



SECTION 5 : L'ACOUSTIQUE



SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	3	5. MESURES D'EVITEMENT, DE REDUCTION ET COMPENSATOIRES	23
1.1. Contexte réglementaire	3	5.1. Pendant la phase d'exploitation	23
1.1.1. Notion d'émergence.....	3	5.1.1. Mesures d'évitement	23
1.1.2. Périmètre de mesure du bruit.....	3	5.1.2. Mesures de réduction	24
1.1.3. Tonalité marquée	3	5.2. Bilan des mesures acoustiques.....	33
1.2. Normes.....	4	6. CONCLUSION	33
1.3. Définitions	4		
1.3.1. Le décibel pondéré A.....	4		
1.3.2. Niveau de pression acoustique continu équivalent	4		
1.3.3. Indices fractiles	4		
1.3.4. Bruit ambiant.....	4		
1.3.5. Bruit particulier.....	4		
1.3.6. Bruit résiduel	4		
1.3.7. Emergence	4		
1.4. Méthodologie.....	4		
1.4.1. Méthodologie pour l'établissement de l'état initial.....	4		
1.4.1. Méthodologie pour les calculs prévisionnels	5		
2. ETAT INITIAL	6		
2.1. Campagne de mesurage.....	6		
2.1.1. Dates et durée de la campagne.....	6		
2.1.2. Mesures de vent.....	6		
2.1.3. Points de mesure retenus.....	6		
2.1.4. Cas particuliers des constructions de Lan Vraz	7		
2.1.5. Résultats des mesures météorologiques	8		
2.1.6. Résultats des mesures sonométriques.....	8		
2.1.7. Bruits résiduels retenus.....	12		
2.1.8. Conclusion de l'état initial	12		
3. ETUDES DES VARIANTES ET CHOIX D'UN SCENARIO	3-13		
4. LES IMPACTS SUR L'ACOUSTIQUE.....	14		
4.1. Calculs prévisionnels – Vestas V100 – 2 MW	14		
4.1.1. Périmètre de mesure de bruit	14		
4.1.1. Tonalité marquée	15		
4.1.2. Calcul des émergences pour la direction de vent dominante sud-ouest.....	16		
4.1.3. Analyse des émergences pour la direction de vent dominante sud-ouest.....	19		
4.2. Calculs prévisionnels – Enercon E103– 2.35 MW	19		
4.2.1. Périmètre de mesure de bruit	19		
4.2.2. Tonalité marquée	19		
4.2.3. Calcul des émergences pour la direction de vent dominante sud-ouest.....	20		
4.2.1. Analyse des émergences pour la direction de vent dominante sud-ouest.....	22		
4.3. Les effets cumulés avec les parcs environnants	23		
4.4. Conclusion sur les impacts	23		



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. Contexte réglementaire

Les parcs éoliens sont soumis aux prescriptions 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. Il ressort de cet arrêté les points suivants :

1.1.1. Notion d'émergence

L'arrêté définit la notion d'émergence qui correspond à la différence entre les niveaux de pression acoustique pondérés « A » du bruit ambiant (avec le bruit de l'installation) et du bruit résiduel (sans le bruit de l'installation).

Il définit également des zones d'émergences réglementées qui sont définies de la façon suivante :

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

Dans ces zones d'émergences réglementées, les installations ne doivent pas être à l'origine d'une émergence supérieure aux valeurs admissibles définies dans le tableau suivant :

Niveau de bruit ambiant existant dans les zones à émergence réglementée (incluant le bruit de l'installation)	Emergence admissible pour la période 7h – 22h	Emergence admissible pour la période 22h – 7h
Supérieur à 35 dB(A)	5,0 dB(A)	3,0 dB(A)

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 à partir du tableau suivant :

Durée cumulée d'apparition du bruit particulier D	Terme correctif en dB(A)
20 minutes < D ≤ 2 heures	+ 3 dB(A)
2 heures < D ≤ 4 heures	+ 2 dB(A)
4 heures < D ≤ 8 heures	+ 1 dB(A)
8 heures < D	+ 0 dB(A)

1.1.2. Périmètre de mesure du bruit

Le niveau de bruit maximal de l'installation est fixé à 70 dB(A) pour la période de jour et de 60 dB(A) pour la période de nuit en n'importe quel point du périmètre de mesure du bruit qui est défini comme étant le plus petit polygone dans lequel sont inscrits les cercles de centre chaque éolienne et de rayon R calculé comme suit :

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

1.1.3. Tonalité marquée

Dans le cas où le bruit particulier généré par l'installation d'éoliennes est à tonalité marquée au sens du point 1.9 de l'annexe de l'arrêté du 23 janvier 1997, sa durée d'apparition ne peut excéder 30 % de la durée de fonctionnement dans chacune des périodes diurne ou nocturne.



1.2. Normes

L'étude acoustique est également réalisée 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.

1.3. Définitions

1.3.1. 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.

1.3.2. Niveau de pression acoustique continu équivalent

La grandeur physique mesurée est le niveau de pression acoustique équivalent 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 relative à la caractérisation et au mesurage des bruits de l'environnement et du projet de norme NFS 31-114 (version de juillet 2011) relatif au mesurage du bruit dans l'environnement avec et sans activité éolienne.

1.3.3. 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, etc.).

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.

1.3.4. 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.

1.3.5. 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'elle est l'objet d'une requête.

1.3.6. Bruit résiduel

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

1.3.7. 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 résiduel hors perturbation. L'indicateur d'émergence est : $E = Leq_{Tamb} - Leq_{Tres}$

Leq_{Tamb} 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.



Figure 1: Echelle comparative de différentes sources de bruit

1.4. Méthodologie

1.4.1. Méthodologie pour l'établissement de l'état initial

Choix des points de mesure

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 microphone au niveau des habitations les plus exposées au projet éolien, ou à défaut à proximité d'une habitation bien exposée au parc éolien. L'appareil enregistre alors une ambiance sonore représentative du lieu dit.



Appareils de mesure du bruit

L'opérateur en charge des mesures est l'ingénieur Pierrot GIRARD. Le matériel utilisé pour la campagne de mesurage du bruit est le suivant :

- 5 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

Mesures de vent

Les données acoustiques relevées par les sonomètres sont ensuite corrélées aux données météorologiques d'un mât de mesure installé sur le site. Ce mât 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.

Complétude des mesures

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.

Si le nombre d'échantillon est trop faible ou nul la valeur de bruit résiduel est ajusté en veillant à respecter les évolutions et valeurs des niveaux sonores constatés sur des points similaires mesurés sur le site.

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.

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.

Incertitudes de mesurage

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.

1.4.1. Méthodologie pour les calculs prévisionnels

Choix des récepteurs virtuels

En fonction de la configuration du site, on peut utiliser des récepteurs virtuels (microphones virtuels) pour compléter les points de mesure réalisés pendant la campagne. Les récepteurs virtuels sont positionnés :

- Soit dans des hameaux où aucune mesure n'a été effectuée et qui se situent dans une configuration acoustique similaire aux points de mesure réalisés ;
- Soit dans des hameaux où une mesure a été effectuée, au niveau d'une habitation plus exposée au projet éolien que l'habitation de la mesure.

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.

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 hauteur de moyeu au-dessus du sol.

Prise en compte du coefficient vertical du gradient de vent

Afin de prendre compte les variations journalières, éventuellement saisonnières et directionnelles 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 :

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

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} : 0,35 et α_{nuit} : 0,39



Ainsi, on obtient autant de courbe de niveau de puissance acoustique pour des vitesses de vent à 10 m que de gradient constaté sur site.

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°.

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.

Périmètre de mesure du bruit

Des simulations sont réalisées pour des vitesses de 3 à 9 m/s au point du périmètre de l'installation dont le niveau sonore est maximal. Les niveaux sonores ainsi calculés sont comparés aux seuils réglementaires énoncés précédemment.

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.

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.

2. ETAT INITIAL

2.1. Campagne de mesurage

2.1.1. Dates et durée de la campagne

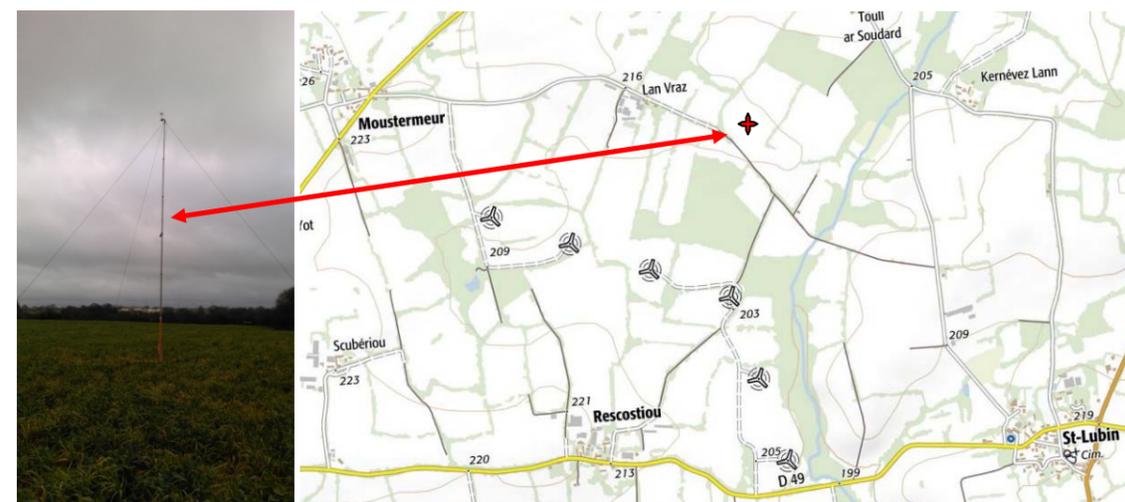
La campagne de mesure a été réalisée du vendredi 5 février 2016 au mercredi 10 février 2016.

2.1.2. Mesures de vent

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 de notre mât de mesure de 10 m. 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 1 : 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.

2.1.3. Points de mesure retenus

Les points de mesure sont repérés sur la carte ci-dessous. Ils sont au nombre de 7 : Moustermeur, Moustermeur nord, Kerbiquet, Toul ar Soudard, Kernevez Lan, Kernevez Lan sud, Restcostiou.

Les habitations les plus proches sont dispersées en hameaux autour du projet :

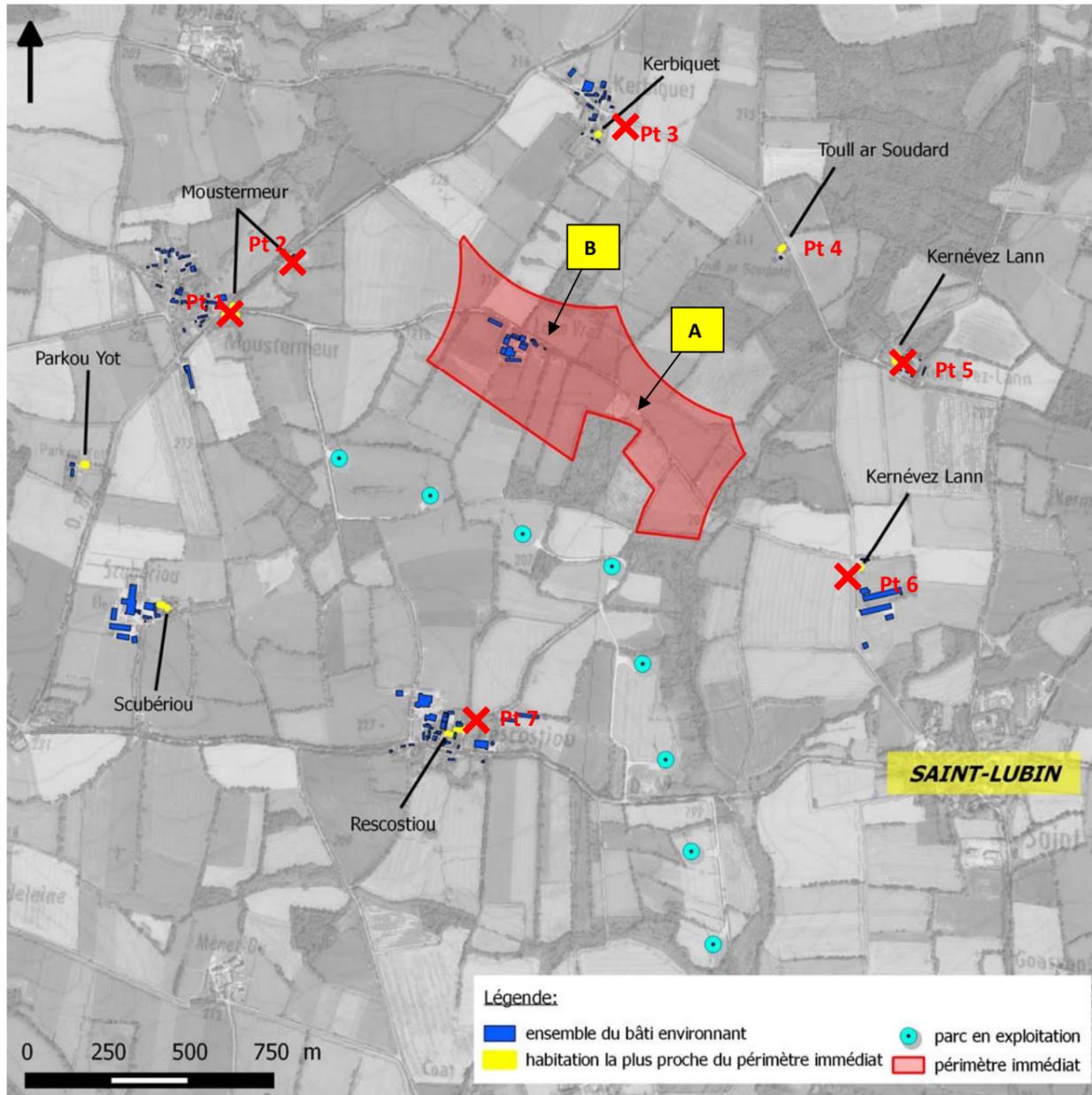
Point	Hameau	Caractéristique	Situation
1	Moustermeur	Village	Ouest
2	Moustermeur nord	Maison isolée	Ouest
3	Kerbiquet	Hameau	Nord
4	Toul ar Soudard	Maison isolée	Nord-Est
5	Kernevez Lan	Hameau	Est
6	Kernevez Lan sud	Maison isolée	Sud-Est
7	Restcostiou	Hameau	Sud



2.1.4. Cas particuliers des constructions de Lan Vraz

Le hameau de Lan Vraz est constitué principalement de bâtiments liés à l'exploitation agricole : hangar, serre, stabulation... A noter également la présence de trois habitations qui ne sont pas considérées dans la présente étude acoustique.

