par des mesurages appropriés le paysage sonore existant au voisinage des hameaux les plus proches en fonction de la vitesse du vent, c'est l'objet du présent chapitre
- Prévoir par le calcul les niveaux sonores que produira le fonctionnement des éoliennes et de contrôler si ces niveaux seront conformes aux exigences réglementaires
- Définir les mesures correctrices en cas de dépassement pour revenir à la conformité.

1.1. Données générales sur l'impact sonore d'un parc éolien

1.1.1. Grandeurs acoustiques

- Le décibel pondéré A

L'intensité d'un bruit se traduit par son niveau sonore dont l'unité de mesure est le décibel noté dB.

Le niveau sonore peut être mesuré sur différents intervalles de fréquence normalisés appelés bandes d'octave (délimitées par les fréquences f_{min} et f_{max} telles que $f_{max} = 2 \times f_{min}$) ou bandes de tiers d'octave (délimitées par les fréquences f_{min} et f_{max} telles que $f_{max} = 2^{1/3} \times f_{min}$).

L'ensemble des niveaux sonores par bandes d'octave ou bandes de tiers d'octave caractérisant un bruit donné constitue son spectre.

Pour caractériser un bruit particulier, on peut également utiliser une valeur unique pondérée A correspondant à la « somme logarithmique » (somme des énergies acoustiques) des niveaux sonores mesurés sur chacune des bandes d'octave ou de tiers d'octave auxquelles on a préalablement appliqué une pondération appelée pondération A. La pondération A correspond à la réponse fréquentielle de l'oreille humaine.

Le niveau sonore global pondéré A exprimé en dB(A) correspond donc à une valeur unique représentative de la perception auditive humaine.

- Niveau de pression acoustique continu équivalent

La grandeur physique mesurée est le niveau de pression acoustique équivalente ou Leq . Sa valeur correspond au niveau sonore fictif qui, maintenu constant sur la durée T, contient la même énergie sonore que le niveau fluctuant réellement observé. Sa définition mathématique est :

$$Leq_T = 10 \text{ Log} \left(\frac{1}{T} \int_T \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \right)$$

La mesure du niveau de pression continu équivalent doit être réalisée conformément aux prescriptions de la norme NFS 31-010 relatives à la caractérisation et au mesurage des bruits de l'environnement.

- Indices fractiles

Les indices statistiques L90, L50 ou L10 représentent les niveaux de bruit équivalent atteints ou dépassés pendant 90, 50 ou 10 % de l'intervalle de mesurage.

L'indice statistique L50 est couramment utilisé pour s'affranchir des événements sonores brefs, chargés en énergie et ne provenant pas de l'activité observée (passages de voiture, aboiements de chiens, ...).

L'utilisation de l'indice L50 est soumise aux recommandations de l'annexe « Méthode de mesure des émissions sonores » de l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement.

- Bruit ambiant

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

- Bruit particulier

C'est la 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

C'est le bruit ambiant relevé en l'absence du ou des bruits particuliers objet(s) de la requête considérée.

- Emergence

Les nuisances sonores au voisinage s'évaluent conformément aux textes réglementaires en vigueur par la mesure en limite de propriété de l'émergence que produit l'apparition du bruit incriminé par rapport au niveau de bruit de fond hors perturbation. L'indicateur d'émergence est

$$E = Leq_{Tpart} - Leq_{Tres}$$

Leq_{Tpart} est le niveau du bruit ambiant mesuré pendant les périodes d'apparition du bruit particulier.

Leq_{Tres} est le niveau du bruit résiduel mesuré pendant les périodes de disparition du bruit particulier.

- Echelle comparative de niveaux sonores

L'échelle ci-dessous est donnée à titre indicatif afin de mieux se rendre compte des niveaux sonores présentés.

Les valeurs indiquées sont des niveaux sonores globaux en dB(A).

L'échelle suivante est donnée à titre indicatif afin de mieux se rendre compte des niveaux sonores présentés. Les valeurs indiquées sont des niveaux sonores globaux en dB(A).

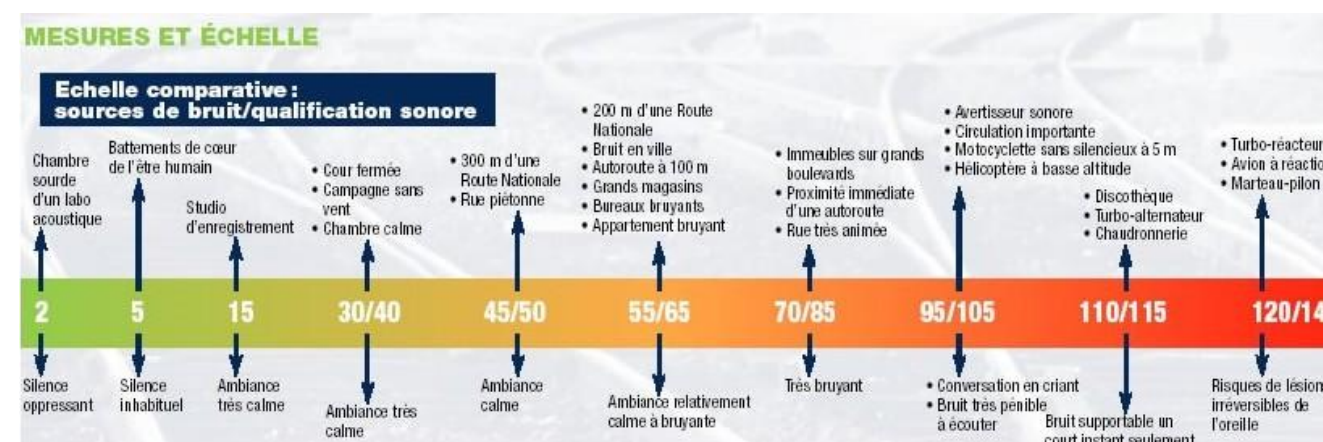


Figure 1: Echelle comparative de différentes sources de bruit

- Spécificité du bruit des éoliennes (tiré du Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens (actualisation 2010) édité par le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer)

Lorsque les éoliennes sont à des distances proches (jusqu'à environ 100 m), on distingue trois types de bruits issus de deux sources différentes, la nacelle et les pales :



- Un bruit d'origine mécanique provenant de la nacelle et des éventuels multiplicateurs, plus marqué sous le vent de l'éolienne (et quasi inaudible au vent pour des distances supérieures à 200 m).
- Un bruit continu d'origine aérodynamique localisé principalement en bout de pale et qui correspond au mouvement de chaque pale dans l'air.
- Un bruit périodique également d'origine aérodynamique, provenant du passage de chaque pale devant le mât de l'éolienne.



Photo 1: localisation visuelle des sources de bruit sur une éolienne

Ces différents bruits ont tendance à se confondre au fur et à mesure que l'on s'éloigne des éoliennes. Le bruit mécanique disparaît rapidement, et demeure un bruit d'origine aérodynamique avec un bruit périodique correspondant aux passages des pales devant le mât.

- Le niveau sonore émis par une éolienne, tout comme la puissance électrique délivrée, dépend notamment de la vitesse du vent.

Les effets des basses fréquences et infrasons (tiré du Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens (actualisation 2010) édité par le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer)

Les bruits de basses fréquences (BBF) désignés comme tels dans la littérature scientifique sont compris entre 10 Hz et 200 Hz, parfois de 10 Hz à 30 Hz.

La gamme inférieure de ce domaine concerne les infrasons dont la fréquence se situe de 1 Hz à 20 Hz, parfois jusqu'à 30 Hz (seuil d'audibilité de l'oreille humaine).

Le bruit des éoliennes recouvre partiellement ce domaine, avec une part d'émissions en basses fréquences.

Des mesures réalisées dans le cadre d'études en Allemagne (Deutscher Naturschutzring, mars 2005) montrent que les infrasons émis par les éoliennes se situent sensiblement en deçà du seuil d'audibilité humain. L'étude montre également que le niveau d'infrasons relevé ne serait pas uniquement imputable au fonctionnement de l'éolienne, mais serait également conditionné par le vent lui-même qui en constitue en une source caractéristique.

Les mesures d'infrasons réalisées pour toutes les dimensions d'éoliennes courantes concordent sur un point : les infrasons qu'elles émettent, même à proximité immédiate (100 à 250 m de distance), sont largement inférieurs au seuil d'audibilité.

Les infrasons émis par une éolienne sont donc très éloignés des seuils dangereux pour l'homme (rapport de l'Académie de Médecine). Par ailleurs, il n'a été montré, en l'état actuel des connaissances scientifiques, aucun impact sanitaire des infrasons sur l'homme, même à des niveaux d'exposition élevés.

1.1.2. Réglementation

La loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (Grenelle II), fait entrer les éoliennes dans le champ d'application des installations classées pour la protection de l'environnement à la date du 13 juillet 2011 (12 mois après publication de la loi).

Depuis le 1er janvier 2012, les parcs éoliens sont désormais soumis à 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.

Cet arrêté reprend la réglementation acoustique appliquée aux ICPE :

- seuils d'émergence globale en dB(A) dont la prise en compte est effective pour un niveau de bruit ambiant supérieur à 35 dB(A)
- niveaux de bruit maxi fixés à l'emplacement d'un périmètre de mesure du bruit correspondant au plus petit polygone dans lequel sont inscrits les disques de centre les aérogénérateurs et de rayon $R = 1,2 \times$ (hauteur de moyeu + longueur d'un demi-rotor).
- Limitation des tonalités marquées

Les mesures seront effectuées selon les dispositions de l'avant projet de norme NF 31-114 (Mesurage du bruit dans l'environnement avant et après installation éolienne) dans sa version en vigueur six mois après la publication de l'arrêté d'application ou à défaut selon les dispositions de la norme NFS 31-114 dans sa version de juillet 2011.

Les éoliennes fonctionnant en continu, les critères d'émergence globale en dB(A) au niveau des Zones à Emergence Réglementée (intérieur et extérieur) sont :

Période considérée	Période diurne (7h-22h)	Période nocturne (22h-7h)
Emergence maximale autorisée	+5 dB(A)	+3 dB(A)

Tableau 1 : Valeur des émergences admissibles



À noter que l'arrêté du 26 août 2011 prévoit que les émergences globales maximales fixées ne s'appliquent que lorsque le niveau de bruit ambiant mesuré, comportant le bruit particulier, est supérieur à 35 dB(A).

Passé ce seuil, les émergences maximales autorisées sont de 5 dB(A) le jour et de 3 dB(A) la nuit pour toutes vitesses de vents. Ci-dessous vous trouverez un exemple en période nocturne, pour un niveau de vent donné; nous rappelons que les dB(A) s'ajoutent selon la loi logarithmique.

1^{er} exemple

Niveau sonore au hameau A sans les éoliennes ou « bruit de fond »	Niveau sonore des éoliennes au hameau A ou « bruit des éoliennes »	Bruit ambiant résultant	Emergence
36 dB(A)	36 dB(A)	39 dB(A)	3 db(A)

Dans ce premier exemple, l'émergence est respectée

2nd exemple

Niveau sonore au hameau B sans les éoliennes ou « bruit de fond »	Niveau sonore des éoliennes au hameau B ou « bruit des éoliennes »	Bruit ambiant résultant	Emergence
36 dB(A)	37 dB(A)	39.5 dB(A)	3.5 db(A)

Dans ce deuxième exemple l'émergence n'est pas respectée. Il est donc nécessaire de mettre en place un fonctionnement adapté du parc éolien pour respecter l'émergence.

De manière générale, en période nocturne, le niveau sonore généré par les éoliennes au niveau des hameaux ne doit pas être plus élevé que le niveau sonore enregistré au niveau de ces mêmes hameaux sans les éoliennes.

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 :

Durée d'apparition du bruit particulier	Terme correctif en dB(A)
supérieure à vingt minutes et inférieure ou égale à deux heures	3
supérieure à deux heures et inférieure ou égale à quatre heures	2
à quatre heures et inférieure ou égale à huit heures	1
supérieure à huit heures	0

Tableau 2 : Valeurs correctives applicables

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 2 »

Au sens du présent arrêté, on appelle :

Zones à émergence réglementée :

- l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers, existant à la date de la déclaration, et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cour, jardin, terrasse),
- les zones constructibles définies par des documents d'urbanisation opposables aux tiers et publiés à la date de la déclaration,
- l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers qui ont été implantés après la date de la déclaration dans les zones constructibles et 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.

Périmètre de mesure du bruit de l'installation :

- périmètre correspondant au plus petit polygone dans lequel sont inscrits les disques de centre chaque aérogénérateur et de rayon R défini comme suit :

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

- « 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.

2. ETAT INITIAL

2.1. Présentation du site et des mesures

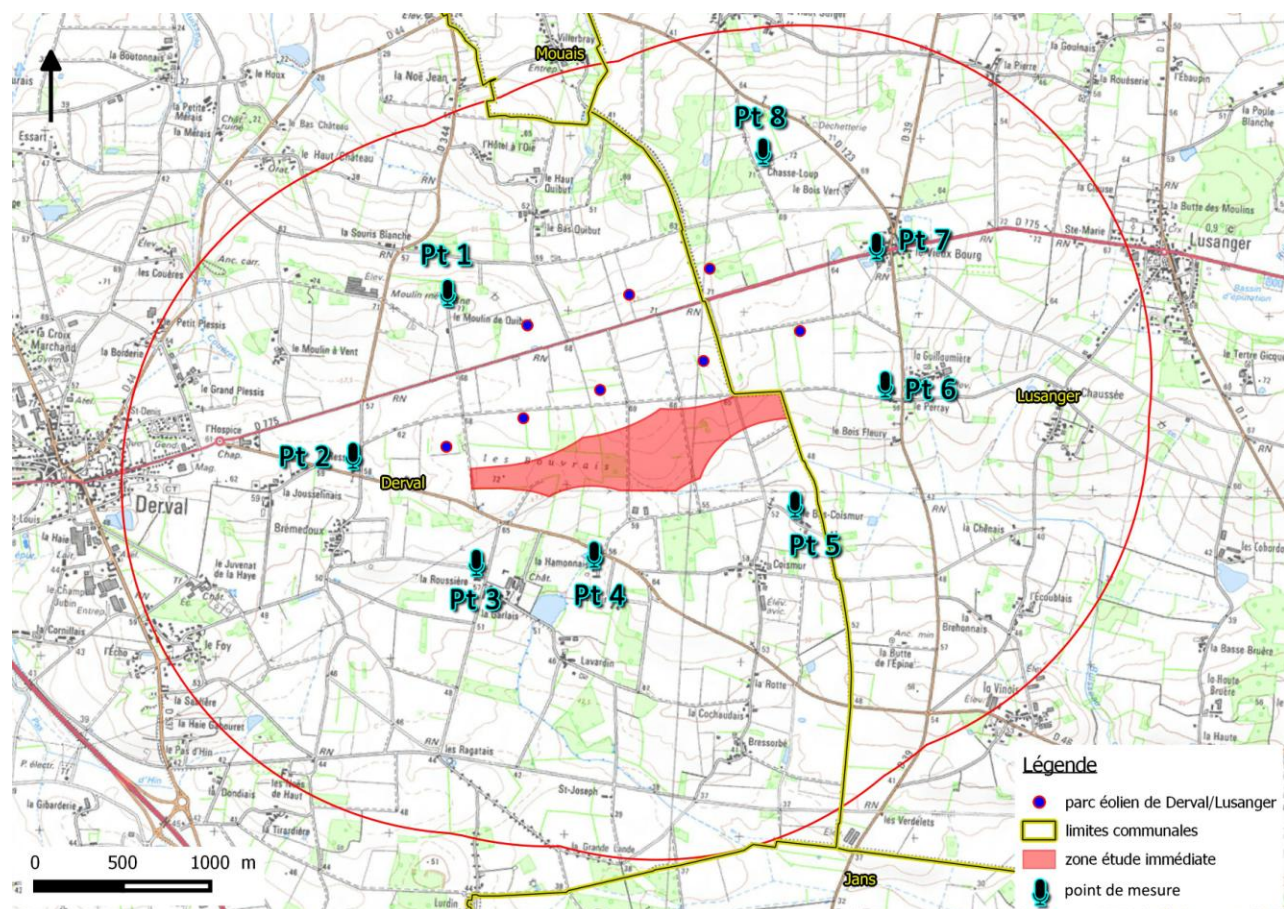
2.1.1. Descriptif du site

La zone est peu vallonnée, essentiellement à vocation agricole (parcelles cultivées et pâturées) et résidentielle (maisons d'habitation isolées et/ou regroupées en hameaux).

Pour évaluer l'état initial du site, on positionne des appareils de mesure de bruit en un certain nombre de hameaux susceptibles d'être exposés au bruit généré par le parc éolien. Le choix des hameaux s'effectue notamment en fonction de leur distance au projet et de la topographie du terrain. L'objectif est de sélectionner suffisamment de points de mesure pour caractériser l'environnement sonore de l'aire d'étude.

Une fois les hameaux choisis, on positionne le sonomètre au niveau d'une habitation. L'appareil enregistre alors une ambiance sonore représentative du lieu.

Le plan ci-dessous localise les points de mesure retenus dans le cadre de l'étude acoustique du projet :



Carte 1: Zone d'étude concernée de l'étude acoustique

2.1.2. Environnement sonore

Les sources sonores, recensées par Acoustex lors des campagnes de mesure, sur l'ensemble de la zone sont les suivantes :

- Circulation routière sur les routes départementales et communales du secteur.
- Végétation, avifaune, et activité agricole variables en fonction des points de mesure ;
- Sources sonores spécifiques à chaque point :

Point	Hameau	Caractéristique	Situation
1	Le Moulin de Quibut	Maisons isolées	nord - ouest
2	Le Ressort	Maison isolée	ouest
3	La Roussière	Hameau	sud - ouest
4	La Hamonais	Maison isolée	sud
5	Bas Coisimur	Maisons isolées	sud - est
6	La Guillaumière	Hameau	est
7	Le Vieux Bourg	Village	est
8	Chasse Loup	Maison isolée	nord-est

Tableau 3 : Description des points de mesure

2.2. Protocole de réalisation des mesures de bruit résiduel

2.2.1. Norme prise en compte

Le présent document est également réalisé conformément aux normes suivantes :

- Norme internationale **IEC 61400-11** relative aux mesures et aux analyses techniques des émissions de bruit des éoliennes ;
- Norme **NFS 31-010** relative à la caractérisation et au mesurage des bruits de l'environnement et aux méthodes particulières de mesurage ;
- Norme **NFS 31-114** (dans sa version de juillet 2011) relative au mesurage du bruit dans l'environnement avec et sans activité éolienne, qui complète certains points de la norme NFS 31-010 pour l'adapter aux projets éoliens.



2.2.2. Mesures des niveaux de bruit résiduel

2.2.2.1. Réalisation des campagnes de mesure

L'étude acoustique a été réalisée par le bureau d'étude indépendant Acoustex. L'opérateur en charge des mesures est l'ingénieur Pierrot GIRARD. Le matériel utilisé pour les campagnes de mesurage du bruit est le suivant :

- 7 sonomètres intégrateurs types SOLO 01dB Classe 1P
- 1 sonomètre intégrateur types FUSION Acoem Classe 1P
- 1 chaîne de mesure symphonie 01dB Classe 1P
- Calibreur 01dB type CAL21 Classe 1
- Dépouillement sur logiciels dBTRAIT de 01dB STELL

Les données acoustiques relevées par les sonomètres sont ensuite corrélées aux données météorologiques d'un mâât de mesure installé sur le site. Ce mâât de mesure relève notamment la vitesse et la direction du vent par pas de 10 min ; il est situé dans un endroit dégagé et bien exposé au vent, à proximité des futures éoliennes.

Les campagnes de mesures acoustiques se sont tenues sur deux périodes printanière et hivernale (dans des conditions conservatrices et majorantes (activités humaines et de la faune peu importantes, pas de feuilles dans les arbres, pas de cultures)).

Les mesures ont été réalisées du vendredi 3 avril 2015 au jeudi 9 avril 2015, du 28 au 30 septembre 2015 et du 21 décembre 2015 au mercredi 23 décembre 2015.

Afin de caractériser l'état initial du site, la mesure doit être assurée pour des classes de vitesses de vent normalement rencontrées sur le terrain. Pour chaque classe de vitesse de vent, un nombre minimal de 10 valeurs est nécessaire pour calculer l'indicateur de bruit.

Généralement, l'étude est réalisée pour des vitesses de référence allant de 3 à 9 m/s. En effet, en dessous de 3 m/s à 10 m, on considère que le très faible niveau de puissance acoustique des éoliennes n'est pas de nature à engendrer d'impacts significatifs. Au-delà de 9 m/s à 10m, l'émergence sonore reste constante, voire diminue avec la vitesse de vent, car le bruit du vent dans l'environnement augmente plus vite que le bruit des éoliennes.

2.2.2.2. Implantation des points de mesure

En fonction de la configuration du site, on peut utiliser des récepteurs virtuels (microphones virtuels) pour compléter les points de mesure réalisés pendant les campagnes. Les récepteurs virtuels sont positionnés dans des hameaux où aucune mesure n'a été effectuée et qui se situent dans une configuration acoustique similaire aux points de mesure réalisés ;

Comme pour les points de mesure, l'objectif est de placer les récepteurs virtuels en façade des habitations les plus exposées au parc éolien, de sorte que si le projet respecte la réglementation en ces points, il la respectera pour toutes les habitations environnantes. Le bruit résiduel au niveau des récepteurs virtuels est ensuite extrapolé à partir des mesures effectuées dans un lieu dit à l'environnement sonore semblable.

Point 1 – Le Moulin de Quibut



Point 2 – Le Ressort



Point 3 – La Roussière



Point 4 – LA Hamonais



Point 5 – Bas Coismur



Point 6 – La Guillaumière



Point 7 – Le Vieux Bourg



Point 8 – Chasse Loup

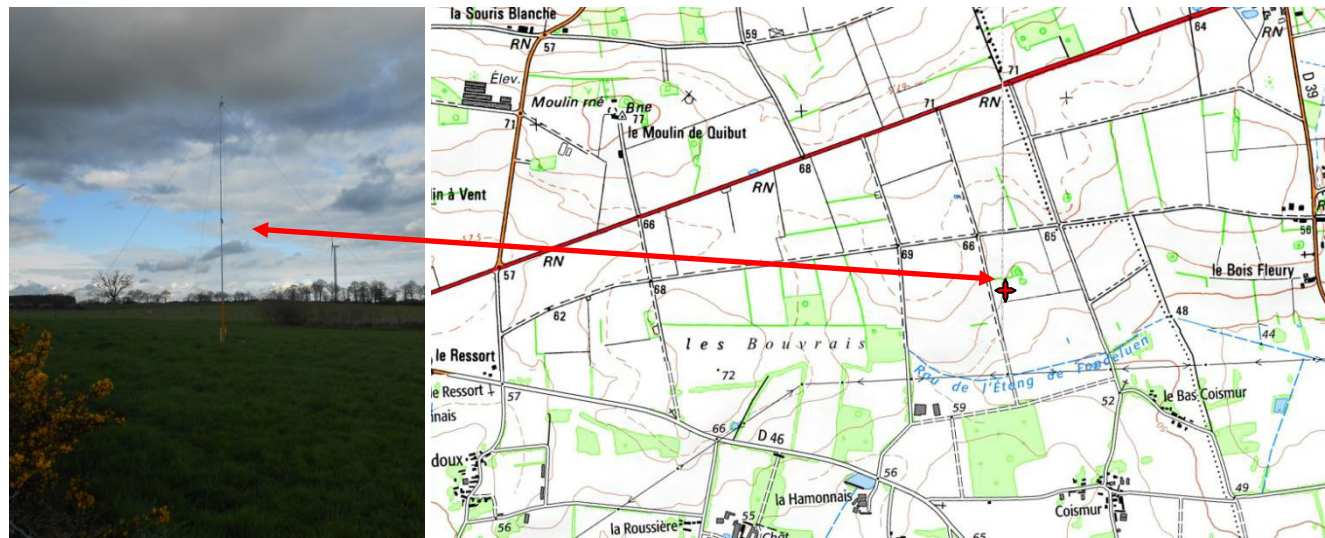




Un relevé météorologique simultané aux mesures acoustiques permet de resituer celles-ci dans leur contexte de vent et de déduire l'évolution du niveau sonore aux habitations en fonction du vent. Les vitesses de vent jusqu'à 6 m/s sont réputées les plus pénalisantes car encore peu perturbantes pour l'environnement.

La mesure de vent a été réalisée à l'aide du mât de mesure de 10 m installé par Acoustex. Il mesure la vitesse et la direction de vent à 10 m au-dessus du sol.

Le mât se situe sur la zone d'étude, dans une configuration représentative du site d'implantation des éoliennes.



Carte 2 : Emplacement du mât de mesure du vent sur site

Les mesures ont été effectuées par vent faible à modéré (jusqu'à 8 m/s à 10 m) suivant les prescriptions de la norme NFS 31-114 (version de juillet 2011) relatif au mesurage du bruit dans l'environnement.

2.2.2.3. Analyse des mesures

Une classe homogène est définie par l'opérateur en fonction des facteurs environnementaux ayant une influence sur la variabilité des niveaux sonores (variation de trafic routier, activités humaines, chorus matinal, orientation du vent, saison, etc.). A l'intérieur d'une classe homogène, la vitesse du vent est la seule variable influant sur les niveaux sonores. On s'intéresse principalement pour chaque point de mesure à la classe homogène correspondant à la pleine nuit en dehors des périodes de transition du matin et du soir.

Chaque classe homogène considérée est ensuite nettoyée des événements perturbateurs identifiés comme non représentatifs de la situation acoustique dont la durée d'apparition excède plus de la moitié de l'intervalle de base. On associe alors par pas de dix minutes la vitesse moyenne de référence à 10 m et la valeur du niveau de bruit équivalent atteint ou dépassé pendant 50% du même intervalle de temps (L50).

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

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

Les incertitudes relatives à la détermination du bruit résiduel sont réduites grâce à la durée cumulée importante des relevés acoustiques et à la rigueur apportée au choix des intervalles de mesurage.

2.2.2.1. Logiciel de calcul

Les calculs prévisionnels sont réalisés à l'aide du logiciel CADNAA qui permet de modéliser la propagation acoustique en espace extérieur en prenant en compte l'ensemble des paramètres influents tels que la topographie, la nature du sol, le bâti, la météorologie.

Les bâtiments situés autour du projet, en particulier à proximité des points de réception, sont considérés comme acoustiquement réfléchissants au même titre que les routes qui favorisent également la propagation des ondes sonores.

La méthode de calcul utilisée est la méthode Harmonoise.

Cette méthode permet de prendre en compte des conditions météorologiques spécifiques en fournissant l'amplitude et la direction du vent ainsi que les conditions de stabilité thermique selon l'heure du jour et la couverture nuageuse.

Les éoliennes sont simulées par des sources ponctuelles omnidirectionnelles placées à 100 m au-dessus du sol.

2.2.3. Mesure de la vitesse du vent

2.2.3.1. Gradient vertical de vent

Afin de prendre compte les variations journalières du coefficient vertical du gradient de vent, les niveaux de puissance acoustique de l'éolienne pour des vitesses de vent à hauteur de moyeu sont recalculées pour des vitesses de vent à 10 m du sol en utilisant la formule suivante :

$$V_{10} = V_{\text{moyeu}} \times \left(\frac{h_{10}}{H} \right)^{\alpha}$$

avec :

V_{moyeu} : vitesse à hauteur du moyeu

V_{10} : vitesse à 10m

H : hauteur du moyeu

H_{10} : 10m

α : coefficient vertical du gradient de vent du site

α_{jour} : 0,2 et α_{nuit} : 0,3

2.2.3.2. Prise en compte des effets météorologiques

Tous les calculs sont réalisés avec les paramètres suivants :

- température 10°
- taux d'humidité 70 %
- ciel couvert.

