



Etudes et conseils en
acoustique et vibrations

Agence de Saint-Etienne
2 rue Mathieu de Bourbon
42160 ANDREZIEUX-BOUTHEON
Tél. 04.77.61.93.32



Le 29 novembre 2021,

Rapport d'étude

Projet de parc éolien de Guégon Caranloup – Commune de Guégon (56)
Etude d'impact acoustique

Etude réalisée pour le compte de :



Parc Eolien Guégon Caranloup SAS
Parc d'activité du Moulin Neuf
1 Rue Guglielmo Marconi
44800 Saint-Herblain

Références client

Société : SAB Energies renouvelables
Interlocuteur : Maxime BERTON
✉ m.berton@sab-enr.fr
☎ 06.36.09.77.96

ECHO Acoustique

Responsable de l'étude : Guillaume FILIPPI
✉ guillaume.filippi@echo-acoustique.com
☎ 06.98.27.83.56

Identification du document

Référence : RAP_202109_Caranloup_ACOU_Impact
Type : Rapport d'étude
Commande de référence : CO1906-20599

Révisions

A	08/09/2021	Création du document
B	08/09/2021	Corrections page 24
C	22/11/2021	Mise à jour suite au changement de modèle d'éolienne
D	29/11/2021	Corrections du bruit résiduel au point 1

Rédaction

Cantin SARAGOSA



Approbation

Guillaume FILIPPI



SOMMAIRE

1	Introduction	5
2	Qualifications et Engagements	6
3	Cadre réglementaire et normatif	7
3.1	Clés de lecture	7
3.2	Textes réglementaires, normes applicables et guides	7
3.3	Critères réglementaires et seuils admissibles	7
4	Présentation de l'aire d'étude	10
4.1	Localisation	10
4.2	Sources de bruit identifiées	11
5	Caractérisation des niveaux sonores du bruit résiduel	12
5.1	Description des mesures acoustiques	12
5.2	Description des mesures météorologiques	15
5.3	Analyse des niveaux sonores résiduels	19
6	Evaluation de l'impact sonore du projet	21
6.1	Modélisation de l'aire d'étude	21
6.2	Caractéristiques acoustiques des éoliennes	24
6.3	Calcul prévisionnel du bruit particulier	25
6.4	Calcul des émergences prévisionnelles	26
6.5	Optimisation du fonctionnement du parc éolien	28
6.6	Emergences prévisionnelles après mise en œuvre des plans d'optimisation	29
6.7	Niveaux sonores en limite de périmètre de mesure du bruit	31
6.8	Tonalités marquées	32
6.9	Evaluation de l'impact acoustique cumulé	33
7	Conclusion générale	36

Annexes

ANNEXE 1 -	Table des figures	38
ANNEXE 2 -	Table des tableaux	39
ANNEXE 3 -	Notions élémentaires d'acoustique	40
ANNEXE 4 -	Termes et définitions	43
ANNEXE 5 -	Matériel de mesure	45
ANNEXE 6 -	Description des points de mesure	46
ANNEXE 7 -	Conditions météorologiques	56
ANNEXE 8 -	Fiches de synthèse des mesures	57
ANNEXE 9 -	Incertitudes associées aux mesures	63
ANNEXE 10 -	Paramètres de calcul	65
ANNEXE 11 -	Cartes du bruit particulier	66

1 INTRODUCTION

La présente mission intervient à la demande de la société **SAB Energies renouvelables**. Elle s'inscrit dans le cadre du développement du projet de parc éolien Guégon Caranloup situé sur la commune de Guégon dans le Morbihan (56).

Cette étude a pour objectif d'évaluer l'impact sonore prévisionnel du projet de parc éolien sur le voisinage.

La mission repose sur les phases suivantes:

- Détermination des niveaux sonores du bruit résiduel (mesures *in situ* avant-projet)
- Calcul des niveaux sonores prévisionnels engendrés par le projet de parc éolien
- Analyse réglementaire de l'impact sonore du projet sur le voisinage
- Optimisation du fonctionnement du parc éolien en cas de dépassement prévisionnel des seuils réglementaires

Le projet de parc éolien est composé de trois éoliennes dont le modèle précis n'est pas arrêté à ce stade.