En effet, l'habitation¹ localisée sur la parcelle ZY32 (A) sera détruite avant la mise en service du parc éolien : l'attestation de démolition est consultable en pièce 8 « Accords et avis consultatifs ».



Carte 2 : Localisation des points de mesures



Habitation à détruire lors de la mise en service

Concernant les deux autres habitations (B), une promesse de constitution d'une servitude d'affectation et d'usage des immeubles a été signée entre IEL Développement et le propriétaire en novembre 2016. Cette promesse implique que le statut de construction à usage d'habitation disparaît au profit d'une utilisation du bâti comme local technique annexe à l'exploitation agricole : la promesse complète est consultable en pièce 8 « Accords et avis consultatifs ».



Deux habitations sous l'emprise de la promesse de servitude

¹ Plus précisément, il s'agit d'une caravane.



2.1.5. Résultats des mesures météorologiques

Le tableau ci-dessous présente les conditions météorologiques observées pendant les campagnes de mesurage. Les mesures ont été effectuées en période hivernale, période de l'année où le bruit résiduel a tendance à être le plus faible (peu de culture dans les champs et peu de feuillage dans les arbres).

Date	Précipitations	Vitesse du vent à 10 m	direction
05/02/16	Aucune	2 à 5 m/s	O
06/02/16	De 17h30 à 22h	2 à 10 m/s	O
07/02/16	Aucune	0 à 10 m/s	O
08/02/16	De 6h à 8h30	2 à 9 m/s	O
09/02/16	De 4h à 6h	1 à 6 m/s	O
10/02/16	Aucune	1 à 5 m/s	O

Rose des vents durant la mesure

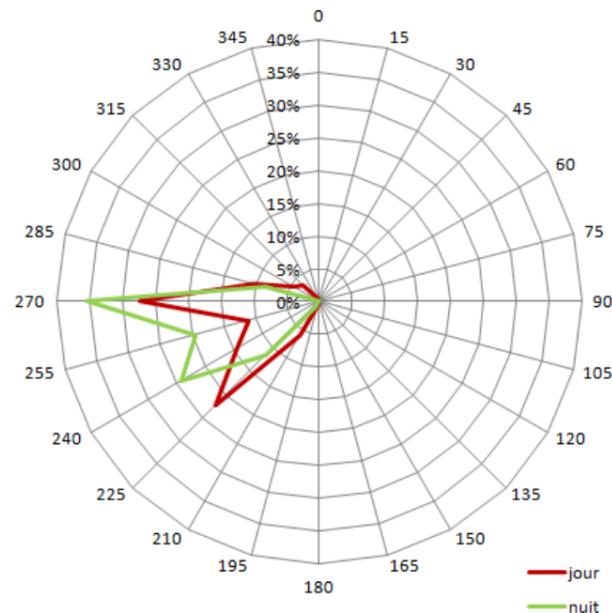


Figure 2 : Rose des vents mesurée sur la campagne de mesure

2.1.6. Résultats des mesures sonométriques

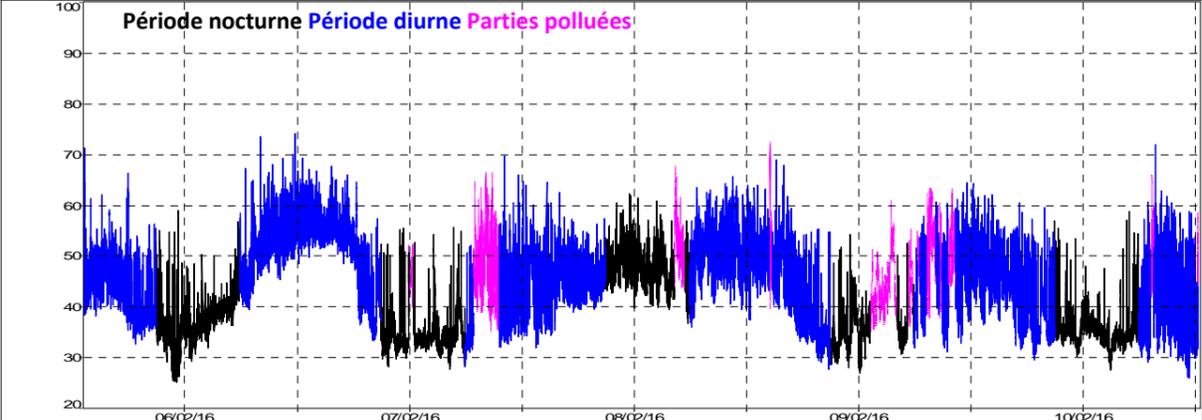
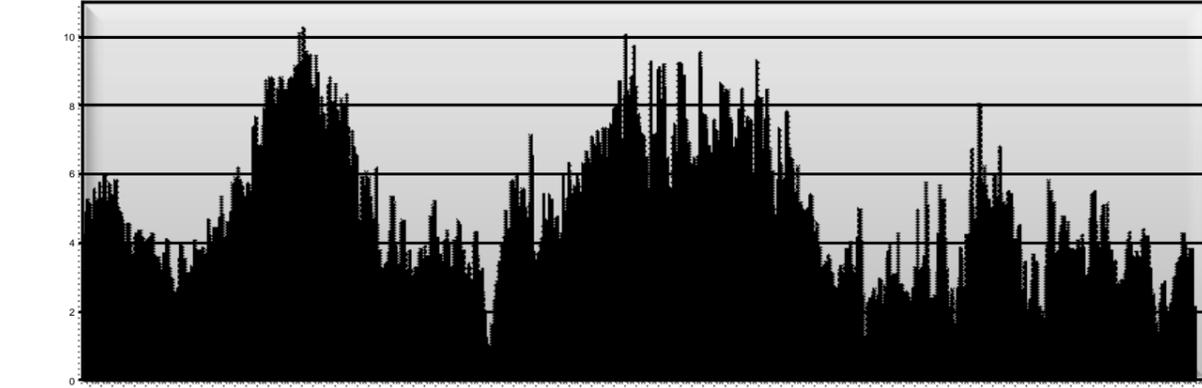
Pour chaque point de mesure, une fiche récapitulative présente les informations suivantes :

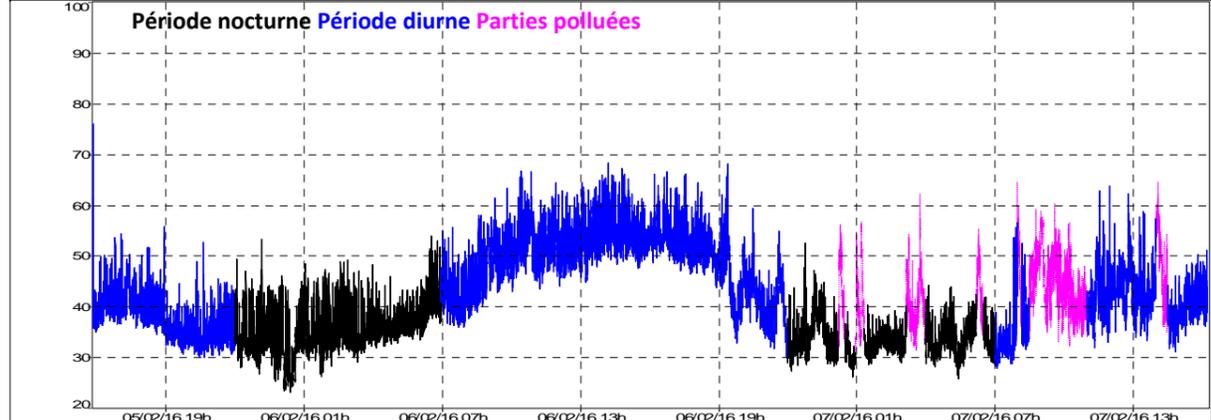
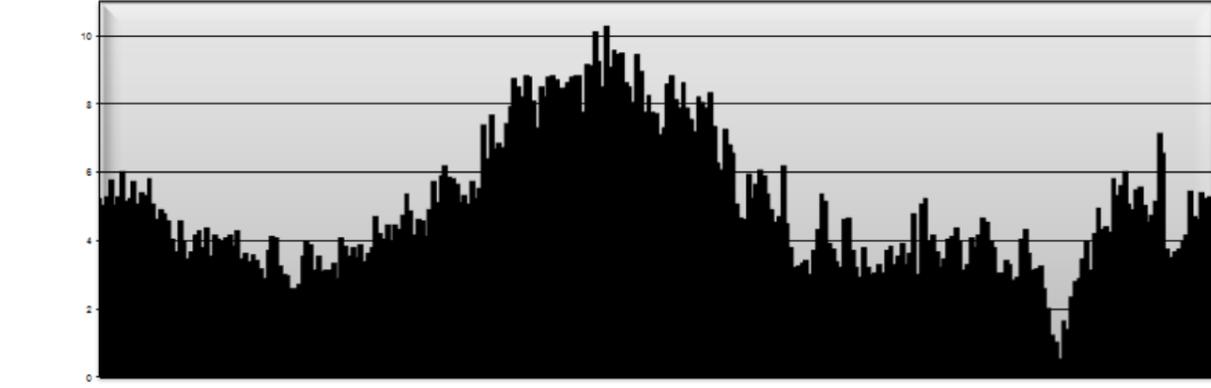
- o Caractéristiques du site,
- o Photographie et localisation du point de mesure,
- o Evolution temporelle du niveau de bruit pour les périodes diurne et nocturne,
- o Evolution temporelle de la vitesse du vent à 10 m.

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.