Tous les points récepteurs font l'objet d'un calcul diurne et nocturne prenant en compte chaque vitesse de vent entre 3 et 9 m/s à 10 m et toutes les orientations de vent de 0 à 360° par pas de 45°.

2.2.3.3. Analyse des impacts du projet

Les simulations acoustiques sont effectuées pour chaque point de mesure ou récepteur virtuel, chaque vitesse de vent, chaque orientation de vent et chacune des périodes diurne et nocturne. Les résultats pour la direction de vent principale du site sont synthétisés dans des tableaux qui fournissent les bruits résiduels, bruits particuliers des éoliennes, bruits ambiants et émergences globales du parc éolien. Les cases jaunes représentent les émergences non réglementaires.



Si nécessaire une optimisation du fonctionnement du projet est proposée pour chaque vitesse et orientation de vent.

2.2.3.4. Tonalité marquée

L'étude du spectre acoustique par bande de tiers d'octave, fourni par le constructeur de l'éolienne, permet de contrôler l'absence de tonalité marquée au niveau de l'installation. Par extension, dans le cas où aucune tonalité marquée ne peut être mise en évidence au niveau de l'éolienne, il n'y aura pas de phénomène de tonalité marquée au niveau des habitations alentour. En effet, la déformation qui peut être créée par l'air lors de la propagation du son ne sera en aucun cas suffisante pour faire apparaître un phénomène de tonalité marquée si celui-ci n'existe pas dans le spectre de départ.

Par ailleurs, le constructeur garantit le spectre par bande de tiers d'octave de la machine tout au long de la période d'exploitation, assurant ainsi que le vieillissement des éoliennes ne sera pas à l'origine d'une tonalité marquée.

2.2.4. Analyse des données mesurées

L'exploitation des mesures est basée sur l'avant projet de norme Pr NF S 31-114 relatif au « Mesurage du bruit dans l'environnement avant et après installation éolienne ».

L'objectif des campagnes de mesure est de définir les niveaux de bruit résiduel en périodes diurne et nocturne, sur chaque classe de vitesse de vent standardisée à 10 m de 3 à 9 m/s, en niveau sonore global dB(A).

Les classes de vitesse de vent étudiées correspondent aux plages de fonctionnement et de gêne sonore potentielle du parc éolien. En effet, en dessous d'une vitesse de vent standardisée à 10 m de 3 m/s, la puissance acoustique des éoliennes est faible. Pour des vitesses de vent standardisées supérieures à 9 m/s, le niveau de puissance acoustique de l'éolienne est stable et n'augmente plus.

■ Descripteur du niveau sonore

Chaque descripteur du niveau sonore correspond à l'indicateur L50 (*niveaux sonores dépassés pendant 50 % du temps de mesure*) des Leq 1 seconde mesurés en dB(A) sur une période de 10 min.

Nous corrélons les descripteurs du niveau sonore obtenus toutes les 10 min aux vitesses de vent standardisées à 10 m obtenues sur les mêmes périodes. Nous obtenons ainsi des nuages de points représentant l'évolution des niveaux sonores résiduels en fonction de la vitesse du vent (voir exemple de graphique ci-contre).

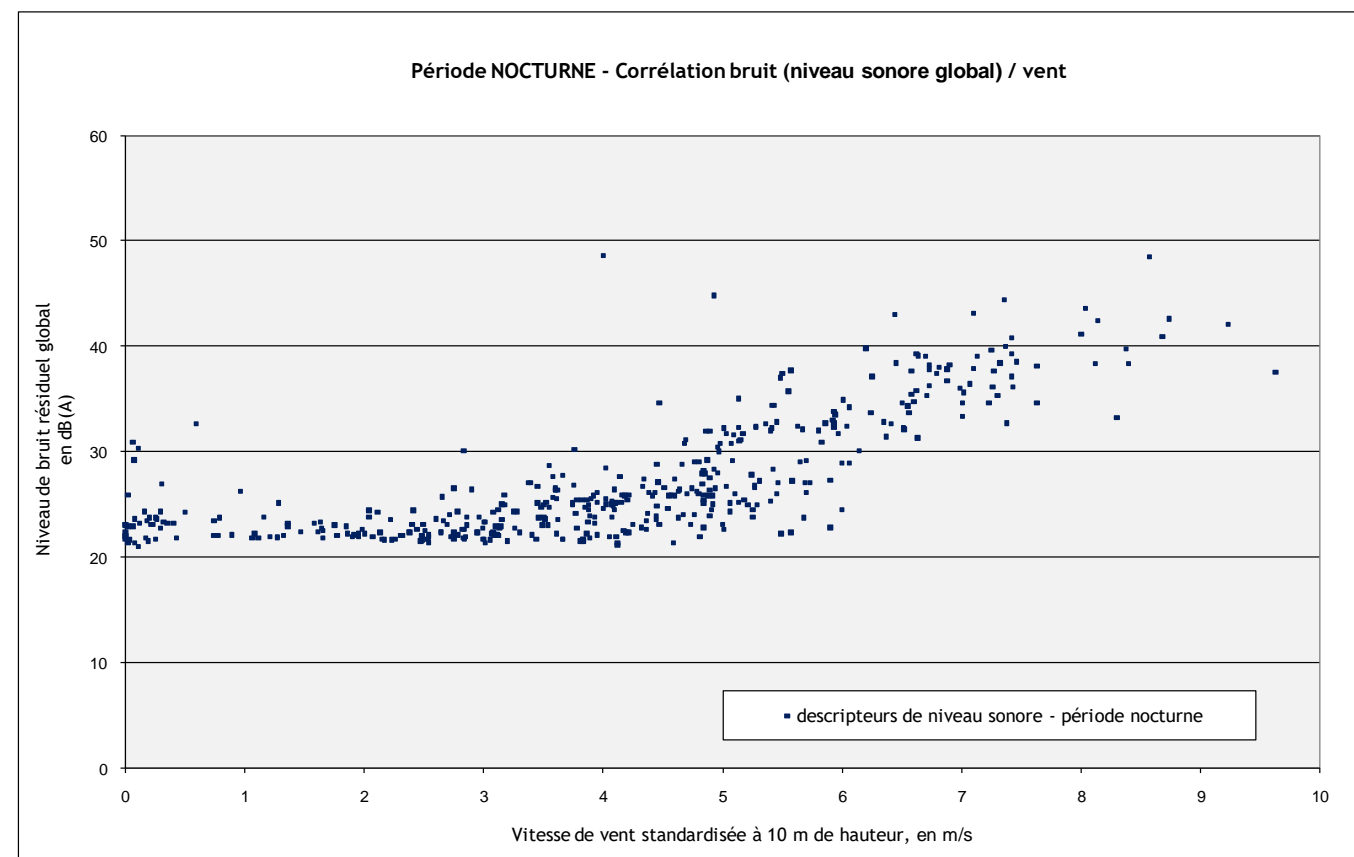


Figure 2 : Illustration de la répartition des descripteurs pour des vitesses de vent allant de 0 à 10 m/s

■ Indicateur de bruit recentré

L'indicateur de bruit recentré est le niveau sonore pour chaque classe de vitesse de vent, obtenu par traitement des descripteurs des niveaux sonores contenus dans la classe de vitesse de vent considérée.

Calcul de l'indicateur de bruit recentré (voir exemple de graphique ci-dessous) :

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

■ Valeurs retenues

Nous ajustons les valeurs de niveau sonore résiduel que nous retenons, en nous basant sur les indicateurs de bruit recentrés issus de la méthodologie de la norme, mais en prenant en compte le faible nombre d'échantillons sur certaines classes de vents, dans le but d'obtenir des courbes d'allure représentative (exemple sur les valeurs à 8 et 9 m/s sur la courbe ci-après).

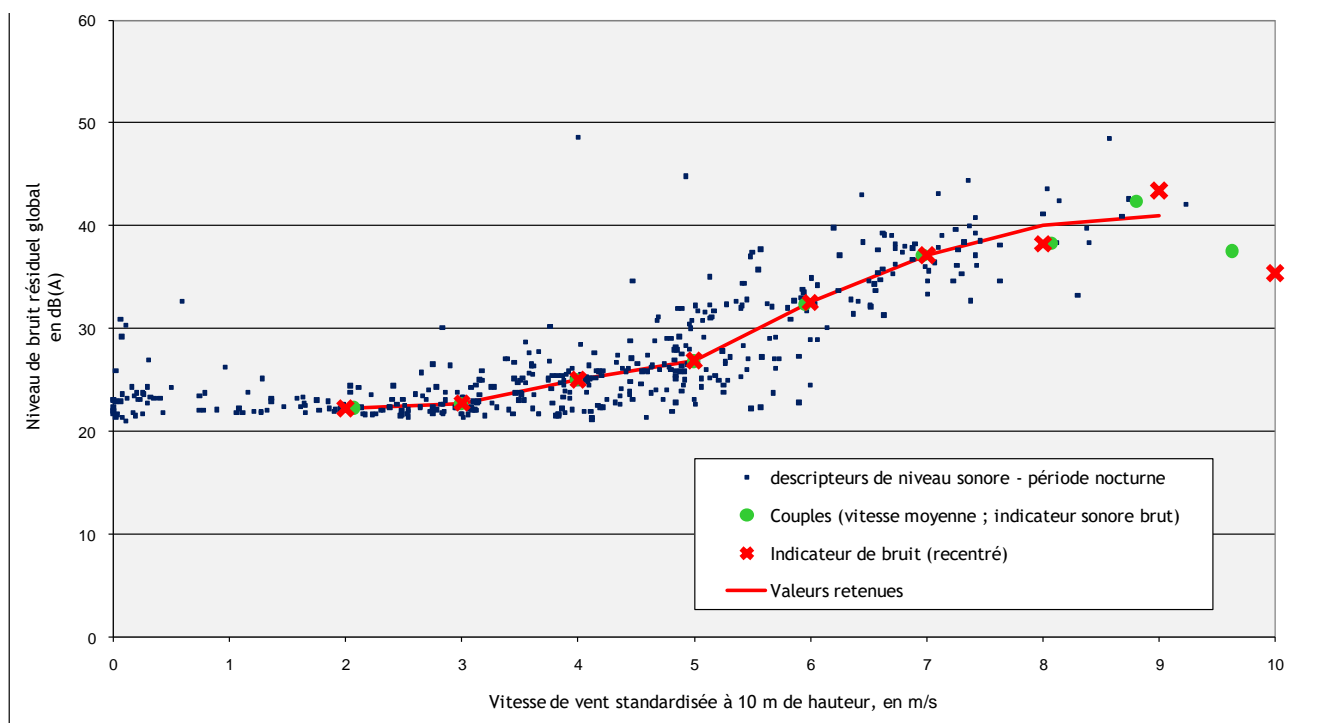


Figure 3 : Illustration de la définition des valeurs retenues sur la répartition des descripteurs

- Périodes d'observation

Les périodes retenues pour l'exploitation des mesures sont les suivantes :

- période 7h à 22h pour l'exploitation des mesures de diurnes ;
- période 22h à 7h pour l'exploitation des mesures nocturnes.

2.3. Conditions météorologiques

Les données suivantes correspondent aux données du mât de mesure implanté sur le site pour la campagne du vendredi 3 avril 2015 au jeudi 9 avril 2015

Date	Précipitations	Vitesse du vent à 10 m	direction
03/04/2015	averses entre 22h et 0h	2 à 6 m/s	NO
04/04/2015	Aucune	1 à 5 m/s	NO à NE
05/04/2015	Aucune	2 à 6 m/s	NE à E
06/04/2015	Aucune	2 à 6 m/s	E
07/04/2015	Aucune	2 à 7 m/s	E
08/04/2015	Aucune	2 à 6 m/s	E
09/04/2015	Aucune	1 à 4 m/s	SE

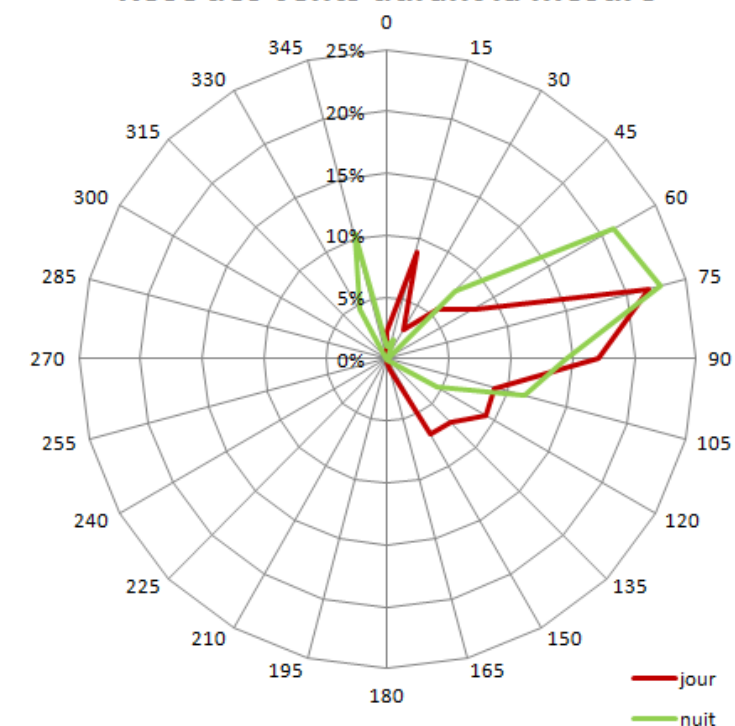
Tableau 4: Conditions météorologiques lors des campagnes de mesure d'avril 2015

Les périodes de pluie marquée n'ont pas été prises en compte dans les analyses.

Le graphique qui suit présente les conditions de vent obtenues lors des campagnes de mesurage.

La campagne s'est déroulée par vent de secteur NE-E.

Rose des vents durant la mesure



Graphique 1: secteurs de vents sur le site de Derval pendant la campagne d'avril 2015



Les données suivantes correspondent aux données du mât de mesure implanté sur le site pour la campagne du lundi 21 décembre 2015 au mercredi 23 décembre 2015.

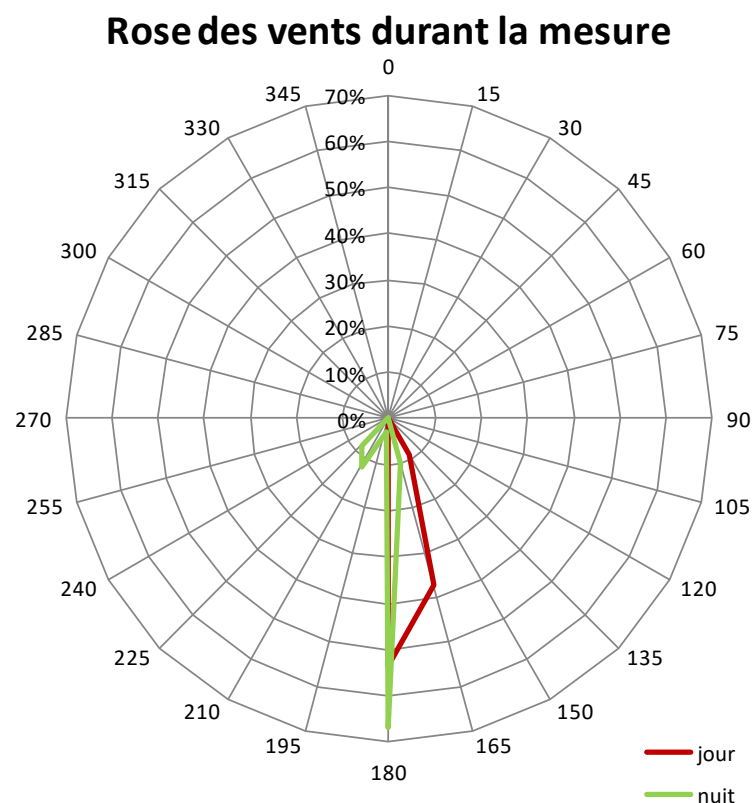
Date	Précipitations	Vitesse du vent à 10 m	direction
21/12/15	averses entre 17h et 18h	6 à 8 m/s	S
22/12/15	averses entre 8h et 11h, entre 14h et 17h	4 à 9 m/s	S
23/12/15	averses entre 0h et 2h	1 à 7 m/s	S

Tableau 5: Conditions météorologiques lors des campagnes de mesure d'avril 2015

Les périodes de pluie marquée n'ont pas été prises en compte dans les analyses.

Le graphique qui suit présente les conditions de vent obtenues lors des campagnes de mesurage.

La campagne s'est déroulée par vent de secteur sud.



Graphique 2: secteurs de vents sur le site de Derval pendant la campagne de décembre 2015

Notons que la campagne de septembre 2015 n'a pas permis d'obtenir des données suffisamment représentatives (nombre de descripteurs par classe de vent trop faible).

- Représentativité de la période de mesure :

Les mesures sont jugées représentatives : mesures longue durée, conditions météorologiques satisfaisantes (plage de vitesses de vent suffisamment étalée).

- Vitesse du vent au niveau des microphones :

Conformément aux prescriptions de la norme NFS 31-010, la vitesse de vent au niveau du microphone (1,5 m de hauteur environ) ne doit pas excéder 5 m/s.

Sur le site d'implantation du mât météo, nous estimons que la vitesse du vent à 1,5 m de hauteur est inférieure à 5 m/s avec une vitesse standardisée à 10 m inférieure à 8 m/s.

Or, l'exploitation des mesures se limite à des vitesses de vents standardisées à 10 m de 3 à 8 m/s.

De plus, ce calcul est réalisé pour une longueur de rugosité standard de 0,05 m.

Or, nous estimons que les longueurs de rugosité réelles au niveau des microphones (à proximité des habitations) sont en réalité supérieures à 0,05 m.

Rappelons que pour une vitesse de vent standardisée à 10 m donnée, plus la longueur de rugosité du site est importante, plus la vitesse de vent résultante à 1,5 m de hauteur sera faible.

Nous pouvons donc supposer, sur base de ces justifications, que sur la plage de vitesses de vents exploitée, les vitesses de vent à l'emplacement des microphones sont bien inférieures à 5 m/s.

2.4. Situation acoustique initiale

Pour chaque point de mesure, une fiche récapitulative présente les informations suivantes :

- Caractéristiques du site,
- Photographie et localisation du point de mesure,
- Evolution temporelle du niveau de bruit pour les périodes diurne et nocturne,
- Evolution temporelle de la vitesse du vent à 10 m.

Ces fiches sont présentées en pages suivantes.


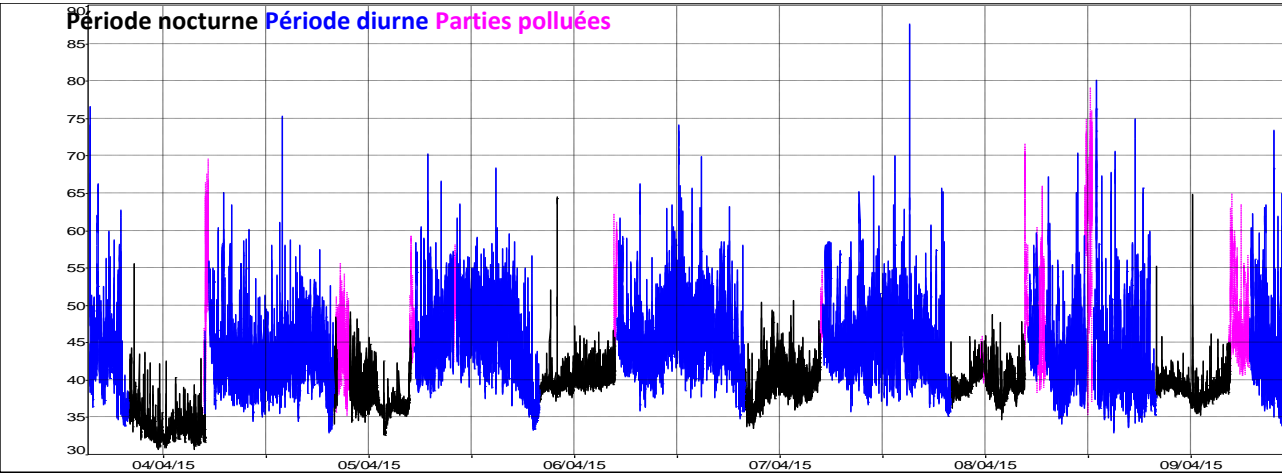
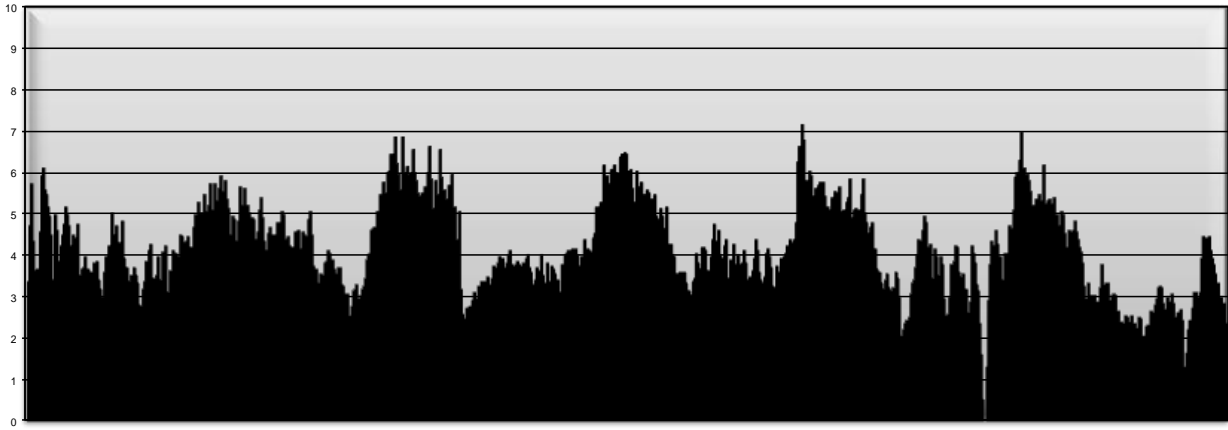
Sur les courbes d'évolution temporelle du LAeq, les portions de courbe en rose correspondent aux parties polluées, c'est-à-dire aux intervalles de temps marqués par des événements particuliers tels que l'activité agricole, le bruit de fonctionnement d'un équipement technique (chaudière, climatisation, ventilation, etc.), les bruits d'insecte (le chant des grillons pendant les campagnes estivales), le réveil de la nature (chants des oiseaux), etc. Les périodes de pluie sont également retirées de l'analyse des mesures.

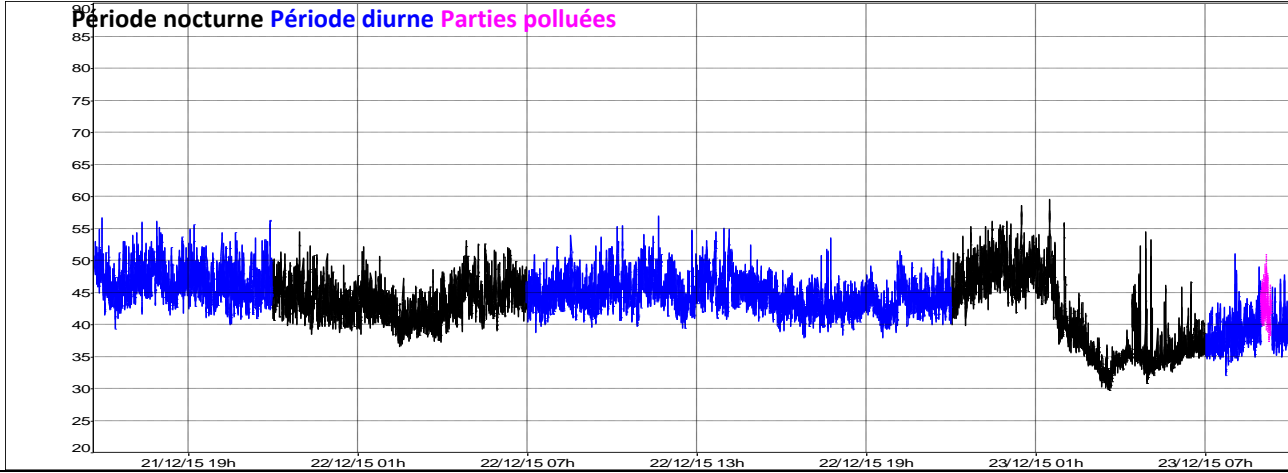
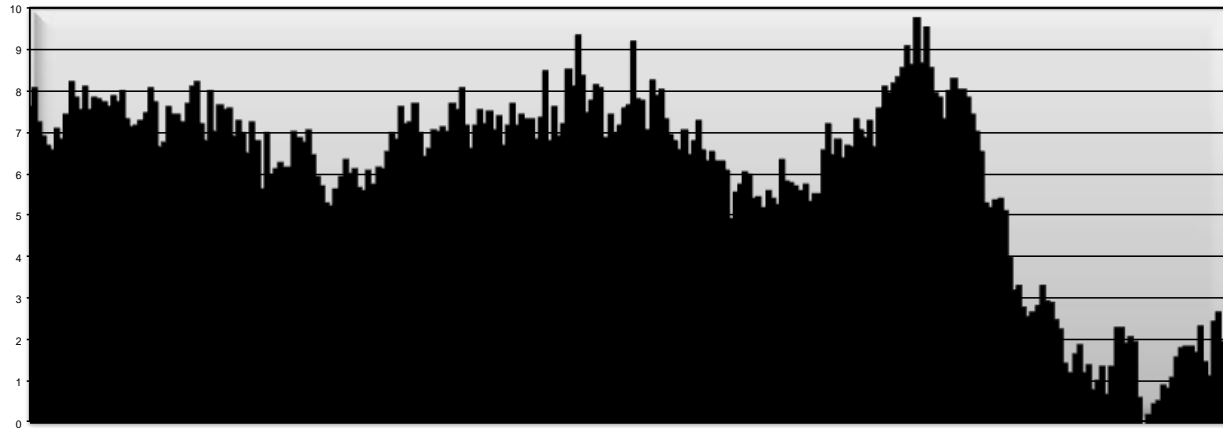
Par ailleurs, le fait de calculer les émergences à partir des niveaux L50 permet d'évacuer la plupart des événements particuliers ponctuels.

Les chronogrammes et les courbes de corrélation sont présentés point par point en pages suivantes.