POINT DE MESURE N° 1		Moustermeur	
Localisation			
<i>Adresse :</i> Moustermeur <i>Commune :</i> Kergrist-Moëlou <i>Référence cadastrale :</i> 000 ZW 38 <i>Latitude :</i> 48°17'1.28"N <i>Longitude :</i> 3°20'58.87"O			
Environnement		Champs cultivés, quelques arbres à proximité	
Période d'analyse			
<i>Saison</i>		<i>Début</i>	<i>Fin</i>
HIVER		vendredi 05/02/16 – 12h23	mercredi 10/02/16 – 10h58
Sonomètre		Condition de vent à 10 m	
<i>Type</i>	<i>N° de série</i>	<i>Vitesses</i>	<i>Directions</i>
FUSION	10678	0 à 10 m/s	Voir page 11
		Paysage acoustique	
		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			



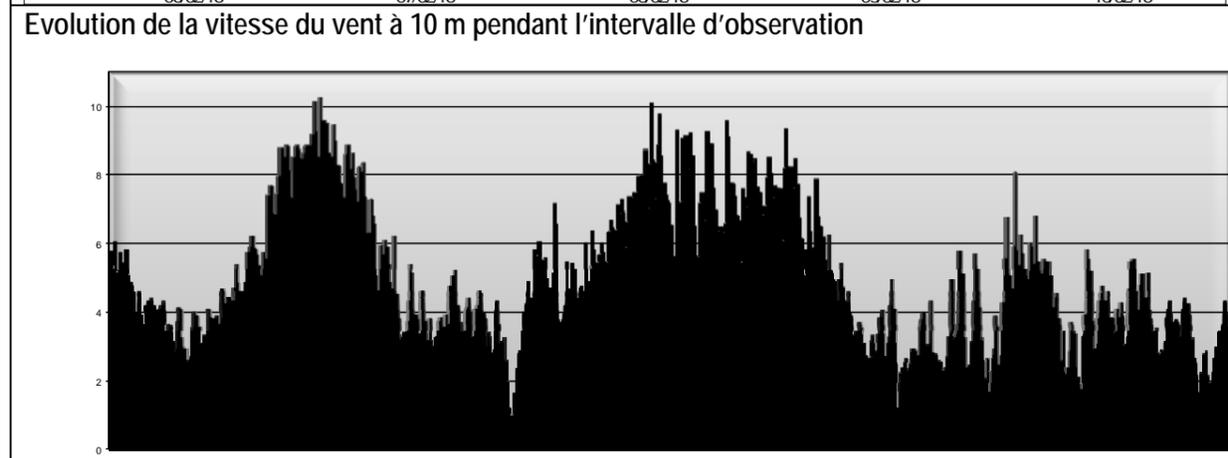
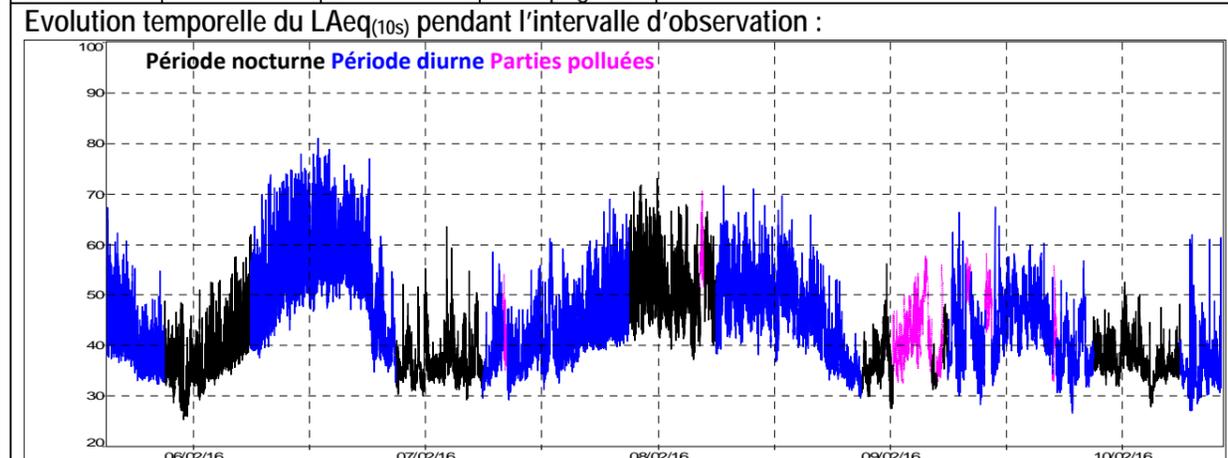
POINT DE MESURE N° 2		Moustermeur nord			
Localisation Adresse : Mousterneur Commune : Kergrist-Moëlou Référence cadastrale : 000 ZW 37 Latitude : 48°17'6.74"N Longitude : 3°20'50.20"O					
Environnement Champs cultivés, peu de végétation à proximité					
Période d'analyse					
Saison		Début	Fin		
HIVER		vendredi 05/02/16 – 14h16	mercredi 10/02/16 – 13h23		
Sonomètre		Condition de vent à 10 m		Paysage acoustique	
Type	N° de série	Vitesses	Directions	Calme	
SOLO 01	11648	0 à 10 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					
					

POINT DE MESURE N° 3		Kerbiquet			
Localisation Adresse : Kerbiquet Commune : Kergrist-Moëlou Référence cadastrale : 000 I 243 Latitude : 48°17'20.90"N Longitude : 3°20'6.80"O					
Environnement Champs cultivés, peu de végétation à proximité					
Période d'analyse					
Saison		Début	Fin		
HIVER		vendredi 05/02/16 – 15h52	dimanche 07/02/16 – 16h13		
Sonomètre		Condition de vent à 10 m		Paysage acoustique	
Type	N° de série	Vitesses	Directions	Calme	
SOLO 01	1712	0 à 10 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					
					



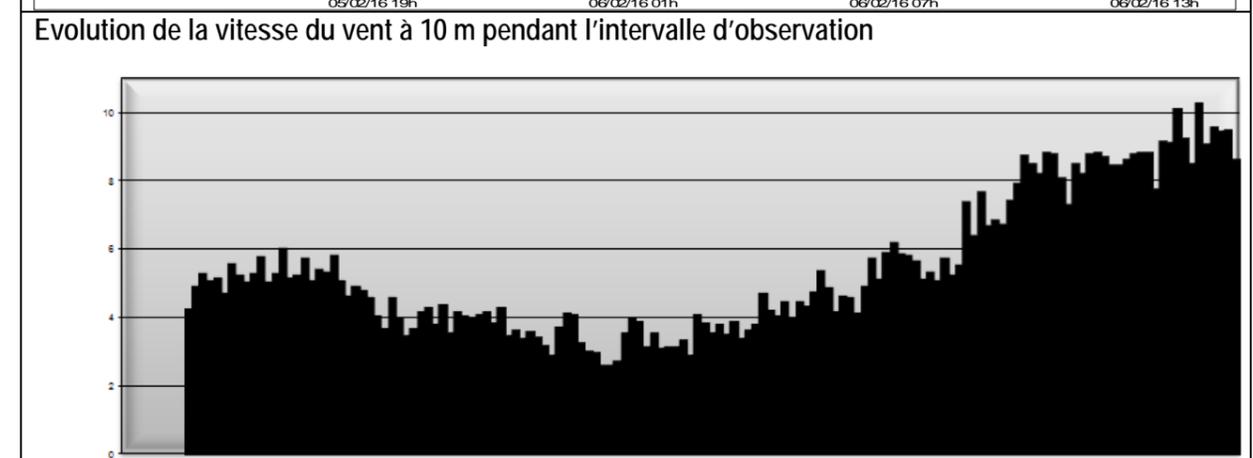
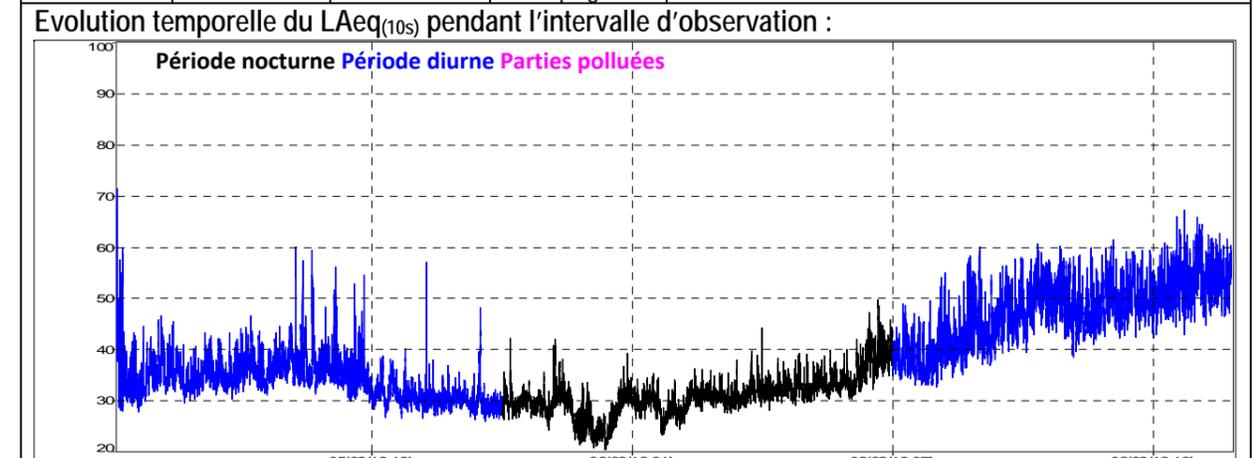
POINT DE MESURE N° 4	Toul Ar Soudard
Localisation <i>Adresse :</i> Toul Ar Soudard <i>Commune :</i> Kergrist-Moëlou <i>Référence cadastrale :</i> 000 ZV 28 <i>Latitude :</i> 48°17'10.61"N <i>Longitude :</i> 3°19'38.73"O	
Environnement Champs cultivés, peu de végétation à proximité	

Période d'analyse				
<i>Saison</i>		<i>Début</i>		<i>Fin</i>
HIVER		vendredi 05/02/16 – 16h07		mercredi 10/02/16 – 11h15
Sonomètre		Condition de vent à 10 m		Paysage acoustique
<i>Type</i>	<i>N° de série</i>	<i>Vitesses</i>	<i>Directions</i>	Calme
SOLO 01	65468	0 à 10 m/s	Voir page 11	



POINT DE MESURE N° 5	Kernevez Lan
Localisation <i>Adresse :</i> Kernevez Lann <i>Commune :</i> Kergrist Moëlou <i>Référence cadastrale :</i> 000 ZO 45 <i>Latitude :</i> 48°17'1.32"N <i>Longitude :</i> 3°19'20.43"O	
Environnement Champs cultivé, peu de végétation à proximité	

Période d'analyse				
<i>Saison</i>		<i>Début</i>		<i>Fin</i>
HIVER		vendredi 05/02/16 – 16h07		samedi 6/02/16 – 14h48
Sonomètre		Condition de vent à 10 m		Paysage acoustique
<i>Type</i>	<i>N° de série</i>	<i>Vitesses</i>	<i>Directions</i>	Calme
SYMPHONIE	1017	3 à 10 m/s	Voir page 11	





POINT DE MESURE N° 6		Kernevez Lan sud	
Localisation Adresse : Kernevez Lan Commune : Kergrist-Moëlou Référence cadastrale : 000 ZT 82 Latitude : 48°16'40.37"N Longitude : 3°19'22.39"O			
Environnement Champs cultivé, peu de végétation à proximité			
Période d'analyse			
<i>Saison</i>		<i>Début</i>	<i>Fin</i>
HIVER		vendredi 05/02/16 – 13h27	mercredi 10/02/16 – 11h24
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	11618	0 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			

POINT DE MESURE N° 7		Restcostiou	
Localisation Adresse : Restcostiou Commune : Kergrist-Moëlou Référence cadastrale : 000 ZY 50 Latitude : 47°40'48.33"N Longitude : 1°36'35.68"O			
Environnement Champs cultivé, peu de végétation à proximité, éolienne à 400 m.			
Période d'analyse de la campagne n°1			
<i>Saison</i>		<i>Début</i>	<i>Fin</i>
HIVER		vendredi 05/02/16 – 13h55	mercredi 10/02/16 – 11h40
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	10109	0 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			



2.1.7. Bruits résiduels retenus

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-après².

vitesse du vent à 10 m en m/s	Bruit résiduel nocturne en dB(A)						
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
	Moustermeur	Moustermeur nord	Kerbiquet	Toul ar Soudard	Kernévez Lan	Kernévez Lan sud	Restcostiou
2	41,5	33	29	29,5	26	33	42,5
3	41,5	33	31	33,5	28,5	34,5	44,5
4	43,5	35	34,5	36	31	37	48,5
5	45,5	39	36,5	39,5	34	40,5	50,5
6	50	43	40,5	44,5	39	46,5	52
7	54,5	46	43	48	41	52	53,5
8	55,5	47,5	44,5	50	42	57	54,5
9	57	48,5	45,5	51,5	42,5	60	55,5

Bruits résiduels nocturnes en dB(A) par point de mesure

vitesse du vent à 10 m en m/s	Bruit résiduel diurne en dB(A)						
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
	Moustermeur	Moustermeur nord	Kerbiquet	Toul ar Soudard	Kernévez Lan	Kernévez Lan sud	Restcostiou
2	43,5	36	29	33,5	30	34,5	46
3	43,5	36	31	34,5	30	36,5	49,5
4	44	37,5	35	36,5	31	37,5	50
5	47,5	42,5	40	42	35,5	41,5	51,5
6	51	44	44	44,5	39,5	46,5	53,5
7	54,5	49	49	48,5	45	52	54,5
8	59,5	52	52	53,5	49,5	57	58
9	61,5	55	53	57	50,5	60	61