2.4.1. Résultats détaillés


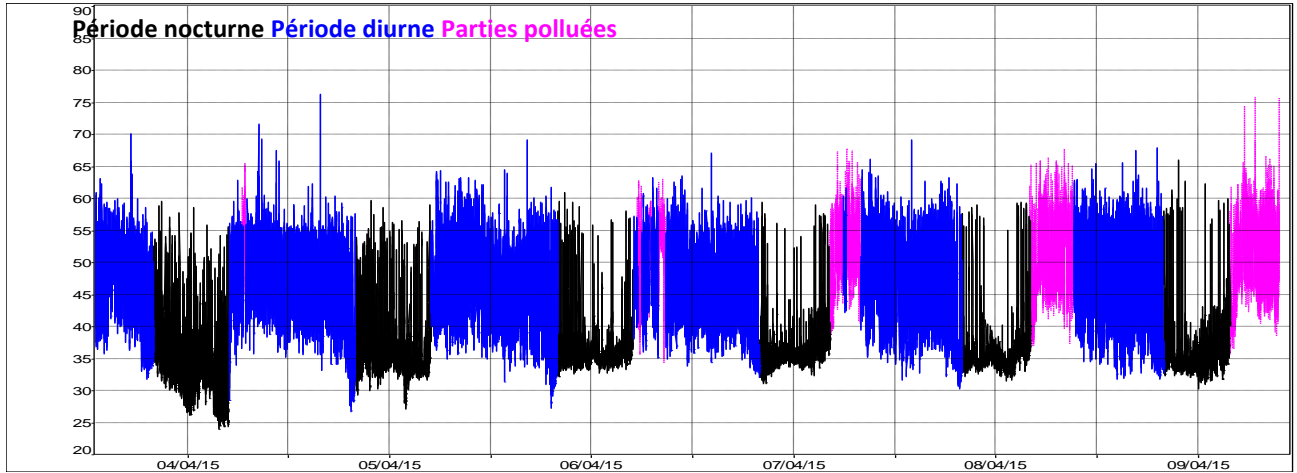
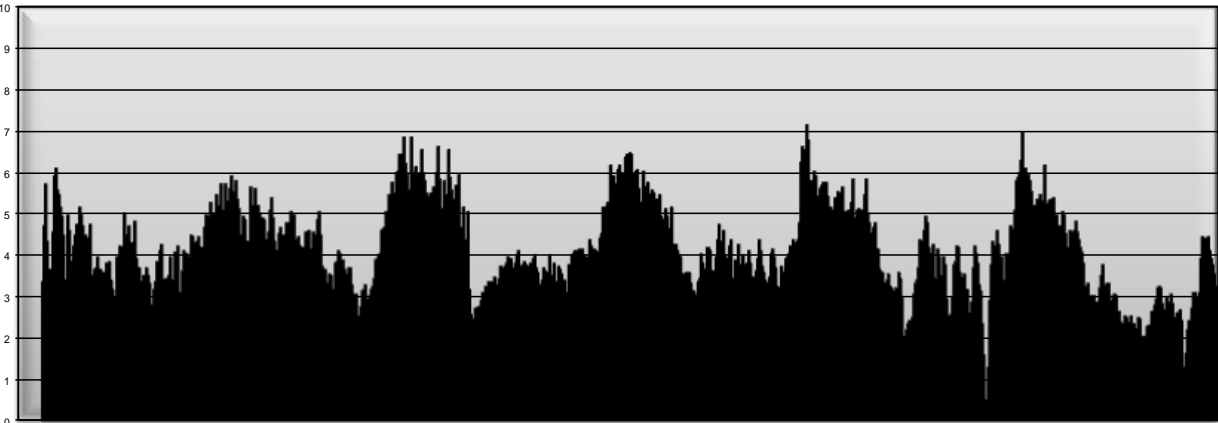
POINT DE MESURE N° 1		Le Moulin de Quibut		
Localisation Adresse : Le Moulin de Quibut Commune : Derval Référence cadastrale : 000 ZO 106 Latitude : 47°40'38.18"N Longitude : 1°38'34.52"O Distance au projet : > 1270 m				
Environnement Champs cultivés, peu de végétation à proximité				
Période d'analyse des campagnes n°1				
Saison		Début		
PRINTEMPS		vendredi 03/04/15 – 17h28		
Saison		Fin		
		jeudi 09/04/15 – 12h47		
Sonomètre		Condition de vent à 10 m		Paysage acoustique
Type	N° de série	Vitesses	Directions	
SOLO 01	65468	1 à 10 m/s	Voir page 11	
Calme				
Evolution temporelle du LAeq(10s) pendant l'intervalle d'observation :				
				
Evolution de la vitesse du vent à 10 m pendant l'intervalle d'observation				
				

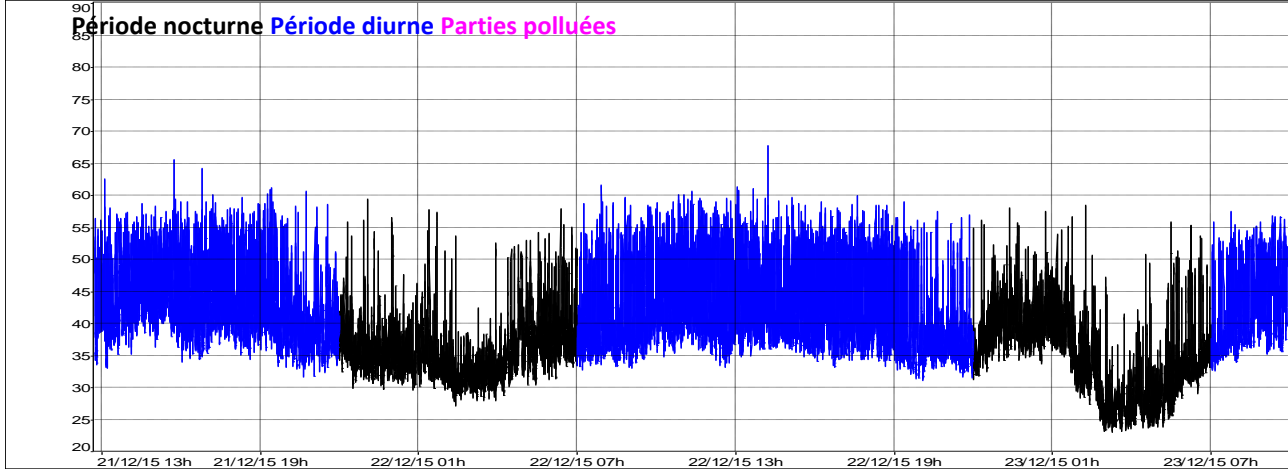
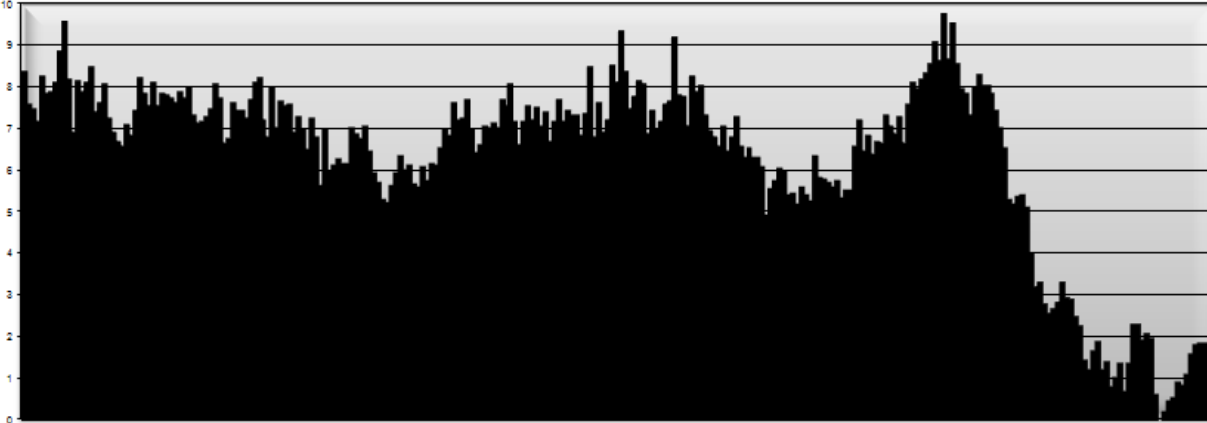
Période d'analyse des campagnes n°2				
Saison		Début		Fin
HIVER		Lundi 21/12/15 – 15h43		Mercredi 23/12/15 – 9h55
Sonomètre		Condition de vent à 10 m		Paysage acoustique
Type	N° de série	Vitesses	Directions	
SOLO 01	11648	1 à 9 m/s	Voir page 12	
Calme				
Evolution temporelle du LAeq(10s) pendant l'intervalle d'observation :				
				
Evolution de la vitesse du vent à 10 m pendant l'intervalle d'observation				
				



PARTIE 4 – PIERCE 2 - ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE

SECTION V : L'ACCOUSTIQUE


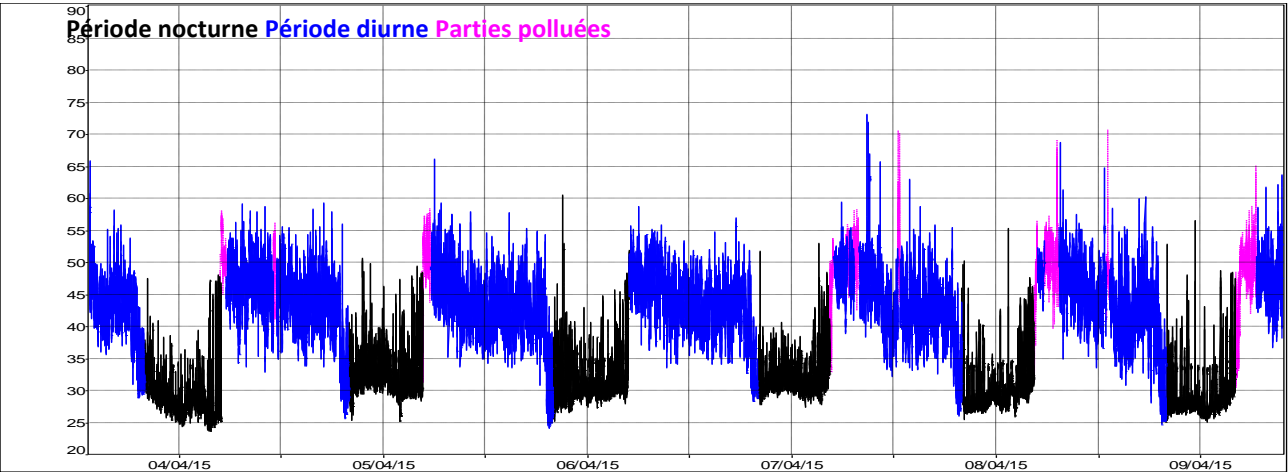
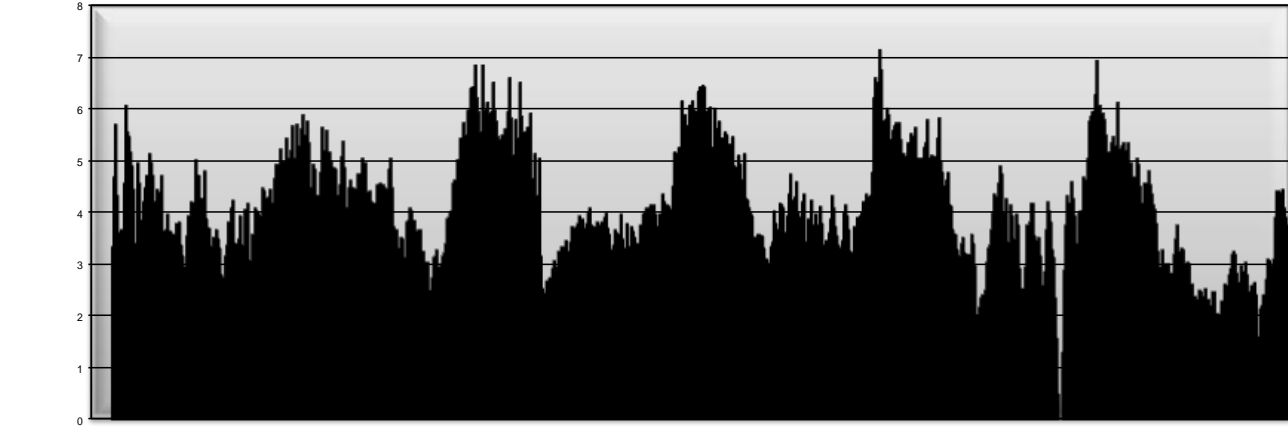
POINT DE MESURE N° 2		Le Ressort			
Localisation Adresse : Le Ressort Commune : Derval Référence cadastrale : 000 ZS 113 Latitude : 47°40'5.13"N Longitude : 1°38'57.10"O Distance au projet : > 1320 m					
Environnement Champs cultivés, peu de végétation à proximité					
Période d'analyse des campagnes n°1					
Saison		Début		Fin	
PRINTEMPS		vendredi 03/04/15 – 15h08		jeudi 09/04/15 – 11h47	
Sonomètre		Condition de vent à 10 m		Paysage acoustique	
Type	N° de série	Vitesses	Directions	Calme	
FUSION	10678	1 à 7 m/s	Voir page 11		
Evolution temporelle du LAeq(10s) pendant l'intervalle d'observation :					
					
Evolution de la vitesse du vent à 10 m pendant l'intervalle d'observation					
					

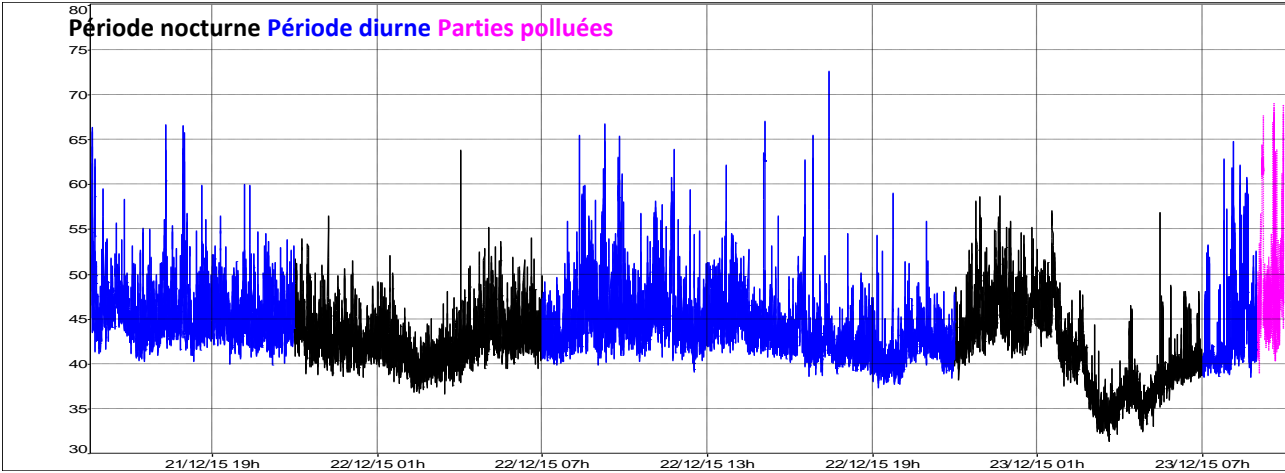
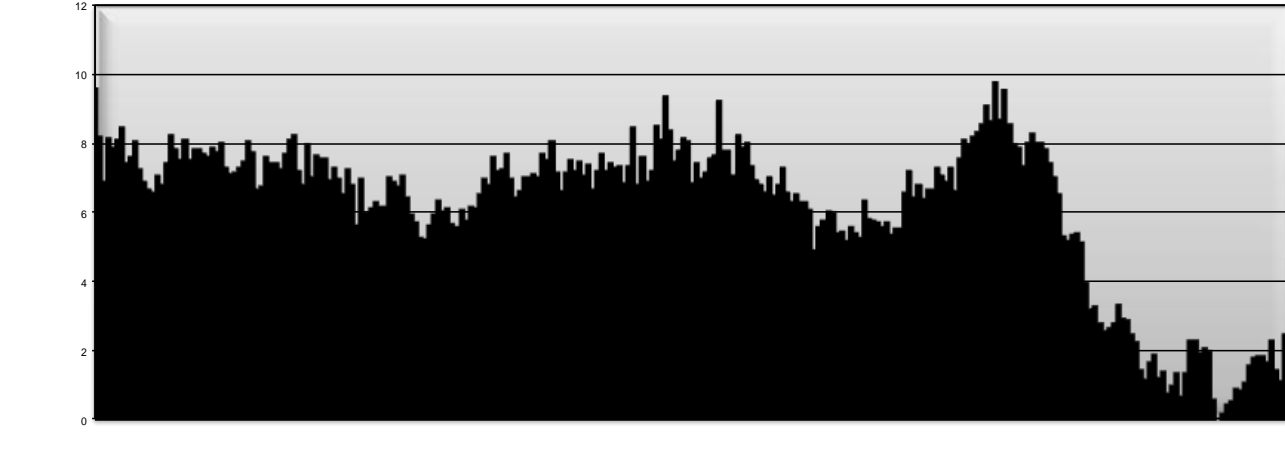
Période d'analyse des campagnes n°2					
Saison		Début		Fin	
HIVER		Lundi 21/12/15 – 15h43		Mercredi 23/12/15 – 9h55	
Sonomètre		Condition de vent à 10 m		Paysage acoustique	
Type	N° de série	Vitesses	Directions	Calme	
SOLO 01	11648	1 à 9 m/s	Voir page 12		
Evolution temporelle du LAeq(10s) pendant l'intervalle d'observation :					
					
Evolution de la vitesse du vent à 10 m pendant l'intervalle d'observation					
					



PARTIE 4 – PIERCE 2 - ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE

SECTION V : L'ACCOUSTIQUE


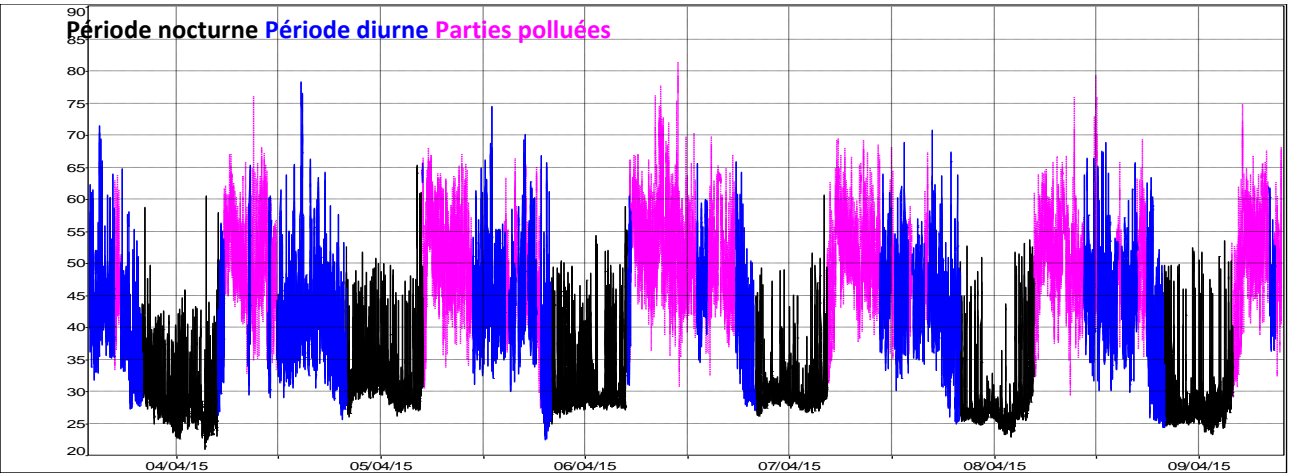
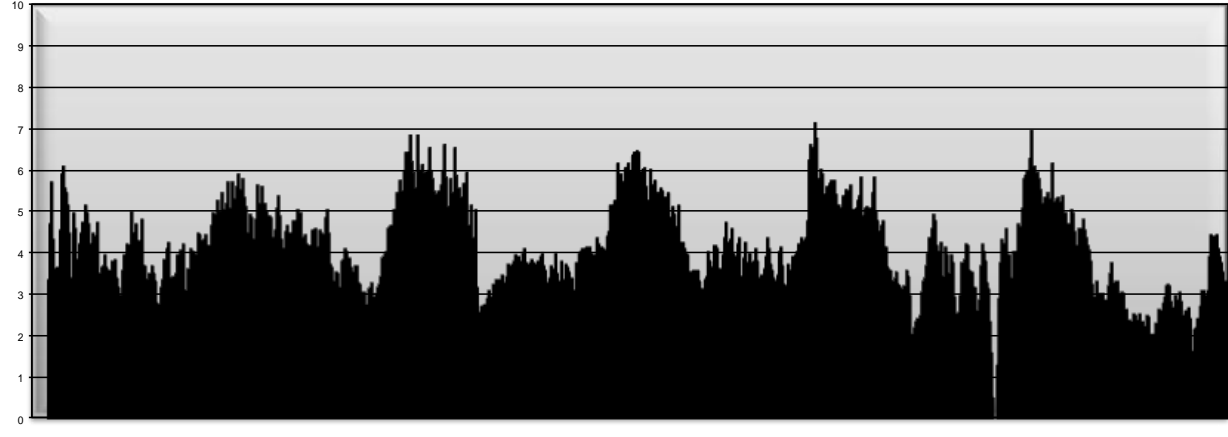
POINT DE MESURE N° 3		La Roussière			
Localisation Adresse : Le Roussière Commune : Derval Référence cadastrale : 000 ZV 47 Latitude : 47°39'46.01"N Longitude : 1°38'22.09"O Distance au projet : > 890 m					
Environnement Champs cultivés, peu de végétation à proximité					
Période d'analyse des campagnes n°1					
Saison		Début			
PRINTEMPS		vendredi 03/04/15 – 15h33			
		Fin			
		jeudi 09/04/15 – 11h41			
Sonomètre		Condition de vent à 10 m		Paysage acoustique	
Type	N° de série	Vitesses	Directions	Calme	
SYMPHONIE	1017	1 à 7 m/s	Voir page 11		
Evolution temporelle du LAeq(10s) pendant l'intervalle d'observation :					
					
Evolution de la vitesse du vent à 10 m pendant l'intervalle d'observation					
					

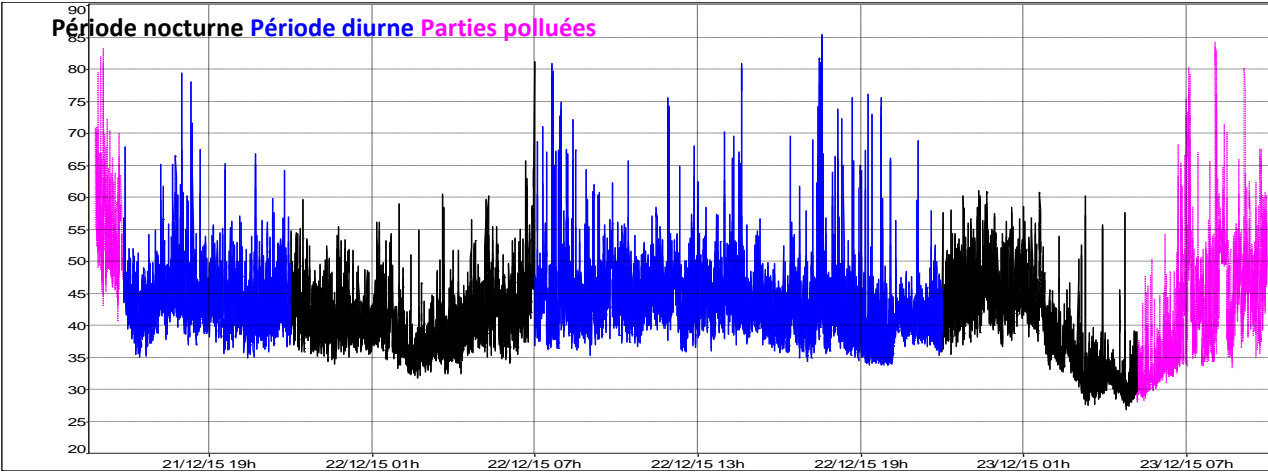
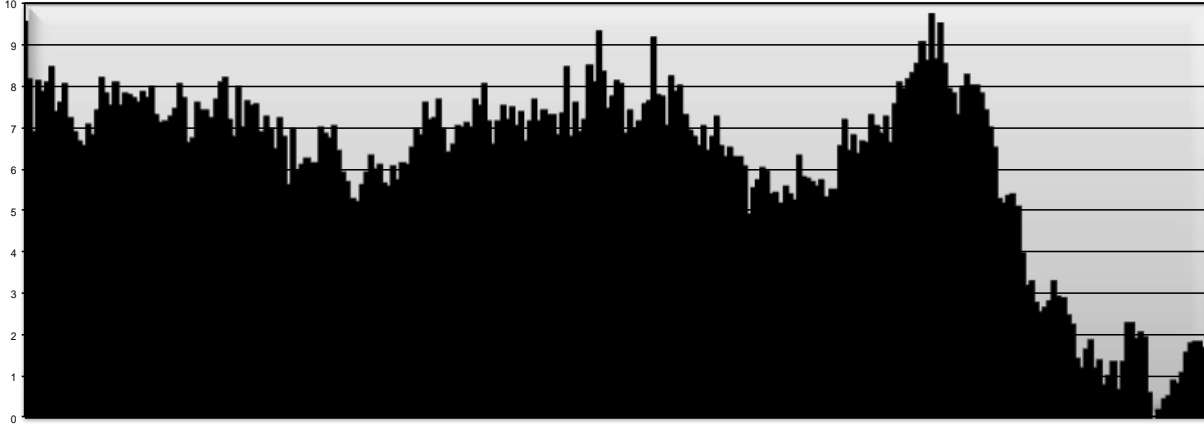
Période d'analyse des campagnes n°2					
Saison		Début		Fin	
HIVER		Lundi 21/12/15 – 14h38		Mercredi 23/12/15 – 10h	
Sonomètre		Condition de vent à 10 m		Paysage acoustique	
Type	N° de série	Vitesses	Directions	Calme	
SOLO 01	11109	1 à 9 m/s	Voir page 12		
Evolution temporelle du LAeq(10s) pendant l'intervalle d'observation :					
					
Evolution de la vitesse du vent à 10 m pendant l'intervalle d'observation					
					



PARTIE 4 – PIERCE 2 - ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE

SECTION V : L'ACCOUSTIQUE


POINT DE MESURE N° 4		La Hamonais		
Localisation Adresse : La Hamonais Commune : Derval Référence cadastrale : 000 ZV 47 Latitude : 47°39'48.16"N Longitude : 1°37'50.15"O Distance au projet : > 620 m				
Environnement Ferme à proximité, peu de végétation à proximité				
Période d'analyse des campagnes n°1				
Saison		Début		
PRINTEMPS		vendredi 03/04/15 – 15h33		
Saison		Fin		
		jeudi 09/04/15 – 11h41		
Sonomètre		Condition de vent à 10 m		Paysage acoustique
Type	N° de série	Vitesses	Directions	
SYMPHONIE	1017	1 à 7 m/s	Voir page 11	Calme la nuit et bruit de l'exploitation agricole proche
Evolution temporelle du LAeq(10s) pendant l'intervalle d'observation :				
				
Evolution de la vitesse du vent à 10 m pendant l'intervalle d'observation				
				

Période d'analyse des campagnes n°2					
Saison		Début		Fin	
HIVER		Lundi 21/12/15 – 14h52		Mercredi 23/12/15 – 10h12	
Sonomètre		Condition de vent à 10 m		Paysage acoustique	
Type	N° de série	Vitesses	Directions	Calme	
SOLO 01	11712	1 à 9 m/s	Voir page 12		
Evolution temporelle du LAeq(10s) pendant l'intervalle d'observation :					
					