Bruits résiduels diurnes en dB(A) par point de mesure

2.1.8. Conclusion de l'état initial

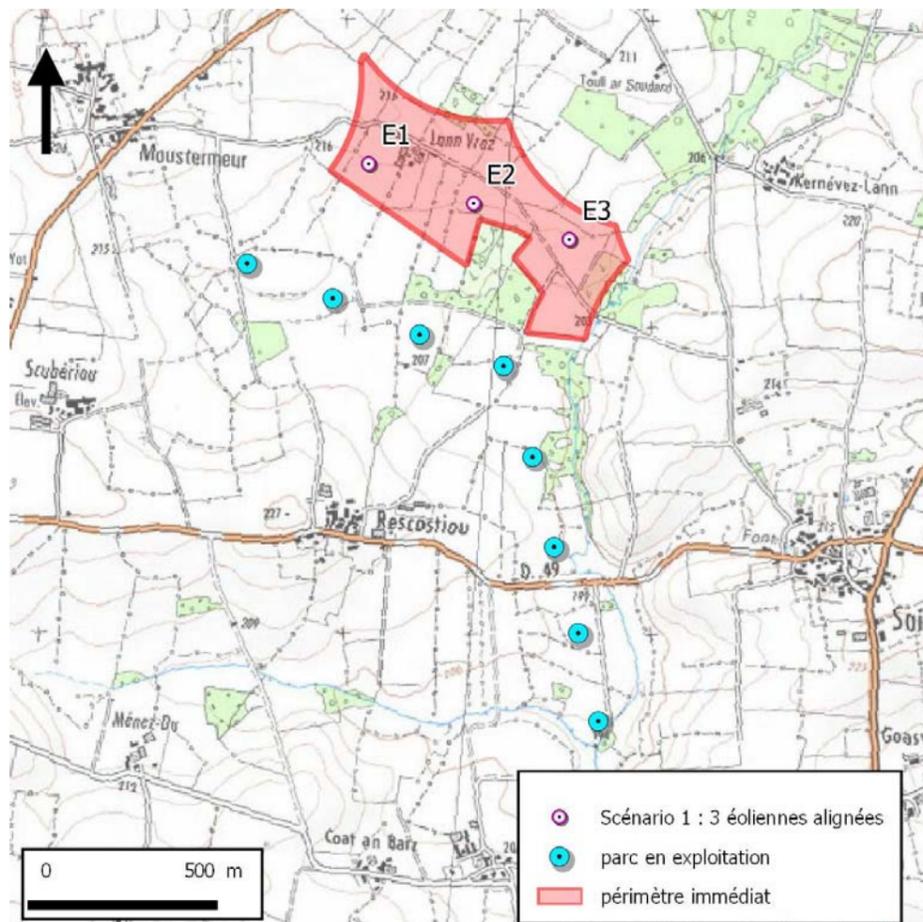
Dans le cadre du projet de consolidation du parc éolien de Lan Vraz, l'étude acoustique a été confiée au cabinet ACOUSTEX Acoustique.

Des mesures acoustiques permettant de quantifier la situation acoustique initiale ont été réalisées en 7 points représentatifs du site, en période hivernale (février), période de l'année où le bruit résiduel a tendance à être le plus faible (peu de culture dans les champs et peu de feuillage dans les arbres). Les indicateurs de bruit résiduel retenus pour chaque point ont été présentés ci-avant dans les tableaux.

² les résultats détaillés sont disponibles dans la section 9 Annexes



3. ETUDES DES VARIANTES ET CHOIX D'UN SCENARIO



Carte 20: Scénario 1

3 éoliennes

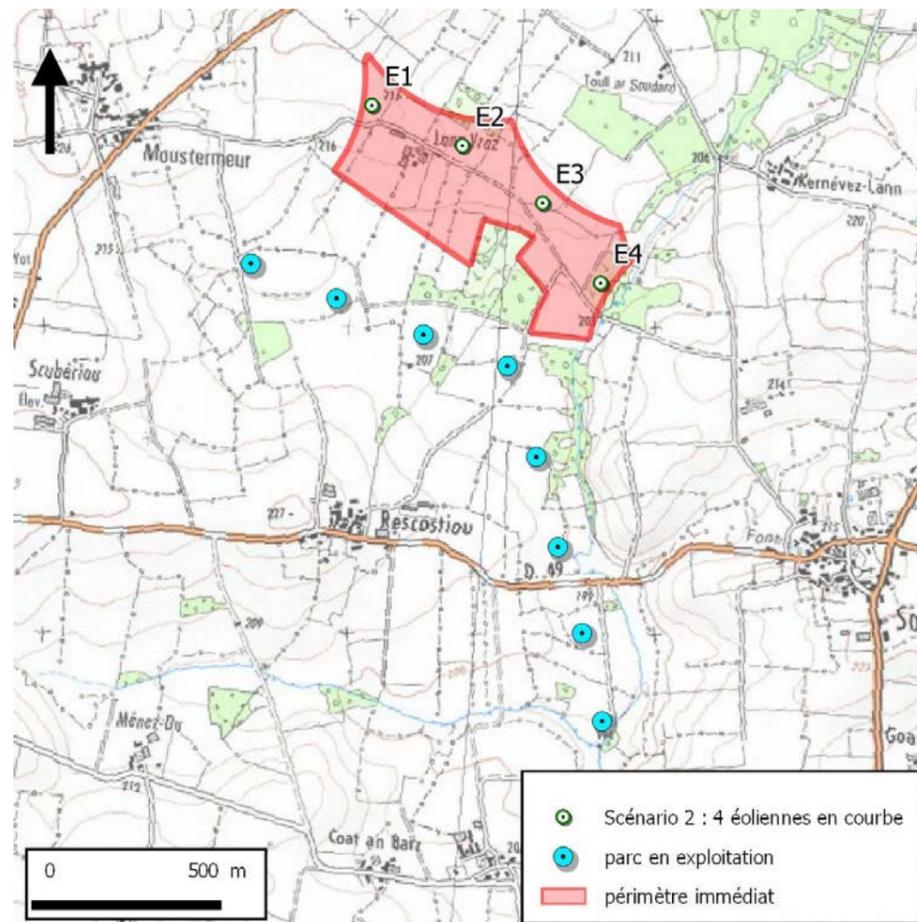
Puissance totale maximale du parc : 7.05 MW.

Productible attendu : 2 090 kWh/kW/an

Production attendue : 14.8 GWh

Habitation la plus proche : « Moustermeur Nord » à 620 m

Zone urbanisable la plus proche : « Moustermeur Nord » à 605 m



Carte 21: Scénario 2

4 éoliennes

Puissance totale maximale du parc : 9.4 MW

Productible attendu : 2 090 kWh/kW/an

Production attendue : 19,6 GWh

Habitation la plus proche : « Kernévez Lann Sud » à 525 m

Zone urbanisable la plus proche : « Kernévez Lann Sud » à 505 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'ACOUSTIQUE

Le projet éolien générera des émissions sonores durant les phases de chantier et d'exploitation. En phase de chantier 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 1 : 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 620 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.

Nous verrons ci-après les impacts du projet pour les deux modèles d'éoliennes sélectionnées, en phase d'exploitation.

4.1. Calculs prévisionnels – Vestas V100 – 2 MW

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 pales des éoliennes Vestas sont équipées de serrated trailing edges ou STE qui permettent 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.

Vitesse au moyeu (m/s)	3	4	5	6	7	8	9	≥ 10
Puissance acoustique dB(A)	93,7	93,7	94,5	97,7	99,5	101,8	103,4	103,5

Tableau 2 : Niveaux de puissance acoustique en dB(A) suivant la vitesse de vent au moyeu

Fréquence(Hz)	Niveau de puissance acoustique Lw (dB) par bande d'octave								dB(A)
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Lw (dB)	110,7	109,8	104,0	101,3	97,8	93,8	88,3	73,2	103,5

Tableau 3 : Niveaux de puissance acoustique par bande d'octave pour une vitesse au moyeu de 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 $\alpha = 0,39$

Vitesse à 10 m (m/s)	2	3	4	5	6	7	8	9
Puissance acoustique dB(A) mode 0	94,4	100,5	103,4	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5

Période diurne $\alpha = 0,35$

Vitesse à 10 m (m/s)	2	3	4	5	6	7	8	9
Puissance acoustique dB(A) mode 0	94,1	99,1	103,3	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5

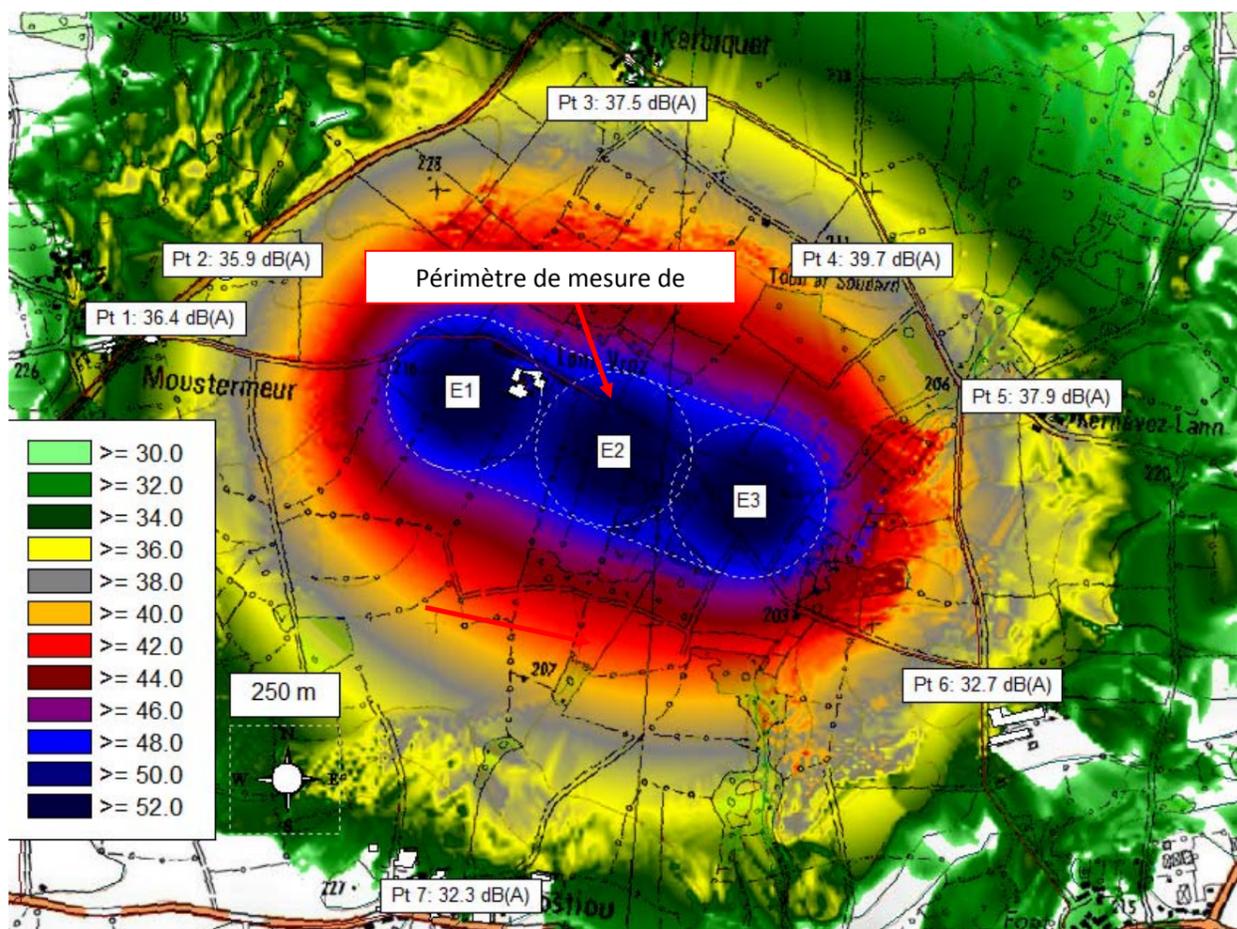
4.1.1. Périmètre de mesure de bruit

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 3 : 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 en période nocturne

4.1.1. Tonalité marquée

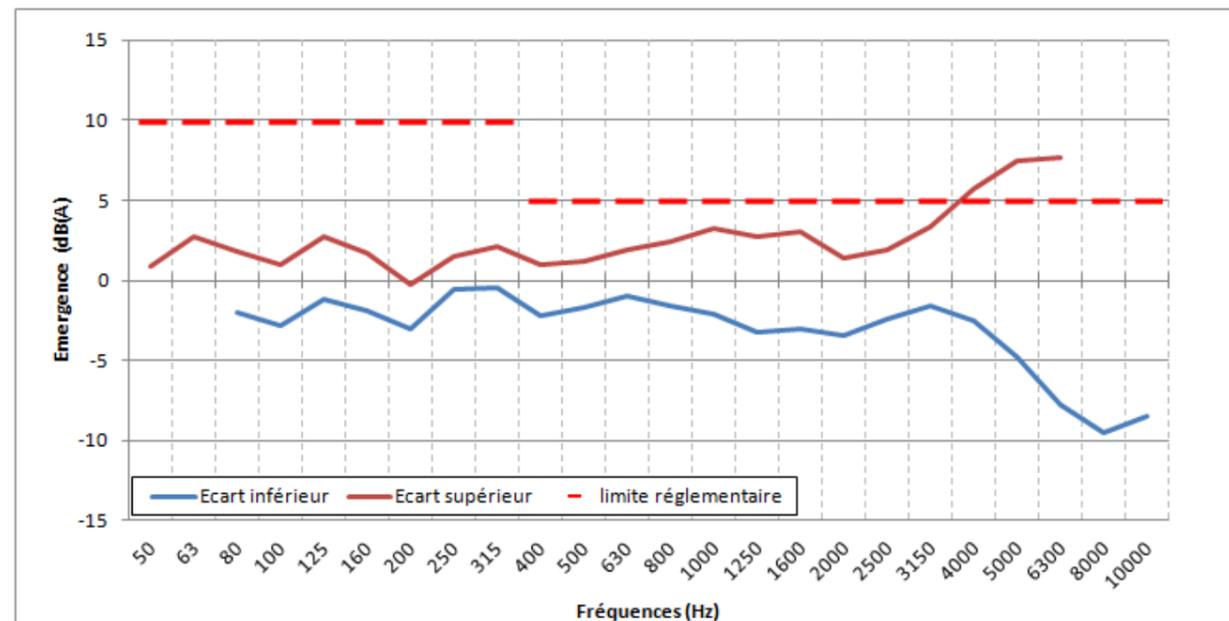
La tonalité marquée est détectée dans un spectre non pondéré de tiers d'octave quand la différence de niveau entre la bande de tiers d'octave et les quatre bandes de tiers d'octave les plus proches (les deux bandes immédiatement inférieures et les deux bandes immédiatement supérieures) atteint ou dépasse 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. Après analyse des spectres d'émission acoustique des machines nous pouvons dire qu'il ne présente pas de tonalité marquée au sens de la norme NFS 31-010.