Evolution de la vitesse du vent à 10 m pendant l'intervalle d'observation					
					

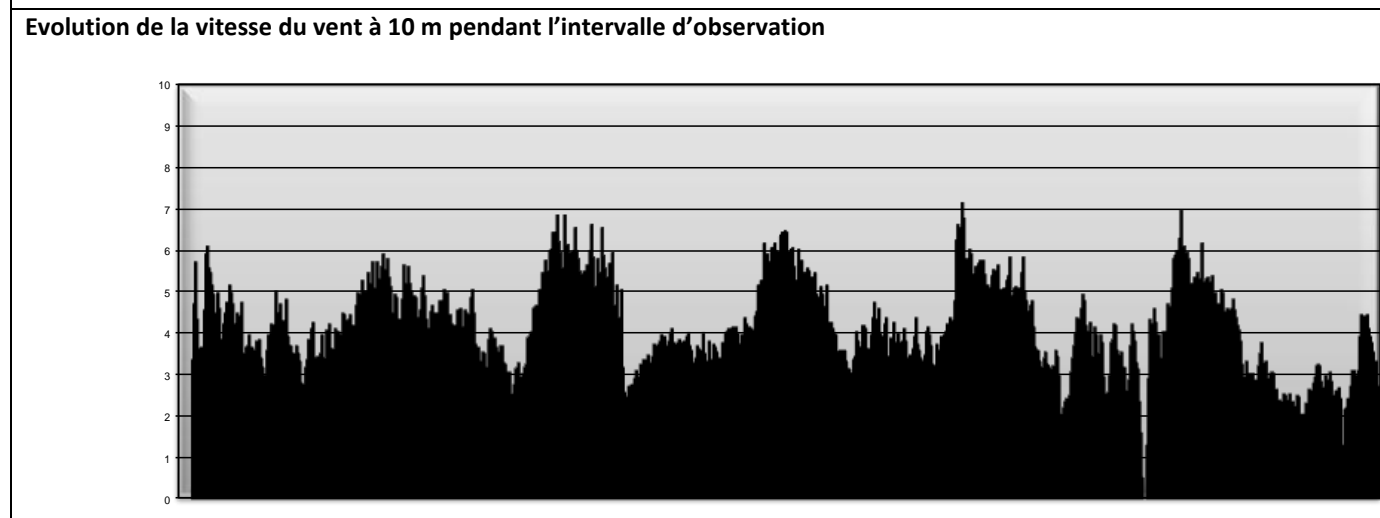
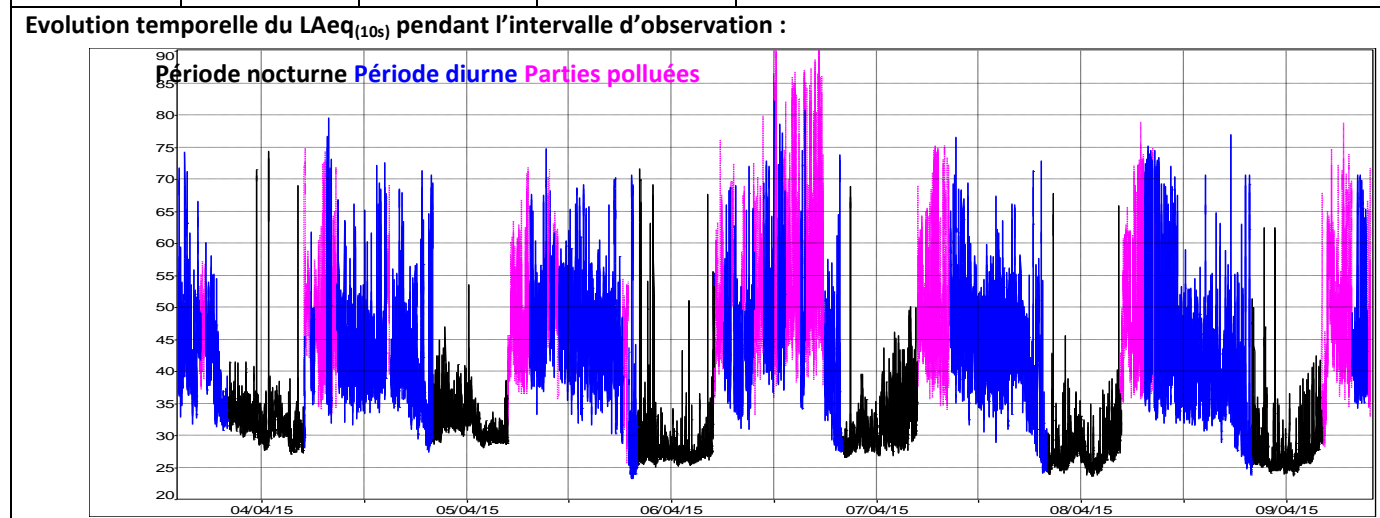


PARTIE 4 – PIERCE 2 - ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE

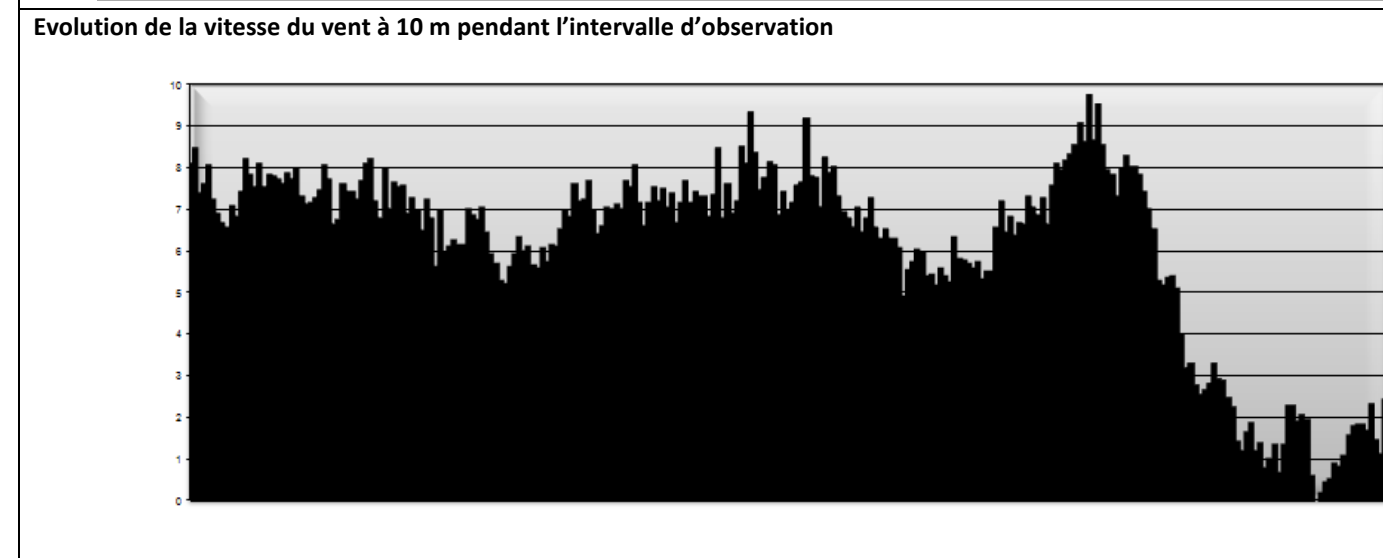
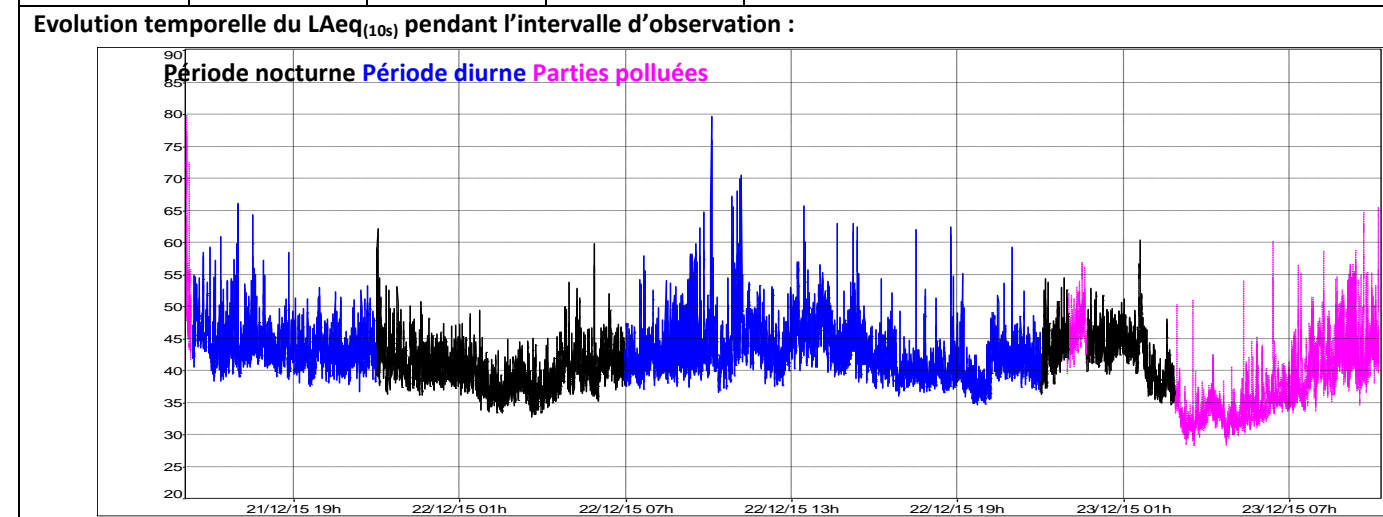
SECTION V : L'ACCOUSTIQUE

POINT DE MESURE N° 5	Bas Coismur
Localisation Adresse : Bas Coismur Commune : Derval Référence cadastrale : 000 ZX 65 Latitude : 47°39'58.93"N Longitude : 1°36'53.00"O Distance au projet : > 740 m	
Environnement	
Champs cultivé, peu de végétation à proximité	

Période d'analyse des campagnes n°1				
Saison		Début		Fin
PRINTEMPS		vendredi 03/04/15 – 16h15		jeudi 09/04/15 – 12h03
Sonomètre		Condition de vent à 10 m		Paysage acoustique
Type	N° de série	Vitesses	Directions	Calme
SOLO 01	10046	1 à 7 m/s	Voir page 11	




Période d'analyse des campagnes n°2				
Saison		Début		Fin
HIVER		Lundi 21/12/15 – 15h09		Mercredi 23/12/15 – 10h16
Sonomètre		Condition de vent à 10 m		Paysage acoustique
Type	N° de série	Vitesses	Directions	Calme
SOLO 01	11618	1 à 9 m/s	Voir page 12	



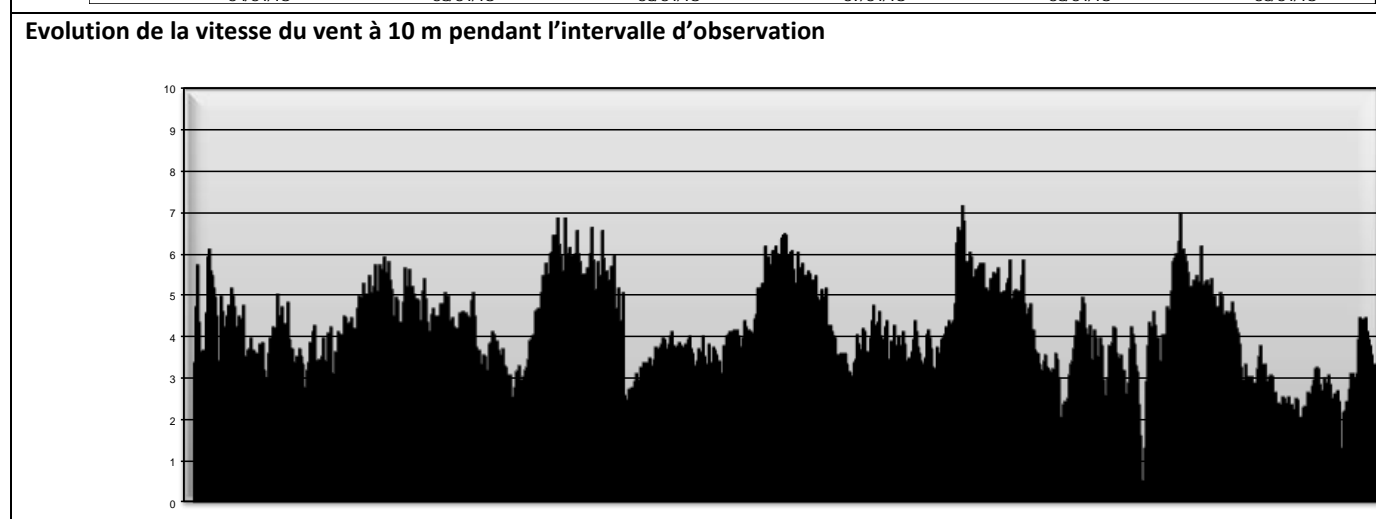
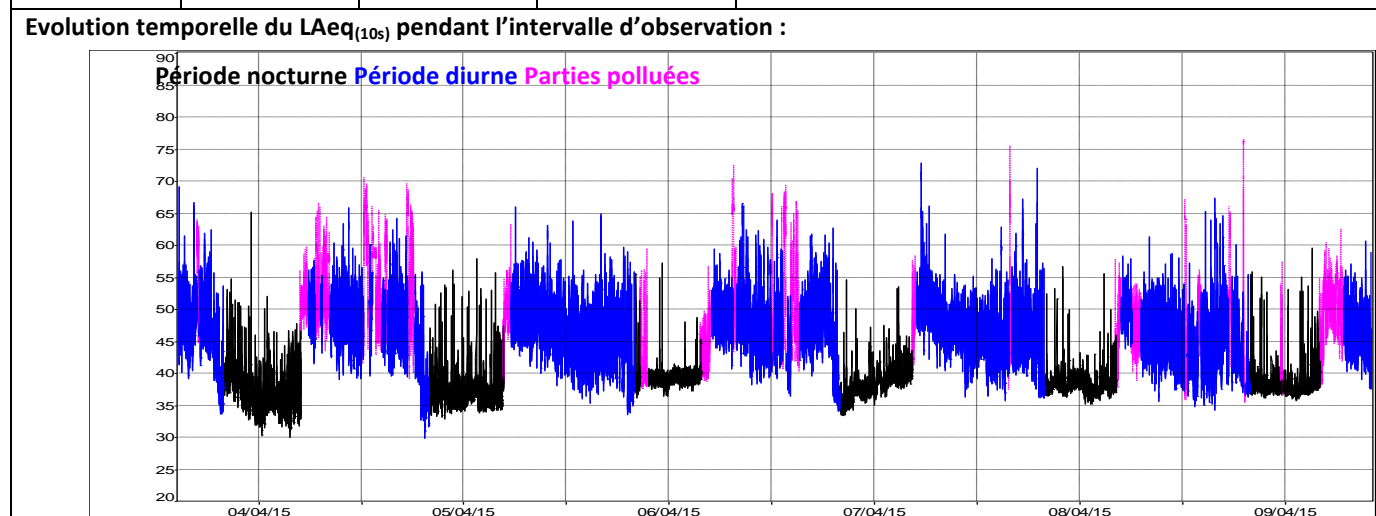


PARTIE 4 – PIERCE 2 - ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE

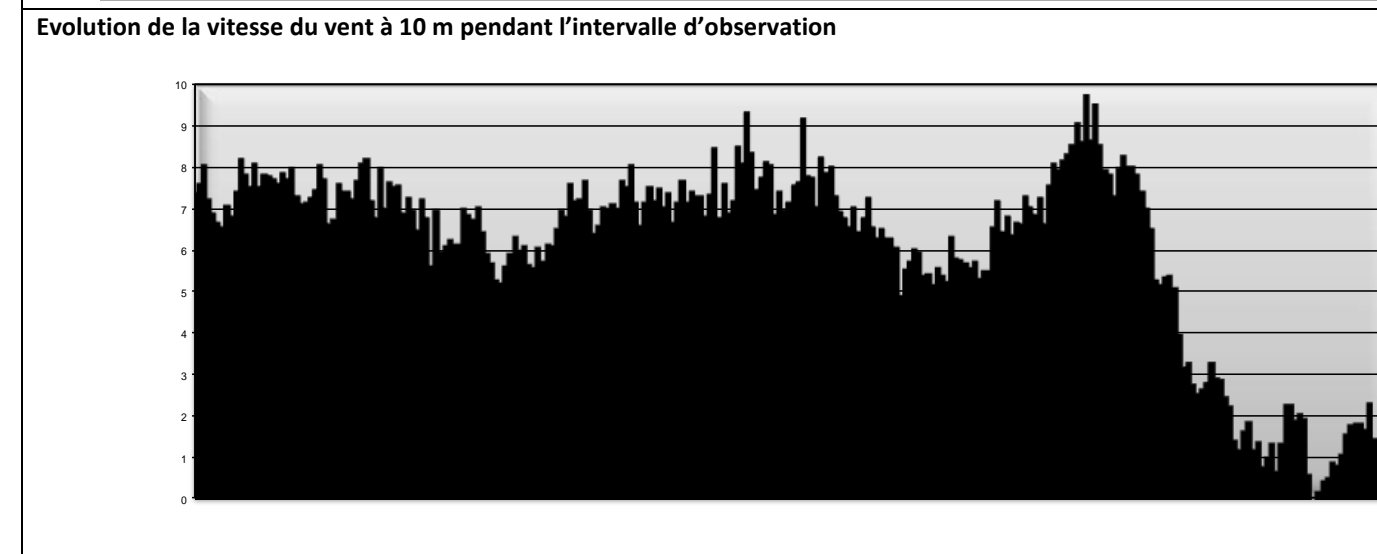
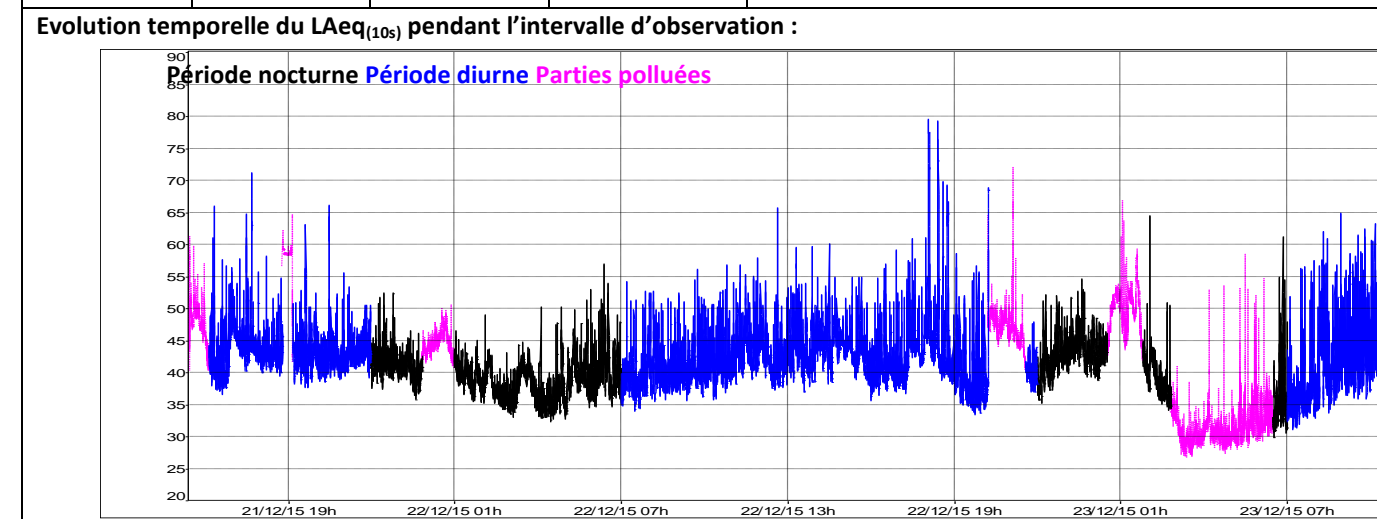
SECTION V : L'ACCOUSTIQUE

POINT DE MESURE N° 6	La Guillaumière
Localisation Adresse : Le Clos Priet Commune : Lusanger Référence cadastrale : 000 YE 30 Latitude : 47°40'24.49"N Longitude : 1°36'31.21"O Distance au projet : > 690 m	
Environnement	
Champs cultivé, peu de végétation à proximité	

Période d'analyse des campagnes n°1				
Saison		Début		Fin
PRINTEMPS		vendredi 03/04/15 – 16h41		jeudi 09/04/15 – 12h13
Sonomètre		Condition de vent à 10 m		Paysage acoustique
Type	N° de série	Vitesses	Directions	Calme
SOLO 01	11618	1 à 7 m/s	Voir page 11	




Période d'analyse des campagnes n°2				
Saison		Début		Fin
HIVER		Lundi 21/12/15 – 15h27		Mercredi 23/12/15 – 10h27
Sonomètre		Condition de vent à 10 m		Paysage acoustique
Type	N° de série	Vitesses	Directions	Calme
SOLO 01	10046	1 à 9 m/s	Voir page 12	



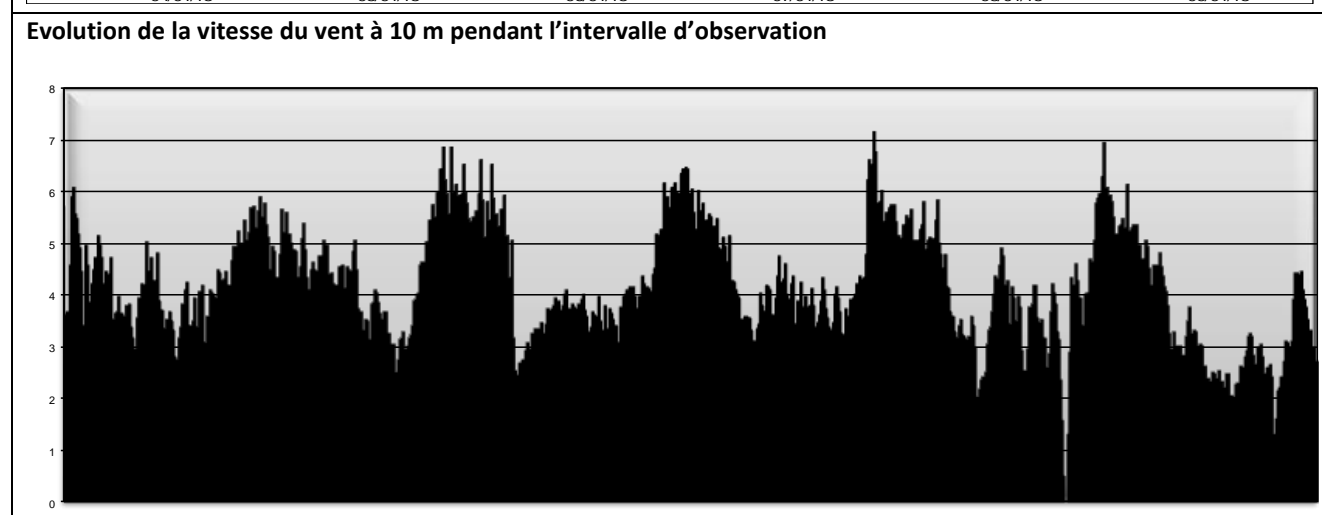
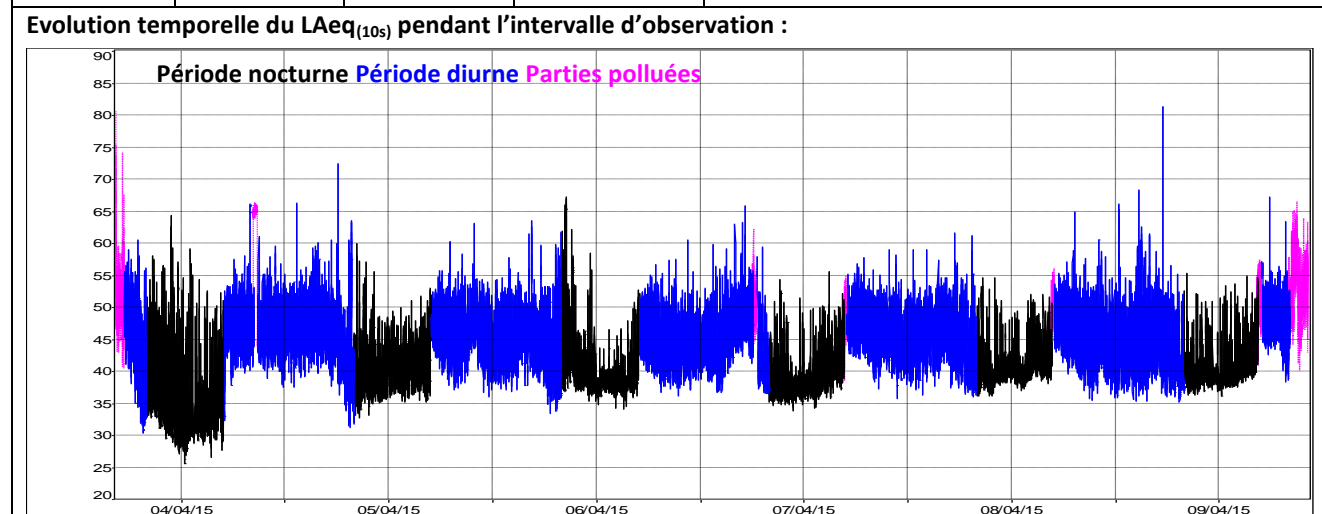


PARTIE 4 – PIERCE 2 - ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE

SECTION V : L'ACCOUSTIQUE

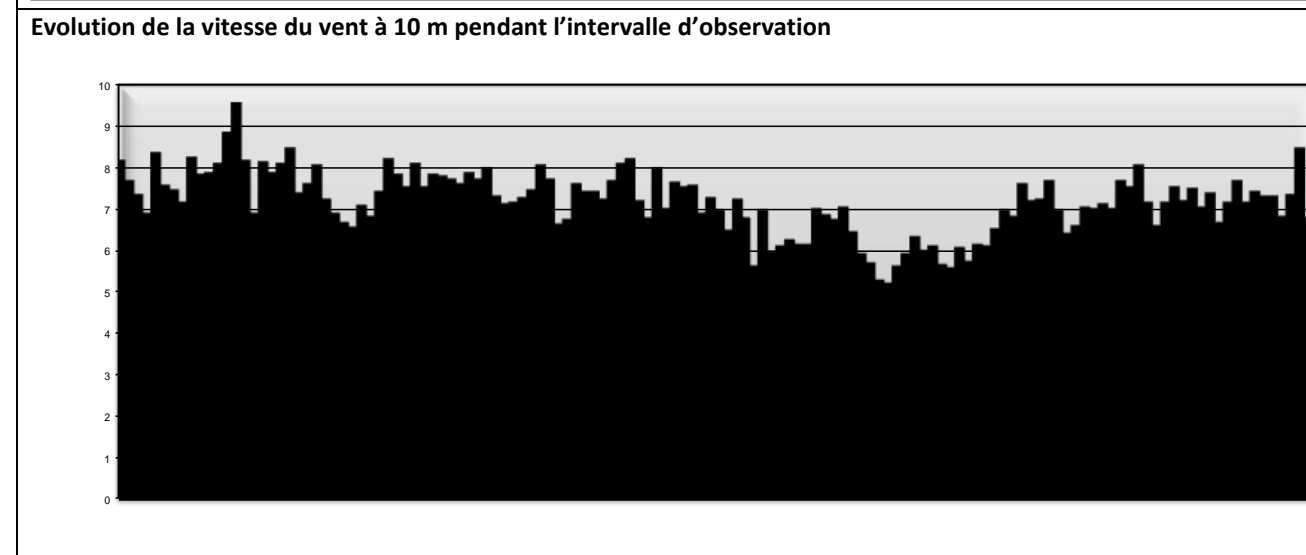
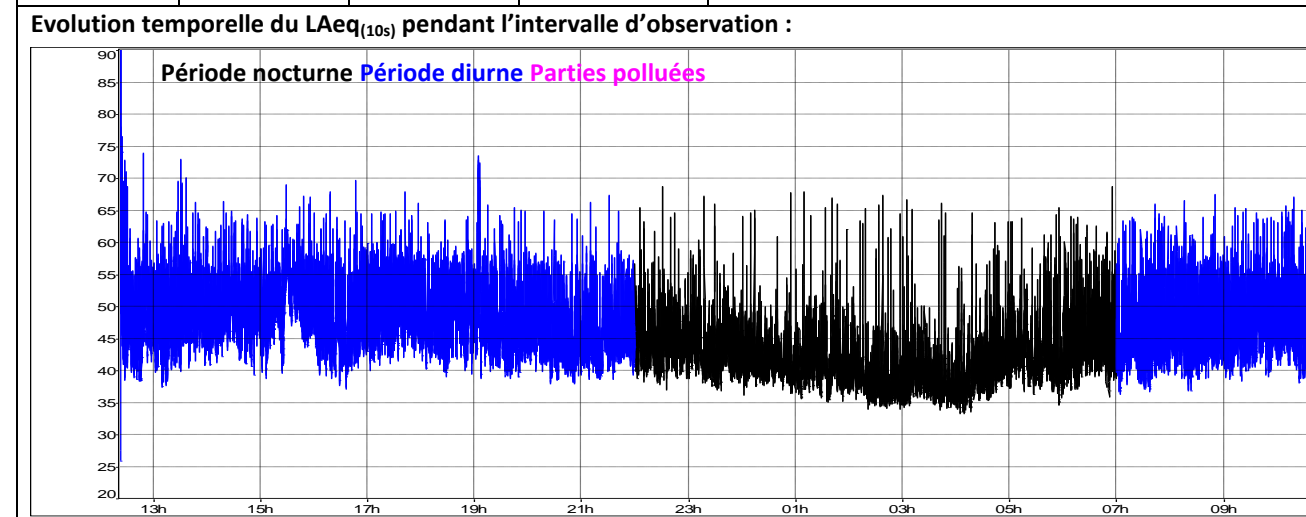
POINT DE MESURE N° 7	Le Vieux Bourg
Localisation Adresse : Le Vieux Bourg Commune : Lusanger Référence cadastrale : 000 I 760 Latitude : 47°40'48.33"N Longitude : 1°36'35.68"O Distance au projet : > 1040 m	
Environnement Champs cultivé, peu de végétation à proximité	

Période d'analyse des campagnes n°1				
Saison		Début		Fin
PRINTEMPS		vendredi 03/04/15 – 18h29		jeudi 09/04/15 – 12h25
Sonomètre		Condition de vent à 10 m		Paysage acoustique
Type	N° de série	Vitesses	Directions	Calme
SOLO 01	11844	1 à 7 m/s	Voir page 11	




Période d'analyse des campagnes n°2

POINT DE MESURE N° 7			Le Vieux Bourg	
Saison		Début		Fin
HIVER		Lundi 21/12/15 – 12h23		Mardi 22/12/15 – 10h40
Sonomètre		Condition de vent à 10 m		Paysage acoustique
Type	N° de série	Vitesses	Directions	Calme
SOLO 01	65468	1 à 9 m/s	Voir page 12	





POINT DE MESURE N° 8		Chasse Loup	
Localisation Adresse : Chasse Loup Commune : Lusanger Référence cadastrale : 000 ZC 22 Latitude : 47°41'5.05"N Longitude : 1°37'10.51"O Distance au projet : > 1340 m			
Environnement Champs cultivé, peu de végétation à proximité			
Période d'analyse des campagnes n°1			
<i>Saison</i>		<i>Début</i>	<i>Fin</i>
PRINTEMPS		vendredi 03/04/15 – 18h43	dimanche 05/04/15 – 07h39
Sonomètre		Condition de vent à 10 m	
		Paysage acoustique	
<i>Type</i>	<i>N° de série</i>	<i>Vitesses</i>	<i>Directions</i>
SOLO 01	10943	1 à 7 m/s	Voir page 11
		Calme	
Evolution temporelle du LAeq(10s) pendant l'intervalle d'observation :			
Evolution de la vitesse du vent à 10 m pendant l'intervalle d'observation			



2.4.2. Indicateurs de bruit résiduel

Notre analyse des relevés acoustiques suit les prescriptions de la norme NFS 31-114 (dans sa version de juillet 2011) basées sur le principe des classes homogènes. Les résultats sont synthétisés dans les tableaux ci-après. Les chronogrammes et détails pour chaque point de mesures sont quant à eux reportés en annexe du dossier.