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.

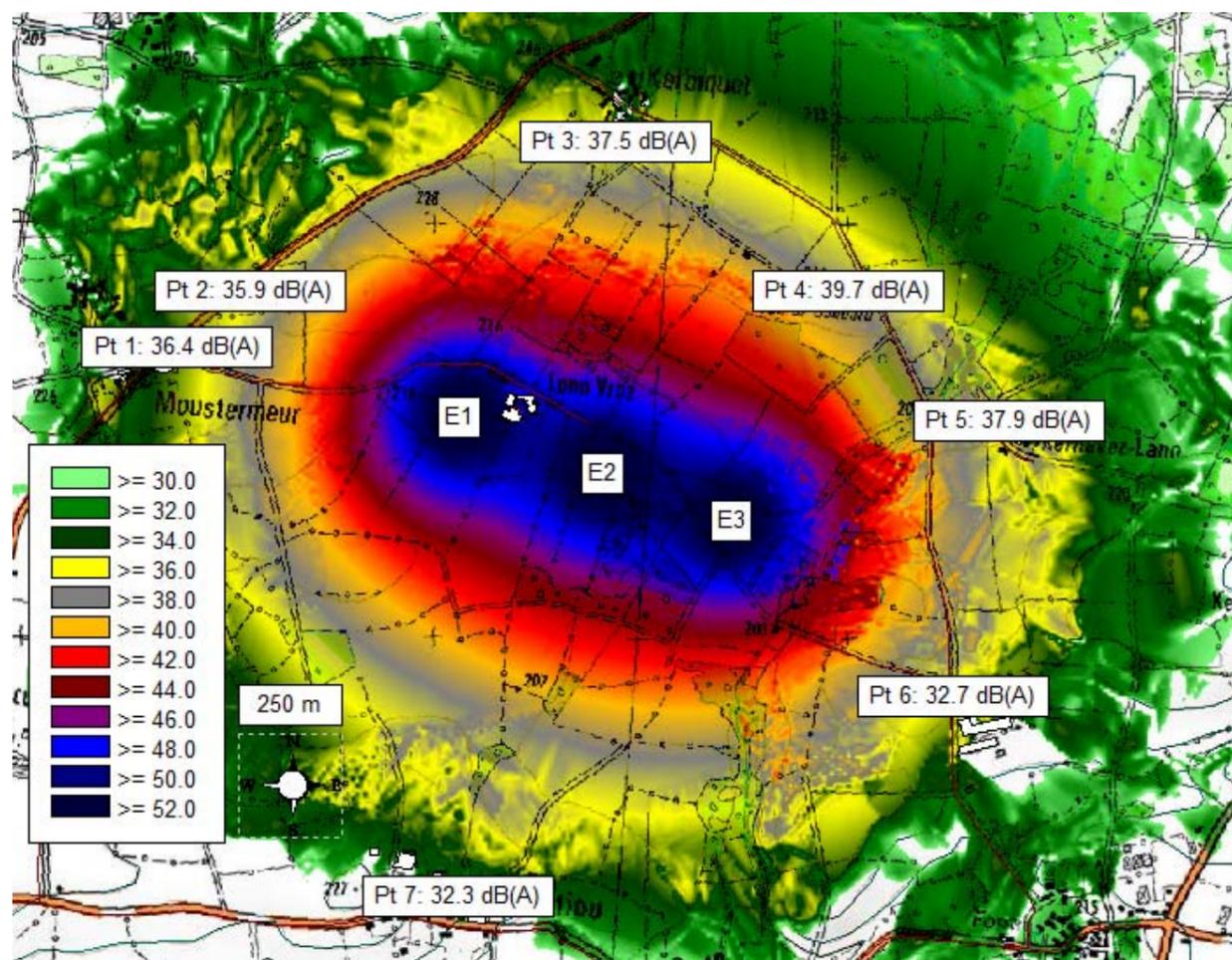


Le phénomène de tonalité marquée n'est constaté que dans le cas où dans les deux courbes représentées sur le graphe ci-dessus dépassent la limite réglementaire pour une même fréquence. Or, comme on peut le constater sur la figure précédente, les 2 courbes ne dépassent pas la limite réglementaire pour 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.



4.1.2. Calcul des émergences pour la direction de vent dominante sud-ouest

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

Dans les tableaux qui suivent indiquent les niveaux sonores ambiants ainsi que les émergences globales nocturnes et diurnes en dB(A) correspondant aux groupes d'habitations concernés pour des vitesses de vent de 3 à 9 m/s et la direction de vent sud-ouest.



PIÈCE 4– PARTIE 2 - ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ

SECTION 5 : L'ACOUSTIQUE

BILAN NOCTURNE Vent de sud-ouest		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
		Moustermeur	Moustermeur nord	Kerbiquet	Toul ar Soudard	Kernévez Lan	Kernévez Lan sud	Restcostiou
2 m/s	Bruit résiduel	41,5	33	29	29,5	26	33	42,5
	Bruit des éoliennes	27,9	27,1	29,6	31,1	29,6	22,6	24,0
	Bruit ambiant	41,5	34	32,5	33,5	31	33,5	42,5
	Emergence	0	1	3,5	4	5	0,5	0
3 m/s	Bruit résiduel	41,5	33	31	33,5	28,5	34,5	44,5
	Bruit des éoliennes	34,2	33,5	35,9	37,4	35,9	28,9	30,3
	Bruit ambiant	42	36	37	39	36,5	35,5	44,5
	Emergence	0,5	3	6	5,5	8	1	0
4 m/s	Bruit résiduel	43,5	35	34,5	36	31	37	48,5
	Bruit des éoliennes	36,3	35,8	38,3	40,0	38,3	32,3	30,6
	Bruit ambiant	44,5	38,5	40	41,5	39	38,5	48,5
	Emergence	1	3,5	5,5	5,5	8	1,5	0
5 m/s	Bruit résiduel	45,5	39	36,5	39,5	34	40,5	50,5
	Bruit des éoliennes	36,3	35,8	38,3	40,0	38,3	32,3	30,6
	Bruit ambiant	46	40,5	40,5	43	39,5	41	50,5
	Emergence	0,5	1,5	4	3,5	5,5	0,5	0
6 m/s	Bruit résiduel	50	43	40,5	44,5	39	46,5	52
	Bruit des éoliennes	36,2	35,8	38,2	39,9	38,2	32,1	30,5
	Bruit ambiant	50	44	42,5	46	41,5	46,5	52
	Emergence	0	1	2	1,5	2,5	0	0
7 m/s	Bruit résiduel	54,5	46	43	48	41	52	53,5
	Bruit des éoliennes	36,4	35,9	37,5	39,7	37,9	32,7	32,3
	Bruit ambiant	54,5	46,5	44	48,5	42,5	52	53,5
	Emergence	0	0,5	1	0,5	1,5	0	0
8 m/s	Bruit résiduel	55,5	47,5	44,5	50	42	57	54,5
	Bruit des éoliennes	36,4	35,9	37,5	39,7	37,9	32,7	32,3
	Bruit ambiant	55,5	48	45,5	50,5	43,5	57	54,5
	Emergence	0	0,5	1	0,5	1,5	0	0
9 m/s	Bruit résiduel	57	48,5	45,5	51,5	42,5	60	55,5
	Bruit des éoliennes	36,4	35,9	37,5	39,7	37,9	32,7	32,3
	Bruit ambiant	57	48,5	46	52	44	60	55,5
	Emergence	0	0	0,5	0,5	1,5	0	0



PIÈCE 4– PARTIE 2 - ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ

SECTION 5 : L'ACOUSTIQUE

BILAN DIURNE		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
Vent de sud-ouest		Moustermeur	Moustermeur nord	Kerbiquet	Toul ar Soudard	Kernévez Lan	Kernévez Lan sud	Restcostiou
2 m/s	Bruit résiduel	43,5	36	29	33,5	30	34,5	46
	Bruit des éoliennes	28,0	27,0	28,6	30,8	29,3	24,0	24,7
	Bruit ambiant	43,5	36,5	32	35,5	32,5	35	46
	Emergence	0	0,5	3	2	2,5	0,5	0
3 m/s	Bruit résiduel	43,5	36	31	34,5	30	36,5	49,5
	Bruit des éoliennes	34,3	33,4	34,9	37,1	35,6	30,3	31,0
	Bruit ambiant	44	38	36,5	39	36,5	37,5	49,5
	Emergence	0,5	2	5,5	4,5	6,5	1	0
4 m/s	Bruit résiduel	44	37,5	35	36,5	31	37,5	50
	Bruit des éoliennes	36,7	36,0	37,4	39,7	38,1	32,9	32,9
	Bruit ambiant	44,5	40	39,5	41,5	39	39	50
	Emergence	0,5	2,5	4,5	5	8	1,5	0
5 m/s	Bruit résiduel	47,5	42,5	40	42	35,5	41,5	51,5
	Bruit des éoliennes	36,7	36,0	37,5	39,7	38,1	32,9	33,0
	Bruit ambiant	48	43,5	42	44	40	42	51,5
	Emergence	0,5	1	2	2	4,5	0,5	0
6 m/s	Bruit résiduel	51	44	44	44,5	39,5	46,5	53,5
	Bruit des éoliennes	36,6	35,9	37,4	39,6	38,1	32,8	32,9
	Bruit ambiant	51	44,5	45	45,5	42	46,5	53,5
	Emergence	0	0,5	1	1	2,5	0	0
7 m/s	Bruit résiduel	54,5	49	49	48,5	45	52	54,5
	Bruit des éoliennes	36,4	35,9	37,5	39,7	37,9	32,7	32,3
	Bruit ambiant	54,5	49	49,5	49	46	52	54,5
	Emergence	0	0	0,5	0,5	1	0	0
8 m/s	Bruit résiduel	59,5	52	52	53,5	49,5	57	58
	Bruit des éoliennes	36,4	35,9	37,5	39,7	37,9	32,7	32,3
	Bruit ambiant	59,5	52	52	53,5	50	57	58
	Emergence	0	0	0	0	0,5	0	0
9 m/s	Bruit résiduel	61,5	55	53	57	50,5	60	61
	Bruit des éoliennes	36,4	35,9	37,5	39,7	37,9	32,7	32,3
	Bruit ambiant	61,5	55	53	57	50,5	60	61
	Emergence	0	0	0	0	0	0	0



4.1.3. Analyse des émergences pour la direction de vent dominante sud-ouest

En période diurne, des dépassements de l'émergence maximale admissible de 5 dB(A) sont prévisibles pour les vitesses de vent à 10 m comprise entre 3 et 4 m/s. En période nocturne des dépassements de l'émergence maximale admissible de 3 dB(A) sont prévisibles pour les vitesses de vent à 10 m comprises entre 3 et 5 m/s. Des bridages devront donc être appliqués afin de respecter la réglementation.

4.2. Calculs prévisionnels – Enercon E103– 2.35 MW

Le modèle d'éolienne testé est du type ENERCON E103 d'une puissance électrique nominale de 2350 kW. Le moyeu est situé à 108 m au-dessus du sol.

Les pales des éoliennes ENERCON sont équipées de trailing edge serrations ou TES qui permettent 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.

Les niveaux de puissance acoustique des machines sont portés dans les tableaux ci-après. Ils sont issus de la documentation officielle de ENERCON datant de septembre 2016.

Fréquence(Hz)	Niveau de puissance acoustique Lw (dB) par bande d'octave								dB(A)
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Lw (dB)	111,8	108,2	103,2	100,6	97,8	94,1	87,1	71,5	103,0

Niveaux de puissance acoustique par bande d'octave pour une vitesse au moyeu de 8 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 $\alpha = 0,39$

Vitesse au moyeu (m/s)	2	3	4	5	6	7	8	9
Puissance acoustique dB(A)	94,1	102,5	104,6	105,0	105,0	105,0	105,0	105,5

Période diurne $\alpha = 0,35$

Vitesse au moyeu (m/s)	3	4	5	6	7	8	9
Puissance acoustique dB(A)	100,5	103,9	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0

4.2.1. Périmètre de mesure de bruit

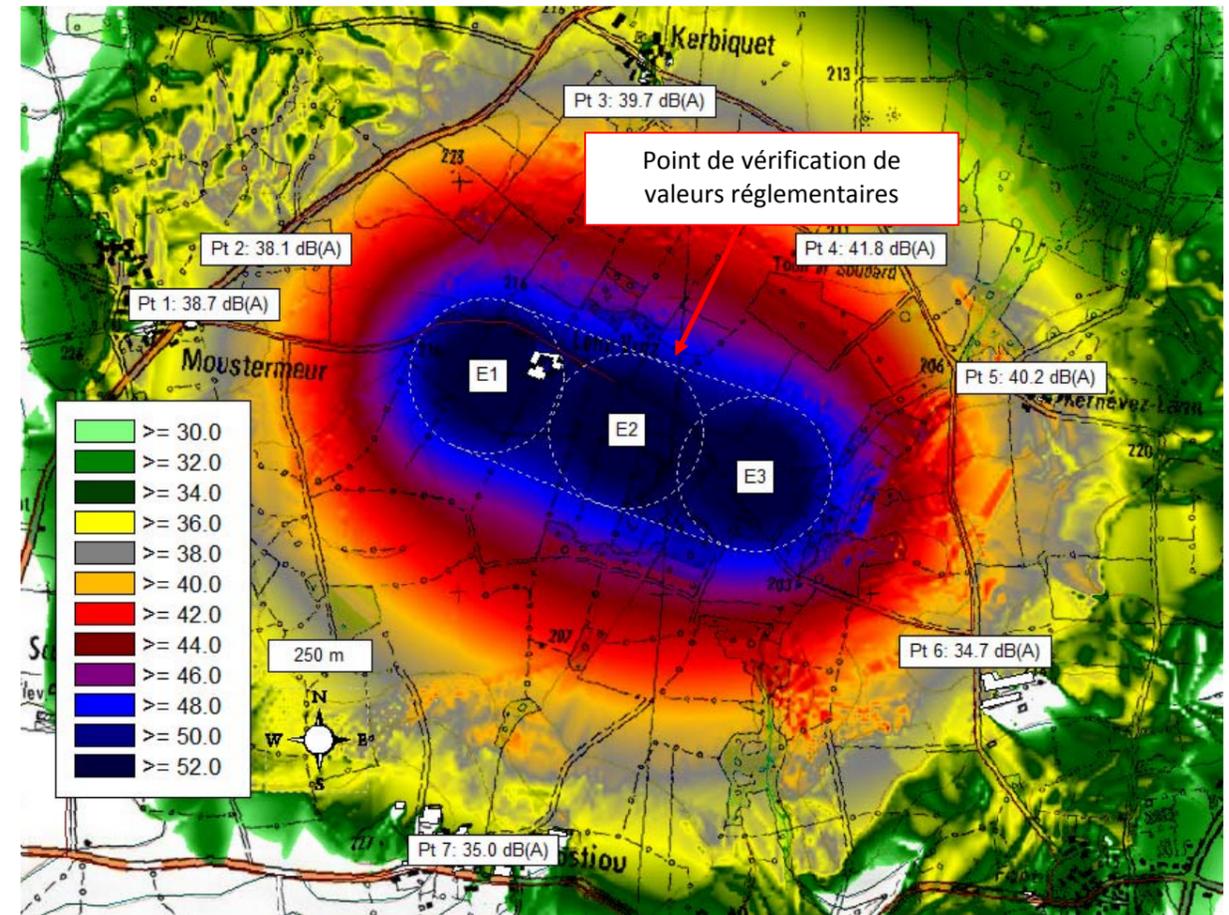
Le niveau de bruit maximal pour les installations éoliennes est fixé à 70 dB(A) pour la période de jour et 60 dB(A) pour la période de nuit en tout point du périmètre de mesure du bruit. Ce périmètre correspond au plus petit polygone dans lequel sont inscrits les disques de centre chaque aérogénérateur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

$$R = 1,2 \times (\text{hauteur du moyeu} + \text{longueur d'un demi-rotor}) = 1,2 \times (108 \text{ m} + 103 \text{ m} / 2) = 191,4 \text{ m}$$

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 49,5 dB(A), ainsi même en ajoutant un niveau de bruit résiduel de l'ordre de 56 dB(A) (niveau de bruit résiduel le plus élevé relevé sur le site pour une

vitesse de vent de 8 m/s à 10 m), les niveaux ambiants à 191,4 m restent inférieurs à la valeur limite nocturne de 60 dB(A) pour tous les régimes de vent.



Carte 5 : 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 en période nocturne

4.2.2. Tonalité marquée

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 :

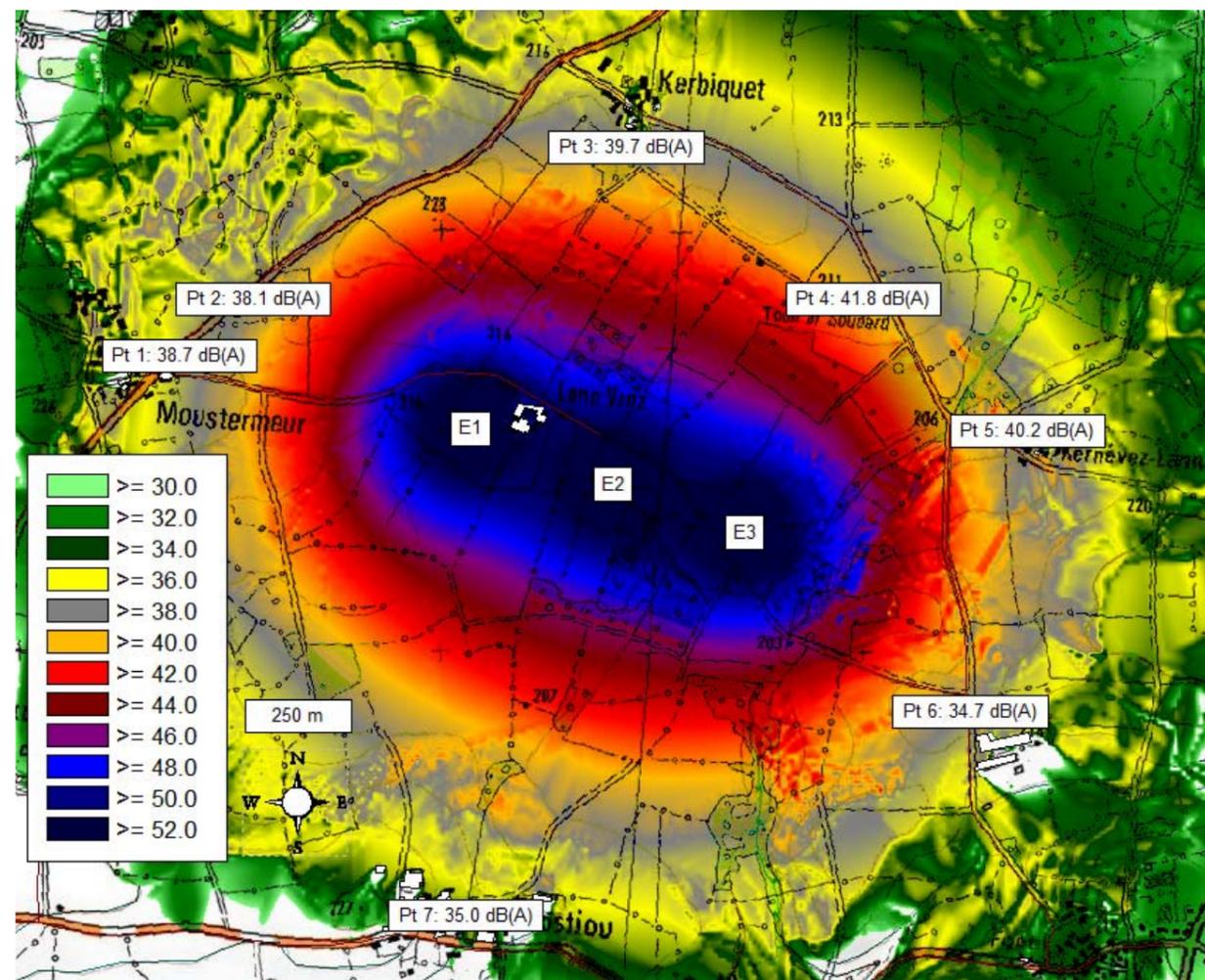
De 50 Hz à 315 Hz	De 400 Hz à 8000 Hz
10 dB	5 dB

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. Après analyse des spectres d'émission acoustique des machines nous pouvons dire qu'il ne présente pas de tonalité marquée au sens de la norme NFS 31-010.



4.2.3. Calcul des émergences pour la direction de vent dominante sud-ouest

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

Dans les tableaux qui suivent indiquent les niveaux sonores ambiants ainsi que les émergences globales nocturnes et diurnes en dB(A) correspondant aux groupes d'habitations concernés pour des vitesses de vent de 3 à 9 m/s et la direction de vent sud-ouest.

ENERCON E103- Evaluation des Tonalités marquées sur les spectres de puissance acoustique des éoliennes									
vitesse de vent standardisée 10 m en m/s		fréquences centrales des bandes de tiers d'octaves, en Hz							
		315	400	500	630	800	1000	1250	1600
5	Lw en dB	86.9	88.1	88.2	89.3	89.5	91.0	92.8	91.5
	D1	-0.8	-0.2	0.7	1.1	0.7	1.6	2.5	-0.4
	D2	-1.3	-0.7	-1.2	-1.0	-2.4	-1.2	0.9	-0.5
	maxi pour D1 et D2	10.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
6	Lw	88.4	89.6	89.7	90.8	91.0	92.5	94.3	93.0
	D1	-0.8	-0.2	0.7	1.1	0.7	1.6	2.5	-0.4
	D2	-1.3	-0.7	-1.2	-1.0	-2.4	-1.2	0.9	-0.5
	maxi pour D1 et D2	10.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
7	Lw	89.5	90.5	90.4	91.4	91.5	93.2	94.8	93.6
	D1	2.0	1.1	0.4	0.9	0.6	1.7	2.4	-0.4
	D2	-1.0	-0.4	-1.1	-1.0	-2.5	-1.0	0.8	-0.5
	maxi pour D1 et D2	10.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
8	Lw	90.0	91.0	90.9	92.0	92.1	93.7	95.3	93.9
	D1	0.4	0.9	0.4	1.0	0.6	1.6	2.4	-0.6
	D2	-1.0	-0.5	-1.2	-0.9	-2.4	-0.9	1.0	-0.6
	maxi pour D1 et D2	10.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
10	Lw	89.6	90.8	91.1	92.1	92.1	93.6	95.2	94.1
	D1	0.2	1.0	0.9	1.1	0.5	1.5	2.3	-0.3
	D2	-1.4	-0.8	-1.0	-0.8	-2.3	-1.1	0.7	-0.5
	maxi pour D1 et D2	10.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0

ENERCON E103- Evaluation des Tonalités marquées sur les spectres de puissance acoustique des éoliennes									
vitesse de vent standardisée 10 m en m/s		fréquences centrales des bandes de tiers d'octaves, en Hz							
		315	400	500	630	800	1000	1250	1600
5	Lw en dB	86.9	88.1	88.2	89.3	89.5	91.0	92.8	91.5
	D1	-0.8	-0.2	0.7	1.1	0.7	1.6	2.5	-0.4
	D2	-1.3	-0.7	-1.2	-1.0	-2.4	-1.2	0.9	-0.5
	maxi pour D1 et D2	10.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
6	Lw	88.4	89.6	89.7	90.8	91.0	92.5	94.3	93.0
	D1	-0.8	-0.2	0.7	1.1	0.7	1.6	2.5	-0.4
	D2	-1.3	-0.7	-1.2	-1.0	-2.4	-1.2	0.9	-0.5
	maxi pour D1 et D2	10.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
7	Lw	89.5	90.5	90.4	91.4	91.5	93.2	94.8	93.6
	D1	2.0	1.1	0.4	0.9	0.6	1.7	2.4	-0.4
	D2	-1.0	-0.4	-1.1	-1.0	-2.5	-1.0	0.8	-0.5
	maxi pour D1 et D2	10.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
8	Lw	90.0	91.0	90.9	92.0	92.1	93.7	95.3	93.9
	D1	0.4	0.9	0.4	1.0	0.6	1.6	2.4	-0.6
	D2	-1.0	-0.5	-1.2	-0.9	-2.4	-0.9	1.0	-0.6
	maxi pour D1 et D2	10.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
10	Lw	89.6	90.8	91.1	92.1	92.1	93.6	95.2	94.1
	D1	0.2	1.0	0.9	1.1	0.5	1.5	2.3	-0.3
	D2	-1.4	-0.8	-1.0	-0.8	-2.3	-1.1	0.7	-0.5
	maxi pour D1 et D2	10.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0