Vit. du vent stand. h=10m en m/s	PERIODE NOCTURNE - Indicateurs de niveau sonore résiduel en dB(A)							
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7	Point 8
	Le Moulin de Qibut	Le Ressort	La Roussière	La Hamonais	Bas Coismur	La Guillaumière	Le Vieux Bourg	Chasse Loup
2	38,0	32,5	27,0	25,5	25,0	37,0	37,5	28,0
3	38,0	32,5	29,5	28,0	27,5	37,0	37,5	29,0
4	38,0	32,5	30,5	28,5	30,0	37,0	37,5	34,5
5	38,0	32,5	32,5	31,0	33,5	37,0	37,5	37,0
6	42,0	32,5	41,5	38,5	38,0	37,0	38,5	38,5
7	44,0	36,0	43,0	41,0	41,0	39,5	42,0	39,5
8	46,5	39,0	45,0	43,0	44,0	42,0	43,5	40,0
9	48,0	39,0	45,0	43,0	44,5	43,0	44,0	40,0

Vit. du vent stand. h=10m en m/s	PERIODE DIURNE - Indicateurs de niveau sonore résiduel en dB(A)							
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7	Point 8
	Le Moulin de Qibut	Le Ressort	La Roussière	La Hamonais	Bas Coismur	La Guillaumière	Le Vieux Bourg	Chasse Loup
2	38,0	37,0	39,0	25,5	25,0	41,0	43,0	37,5
3	40,0	40,0	41,5	32,5	29,0	41,0	43,0	37,5
4	41,5	40,0	41,5	39	39,0	41,0	43,0	37,5
5	44,0	40,0	41,5	41	40,0	41,0	43,0	41,0
6	45,0	40,0	41,5	41,5	42,5	41,0	43,0	44,5
7	45,0	40,0	44,0	42,5	42,5	41,0	45,0	47,0
8	46,0	42,0	45,0	43	44,0	43,0	47,0	48,0
9	48,0	43,0	45,5	44,5	45,5	43,5	49,0	48,5

Tableau 6 : Tableaux de bruits résiduels nocturnes et diurnes en dB(A) par points de mesure et vitesses de référence



2.4.3. Analyse quantitative de bruit résiduel

Les niveaux sonores mesurés dans l'ensemble sont représentatifs d'une zone peu impactée par la circulation routière.

L'ensemble des points est marqué avant tout par le bruit des activités humaines telles que les activités agricoles. Par ailleurs, le bruit de la nature, généré par le vent dans la végétation, est régulièrement présent sur les points de mesure concernés par la végétation.

2.5. Conclusion de l'état initial

Dans le cadre du projet de consolidation du parc éolien de Derval, l'étude acoustique a été confiée au cabinet ACOUSTEX Acoustique.

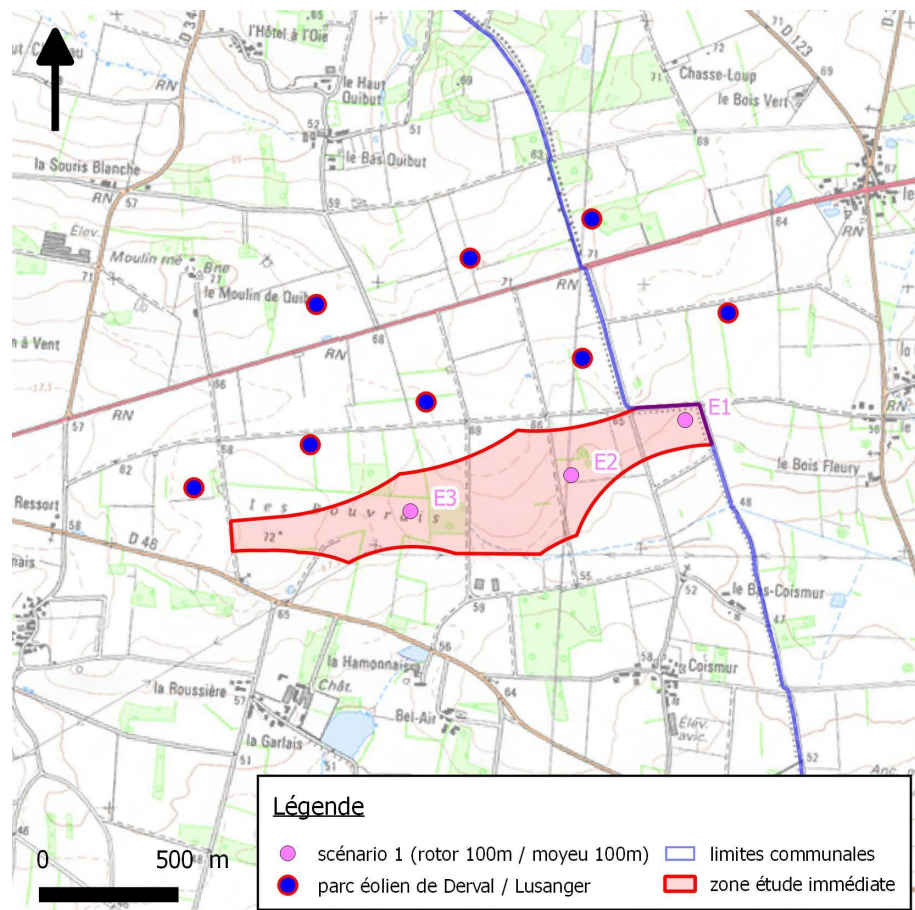
Des mesures acoustiques permettant de quantifier la situation acoustique initiale ont été réalisées en 8 points représentatifs du site, sur 8 jours en avril 2015 et en décembre 2015, conformément au projet de norme Pr NF S 31-114 « Mesurage du bruit dans l'environnement avant installation éolienne ».

Les indicateurs de bruit résiduel calculés pour chaque point sont présentés ci-avant dans les tableaux en chapitre précédent.



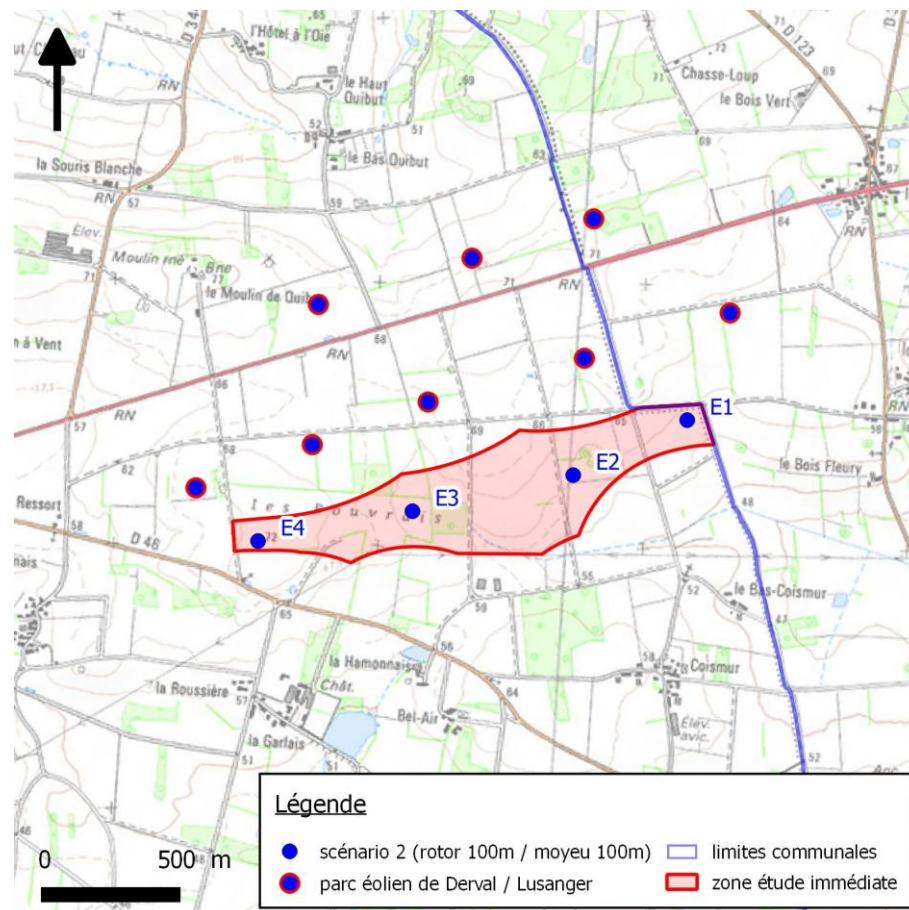
3. ETUDES DES VARIANTES ET CHOIX D'UN SCENARIO

3.1. Rappel des variantes et choix du scenario sur l'acoustique



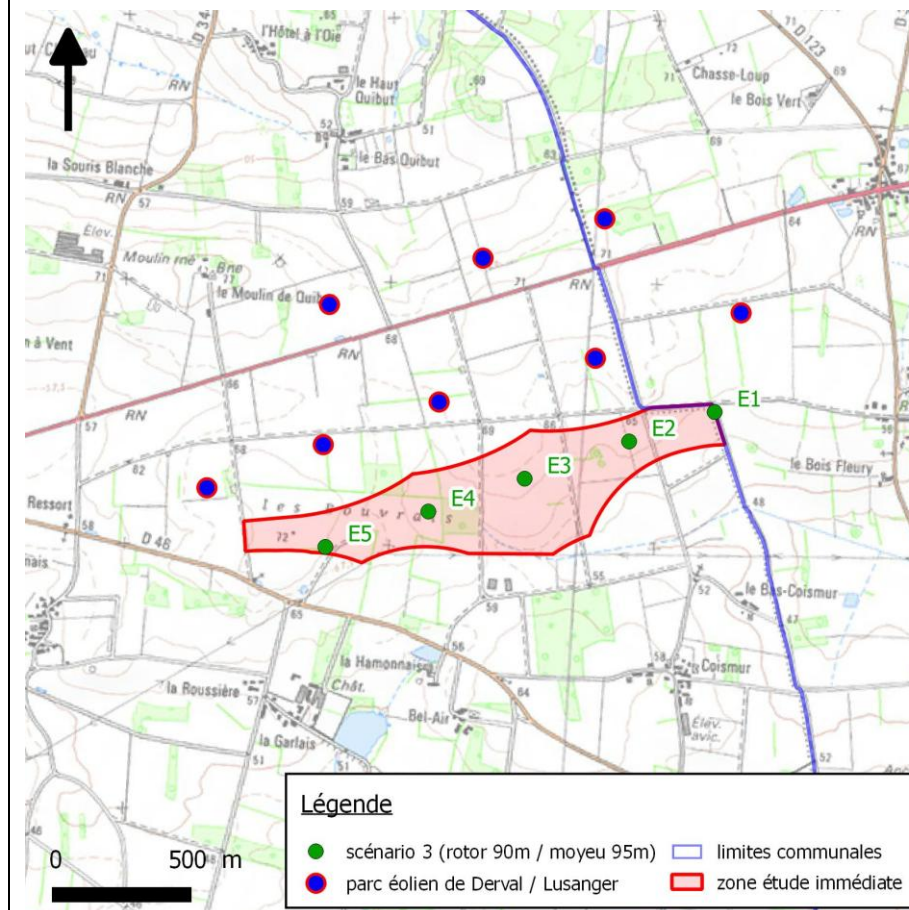
Carte 3: Scénario 1

3 éoliennes de 2MW-moyeu à 100 m et rotor de 100 m
 Puissance totale du parc : 6MW
 Productible attendu : 2 600 kWh/kW/an
 Production attendue : 15,6 GWh
 Habitation la plus proche : « La Hamonais » à 630 m



Carte 4: Scénario 2

4 éoliennes de 2MW-moyeu à 100 m et rotor de 100 m
 Puissance totale du parc : 8 MW
 Productible attendu : 2 400 kWh/kW/an
 Production attendue : 19,2 GWh
 Habitation la plus proche : « La Roussière » à 520 m



Carte 5: Scénario 3

5 éoliennes de 2MW-moyeu à 100 m et rotor de 90 m
 Puissance totale du parc : 10 MW
 Productible attendu : 2 200 kWh/kW/an
 Production attendue : 22 GWh
 Habitation la plus proche : « La Garlais » à 530 m

Le scénario 1 est celui qui générera le moins d'impacts sur l'acoustique. En effet, il est composé du nombre d'éoliennes le plus restreint (trois) et ces dernières seront implantées au plus loin des habitations. C'est donc ce scénario qui a été sélectionné.



4. LES IMPACTS SUR L'ACCOUSTIQUE

Le projet éolien générera des émissions sonores durant les phases de chantier et d'exploitation. Nous allons voir les différentes émissions sonores à prendre en compte lors de ces différentes phases.

4.1. En phase chantier

D'une manière générale, deux facteurs doivent être pris en compte lors du passage et/ou lors du fonctionnement des véhicules de chantier :

- le niveau de puissance des sources ou le niveau de bruit à une certaine distance de celles-ci ;
- le nombre d'événements perçus par jour.

Un aperçu des différentes sources de bruit susceptibles d'être employées lors des chantiers ainsi qu'une estimation de leurs niveaux de puissance sont repris dans le tableau suivant.

Engins de chantier	Niveau de puissance
Excavatrices	92 à 107 dB[A]
Bulldozer	91 à 108 dB[A]
Camion de chargement	95 à 105 dB[A]
Grue	85 à 103 dB[A]
Grue mobile	103 à 111 dB[A]
Pompe à eau	84 à 107 dB[A]
Compresseur	100 à 121 dB[A]
Groupe électrogène	100 à 108 dB[A]
Marteau pneumatique	112 à 120 dB[A]

Tableau 7 : Tableau des niveaux de puissance des principaux engins

Si l'on considère ces sources comme ponctuelles, un calcul rapide montre qu'en champ libre, un engin de niveau de puissance de 110 dB[A] et dont le facteur de directivité est égal à 1 aura un niveau de pression de 71 dB[A] à 25m et de 65 dB[A] à 50m (i.e. le niveau chute de 6 dB[A] par doublement de distance). Si plusieurs sources fonctionnent en même temps, la règle de « sommation » des niveaux de bruit est d'application.

L'impact sonore en phase chantier est temporaire. Rappelons également, que la maison située la plus proche du chantier est située à plus de 500 mètres. Par ailleurs, nous verrons dans le chapitre « Mesures » les mesures mises en place pour prévenir et sensibiliser les habitants des éventuels impacts du chantier.

4.2. En phase d'exploitation

4.2.1. Méthodologie

La méthodologie utilisée dans les pages suivantes est régie par l'article 26 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement.

En annexe du dossier, une analyse acoustique est réalisée à titre informatif sur la base de l'état initial réalisé en 2005 pour le parc éolien des 8 éoliennes mises en service en 2007. Cette analyse est considérée à titre d'information car elle ne correspond pas à la réglementation acoustique prévue dans le cadre des ICPE.

Le calcul prévisionnel du bruit particulier généré par les éoliennes en projet est effectué à l'aide de la maquette acoustique 3D du site et de son environnement proche avec le logiciel CadnaA (Logiciel de prévision du bruit en espace extérieur).

Ce logiciel permet de modéliser la propagation acoustique en espace extérieur en intégrant des paramètres tels que la topographie, le bâti, la végétation, la nature du sol, les caractéristiques des sources sonores et les données météorologiques du site.

Le site est donc modélisé compte tenu de sa topographie, du bâti...

Les calculs du niveau sonore généré par les éoliennes (niveau de bruit particulier) sont réalisés suivant la norme ISO 9613 « Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre, partie 2 : méthode générale de calcul » qui prend en compte l'influence des conditions météorologiques, l'atténuation du sol et les différents obstacles sur la propagation. Les résultats sont présentés sous forme de cartes de bruit.

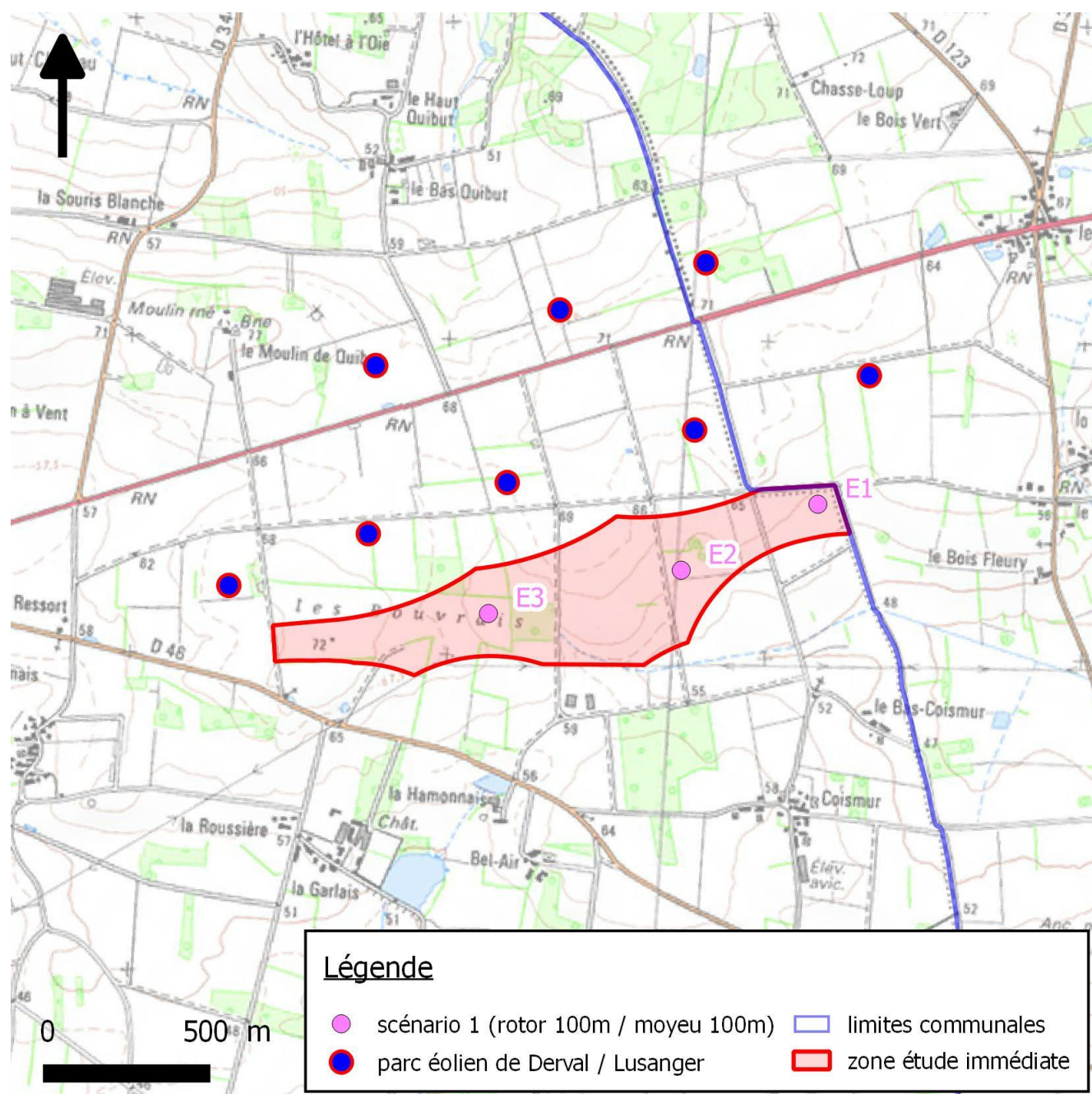
Les hypothèses de calculs sont les suivantes :

- conditions de propagation favorables dans toutes les directions (100% d'occurrence favorable) ;
- nombre de réflexions sonores pour le calcul limité à 4 ;
- hauteur de la carte de bruit : 1,5 m ;
- points récepteurs à une hauteur de 1,5 m.

L'impact acoustique prévisionnel des éoliennes en projet est déterminé selon les étapes suivantes :

- calcul du niveau de bruit particulier prévisionnel généré par les éoliennes (décrit ci-dessus), en dB(A), à l'extérieur des habitations ;
- calcul du niveau de bruit ambiant prévisionnel (somme logarithmique du bruit résiduel mesuré et du bruit particulier calculé), en dB(A) à l'extérieur des habitations ;
- calcul des émergences prévisionnelles en dB(A) à l'extérieur des habitations.

Le plan qui suit présente le projet d'implantation des éoliennes.



Carte 6: Localisation des éoliennes en projet et existantes

4.2.2. Points de calcul

Les calculs prévisionnels ont été réalisés au niveau des lieux-dits, pour lesquels des mesures de bruit résiduel ont été effectuées. Dans chaque cas, le point d'étude a été positionné à l'emplacement le plus exposé au bruit des futures éoliennes de la zone habitée (pouvant être différent du point de mesure réellement positionné sur site).

Un calcul a également été réalisé au « Point de référence », c'est à dire à l'emplacement le plus contraignant du périmètre de mesure du bruit défini par l'arrêté du 26 août 2011.

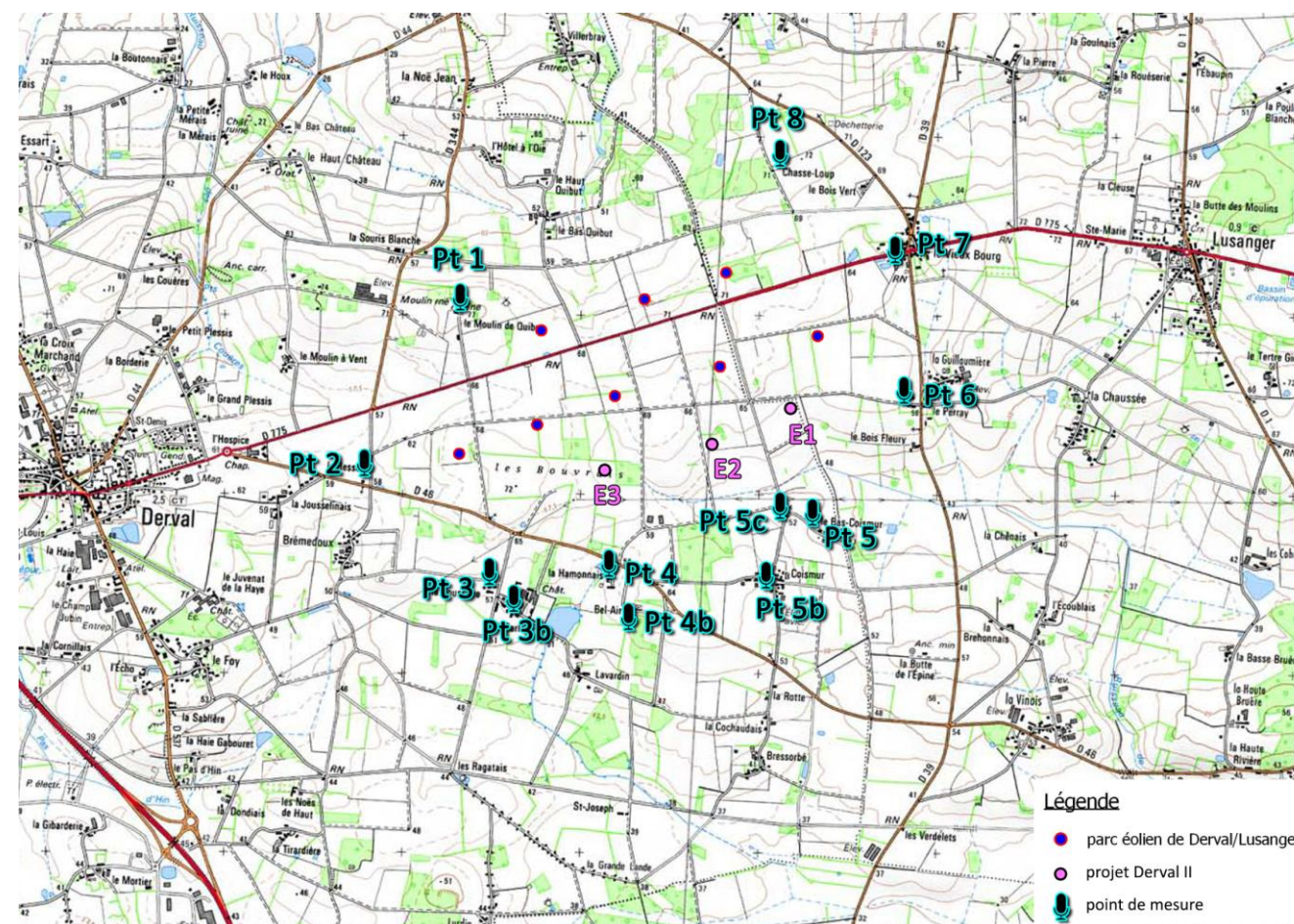
Pour vérifier de façon exhaustive la conformité réglementaire des émissions sonores du parc au niveau de l'ensemble des habitations riveraines, des calculs ont été réalisées au niveau des points de mesure, mais également en des lieux n'ayant pas fait l'objet de mesure.

Leur bruit résiduel à été associé au point de mesure le plus proche présentant les mêmes caractéristiques d'ambiance sonore.

Ainsi :

- Le point 3b « La Roussière est» a été associé au point 3 ;
- Le point 4b « Bel-Air» a été associé au point 4 ;
- Les points 5b et 5c « Coismur» et « Coismur nord» ont été associés au point 5 ;

La carte qui suit présente l'ensemble des points de mesure.



Carte 7: Zone d'étude concernée de l'étude acoustique

4.2.3. Eoliennes Vestas V100, moyeu à 100 m

4.2.3.1. Caractéristiques acoustiques des éoliennes

Le modèle d'éolienne testé est du type Vestas V100 d'une puissance électrique nominale de 2000 kW. Le moyeu est situé à 100 m au-dessus du sol. Les éoliennes seront équipées de la technologie STE « Serrated Trailing Edges ». Les serrated trailing edges sont des systèmes adaptés sur les pales des éoliennes Vestas, permettant grâce à leur forme en dent de scie ou "peigne" de limiter les turbulences aérodynamiques du bord de fuite de la pale, et donc les émissions acoustiques des machines. L'application de ce système n'a aucune influence sur les autres caractéristiques de l'éolienne



PARTIE 4 – PIERCE 2 - ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE

SECTION V : L'ACCOUSTIQUE

Les coordonnées des éoliennes sont indiquées en Lambert 93 dans le tableau suivant :

Eolienne	X	Y
E1	353677,72	6740384,29
E2	353246,75	6740176,09
E3	352638.86	6740039.73

Tableau 8: Coordonnées des éoliennes en Lambert 93

Les 3 éoliennes qui constituent le projet actuel forment un alignement au sud du parc existant.

Les niveaux de puissance acoustique des machines sont portés dans les tableaux ci-après. Ils sont issus de la documentation officielle de Vestas datant de mars 2015

Eoliennes	Niveaux de puissance acoustique Lw garantis en dB(A) pour chaque classe de vitesse de vent standardisée à h = 10 m								
	V100	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	≥ 10
Mode 0		93,7	93,7	94,5	97,7	99,5	101,8	103,4	103,5

Tableau 9: Niveaux de puissance acoustique en dB(A) suivant la vitesse de vent au moyen

Fréquence(Hz)	Niveau de puissance acoustique Lw (dB) par bande d'octave								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
Lw (dB(A))	110,7	109,8	104	101,3	97,8	93,8	88,3	73,2	103,5

Tableau 10: Niveaux de puissance acoustique par bande d'octave pour une vitesse au moyen supérieure ou égale à 9 m/s

Le coefficient vertical du gradient de vent du site étant différent la nuit et le jour, la courbe de puissance acoustique pour des vents à 10 m sera différente pour chacune de ces périodes.

- Période nocturne $\alpha = 0,3$

Vitesse au moyeu (m/s)	2	3	4	5	6	7	8	9
Puissance acoustique à 10 m - dB(A) mode 0	93,5	97,5	101,7	103,5	103,4	103,5	103,5	103,5

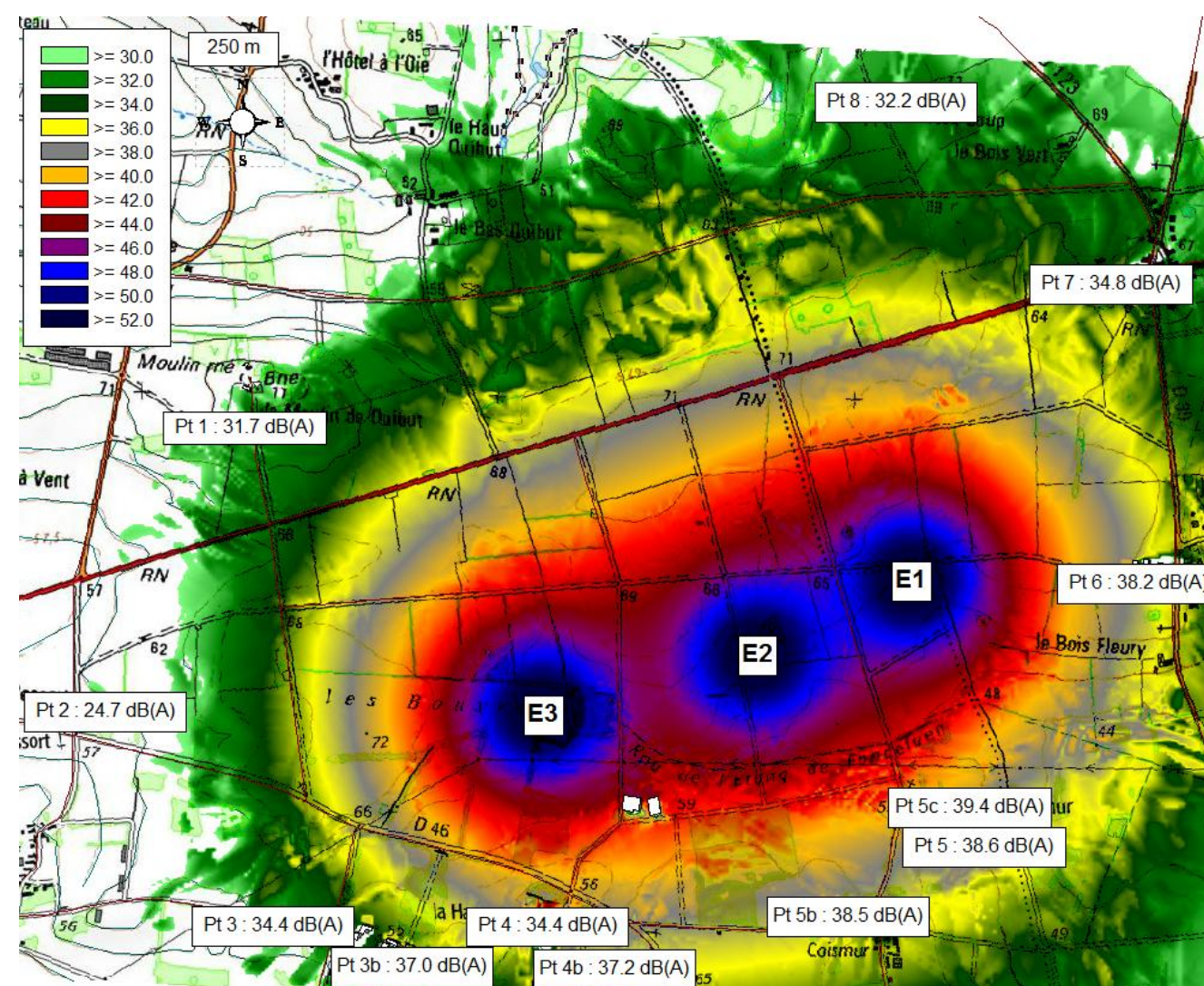
- Période diurne $\alpha = 0,2$

Vitesse au moyeu (m/s)	2	3	4	5	6	7	8	9
Puissance acoustique à 10 m - dB(A) mode 0	93,6	94,1	98,1	101,6	103,4	103,5	103,5	103,5

Tableau 11 et 12: Niveaux de puissance acoustique par bande d'octave en fonction de la vitesse du vent au moyen et du gradient vertical de vent

La carte de bruit suivante montre la contribution prévisionnelle des éoliennes dans leur environnement à 1,5 m du sol pour du vent de sud-ouest de vitesse 8 m/s.

Il s'agit d'une représentation de l'impact sonore du projet dans la direction de vent principale observée sur le site.



Carte 8: Carte des bruits particuliers pour la V100 STE



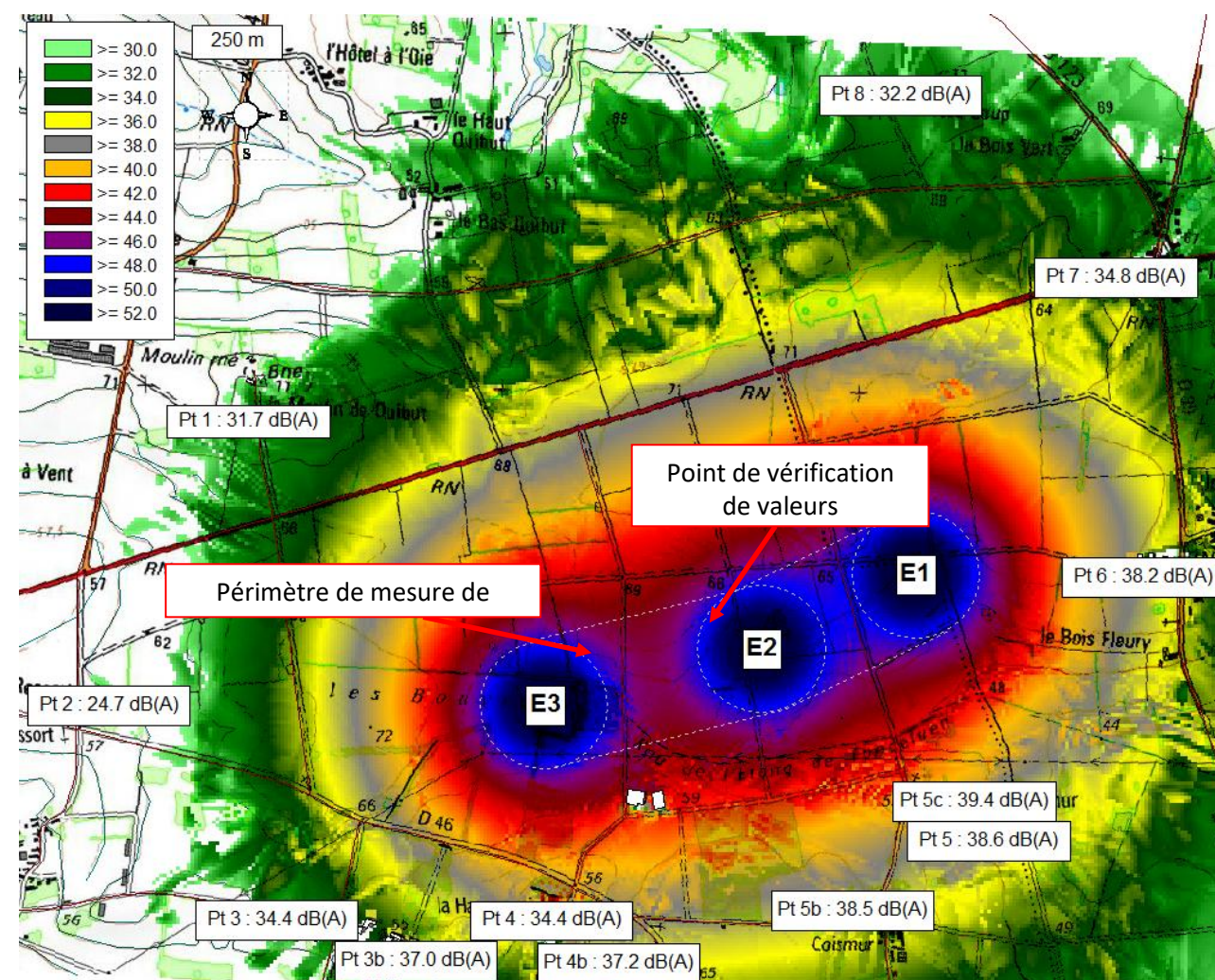
4.2.3.2. Périmètre de mesure du bruit

Le niveau de bruit maximal pour les installations éoliennes est fixé à 70 dB(A) pour la période de jour et 60 dB(A) pour la période de nuit en tout point du périmètre de mesure du bruit. Ce périmètre correspond au plus petit polygone dans lequel sont inscrits les disques de centre chaque aérogénérateur et de rayon R défini par :

$$R = 1,2 \times (\text{hauteur du moyeu} + \text{longueur d'un demi-rotor}) = 1,2 \times (100 \text{ m} + 100 \text{ m} / 2) = 180 \text{ m}$$

Par conséquent, la vérification du respect des valeurs réglementaires au niveau du périmètre de mesure de bruit se fait au point où le niveau sonore est maximal. Ce point ainsi que le périmètre sont repérés sur la carte ci-dessous.

Les niveaux sonores calculés à puissance maximale au niveau du périmètre de mesure de bruit ne révèlent pas de dépassement des seuils réglementaires définis par l'arrêté du 26 août 2011 (70 dB(A) de jour, 60 dB(A) de nuit) : en effet les niveaux émis sont globalement estimés à moins de 48 dB(A), ainsi même en ajoutant un niveau résiduel de l'ordre de 48 dB(A), les niveaux ambiants à 180 m seraient inférieurs à 51 dB(A), soit largement inférieurs à la valeur limite nocturne de 60 dB(A) pour tous les régimes de vent.



Carte 9: Carte de bruit en dB(A) de la contribution sonore prévisionnelle des éoliennes à 1,5 m du sol pour une vitesse de 8m/s et une direction de vent de sud-ouest



PARTIE 4 – PIERCE 2 - ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE

SECTION V : L'ACCOUSTIQUE

4.2.3.3. Résultats

4.2.3.3.1. Résultats au voisinage

■ Période nocturne

BILAN NOCTURNE		Point 1	Point 2	Point 3	Point 3b	Point 4	Point 4b	Point 5	Point 5b	Point 5c	Point 6	Point 7	Point 8
		Le Moulin de Quibut	Le Ressort	La Roussière	La Roussière Est	La Hamonais	Bel-Air	Bas Coismur	Coismur	Bas Coismur Nord	La Guillaumière	Le Vieux Bourg	Chasse Loup
2 m/s	Bruit résiduel	38	32,5	27	27	25,5	25,5	25	25	25	37	37,5	28
	Bruit des éoliennes	22,6	17,0	24,7	26,3	25,7	27,5	30,8	29,0	30,2	28,7	24,7	21,4
	Bruit ambiant	38	32,5	29	29,5	28,5	29,5	32	30,5	31,5	37,5	37,5	29
	Emergence	0	0	2	2,5	3	4	7	5,5	6,5	0,5	0	1
3 m/s	Bruit résiduel	38	32,5	29,5	29,5	28	28	27,5	27,5	27,5	37	37,5	29
	Bruit des éoliennes	25,9	20,1	27,8	29,1	29,3	30,8	34,6	32,3	33,7	32,0	28,2	24,6
	Bruit ambiant	38,5	32,5	31,5	32,5	31,5	32,5	35,5	33,5	34,5	38	38	30,5
	Emergence	0,5	0	2	3	3,5	4,5	8	6	7	1	0,5	1,5
4 m/s	Bruit résiduel	38	32,5	30,5	30,5	28,5	28,5	30	30	30	37	37,5	34,5
	Bruit des éoliennes	27,8	15,8	30,9	33,8	31,1	34,4	35,7	37,4	37,6	36,0	30,4	28,3
	Bruit ambiant	38,5	32,5	33,5	35,5	33	35,5	36,5	38	38,5	39,5	38,5	35,5
	Emergence	0,5	0	3	5	4,5	7	6,5	8	8,5	2,5	1	1
5 m/s	Bruit résiduel	38	32,5	32,5	32,5	31	31	33,5	33,5	33,5	37	37,5	37
	Bruit des éoliennes	29,6	18,0	32,8	35,7	32,9	36,3	37,6	39,1	39,4	37,9	32,2	30,0
	Bruit ambiant	38,5	32,5	35,5	37,5	35	37,5	39	40	40,5	40,5	38,5	38
	Emergence	0,5	0	3	5	4	6,5	5,5	6,5	7	3,5	1	1
6 m/s	Bruit résiduel	42	32,5	41,5	41,5	38,5	38,5	38	38	38	37	38,5	38,5
	Bruit des éoliennes	30,0	19,4	33,1	36,0	33,1	36,5	37,9	39,2	39,5	38,0	32,4	30,1
	Bruit ambiant	42,5	32,5	42	42,5	39,5	40,5	41	41,5	42	40,5	39,5	39
	Emergence	0,5	0	0,5	1	1	2	3	3,5	4	3,5	1	0,5
7 m/s	Bruit résiduel	44	36	43	43	41	41	41	41	41	39,5	42	39,5
	Bruit des éoliennes	31,4	24,3	34,2	36,8	34,3	37,1	38,4	38,3	39,3	38,1	34,8	32,2
	Bruit ambiant	44	36,5	43,5	44	42	42,5	43	43	43,5	42	43	40
	Emergence	0	0,5	0,5	1	1	1,5	2	2	2,5	2,5	1	0,5
8 m/s	Bruit résiduel	46,5	39	45	45	43	43	44	44	44	42	43,5	40
	Bruit des éoliennes	31,7	24,7	34,4	37,0	34,4	37,2	38,6	38,5	39,4	38,2	34,9	32,2
	Bruit ambiant	46,5	39	45,5	45,5	43,5	44	45	45	45,5	43,5	44	40,5
	Emergence	0	0	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1,5	1,5	0,5	0,5
9 m/s	Bruit résiduel	48	39	45	45	43	43	44,5	44,5	44,5	43	44	40
	Bruit des éoliennes	31,7	24,7	34,4	37,0	34,4	37,2	38,6	38,5	39,4	38,2	34,9	32,2
	Bruit ambiant	48	39	45,5	45,5	43,5	44	45,5	45,5	45,5	44,5	44,5	40,5
	Emergence	0	0	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	1,5	0,5	0,5

Tableau 13: Résultats en période nocturne pour la V100 STE

En référence aux prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent, les émergences ne sont prises en compte que lorsque le niveau de bruit ambiant (avec le bruit de l'activité) est supérieur à 35 dB(A). Des dépassements de l'émergence maximale admissible de 3 dB(A) sont prévus en période nocturne pour les vitesses de vent à 10 m comprises entre 3 et 6 m/s.



PARTIE 4 – PIERCE 2 - ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE

SECTION V : L'ACCOUSTIQUE

■ Période diurne

BILAN DIURNE		Point 1	Point 2	Point 3	Point 3b	Point 4	Point 4b	Point 5	Point 5b	Point 5c	Point 6	Point 7	Point 8
		Le Moulin de Quibut	Le Ressort	La Roussière	La Roussière Est	La Hamonais	Bel-Air	Bas Coismur	Coismur	Bas Coismur Nord	La Guillaumière	Le Vieux Bourg	Chasse Loup
2 m/s	Bruit résiduel	38	37	39	39	25,5	25,5	25	25	25	41	43	37,5
	Bruit des éoliennes	23,6	20,2	26,4	28,3	26,7	28,3	29,9	29,6	30,2	28,9	24,2	19,7
	Bruit ambiant	38	37	39	39,5	29	30	31	31	31,5	41,5	43	37,5
	Emergence	0	0	0	0,5	3,5	4,5	6	6	6,5	0,5	0	0
3 m/s	Bruit résiduel	40	40	41,5	41,5	32,5	32,5	29	29	29	41	43	37,5
	Bruit des éoliennes	23,4	19,9	25,8	27,9	26,5	28,0	29,5	29,3	30,0	28,5	23,9	18,9
	Bruit ambiant	40	40	41,5	41,5	33,5	34	32	32	32,5	41	43	37,5
	Emergence	0	0	0	0	1	1,5	3	3	3,5	0	0	0
4 m/s	Bruit résiduel	41,5	40	41,5	41,5	39	39	39	39	39	41	43	37,5
	Bruit des éoliennes	25,9	20,4	29,1	31,6	29,0	31,5	32,9	33,0	34,0	32,1	27,0	25,2
	Bruit ambiant	41,5	40	41,5	42	39,5	39,5	40	40	40	41,5	43	37,5
	Emergence	0	0	0	0,5	0,5	0,5	1	1	1	0,5	0	0
5 m/s	Bruit résiduel	44	40	41,5	41,5	41	41	40	40	40	41	43	41
	Bruit des éoliennes	29,3	23,6	32,4	35,1	32,3	34,9	36,2	36,4	37,3	35,5	30,3	28,3
	Bruit ambiant	44	40	42	42,5	41,5	42	41,5	41,5	42	42	43	41
	Emergence	0	0	0,5	1	0,5	1	1,5	1,5	2	1	0	0
6 m/s	Bruit résiduel	45	40	41,5	41,5	41,5	41,5	42,5	42,5	42,5	41	43	44,5
	Bruit des éoliennes	31,3	25,5	34,4	37,1	34,1	36,8	38,1	38,3	39,3	37,4	32,3	30,2
	Bruit ambiant	45	40	42,5	43	42	43	44	44	44	42,5	43,5	44,5
	Emergence	0	0	1	1,5	0,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,5	0
7 m/s	Bruit résiduel	45	40	44	44	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	41	45	47
	Bruit des éoliennes	31,0	23,4	33,8	36,5	34,1	36,9	38,1	38,1	39,2	37,8	34,9	32,3
	Bruit ambiant	45	40	44,5	44,5	43	43,5	44	44	44	42,5	45,5	47
	Emergence	0	0	0,5	0,5	0,5	1	1,5	1,5	1,5	1,5	0,5	0
8 m/s	Bruit résiduel	46	42	45	45	43	43	44	44	44	43	47	48
	Bruit des éoliennes	31,3	23,9	34,1	36,7	34,3	37,0	38,3	38,3	39,3	38,0	34,9	32,3
	Bruit ambiant	46	42	45,5	45,5	43,5	44	45	45	45,5	44	47,5	48
	Emergence	0	0	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1,5	1	0,5	0
9 m/s	Bruit résiduel	48	43	45,5	45,5	44,5	44,5	45,5	45,5	45,5	43,5	49	48,5
	Bruit des éoliennes	31,3	23,9	34,1	36,7	34,3	37,0	38,3	38,3	39,3	38,0	34,9	32,3
	Bruit ambiant	48	43	46	46	45	45	46,5	46,5	46,5	44,5	49	48,5
	Emergence	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	0	0

Tableau 14: Résultats en période diurne pour la V100 STE

En référence aux prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent, les émergences ne sont prises en compte que lorsque le niveau de bruit ambiant (avec le bruit de l'activité) est supérieur à 35 dB(A). Aucun dépassement de l'émergence maximale admissible de 5 dB(A) en période diurne n'est prévu.



4.2.3.4. Évaluation des tonalités marquées

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

De 50 Hz à 315 Hz

De 400 Hz à 8000 Hz

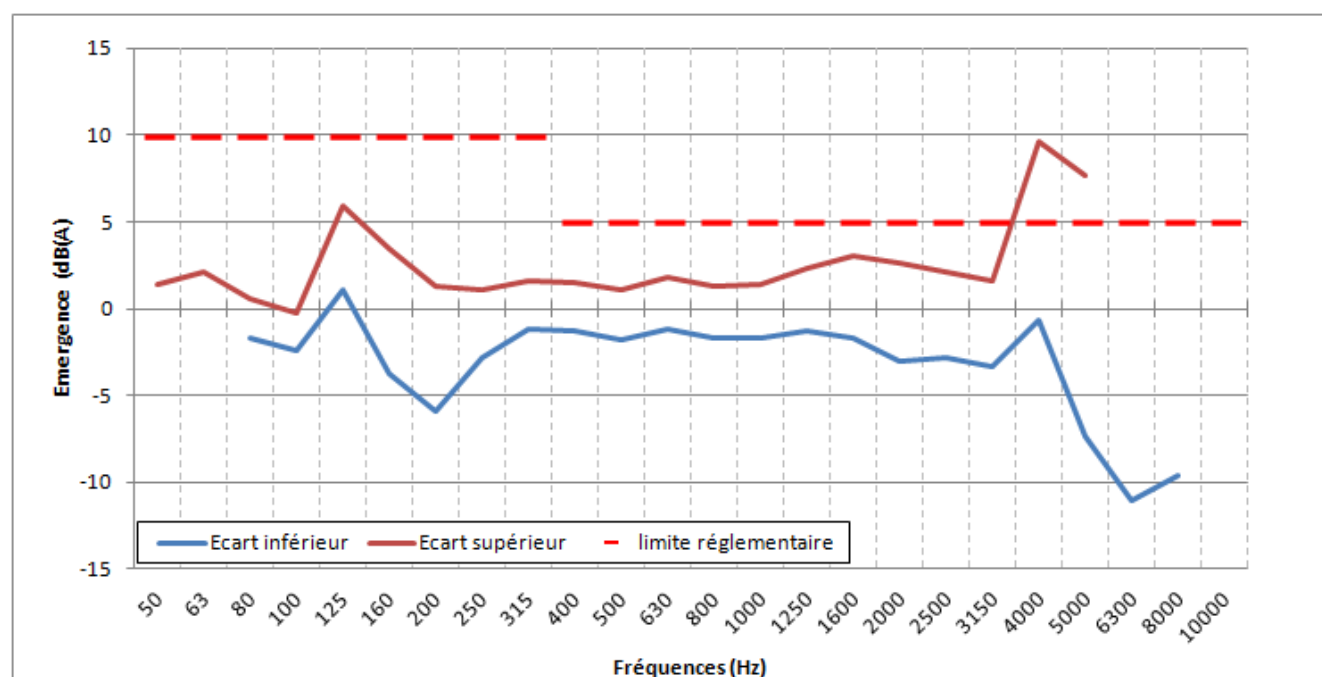
10 dB

5 dB

Ainsi, dans le cas où le bruit des éoliennes est à tonalité marquée de manière établie ou cyclique, sa durée d'apparition ne doit pas excéder 30% de la durée de fonctionnement de l'établissement dans chacune des périodes diurne et nocturne.

La courbe ci-dessous représente les écarts inférieurs et supérieurs calculés à partir des données officielles de Vestas et définis comme suit :

- Ecart inférieur : écart entre le niveau de la bande de tiers d'octave considérée et la moyenne énergétique des niveaux des 2 bandes de tiers d'octaves inférieures ;
- Ecart supérieur : écart entre le niveau de la bande de tiers d'octave considérée et la moyenne énergétique des niveaux des 2 bandes de tiers d'octaves supérieures.



Le phénomène de tonalité marquée n'est constaté que dans le cas où dans les deux courbes représentées sur le graphe ci-dessus dépassent la limite réglementaire pour une même fréquence.

Or, comme on peut le constater sur la figure précédente, les 2 courbes ne dépassent pas la limite réglementaire pour la même fréquence. Ainsi, le spectre d'émission acoustique des machines ne présente pas de tonalité marquée au sens de la norme NFS 31-010.

4.2.3.5. Infrasons

Les infrasons sont définis par des fréquences inférieures à 20 Hz et sont inaudibles par l'oreille humaine. Les émissions d'infrasons peuvent être d'origine naturelle ou anthropique :

- Origine naturelle : orages, chutes d'eau, évènements naturels tels que tremblements de terre ou tempêtes, obstacles au vent (arbres, falaises, etc.) ;
- Origine anthropique : circulation, chauffage, climatisation, activité industrielle, obstacles au vent (bâtiments, pylônes, éoliennes, etc.).

Les éoliennes génèrent des infrasons principalement du fait de leur exposition au vent, et accessoirement du fonctionnement de leurs équipements. Les infrasons ainsi émis sont faibles comparés à ceux de notre environnement habituel.

4.2.4. Eoliennes Senvion MM V100, moyen à 100 m

4.2.4.1. Caractéristiques acoustiques des éoliennes

Le modèle d'éolienne testé est du type Senvion MM100 d'une puissance électrique nominale de 2000 kW. Le moyen est situé à 100 m au-dessus du sol.