PIÈCE 4– PARTIE 2 - ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ

SECTION 5 : L'ACOUSTIQUE

BILAN NOCTURNE Vent de sud-ouest		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
		Moustermeur	Moustermeur nord	Kerbiquet	Toul ar Soudard	Kernévez Lan	Kernévez Lan sud	Restcostiou
2 m/s	Bruit résiduel	41,5	33	29	29,5	26	33	42,5
	Bruit des éoliennes	28,4	27,7	30,0	31,4	29,6	24,0	24,4
	Bruit ambiant	41,5	34	32,5	33,5	31	33,5	42,5
	Emergence	0	1	3,5	4	5	0,5	0
3 m/s	Bruit résiduel	41,5	33	31	33,5	28,5	34,5	44,5
	Bruit des éoliennes	36,6	36,0	38,3	39,7	37,9	32,3	32,8
	Bruit ambiant	42,5	38	39	40,5	38,5	36,5	45
	Emergence	1	5	8	7	10	2	0,5
4 m/s	Bruit résiduel	43,5	35	34,5	36	31	37	48,5
	Bruit des éoliennes	38,2	37,8	40,4	41,8	40,2	32,2	32,9
	Bruit ambiant	44,5	39,5	41,5	43	40,5	38	48,5
	Emergence	1	4,5	7	7	9,5	1	0
5 m/s	Bruit résiduel	45,5	39	36,5	39,5	34	40,5	50,5
	Bruit des éoliennes	38,6	38,0	40,5	41,9	40,2	32,6	33,2
	Bruit ambiant	46,5	41,5	42	44	41	41	50,5
	Emergence	1	2,5	5,5	4,5	7	0,5	0
6 m/s	Bruit résiduel	50	43	40,5	44,5	39	46,5	52
	Bruit des éoliennes	38,6	38,1	40,5	41,9	40,2	32,6	33,2
	Bruit ambiant	50,5	44	43,5	46,5	42,5	46,5	52
	Emergence	0,5	1	3	2	3,5	0	0
7 m/s	Bruit résiduel	54,5	46	43	48	41	52	53,5
	Bruit des éoliennes	38,7	38,1	39,7	41,8	40,3	34,8	35,0
	Bruit ambiant	54,5	46,5	44,5	49	43,5	52	53,5
	Emergence	0	0,5	1,5	1	2,5	0	0
8 m/s	Bruit résiduel	55,5	47,5	44,5	50	42	57	54,5
	Bruit des éoliennes	38,7	38,1	39,7	41,8	40,3	34,8	35,0
	Bruit ambiant	55,5	48	46	50,5	44	57	54,5
	Emergence	0	0,5	1,5	0,5	2	0	0
9 m/s	Bruit résiduel	57	48,5	45,5	51,5	42,5	60	55,5
	Bruit des éoliennes	38,7	38,1	39,7	41,8	40,3	34,8	35,0
	Bruit ambiant	57	49	46,5	52	44,5	60	55,5
	Emergence	0	0,5	1	0,5	2	0	0



BILAN DIURNE		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
Vent de sud-ouest		Moustermeur	Moustermeur nord	Kerbiquet	Toul ar Soudard	Kernévez Lan	Kernévez Lan sud	Restcostiou
3 m/s	Bruit résiduel	43,5	36	31	34,5	30	36,5	49,5
	Bruit des éoliennes	34,7	33,9	35,4	37,5	35,9	30,6	32,0
	Bruit ambiant	44	38	37	39,5	37	37,5	49,5
	Emergence	0,5	2	6	5	7	1	0
4 m/s	Bruit résiduel	44	37,5	35	36,5	31	37,5	50
	Bruit des éoliennes	37,9	37,1	38,8	40,9	39,3	33,9	34,7
	Bruit ambiant	45	40,5	40,5	42,5	40	39	50
	Emergence	1	3	5,5	6	9	1,5	0
5 m/s	Bruit résiduel	47,5	42,5	40	42	35,5	41,5	51,5
	Bruit des éoliennes	39,0	38,1	39,8	41,9	40,3	34,9	35,7
	Bruit ambiant	48	44	43	45	41,5	42,5	51,5
	Emergence	0,5	1,5	3	3	6	1	0
6 m/s	Bruit résiduel	51	44	44	44,5	39,5	46,5	53,5
	Bruit des éoliennes	38,9	38,0	39,6	41,7	40,1	34,6	35,6
	Bruit ambiant	51,5	45	45,5	46,5	43	47	53,5
	Emergence	0,5	1	1,5	2	3,5	0,5	0
7 m/s	Bruit résiduel	54,5	49	49	48,5	45	52	54,5
	Bruit des éoliennes	38,9	38,0	39,6	41,7	40,1	34,6	35,6
	Bruit ambiant	54,5	49,5	49,5	49,5	46	52	54,5
	Emergence	0	0,5	0,5	1	1	0	0
8 m/s	Bruit résiduel	59,5	52	52	53,5	49,5	57	58
	Bruit des éoliennes	38,9	38,0	39,6	41,7	40,1	34,6	35,6
	Bruit ambiant	59,5	52	52	54	50	57	58
	Emergence	0	0	0	0,5	0,5	0	0
9 m/s	Bruit résiduel	61,5	55	53	57	50,5	60	61
	Bruit des éoliennes	38,9	38,0	39,6	41,7	40,1	34,6	35,6
	Bruit ambiant	61,5	55	53	57	51	60	61
	Emergence	0	0	0	0	0,5	0	0

4.2.1. Analyse des émergences pour la direction de vent dominante sud-ouest

En période diurne, des dépassements de l'émergence maximale admissible de 5 dB(A) sont prévisibles pour les vitesses de vent à 10 m comprise entre 3 et 5 m/s. En période nocturne des dépassements de l'émergence maximale admissible de 3 dB(A) sont prévisibles pour les vitesses de vent à 10 m comprises entre 3 et 6 m/s. Des bridages devront donc être appliqués afin de respecter la réglementation.



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 Kergrist-Moëlou mis en service en 2010 n'est pas considéré dans le calcul des effets cumulés car son impact est déjà intégré à l'état initial acoustique.

4.4. Conclusion sur les impacts

En période nocturne et diurne, les résultats montrent des émergences prévisibles à certains points et pour des classes de vent données. Ainsi 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'ÉVITEMENT, DE RÉDUCTION ET COMPENSATOIRES

En période de chantier, 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.

5.1. Pendant la phase d'exploitation

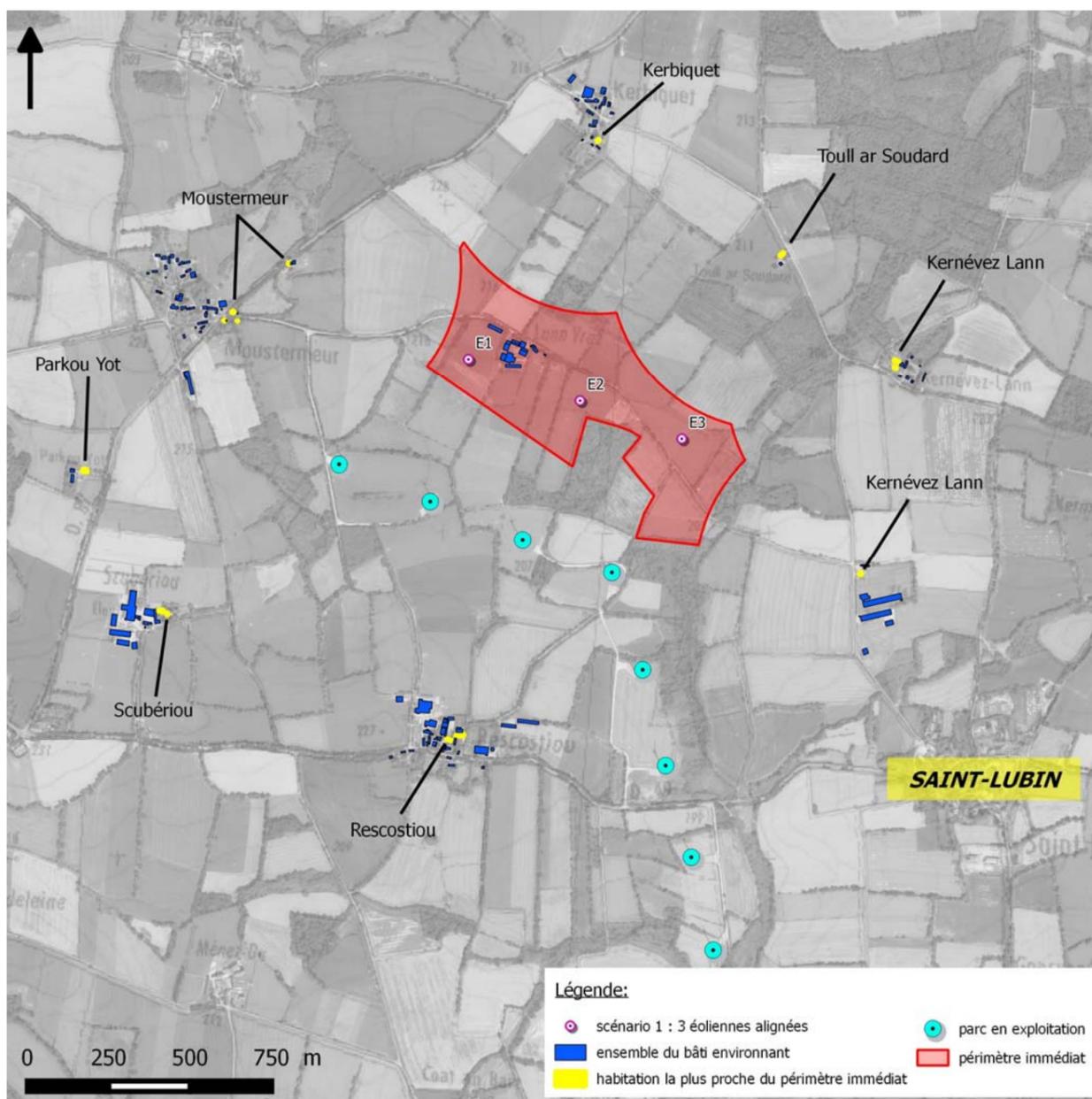
5.1.1. Mesures d'évitement

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.

Nom du hameau de l'habitation	Distance à E1 (m)	Distance à E2 (m)	Distance à E3 (m)
Moustermeur (nord)	620	980	1315
Moustermeur (sud)	715	1075	1410
Parkou Yot	1215	1525	1825
Scubériou	1205	1420	1665
Rescostiou	1150	1080	1120
Kernévez Lann (sud)	1370	1005	680
Kernévez Lann (nord)	1305	965	685
Toull ar Soudard	1005	755	635
Kerbiquet	775	800	950

Tableau 4: 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 7 : Localisation des habitations les plus proches des éoliennes pour chaque hameau riverain

5.1.2. Mesures de réduction

Nous avons vu dans la partie précédente traitant des impacts que 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 et diurne. 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.

5.1.2.1. Modes de fonctionnement des éoliennes V100

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 tableau suivant fournit les niveaux de puissance acoustique des éoliennes en fonctionnement nominal et en modes bridés.

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										
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 5: Niveaux de puissance acoustique garantis pour la V100

Période diurne $\alpha = 0,35$

Vitesse à 10 m du sol (m/s)	2	3	4	5	6	7	≥ 8
Lw (dB(A)) V100 mode 0	94,6	100,9	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5
Lw (dB(A)) V100 mode 1	94,6	100,4	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1
Lw (dB(A)) V100 mode 2	94,0	97,5	99,1	99,5	99,5	99,5	99,5

Période nocturne $\alpha = 0,39$

Vitesse à 10 m du sol (m/s)	2	3	4	5	6	7	≥ 8
Lw (dB(A)) V100 mode 0	94,1	99,1	103,3	103,5	103,5	103,5	103,5
Lw (dB(A)) V100 mode 1	94,1	99,2	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1
Lw (dB(A)) V100 mode 2	93,8	97,1	98,5	99,4	99,5	99,5	99,5



5.1.2.1.1. Modes de fonctionnement retenus

Pour respecter la réglementation, le bridage suivant des éoliennes des éoliennes est proposé :

Période nocturne

Vitesse de référence (m/s)	2	3	4	5	≥ 6
Eolienne E1	Nominal	mode 2	mode 2	mode 2	Nominal
Eolienne E2	Nominal	mode 2	mode 1	mode 2	Nominal
Eolienne E3	Nominal	Pause	Pause	mode 2	Nominal

Période diurne

Vitesse de référence (m/s)	2	3	4	≥ 5
Eolienne E1	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal
Eolienne E2	Nominal	Nominal	mode 2	Nominal
Eolienne E3	Nominal	mode 2	mode 2	Nominal

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.