Les coordonnées des éoliennes sont indiquées en Lambert 93 dans le tableau suivant :

Eolienne	X	Y
E1	353677,72	6740384,29
E2	353246,75	6740176,09
E3	352638,86	6740039,73

Tableau 15: Coordonnées des éoliennes en Lambert 93

Les 3 éoliennes qui constituent le projet actuel forment un alignement au sud du parc existant.

Les niveaux de puissance acoustique des machines sont portés dans les tableaux ci-après. Ils sont issus de la documentation officielle de Senvion datant de janvier 2014

Eoliennes	Niveaux de puissance acoustique Lw garantis en dB(A) pour chaque classe de vitesse de vent standardisée à h = 10 m					
	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	≥ 10
MM100						
Puissance acoustique	94,0	97,8	99,0	101,1	103,1	103,8

Tableau 16: Niveaux de puissance acoustique en dB(A) suivant la vitesse de vent au moyen

Fréquence(Hz)	Niveau de puissance acoustique Lw (dB) par bande d'octave								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16 000
Lw (dB(A))	111	107,3	104,8	101,6	97,4	91,3	85,5	74,4	103,1

Tableau 17: Niveaux de puissance acoustique par bande d'octave pour une vitesse au moyen supérieure ou égale à 9 m/s



Le coefficient vertical du gradient de vent du site étant différent la nuit et le jour, la courbe de puissance acoustique pour des vents à 10 m sera différente pour chacune de ces périodes.

- Période nocturne $\alpha = 0,3$

Vitesse au moyeu (m/s)	3	4	5	6	7	8	9
Puissance acoustique à 10 m - dB(A) Type A	97,7	101,1	103,8	103,8	103,8	103,8	103,8

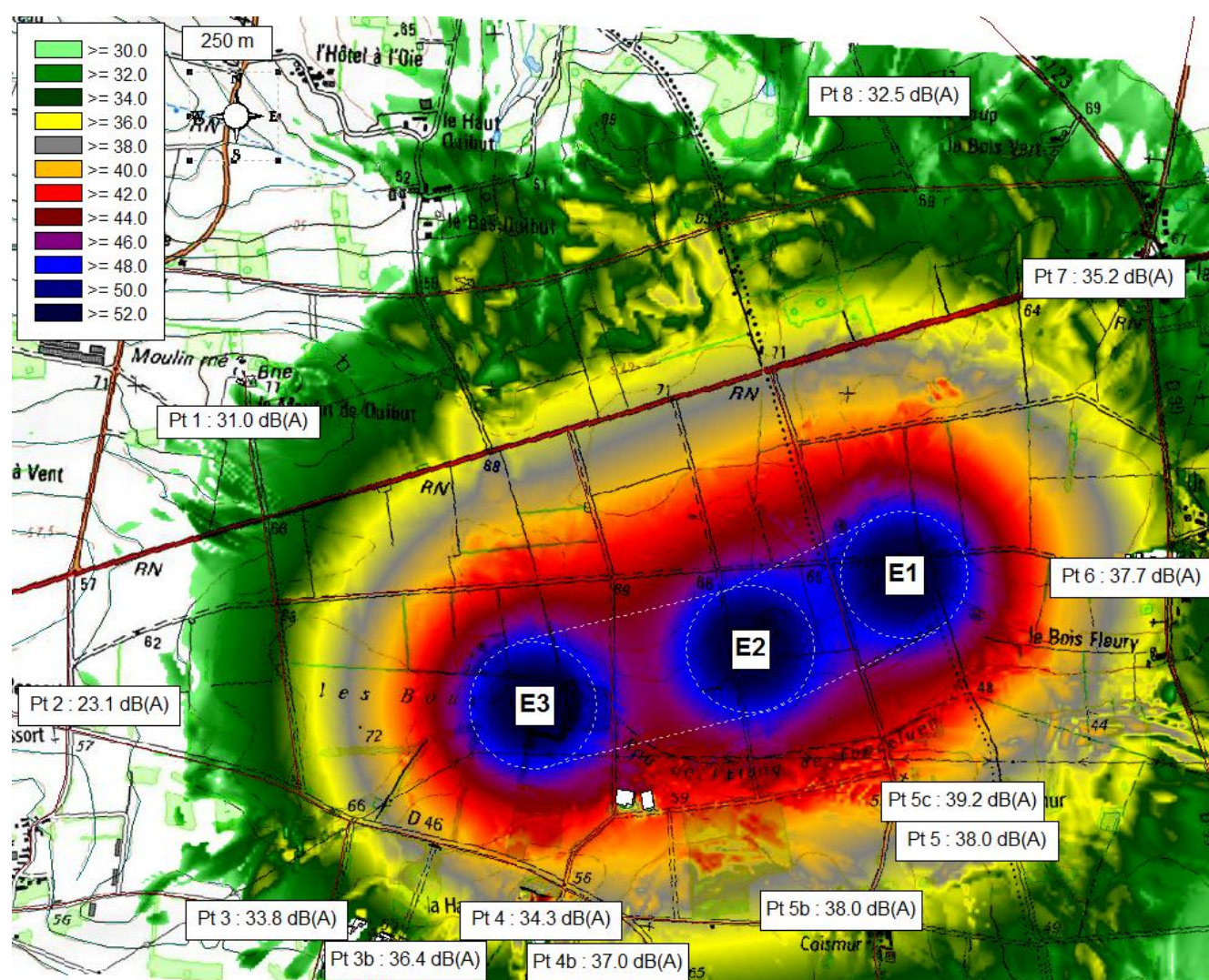
- Période diurne $\alpha = 0,2$

Vitesse au moyeu (m/s)	4	5	6	7	8	9
Puissance acoustique à 10 m - dB(A) Type A	98,2	100,9	103,5	103,8	103,8	103,8

Tableau 18 et 19: Niveaux de puissance acoustique par bande d'octave en fonction de la vitesse du vent au moyeu et du gradient vertical de vent

La carte de bruit suivante montre la contribution prévisionnelle des éoliennes dans leur environnement à 1,5 m du sol pour du vent de sud-ouest de vitesse 8 m/s.

Il s'agit d'une représentation de l'impact sonore du projet dans la direction de vent principale observée sur le site.



Carte 10: Carte des bruits particuliers pour la MM100

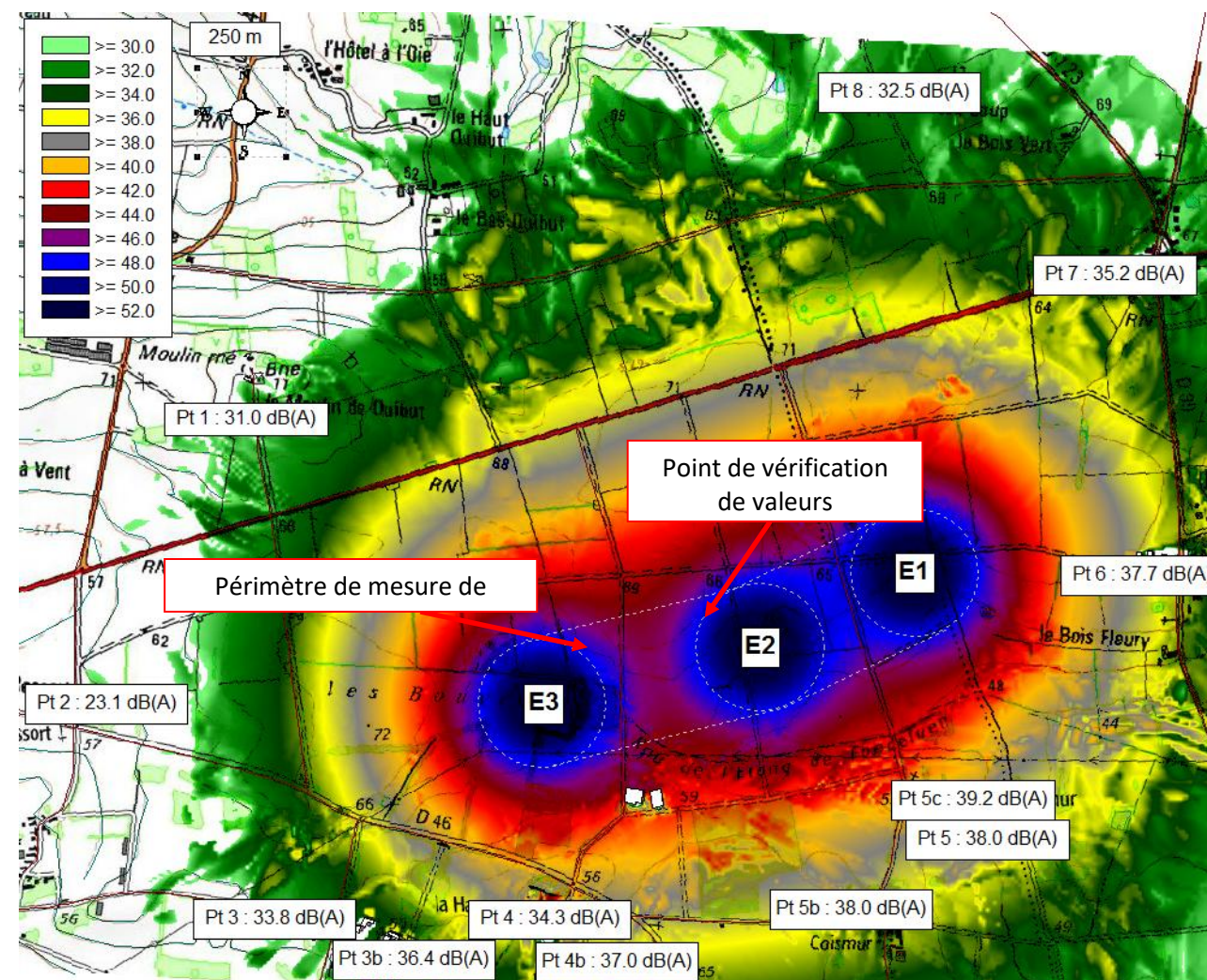
4.2.4.2. Périmètre de mesure du bruit

Le niveau de bruit maximal pour les installations éoliennes est fixé à 70 dB(A) pour la période de jour et 60 dB(A) pour la période de nuit en tout point du périmètre de mesure du bruit. Ce périmètre correspond au plus petit polygone dans lequel sont inscrits les disques de centre chaque aérogénérateur et de rayon R défini par :

$$R = 1,2 \times (\text{hauteur du moyeu} + \text{longueur d'un demi-rotor}) = 1,2 \times (100 \text{ m} + 100 \text{ m} / 2) = 180 \text{ m}$$

Par conséquent, la vérification du respect des valeurs réglementaires au niveau du périmètre de mesure de bruit se fait au point où le niveau sonore est maximal. Ce point ainsi que le périmètre sont repérés sur la carte ci-dessous.

Les niveaux sonores calculés à puissance maximale au niveau du périmètre de mesure de bruit ne révèlent pas de dépassement des seuils règlementaires définis par l'arrêté du 26 aout 2011 (70 dB(A) de jour, 60 dB(A) de nuit) : en effet les niveaux émis sont globalement estimés à moins de 48 dB(A), ainsi même en ajoutant un niveau résiduel de l'ordre de 48 dB(A), les niveaux ambiants à 180 m seraient inférieurs à 51 dB(A), soit largement inférieurs à la valeur limite nocturne de 60 dB(A) pour tous les régimes de vent.



Carte 11: Carte de bruit en dB(A) de la contribution sonore prévisionnelle des éoliennes à 1,5 m du sol pour une vitesse de 8m/s et une direction de vent de sud-ouest



PARTIE 4 – PIERCE 2 - ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE

SECTION V : L'ACCOUSTIQUE

4.2.4.3. Résultats

4.2.4.3.1. Résultats au voisinage

■ Période nocturne

BILAN NOCTURNE		Point 1	Point 2	Point 3	Point 3b	Point 4	Point 4b	Point 5	Point 5b	Point 5c	Point 6	Point 7	Point 8
		Le Moulin de Qibut	Le Ressort	La Roussière	La Roussière Est	La Hamonais	Bel-Air	Bas Coismur	Coismur	Bas Coismur Nord	La Guillaumière	Le Vieux Bourg	Chasse Loup
3 m/s	Bruit résiduel	38	32,5	29,5	29,5	28	28	27,5	27,5	27,5	37	37,5	29
	Bruit des éoliennes	26,1	20,3	28,0	29,0	29,7	31,0	35,1	32,5	33,9	32,2	28,5	24,7
	Bruit ambiant	38,5	33	32	32,5	32	33	36	33,5	35	38,5	38	30,5
	Emergence	0,5	0,5	2,5	3	4	5	8,5	6	7,5	1,5	0,5	1,5
4 m/s	Bruit résiduel	38	32,5	30,5	30,5	28,5	28,5	30	30	30	37	37,5	34,5
	Bruit des éoliennes	27,1	14,7	30,2	33,2	30,6	34,0	35,0	37,0	37,2	35,5	29,9	27,8
	Bruit ambiant	38,5	32,5	33,5	35	32,5	35	36	38	38	39,5	38	35,5
	Emergence	0,5	0	3	4,5	4	6,5	6	8	8	2,5	0,5	1
5 m/s	Bruit résiduel	38	32,5	32,5	32,5	31	31	33,5	33,5	33,5	37	37,5	37
	Bruit des éoliennes	29,8	17,6	32,9	35,9	33,3	36,7	37,7	39,7	39,8	38,2	32,6	30,5
	Bruit ambiant	38,5	32,5	35,5	37,5	35,5	37,5	39	40,5	40,5	40,5	38,5	38
	Emergence	0,5	0	3	5	4,5	6,5	5,5	7	7	3,5	1	1
6 m/s	Bruit résiduel	42	32,5	41,5	41,5	38,5	38,5	38	38	38	37	38,5	38,5
	Bruit des éoliennes	29,7	17,7	33,0	35,9	33,3	36,6	37,7	39,5	39,7	38,1	32,4	30,2
	Bruit ambiant	42	32,5	42	42,5	39,5	40,5	41	42	42	40,5	39,5	39
	Emergence	0	0	0,5	1	1	2	3	4	4	3,5	1	0,5
7 m/s	Bruit résiduel	44	36	43	43	41	41	41	41	41	39,5	42	39,5
	Bruit des éoliennes	31,0	23,0	33,8	36,4	34,3	37,0	38,0	38,0	39,2	37,8	35,2	32,6
	Bruit ambiant	44	36	43,5	44	42	42,5	43	43	43	41,5	43	40,5
	Emergence	0	0	0,5	1	1	1,5	2	2	2	2	1	1
8 m/s	Bruit résiduel	46,5	39	45	45	43	43	44	44	44	42	43,5	40
	Bruit des éoliennes	31,0	23,0	33,8	36,4	34,3	37,0	38,0	38,0	39,2	37,8	35,2	32,6
	Bruit ambiant	46,5	39	45,5	45,5	43,5	44	45	45	45,5	43,5	44	40,5
	Emergence	0	0	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1,5	1,5	0,5	0,5
9 m/s	Bruit résiduel	48	39	45	45	43	43	44,5	44,5	44,5	43	44	40
	Bruit des éoliennes	31,0	23,0	33,8	36,4	34,3	37,0	38,0	38,0	39,2	37,8	35,2	32,6
	Bruit ambiant	48	39	45,5	45,5	43,5	44	45,5	45,5	45,5	44	44,5	40,5
	Emergence	0	0	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	1	0,5	0,5

Tableau 20: Résultats en période nocturne pour la MM100

En référence aux prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent, les émergences ne sont prises en compte que lorsque le niveau de bruit ambiant (avec le bruit de l'activité) est supérieur à 35 dB(A). Des dépassements de l'émergence maximale admissible de 3 dB(A) sont prévus en période nocturne pour les vitesses de vent à 10 m comprises entre 3 et 6 m/s.



■ Période diurne

BILAN DIURNE		Point 1	Point 2	Point 3	Point 3b	Point 4	Point 4b	Point 5	Point 5b	Point 5c	Point 6	Point 7	Point 8
		Le Moulin de Qubut	Le Ressort	La Roussière	La Roussière Est	La Hamonais	Bel-Air	Bas Coismur	Coismur	Bas Coismur Nord	La Guillaumière	Le Vieux Bourg	Chasse Loup
4 m/s	Bruit résiduel	41,5	40	41,5	41,5	39	39	39	39	39	41	43	37,5
	Bruit des éoliennes	26,1	20,4	29,2	31,9	29,3	31,8	33,1	33,3	34,2	32,4	27,3	24,8
	Bruit ambiant	41,5	40	41,5	42	39,5	40	40	40	40	41,5	43	37,5
	Emergence	0	0	0	0,5	0,5	1	1	1	1	0,5	0	0
5 m/s	Bruit résiduel	44	40	41,5	41,5	41	41	40	40	40	41	43	41
	Bruit des éoliennes	28,8	23,0	31,8	34,5	31,8	34,4	35,7	35,9	36,8	35,0	30,0	27,3
	Bruit ambiant	44	40	42	42,5	41,5	42	41,5	41,5	41,5	42	43	41
	Emergence	0	0	0,5	1	0,5	1	1,5	1,5	1,5	1	0	0
6 m/s	Bruit résiduel	45	40	41,5	41,5	41,5	41,5	42,5	42,5	42,5	41	43	44,5
	Bruit des éoliennes	31,3	25,5	34,3	37,0	34,3	36,9	38,2	38,4	39,3	37,5	32,4	29,8
	Bruit ambiant	45	40	42,5	43	42,5	43	44	44	44	42,5	43,5	44,5
	Emergence	0	0	1	1,5	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,5	0
7 m/s	Bruit résiduel	45	40	44	44	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5	41	45	47
	Bruit des éoliennes	31,1	23,1	33,9	36,5	34,4	37,0	38,2	38,1	39,3	37,9	35,4	32,8
	Bruit ambiant	45	40	44,5	44,5	43	43,5	44	44	44	42,5	45,5	47
	Emergence	0	0	0,5	0,5	0,5	1	1,5	1,5	1,5	1,5	0,5	0
8 m/s	Bruit résiduel	46	42	45	45	43	43	44	44	44	43	47	48
	Bruit des éoliennes	31,1	23,1	33,9	36,5	34,4	37,0	38,2	38,1	39,3	37,9	35,4	32,8
	Bruit ambiant	46	42	45,5	45,5	43,5	44	45	45	45,5	44	47,5	48
	Emergence	0	0	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1,5	1	0,5	0
9 m/s	Bruit résiduel	48	43	45,5	45,5	44,5	44,5	45,5	45,5	45,5	43,5	49	48,5
	Bruit des éoliennes	31,1	23,1	33,9	36,5	34,4	37,0	38,2	38,1	39,3	37,9	35,4	32,8
	Bruit ambiant	48	43	46	46	45	45	46	46	46,5	44,5	49	48,5
	Emergence	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	0

Tableau 21: Résultats en période diurne pour la MM100

En référence aux prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent, les émergences ne sont prises en compte que lorsque le niveau de bruit ambiant (avec le bruit de l'activité) est supérieur à 35 dB(A). Aucun dépassement de l'émergence maximale admissible de 5 dB(A) en période diurne n'est prévu.



4.2.4.3.2. Évaluation des tonalités marquées

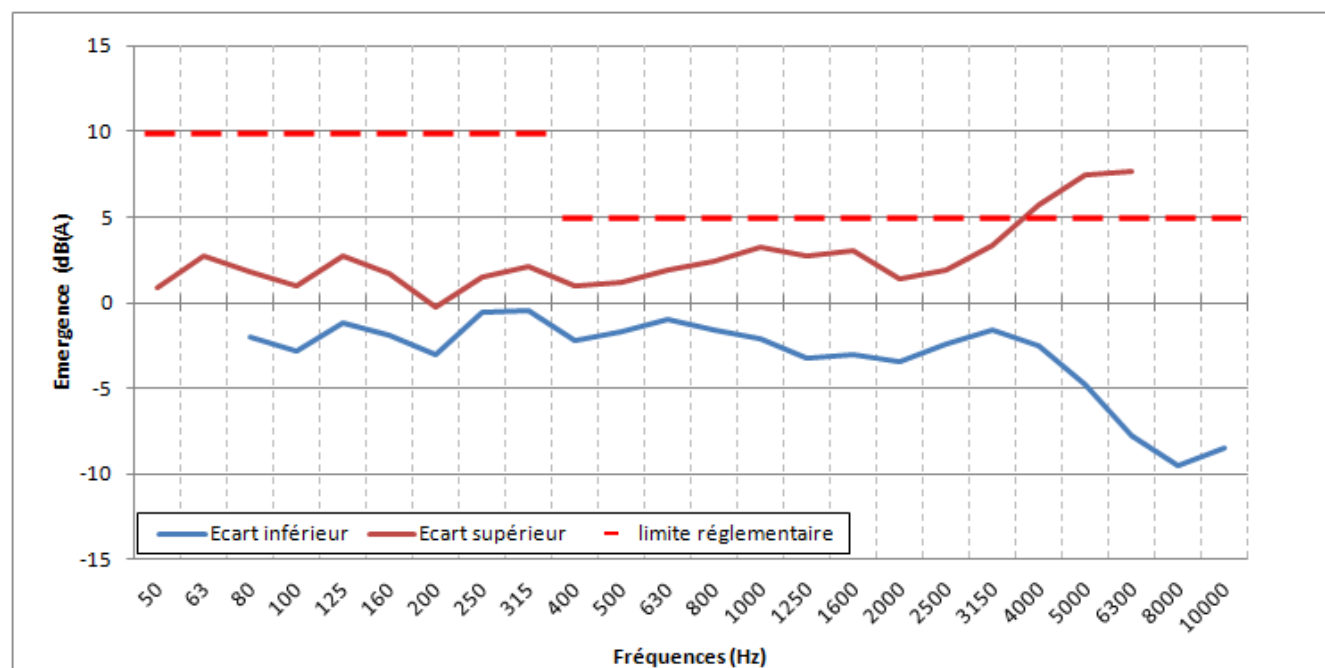
La tonalité marquée est détectée dans un spectre non pondéré de tiers d'octave quand la différence de niveau entre la bande de tiers d'octave et les quatre bandes de tiers d'octave les plus proches (les deux bandes immédiatement inférieures et les deux bandes immédiatement supérieures) atteint ou dépasse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

De 50 Hz à 315 Hz	De 400 Hz à 8000 Hz
10 dB	5 dB

Ainsi, dans le cas où le bruit des éoliennes est à tonalité marquée de manière établie ou cyclique, sa durée d'apparition ne doit pas excéder 30% de la durée de fonctionnement de l'établissement dans chacune des périodes diurne et nocturne.

La courbe ci-dessous représente les écarts inférieurs et supérieurs calculés à partir des données officielles de Vestas et définis comme suit :

- Ecart inférieur : écart entre le niveau de la bande de tiers d'octave considérée et la moyenne énergétique des niveaux des 2 bandes de tiers d'octaves inférieures ;
- Ecart supérieur : écart entre le niveau de la bande de tiers d'octave considérée et la moyenne énergétique des niveaux des 2 bandes de tiers d'octaves supérieures.



Le phénomène de tonalité marquée n'est constaté que dans le cas où dans les deux courbes représentées sur le graphe ci-dessus dépassent la limite réglementaire pour une même fréquence.

Or, comme on peut le constater sur la figure précédente, les 2 courbes ne dépassent pas la limite réglementaire pour la même fréquence. Ainsi, le spectre d'émission acoustique des machines ne présente pas de tonalité marquée au sens de la norme NFS 31-010.

4.2.4.4. Infrasons

Les infrasons sont définis par des fréquences inférieures à 20 Hz et sont inaudibles par l'oreille humaine. Les émissions d'infrasons peuvent être d'origine naturelle ou anthropique :

- Origine naturelle : orages, chutes d'eau, évènements naturels tels que tremblements de terre ou tempêtes, obstacles au vent (arbres, falaises, etc.) ;

- Origine anthropique : circulation, chauffage, climatisation, activité industrielle, obstacles au vent (bâtiments, pylônes, éoliennes, etc.).

Les éoliennes génèrent des infrasons principalement du fait de leur exposition au vent, et accessoirement du fonctionnement de leurs équipements. Les infrasons ainsi émis sont faibles comparés à ceux de notre environnement habituel.

4.3. Les effets cumulés avec les parcs environnants

L'ensemble des parcs en projet se trouvant dans un rayon de 5 kilomètres autour du projet sont pris en compte dans le calcul des effets cumulés. **Au-delà d'un rayon de 5 kilomètres les parcs éoliens n'ont plus d'impact sonore.**

Le parc éolien de Derval mis en service en 2006 n'est pas considéré dans le calcul des effets cumulés car son impact est déjà intégré à l'état initial acoustique. Les mesures réalisées pendant les deux campagnes incluent donc les effets du parc éolien existant dont le fonctionnement n'a pas été impacté par les campagnes acoustiques.

Il n'existe aucun parc éolien en projet dans un rayon de 5 km autour du projet éolien de Derval II. Le futur parc éolien de Jans est situé à plus de 6 000 mètres.

Il n'y aura donc aucun effet cumulé acoustique entre les parcs éoliens en projet et le parc de Derval II.

4.4. Conclusion sur les impacts

Les résultats obtenus sur la période diurne sont tous conformes à la réglementation imposant des émergences ne dépassant pas le seuil des 5dB(A). Aucune mesure n'est donc à prévoir sur la période diurne.

Concernant la période nocturne, les résultats montrent des émergences à certains point et pour des classes de vent données.

En période nocturne, des mesures de réduction seront donc mises en place. Ces dernières seront décrites dans le chapitre traitant des mesures.

Enfin en ce qui concerne les tonalités marquées sur les spectres de tiers d'octave de puissance acoustique des éoliennes, n'ont rien montré, il n'y a donc pas de tonalités marquées.

**5. MESURES D'EVITEMENT, DE REDUCTION ET COMPENSATOIRES****5.1. Pendant la phase de chantier****5.1.1. Mesures d'évitement**

Nous rappelons que l'éolienne la plus proche d'une habitation est située à environ 630 m. Le bruit généré par le chantier sera limité sur les habitations grâce à cet éloignement supérieur aux 500m imposés par la loi Grenelle II.

5.1.2. Mesures réductrices

Les recommandations générales suivantes peuvent être formulées afin d'éviter, de réduire ou de compenser les éventuelles pollutions sonores lors de la phase de chantier :

- Imposer l'arrêt du moteur lors d'un stationnement prolongé ;
- Respecter les horaires d'ouverture et de fermeture du chantier ;
- Utiliser des engins conformes à la réglementation relative aux émissions de bruit. Ainsi, les véhicules de transport, les matériels de manutention et les engins de chantier utilisés à l'intérieur de l'installation seront conformes aux dispositions en vigueur en matière de limitation de leurs émissions sonores. En particulier, les engins de chantier seront conformes à un type homologué.
- Enfin, l'usage de tous appareils de communication par voie acoustique (par exemple sirènes, avertisseurs, haut-parleurs), gênant pour le voisinage, sera interdit, sauf si leur emploi est exceptionnel et réservé à la prévention et au signalement d'incidents graves ou d'accidents.

Le coût de cette mesure est compris dans le coût du projet.