5.1.2.1.2. Résultats avec des éoliennes V100 en fonctionnement optimisé

BILAN DIURNE		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
		Moustermeur	Moustermeur nord	Kerbiquet	Toul ar Soudard	Kernévez Lan	Kernévez Lan sud	Restcostiou
2 m/s	Bruit résiduel	43,5	36	29	33,5	30	34,5	46
	Bruit des éoliennes	27,4	26,5	28,1	30,3	28,7	23,5	24,2
	Bruit ambiant	43,5	36,5	31,5	35	32,5	35	46
	Emergence	0	0,5	2,5	1,5	2,5	0,5	0
3 m/s	Bruit résiduel	43,5	36	31	34,5	30	36,5	49,5
	Bruit des éoliennes	32,3	31,4	32,8	34,4	32,5	28,5	28,7
	Bruit ambiant	44	37,5	35	37,5	34,5	37	49,5
	Emergence	0,5	1,5	4	3	4,5	0,5	0
4 m/s	Bruit résiduel	44	37,5	35	36,5	31	37,5	50
	Bruit des éoliennes	35,8	34,9	35,7	35,5	33,6	30,6	30,0
	Bruit ambiant	44,5	39,5	38,5	39	35,5	38,5	50
	Emergence	0,5	2	3,5	2,5	4,5	1	0

Tableau 6: Résultats en période diurne avec application du plan de bridage optimisé



BILAN NOCTURNE		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
		Moustermeur	Moustermeur nord	Kerbiquet	Toul ar Soudard	Kernévez Lan	Kernévez Lan sud	Restcostiou
2 m/s	Bruit résiduel	41,5	33	29	29,5	26	33	42,5
	Bruit des éoliennes	27,9	27,1	29,6	31,1	29,6	22,6	24,0
	Bruit ambiant	41,5	34	32,5	33,5	31	33,5	42,5
	Emergence	0	1	3,5	4	5	0,5	0
3 m/s	Bruit résiduel	41,5	33	31	33,5	28,5	34,5	44,5
	Bruit des éoliennes	30,3	29,7	31,5	30,6	27,8	25,3	25,1
	Bruit ambiant	42	34,5	34,5	35,5	31	35	44,5
	Emergence	0,5	1,5	3,5	2	2,5	0,5	0
4 m/s	Bruit résiduel	43,5	35	34,5	36	31	37	48,5
	Bruit des éoliennes	32,5	32,2	34,4	34,7	31,6	29,6	26,1
	Bruit ambiant	44	37	37,5	38,5	34,5	37,5	48,5
	Emergence	0,5	2	3	2,5	3,5	0,5	0
5 m/s	Bruit résiduel	45,5	39	36,5	39,5	34	40,5	50,5
	Bruit des éoliennes	32,3	31,8	34,3	35,9	34,3	28,2	26,5
	Bruit ambiant	45,5	40	38,5	41	37	40,5	50,5
	Emergence	0	1	2	1,5	3	0	0

Tableau 7 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 et 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 lorsque le niveau de bruit ambiant (avec le bruit de l'activité) est inférieur à 35 dB(A)



5.1.2.1.3. 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, des dépassements de l'émergence réglementaire de 5 dB(A) sont prévus pour toutes les directions et vitesses de vent inférieures ou égales à 4 m/s. Ainsi une optimisation du fonctionnement du parc est proposée pour chacune des directions 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 inférieures ou égales à 5 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 pour les deux périodes.

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

Tableau 8 : Optimisation par direction de vent pour la V100

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.

5.1.2.1. Modes de fonctionnement des éoliennes Enercon E103

Les éoliennes ENERCON E103 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.

Niveaux de puissance acoustique Lw garantis en dB(A) pour chaque classe de vent au moyeu							
Vitesse à 10 m du sol (m/s)	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	≥11 m/s
Mode 0s	93,3	97,4	100,8	103,0	103,8	104,4	105,0
Mode 1s	93,3	97,4	100,8	102,3	103,2	103,6	104,0
Mode 2s	93,3	97,4	100,5	101,6	102,3	102,7	103,0
Mode 1500 kW s	93,3	97,4	100,8	102,3	103,2	103,6	104,0
Mode 1000 kW s	93,3	97,4	100,5	101,6	102,3	102,7	103,0
Mode 900 kW s	93,3	97,4	100,5	101,6	102,0	102,0	102,0
Mode 800 kW s	93,3	97,4	100,5	101,0	101,0	101,0	101,0
Mode 600 kW s	93,3	97,4	99,6	100,1	100,1	100,1	100,1
Mode 550 kW s	93,3	97,4	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0
Mode 400 kW s	93,3	97,0	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5

Période nocturne $\alpha = 0,39$

Vitesse à 10 m du sol (m/s)	2	3	4	≥5
Mode 0s	94	102,5	104,6	105
Mode 1s	94	102	103,7	104
Mode 2s	94	101,4	102,8	103
Mode 1500 kW s	94	102	103,7	104
Mode 1000 kW s	94	101,3	102,8	103
Mode 900 kW s	94	101,3	102	102



PIÈCE 4– PARTIE 2 - ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ

SECTION 5 : L'ACOUSTIQUE

Mode 800 kW s	94	100,9	101	101
Mode 600 kW s	94	100	100,1	100,1
Mode 550 kW s	94	99	99	99
Mode 400 kW s	94	97,5	97,5	97,5

Période diurne $\alpha = 0,35$

Vitesse à 10 m du sol (m/s)	3	4	≥5
Mode 0s	100,5	103,9	105
Mode 1s	100,5	103,3	104
Mode 2s	100,2	102,4	103
Mode 1500 kW s	100,5	103,3	104
Mode 1000 kW s	100,2	102,4	103
Mode 900 kW s	100,2	102	102
Mode 800 kW s	100,2	101	101
Mode 600 kW s	99,4	100,1	100,1
Mode 550 kW s	98,8	99	99
Mode 400 kW s	97,4	97,5	97,5

5.1.2.1.1. Modes de fonctionnement retenus

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

En période nocturne

Vitesse de référence (m/s)	2	3	4	5	6	≥ 7
Eolienne E1	mode 0s	mode 400 kW s	mode 600 kW s	mode 2s	mode 0s	mode 0s
Eolienne E2	mode 0s	mode 400 kW s	mode 800 kW s	mode 550 kW s	mode 0s	mode 0s
Eolienne E3	mode 0s	pause	pause	mode 400 kW s	mode 2s	mode 0s

En période diurne

Vitesse de référence (m/s)	3	4	5	≥ 6
Eolienne E1	mode 0s	mode 0s	mode 0s	mode 0s
Eolienne E2	mode 600 kW s	mode 800 kW s	mode 0s	mode 0s
Eolienne E3	mode 400 kW s	mode 400 kW s	mode 2s	mode 0s

Le plan de bridage précédent a été réalisé à partir des seuls modes de bridage officiels de ENERCON 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 ENERCON.



5.1.2.1.2. Résultats avec des éoliennes E103 en fonctionnement optimisé

BILAN NOCTURNE		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
		Moustermeur	Moustermeur nord	Kerbiquet	Toul ar Soudard	Kernévez Lan	Kernévez Lan sud	Restcostiou
3 m/s	Bruit résiduel	41,5	33	29	29,5	26	33	42,5
	Bruit des éoliennes	27,9	27,1	29,6	31,1	29,6	22,6	24,0
	Bruit ambiant	41,5	34	32,5	33,5	31	33,5	42,5
	Emergence	0	1	3,5	4	5	0,5	0
4 m/s	Bruit résiduel	41,5	33	31	33,5	28,5	34,5	44,5
	Bruit des éoliennes	30,3	29,7	31,5	30,6	27,8	25,3	25,1
	Bruit ambiant	42	34,5	34,5	35,5	31	35	44,5
	Emergence	0,5	1,5	3,5	2	2,5	0,5	0
5 m/s	Bruit résiduel	43,5	35	34,5	36	31	37	48,5
	Bruit des éoliennes	32,5	32,2	34,4	34,7	31,6	29,6	26,1
	Bruit ambiant	44	37	37,5	38,5	34,5	37,5	48,5
	Emergence	0,5	2	3	2,5	3,5	0,5	0
6 m/s	Bruit résiduel	45,5	39	36,5	39,5	34	40,5	50,5
	Bruit des éoliennes	32,3	31,8	34,3	35,9	34,3	28,2	26,5
	Bruit ambiant	45,5	40	38,5	41	37	40,5	50,5
	Emergence	0	1	2	1,5	3	0	0

Tableau 9: Résultats en période nocturne avec application du plan de bridage optimisé



BILAN DIURNE		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
		Moustermeur	Moustermeur nord	Kerbiquet	Toul ar Soudard	Kernévez Lan	Kernévez Lan sud	Restcostiou
3 m/s	Bruit résiduel	43,5	36	31	34,5	30	36,5	49,5
	Bruit des éoliennes	34,3	33,4	34,6	35,5	33,7	30,0	29,9
	Bruit ambiant	44	38	36	38	35	37,5	49,5
	Emergence	0,5	2	5	3,5	5	1	0
4 m/s	Bruit résiduel	44	37,5	35	36,5	31	37,5	50
	Bruit des éoliennes	37,2	36,4	37,2	36,7	34,5	32,4	32,1
	Bruit ambiant	45	40	39	39,5	36	38,5	50
	Emergence	1	2,5	4	3	5	1	0
5 m/s	Bruit résiduel	47,5	42,5	40	42	35,5	41,5	51,5
	Bruit des éoliennes	38,8	38,1	39,4	40,9	39,0	34,8	35,2
	Bruit ambiant	48	44	42,5	44,5	40,5	42,5	51,5
	Emergence	0,5	1,5	2,5	2,5	5	1	0

Tableau 10 : Résultats en période diurne avec application du plan de bridage optimisé

Comme on peut le constater, aucune émergence non réglementaire n'est constatée en période nocturne et diurne 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 lorsque le niveau de bruit ambiant (avec le bruit de l'activité) est inférieur à 35 dB(A).



5.1.2.1.1. 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, des dépassements de l'émergence réglementaire de 5 dB(A) sont prévus pour toutes les directions et vitesses de vent comprises entre 3 et 5 m/s. Ainsi une optimisation du fonctionnement du parc est proposée pour chacune des directions 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 inférieures ou égales à 6 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 pour les deux périodes.

Période NOCTURNE	Direction de Vent								
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
Vitesse du vent à 10 m	3 m/s	E1	400 kW s						
		E2	800 kW s	800 kW s	600 kW s	600 kW s	400 kW s	400 kW s	800 kW s
		E3	pause						
	4 m/s	E1	400 kW s	800 kW s	800 kW s	800 kW s	600 kW s	600 kW s	800 kW s
		E2	550 kW s	600 kW s	550 kW s	400 kW s	400 kW s	800 kW s	800 kW s
		E3	400 kW s	pause	pause				
	5 m/s	E1	mode 2s						
		E2	800 kW s	800 kW s	800 kW s	800 kW s	600 kW s	550 kW s	550 kW s
		E3	400 kW s						
6 m/s	E1	mode 0s	mode 0s	mode 0s	mode 0s	mode 0s	mode 0s	mode 0s	
	E2	mode 0s	mode 0s	mode 0s	mode 0s	mode 0s	mode 0s	mode 0s	
	E3	mode 1s	mode 0s	mode 0s	mode 1s	mode 1s	mode 2s	mode 2s	

Période DIURNE	Direction de Vent								
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
Vitesse du vent à 10 m	3 m/s	E1	mode 0s						
		E2	600 kW s						
		E3	400 kW s						
	4 m/s	E1	mode 0s						
		E2	800 kW s						
		E3	400 kW s						
	5 m/s	E1	mode 0s						
		E2	mode 0s						
		E3	mode 2s						

Tableau 11 : Optimisation par direction de vent pour la V100

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. 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	Bridage adapté des éoliennes	/	Respect de la norme réglementaire
Bruit des engins de chantier	Chantier	Temporaire	Faible	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

Tableau 12: Synthèse des mesures acoustiques et impacts résiduels

6. CONCLUSION

L'étude d'impact sur l'acoustique du projet éolien de Lan Vraz 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 7 points représentatifs du site en période hivernale (février), période de l'année où le bruit résiduel a tendance à être le plus faible (peu de culture dans les champs et peu de feuillage dans les arbres).

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 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.

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 ont mis en avant certaines non conformités prévisionnels pour certaines vitesses de vent et orientation de vent. 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 à la réglementation en phase exploitation.

Par ailleurs, Une campagne de mesures acoustiques devra être réalisée à l'installation du parc éolien afin d'avaliser l'étude prévisionnelle et, si nécessaire, de procéder à toute modification de fonctionnement des machines permettant d'assurer le respect de la législation. Cette mesure de réception sera réalisée sur plusieurs jours pour couvrir l'ensemble des classes de vitesses de vent. Durant cette mesure les éoliennes fonctionneront une heure sur deux pour permettre de mesurer le niveau sonore aux habitations les plus proches avec et sans fonctionnement des éoliennes. L'écart entre ces deux valeurs, appelé émergence, permettra de valider la conformité réglementaire des émissions sonore des éoliennes.