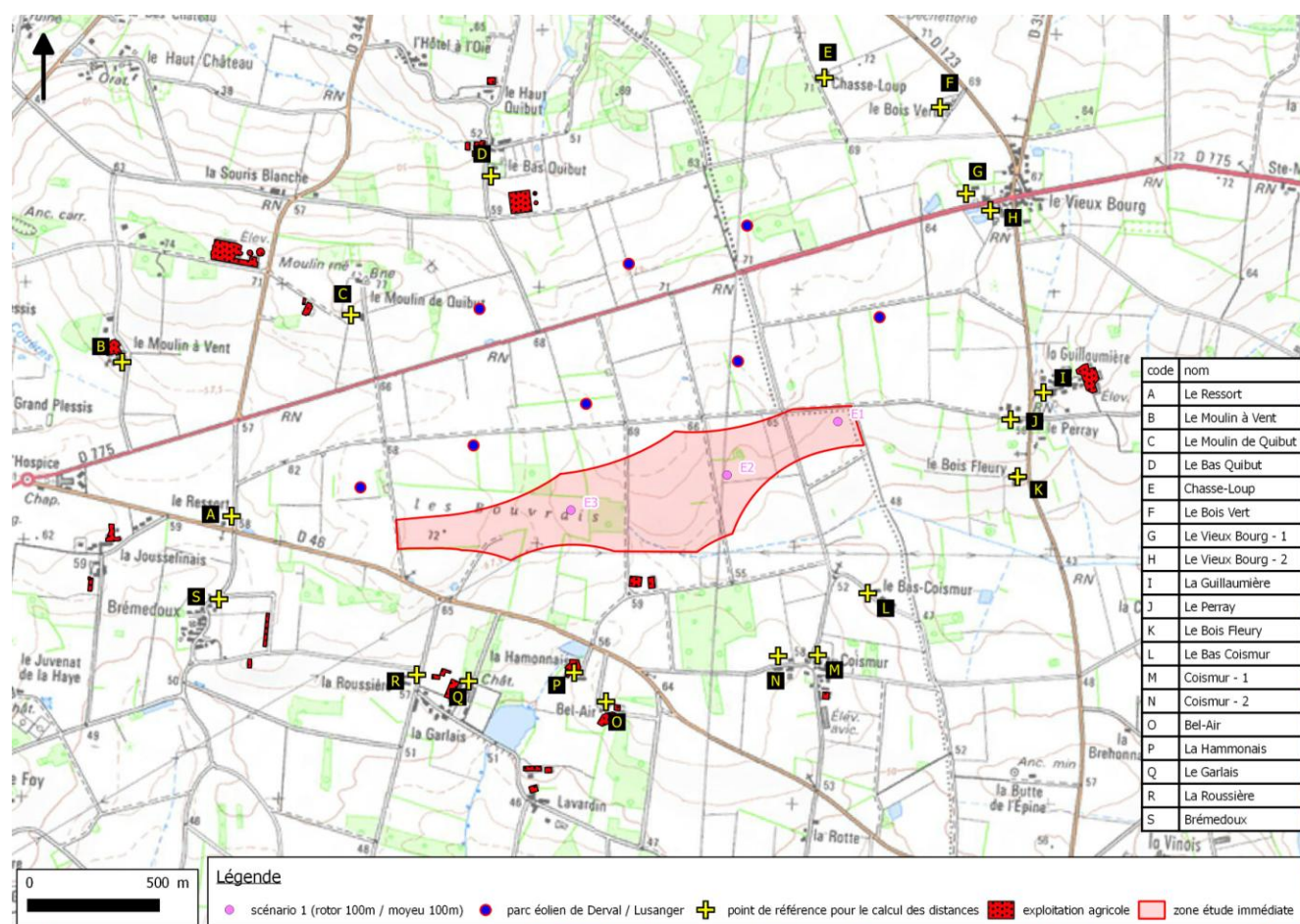
5.2. Pendant la phase d'exploitation**5.2.1. Mesures d'évitement**

Les éoliennes sont situées à plus de 500 mètres des habitations. Vous trouverez ci-après la distance entre les éoliennes et les habitations. Les distances sont données en mètres.

Ref	Nom du hameau de l'habitation	Distance à E1 (m)	Distance à E2 (m)	Distance à E3 (m)
A	Le Ressort	2380	1930	1320
B	Le Moulin à Vent	2790	2390	1830
C	Le Moulin de Quibut	1930	1590	1140
D	Le Bas Quibut	1650	1480	1330
E	Chasse-Loup	1330	1580	1940
F	Le Bois Vert	1280	1650	2120
G	Le Vieux Bourg 1	1010	1430	1960
H	Le Vieux Bourg 2	1010	1450	2000
I	La Guillaumière	800	1270	1890
J	Le Perray	670	1120	1740
K	Le Bois Fleury	730	1130	1740
L	Le Bas Coismur	670	710	1190
M	Coismur 1	910	780	1110
N	Cosimur 2	940	730	980
O	Bel-Air	1410	990	750
P	La Hamonais	1410	970	630
Q	Le Garlais	1750	1280	770
R	La Roussière	1910	1430	870
s	Brémedoux	2500	2030	1410

Tableau 22: Distance des éoliennes du projet de consolidation aux habitations les plus proches

La carte IGN qui suit localise les habitations les plus proches autour de la zone d'étude immédiate.



Carte 12 : Localisation des habitations les plus proches des éoliennes pour chaque hameau riverain

5.2.2. Mesures de réduction

Nous avons vu dans la partie précédente traitant des impacts que le projet respectait la réglementation acoustique en période diurne. Cependant, en période nocturne, pour certains points, la réglementation n'était pas respectée. L'objectif est donc de déterminer pour chaque éolienne, pour chaque classe de vitesse de vent le mode de fonctionnement le plus adapté parmi les différentes variantes proposées par le constructeur afin de respecter la réglementation acoustique sur l'ensemble des points de mesure en période nocturne. Nous calculons la contribution sonore de chacune des éoliennes séparément (E1, E2, E3) sur chacun des points récepteurs étudiés (habitations).

Un bridage est appliqué en priorité sur la ou les éoliennes impactant davantage le ou les points de mesures pour lesquels la non-conformité la plus forte est établie, le but étant d'obtenir le meilleur compromis entre le fonctionnement de l'ensemble du parc et la conformité de l'ensemble des points de mesure.

L'impact sur chacun des points est calculé en fonction de la contribution sonore du parc éolien, mais également en fonction du niveau de bruit résiduel mesuré, ce dernier évoluant de façon différente avec la vitesse du vent en fonction de l'emplacement, les points de mesure les plus "sensibles" peuvent évoluer en fonction des classes de vitesses de vent.

Les bridages sont spécifiques à chaque constructeur et permettent que chaque éolienne à laquelle ils s'appliquent, respecte des émissions sonores données pour chaque vitesse de vent.

La figure qui suit illustre les différents modes de bridage pour une éolienne Vestas.

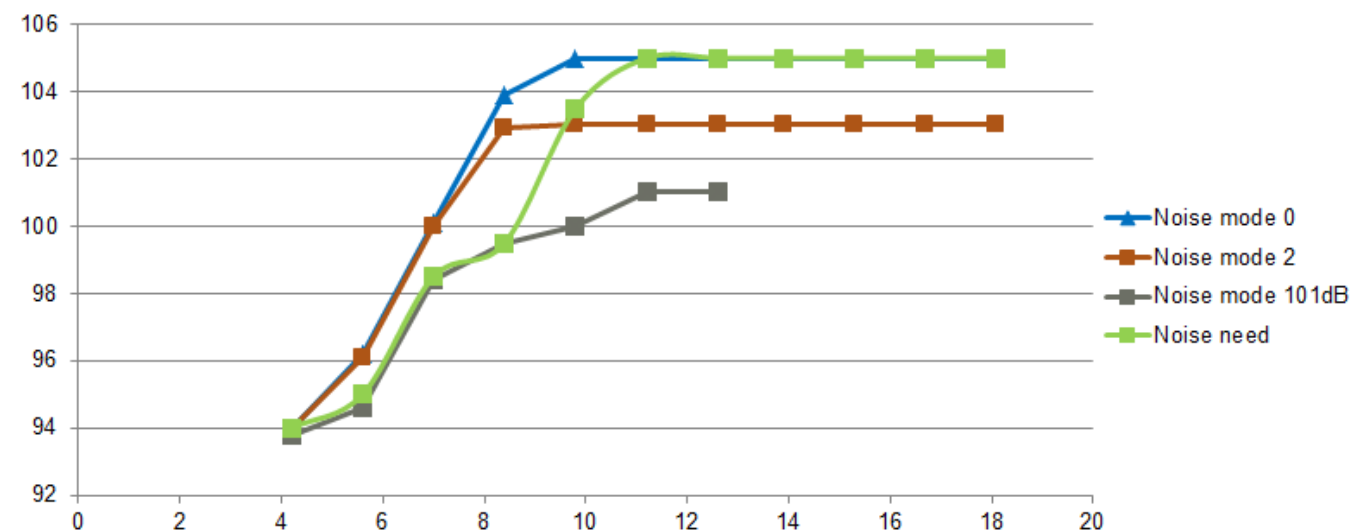


Figure 4 : Exemple de modes de bridages pour une éolienne Vestas

L'axe des abscisses représente la vitesse du vent en m/s et l'axe des ordonnées les émissions acoustiques

On constate sur cette figure que pour certains modes de bridages, les émissions sonores tendent à être constantes au-delà d'une certaine vitesse de vent.

5.2.2.1. Modes de fonctionnement des éoliennes Vestas V100 STE

Les éoliennes VESTAS V100 peuvent être paramétrées pour fonctionner selon différents modes afin de réguler leurs émissions acoustiques (parallèlement à leur production) par diminution de la vitesse du rotor lorsque se présentent des conditions de vitesse et de direction de vent reconnues comme défavorables.

Le système OptiSpeed de Vestas permet aux éoliennes, par une modification automatique ou programmée de l'angle de chacune des pales par rapport au vent, de réduire la vitesse de rotation du rotor et les émissions acoustiques. Le mode de bridage disponible le plus restrictif correspond à l'arrêt complet d'une éolienne.

Le tableau ci-dessous présente les différents modes de bridage fournis par Vestas pour les éoliennes sélectionnées à savoir la Vestas V100 :

Eoliennes	Niveaux de puissance acoustique Lw garantis en dB(A) pour chaque classe de vent au moyen										
	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	
V100 STE											
Mode 0	93,7	93,7	94,5	97,7	99,5	101,8	103,4	103,5	103,5	103,5	
Mode 1+	93,7	93,8	94,5	97,9	99,7	101,0	102,1	102,1	102,1	102,1	
Mode 2+	93,7	93,8	93,9	97,1	97,1	97,7	98,6	99,1	99,4	99,5	

Tableau 23: Niveaux de puissance acoustique garantis pour la V100 STE



5.2.2.1.1. Modes de fonctionnement retenus

Les éoliennes V100 STE en mode normal (mode standard) permettent de respecter les critères acoustiques réglementaires uniquement en période diurne.

Les configurations de bridage présentées ci-dessous permettent de respecter les objectifs d'impact acoustique du projet en période nocturne.

Période NUIT	Eoliennes V100 STE – 100m					
	Mode de fonctionnement retenu en fonction de la vitesse du vent de référence au moyeu					
	2 m/s	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	>7 m/s
E1	Nominal	Nominal	Pause	Mode 2	Mode 1	Nominal
E2	Nominal	Mode 2	Mode 2	Pause	Mode 1	Nominal
E3	Nominal	Nominal	Mode 2	Mode 2	Nominal	Nominal

Légende :

	fonctionnement standard
	fonctionnement réduit

Tableau 24: Modes de fonctionnement retenus pour la période nocturne

Le plan de bridage précédent a été réalisé à partir des seuls modes de bridage officiels de Vestas et est donné à titre indicatif afin d'illustrer la faisabilité technique de la solution proposée. Après la mise en service du parc, il pourra notamment être adapté aux conditions réelles de fonctionnement des éoliennes et aux modes de bridage qui peuvent éventuellement être en cours de développement par Vestas.



5.2.2.1.2. Résultats en période nocturne avec des éoliennes V100 en fonctionnement optimisé

BILAN NOCTURNE		Point 1	Point 2	Point 3	Point 3b	Point 4	Point 4b	Point 5	Point 5b	Point 5c	Point 6	Point 7	Point 8
		Le Moulin de Quibus	Le Ressort	La Roussière	La Roussière Est	La Hamonais	Bel-Air	Bas Coismur	Coismur	Bas Coismur Nord	La Guillaumière	Le Vieux Bourg	Chasse Loup
3 m/s	Bruit résiduel	38	32,5	29,5	29,5	28	28	27,5	27,5	27,5	37	37,5	29
	Bruit des éoliennes	25,8	20,2	27,8	29,1	29,0	30,8	34,3	32,1	33,5	32,0	27,9	24,5
	Bruit ambiant	38,5	32,5	31,5	32,5	31,5	32,5	35	33,5	34,5	38	38	30,5
	Emergence	0,5	0	2	3	3,5	4,5	7,5	6	7	1	0,5	1,5
4 m/s	Bruit résiduel	38	32,5	30,5	30,5	28,5	28,5	30	30	30	37	37,5	34,5
	Bruit des éoliennes	24,1	13,3	27,1	30,1	27,2	30,6	29,4	33,6	30,6	24,8	22,4	21,8
	Bruit ambiant	38	32,5	32	33,5	31	32,5	32,5	35	33,5	37,5	37,5	34,5
	Emergence	0	0	1,5	3	2,5	4	2,5	5	3,5	0,5	0	0
5 m/s	Bruit résiduel	38	32,5	32,5	32,5	31	31	33,5	33,5	33,5	37	37,5	37
	Bruit des éoliennes	24,9	14,5	28,5	31,4	22,9	31,4	30,8	30,5	33,5	33,0	26,9	24,5
	Bruit ambiant	38	32,5	34	35	31,5	34	35,5	35,5	36,5	38,5	38	37
	Emergence	0	0	1,5	2,5	0,5	3	2	2	3	1,5	0,5	0
6 m/s	Bruit résiduel	42	32,5	41,5	41,5	38,5	38,5	38	38	38	37	38,5	38,5
	Bruit des éoliennes	29,8	19,4	33,1	36,0	31,9	36,3	36,4	38,1	38,1	36,5	31,0	28,9
	Bruit ambiant	42,5	32,5	42	42,5	39,5	40,5	40,5	41	41	40	39	39
	Emergence	0,5	0	0,5	1	1	2	2,5	3	3	3	0,5	0,5

Tableau 25: Résultats en période nocturne avec application du plan de bridage optimisé

Comme on peut le constater, aucune émergence non réglementaire n'est constatée en période nocturne après application du plan de bridage. En référence aux prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent, les émergences ne sont prises en compte que lorsque le niveau de bruit ambiant (avec le bruit de l'activité) est supérieur à 35 dB(A).

Les éoliennes V100 STE, moyeu à 100m, respecteront les critères de bruit réglementaires aux abords du site en période diurne.

En période nocturne, le plan de fonctionnement optimisé permettra de respecter ces mêmes critères de bruit réglementaires.



5.2.2.1.3. Emergences pour l'ensemble des directions de vent

Les émergences sonores induites par le fonctionnement du parc en période nocturne et diurne ont été calculées pour toutes les directions de vent par pas de 45°.

En période diurne, les émissions sonores du parc éolien seront conformes pour toutes les directions et vitesses de vent.

En période nocturne, des dépassements de l'émergence réglementaire de 3 dB(A) sont prévus pour toutes les directions et vitesses de vent supérieures ou égales à 4 m/s. Ainsi une optimisation du fonctionnement du parc est proposée pour chacune des directions de vent.

Ci après, le tableau d'optimisation par direction de vent:

Période NOCTURNE		Direction de Vent								
		0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
Vitesse du vent à 10 m	3 m/s	E1	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal
		E2	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal	Mode 2	Nominal	Pause
		E3	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal
	4 m/s	E1	Mode 2	Mode 2	Mode 2	Mode 2	Mode 2	Pause	Mode 2	Pause
		E2	Pause	Mode 2	Mode 2	Mode 2	Mode 2	Mode 2	Pause	Mode 2
		E3	Mode 2	Mode 2	Mode 1	Mode 2	Mode 2	Mode 2	Nominal	Mode 2
	5 m/s	E1	Mode 2	Mode 2	Mode 2	Mode 2	Mode 2	Mode 2	Mode 2	Mode 2
		E2	Pause	Pause	Pause	Pause	Pause	Pause	Pause	Pause
		E3	Pause	Pause	Mode 2	Mode 2	Mode 2	Mode 2	Mode 2	Mode 2
	6 m/s	E1	Mode 1	Nominal	Nominal	Nominal	Mode 1	Mode 1	Mode 2	Mode 1
		E2	Mode 2	Mode 1	Mode 1	Mode 1	Mode 1	Mode 1	Mode 2	Mode 2
		E3	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal

Légende :

	fonctionnement standard
	fonctionnement réduit

Tableau 26 : Optimisation par direction de vent pour la V100 STE

La mise en place d'un plan d'optimisation prenant en compte les différents secteurs de vent et sa vitesse permet le respect de la réglementation.

5.2.2.1.1. Modes de fonctionnement des éoliennes Senvion MM100

Les éoliennes Senvion MM100 peuvent être paramétrées pour fonctionner selon différents modes afin de réguler leurs émissions acoustiques (parallèlement à leur production) par diminution de la vitesse du rotor lorsque se présentent des conditions de vitesse et de direction de vent reconnues comme défavorables. Le tableau suivant fournit les niveaux de puissance acoustique des éoliennes en fonctionnement nominal et en modes bridés.

Le système SM de Senvion applicable aux éoliennes de type MM100 est basé sur l'application automatique ou programmée d'une modification du pitch des pales des éoliennes, soit l'angle au vent de chacune des pales. En faisant varier cet angle, c'est la vitesse de rotation du rotor ainsi que la puissance électrique générée et les émissions acoustiques qui varient. Le mode de bridage disponible le plus restrictif est l'arrêt complet de l'éolienne.

Le tableau ci-dessous présente les différents modes de bridage fournis par Senvion pour les éoliennes sélectionnées à savoir la Senvion MM100 :

Eoliennes	Niveaux de puissance acoustique Lw garantis en dB(A) pour chaque classe de vent au moyeu					
	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
MM100						
Type A	94,0	97,8	99,0	101,1	103,1	103,8
Type B	94,0	97,8	99,4	99,7	100,3	103,8
Type C	94,0	97,1	97,7	98,2	100,0	103,8
Type D	94,0	97,1	97,7	98,5	98,5	98,5

Tableau 27: Niveaux de puissance acoustique garantis pour la MM100

5.2.2.1.1.1. Modes de fonctionnement retenus

Les éoliennes MM100 en mode normal (mode standard) permettent de respecter les critères acoustiques réglementaires uniquement en période diurne.

Les configurations de bridage présentées ci-dessous permettent de respecter les objectifs d'impact acoustique du projet en période nocturne.

Période NUIT	Eoliennes MM100 – 100m				
	Mode de fonctionnement retenu en fonction de la vitesse du vent de référence au moyeu				
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	>7 m/s
E1	Nominal	Type C	Type D	Type C	Nominal
E2	Type C	Type C	Pause	Type C	Nominal
E3	Nominal	Type B	Type C	Nominal	Nominal

Légende :

	fonctionnement standard
	fonctionnement réduit

Tableau 28: Modes de fonctionnement retenus pour la période nocturne

Le plan de bridage précédent a été réalisé à partir des seuls modes de bridage officiels de Senvion et est donné à titre indicatif afin d'illustrer la faisabilité technique de la solution proposée. Après la mise en service du parc, il pourra notamment être adapté aux conditions réelles de fonctionnement des éoliennes et aux modes de bridage qui peuvent éventuellement être en cours de développement par Senvion.



5.2.2.1.2. Résultats en période nocturne avec des éoliennes MM100 en fonctionnement optimisé

BILAN NOCTURNE		Point 1	Point 2	Point 3	Point 3b	Point 4	Point 4b	Point 5	Point 5b	Point 5c	Point 6	Point 7	Point 8
		Le Moulin de Quibus	Le Ressort	La Roussière	La Roussière Est	La Hamonais	Bel-Air	Bas Coismur	Coismur	Bas Coismur Nord	La Guillaumière	Le Vieux Bourg	Chasse Loup
3 m/s	Bruit résiduel	38	32,5	29,5	29,5	28	28	27,5	27,5	27,5	37	37,5	29
	Bruit des éoliennes	25,5	20,2	27,9	28,9	27,2	30,5	33,4	29,5	33,0	31,9	27,2	23,7
	Bruit ambiant	38	33	32	32	30,5	32,5	34,5	31,5	34	38	38	30
	Emergence	0	0,5	2,5	2,5	2,5	4,5	7	4	6,5	1	0,5	1
4 m/s	Bruit résiduel	44	32,5	30,5	30,5	28,5	28,5	30	30	30	37	37,5	34,5
	Bruit des éoliennes	25,3	14,1	28,9	31,9	26,5	32,2	29,6	33,3	32,3	29,8	24,5	23,0
	Bruit ambiant	38	32,5	33	34,5	30,5	33,5	33	35	34,5	37,5	37,5	35
	Emergence	0	0	2,5	4	2	5	3	5	4,5	0,5	0	0,5
5 m/s	Bruit résiduel	38	32,5	32,5	32,5	31	31	33,5	33,5	33,5	37	37,5	37
	Bruit des éoliennes	25,2	11,4	29,6	32,3	23,2	32,4	29,9	31,5	33,0	32,0	26,1	23,9
	Bruit ambiant	38	32,5	34,5	35,5	31,5	35	35	35,5	36,5	38	38	37
	Emergence	0	0	2	3	0,5	4	1,5	2	3	1	0,5	0
6 m/s	Bruit résiduel	42	32,5	41,5	41,5	38,5	38,5	38	38	38	37	38,5	38,5
	Bruit des éoliennes	29,4	17,7	33,0	35,9	32,3	36,4	36,1	38,5	38,4	36,5	30,8	28,7
	Bruit ambiant	42	32,5	42	42,5	39,5	40,5	40	41	41	40	39	39
	Emergence	0	0	0,5	1	1	2	2	3	3	3	0,5	0,5

Tableau 29: Résultats en période nocturne avec application du plan de bridage optimisé

Comme on peut le constater, aucune émergence non réglementaire n'est constatée en période nocturne après application du plan de bridage. En référence aux prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent, les émergences ne sont prises en compte que lorsque le niveau de bruit ambiant (avec le bruit de l'activité) est supérieur à 35 dB(A).

Les éoliennes MM100, moyeu à 100m, respecteront les critères de bruit réglementaires aux abords du site en période diurne.

En période nocturne, le plan de fonctionnement optimisé permettra de respecter ces mêmes critères de bruit réglementaires.



5.2.2.1.1. Emergences pour l'ensemble des directions de vent

Les émergences sonores induites par le fonctionnement du parc en période nocturne et diurne ont été calculées pour toutes les directions de vent par pas de 45°.

En période diurne, les émissions sonores du parc éolien seront conformes pour toutes les directions et vitesses de vent.

En période nocturne, des dépassements de l'émergence réglementaire de 3 dB(A) sont prévus pour toutes les directions et vitesses de vent supérieures ou égales à 4 m/s. Ainsi une optimisation du fonctionnement du parc est proposée pour chacune des directions de vent.

Ci après, le tableau d'optimisation par direction de vent:

Période NOCTURNE		Direction de Vent								
		0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
Vitesse du vent à 10 m	3 m/s	E1	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal	Type C
		E2	Type C	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal	Type C	Nominal	Type C
		E3	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal
	4 m/s	E1	Type C	Type C	Type C	Type C	Type C	Type C	Type C	Type C
		E2	Type C	Type C	Type C	Type C	Type C	Type C	Type C	Type C
		E3	Type C	Type C	Nominal	Type B	Nominal	Type B	Type C	Type B
	5 m/s	E1	Type D	Type D	Type D	Type D	Type D	Type D	Type D	Pause
		E2	Pause	Type D	Type D	Type D	Type D	Pause	Pause	Type D
		E3	Type D	Pause	Type D	Type D	Type D	Type C	Type C	Type D
	6 m/s	E1	Type C	Type C	Type C	Type C	Type C	Type C	Type D	Type C
		E2	Type D	Type C	Type C	Nominal	Type C	Type C	Type D	Type D
		E3	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal

Légende :

	fonctionnement standard
	fonctionnement réduit

Tableau 30 : Optimisation par direction de vent pour la MM100

La mise en place d'un plan d'optimisation prenant en compte les différents secteurs de vent et sa vitesse permet le respect de la réglementation.

5.3. Bilan des mesures acoustiques

Nature de l'impact	Phase	Durée de l'impact	Degré de l'impact	Mesures d'évitement mise en place	Mesures de réduction mise en place	Mesures compensatoires mise en place	Impact résiduel
Bruit des éoliennes	Exploitation	Permanent	Non-respect de la norme	Lors du choix du scénario et des éoliennes : éloignement des éoliennes au-delà des 500 mètres réglementaires et choix d'une éolienne avec de faibles émissions sonores	Bridage adapté des éoliennes	/	Respect de la norme réglementaire
				Lors du choix du scénario et des éoliennes : éloignement des éoliennes au-delà des 500 mètres réglementaires	Utiliser des engins conformes à la réglementation relative aux émissions de bruit	Arrêt du moteur lors d'un stationnement prolongé	Faible
Bruit des engins de chantier	Chantier	Temporaire	Faible			/	Faible

Tableau 31: Synthèse des mesures acoustiques et impacts résiduels



6. CONCLUSION

L'étude d'impact sur l'acoustique du projet éolien de Derval II a été réalisée par le bureau d'étude acousticien Acoustex. L'objet de la présente mission était de caractériser l'impact acoustique du futur parc au niveau des habitations qui seront potentiellement les plus exposées. Des mesures acoustiques permettant de quantifier la situation acoustique initiale ont été réalisées en 8 points représentatifs du site en avril et en décembre 2015, conformément au projet de norme Pr NF S 31-114 « Mesurage du bruit dans l'environnement avant installation éolienne », et en incluant les éoliennes existantes en fonctionnement.

L'étude acoustique a été réalisée par Acoustex, cabinet acousticien professionnel et indépendant. Elle a pour objet de :

- Caractériser par des mesurages appropriés le paysage sonore existant au voisinage des hameaux les plus proches en fonction de la vitesse du vent,
- Prévoir par le calcul les niveaux sonores que produira le fonctionnement des éoliennes et de contrôler si ces niveaux seront conformes aux exigences réglementaires
- Définir les mesures correctrices en cas de dépassement pour revenir à la conformité.

Les éoliennes génèrent deux types d'émissions sonores :

- Le bruit aérodynamique lié au frottement de l'air sur les pales et le mat. Ce bruit s'amplifie avec la vitesse du vent.
- Le bruit mécanique lié aux appareillages : mécanique, équipements électriques

Ces différentes composantes du bruit émis évoluent avec la vitesse du vent. Ainsi, passé un certain seuil, le bruit du vent lui-même dépasse celui de l'éolienne. On utilise les normes d'émergence pour caractériser la nuisance sonore. L'émergence se traduit par la différence entre le bruit ambiant et le bruit résiduel, constitué par l'ensemble des bruits habituels.

Pour vérifier de façon exhaustive la conformité réglementaire des émissions sonores du parc au niveau de l'ensemble des habitations riveraines, des calculs ont été réalisés au niveau des points de mesure, mais également en des lieux n'ayant pas fait l'objet de mesure. Leur bruit résiduel a été associé au point de mesure le plus proche présentant les mêmes caractéristiques d'ambiance sonore.

Sur la zone d'étude, les sources sonores présentes sur la zone d'étude immédiate sont les suivantes :

- Circulation routière sur les routes nationales, départementales et communales du secteur.
- Végétation, avifaune, variable en fonction des points de mesure ;
- Sources sonores spécifiques à chaque point : selon les cas, végétation, routes secondaires, parc éolien

Il ressort de l'étude acoustique que les résultats obtenus sont conformes en tous points pour toutes les classes de vitesse de vent, en période diurne. En période nocturne, les résultats obtenus ont mis en avant certaines non conformités pour des vitesses de vent comprises entre 3 et 6 m/s. Pour la période nocturne, Acoustex a donc défini un plan de fonctionnement réduit adapté aux éoliennes afin de réduire les contributions sonores de l'ensemble du parc sur le voisinage et de respecter les critères réglementaires. Le fonctionnement du parc éolien sera donc conforme en phase exploitation.