L'impact sonore du projet est calculé en considérant le modèle **NORDEX N149** développant une puissance de **5,7 MW** pour une hauteur de nacelle de **105 mètres**.

Du fait de ses caractéristiques, ce modèle est considéré comme représentatif des modèles actuellement disponibles sur le marché. Si la mise en concurrence des fabricants d'éoliennes aboutissait à retenir un modèle différent, le porteur de projet s'engage alors à refaire des simulations d'impact acoustique du projet pour conforter les résultats présentés ici, et si nécessaire à ajuster le modèle de bridage.

2 QUALIFICATIONS ET ENGAGEMENTS

ECHO Acoustique est qualifié OPQIBI par l'Organisme de Qualification de l'Ingénierie. Cette qualification traduit la reconnaissance de nos compétences et de notre professionnalisme par un organisme tiers indépendant accrédité par le COFRAC.

La qualification OPQIBI informe nos clients et partenaires que ECHO Acoustique possède les capacités méthodologiques, humaines et matérielles pour réaliser des prestations d'études techniques dans le domaine acoustique et vibratoire.



Par ailleurs, ECHO Acoustique est membre de la fédération CINOV, la fédération des syndicats des métiers de la prestation intellectuelle du Conseil, de l'Ingénierie et du Numérique, ainsi que du Groupement de l'Ingénierie Acoustique (GIAC).

ECHO Acoustique s'engage ainsi à intervenir en toute indépendance (technique, juridique, commerciale et financière) lors des missions qui lui sont confiées. Toutes nos prestations sont soumises à des garanties de résultats et sont couvertes par une assurance responsabilité civile professionnelle spécifique.



3 CADRE REGLEMENTAIRE ET NORMATIF

3.1 CLES DE LECTURE

Afin de faciliter la bonne compréhension du présent rapport, les notions élémentaires d'acoustique ainsi que les termes utilisés dans les textes réglementaires et normatifs sont présentés en annexe.

3.2 TEXTES REGLEMENTAIRES, NORMES APPLICABLES ET GUIDES

Les exigences en matière de respect des niveaux sonores engendrés par les éoliennes sont fixées par les textes réglementaires et normatifs suivants :

- **Arrêté du 22 juin 2020** portant modification des prescriptions relatives 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.
- **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.
- **Projet de norme Pr NF S 31-114** (juillet 2011) « Mesurage du bruit des éoliennes ».
- **Norme NF S 31-010** (décembre 1996) « Acoustique – Caractérisation et mesurage des bruits dans l'environnement – Méthodes particulières de mesurage ».
- **Norme NF S 31-110** (novembre 2005) « Acoustique – Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement (grandeurs fondamentales et méthodes générales d'évaluation) ».
- **Guide** relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres – version révisée octobre 2020

3.3 CRITERES REGLEMENTAIRES ET SEUILS ADMISSIBLES

3.3.1 EMERGENCES DANS LES ZONES A EMERGENCE REGLEMENTEE (ZER)

L'émergence maximale admissible en ZER est présentée dans le tableau ci-dessous :

Niveau de bruit ambiant	Emergence diurne admissible (7h à 22h)	Emergence nocturne admissible (22h à 7h)
≤ 35 dB(A)	Critère d'émergence non appliqué	
> 35 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

Tableau 1 : Emergences réglementaires admissibles

Les émergences mentionnées précédemment peuvent être augmentées d'un terme correctif, en fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit de l'installation :

Durée cumulée d'apparition (T)	Terme correctif en dB(A)
20 min < T ≤ 2 h	3
2 h < T ≤ 4 h	2
4 h < T ≤ 8 h	1
T > 8 h	0

Tableau 2 : Termes correctifs applicables en fonction de la durée d'apparition de la source de bruit

Pour la présente étude, la durée de fonctionnement du parc éolien est considérée supérieure à 8 heures. Aucun terme correctif n'est appliqué.

3.3.2 NIVEAUX SONORES AU PERIMETRE DE MESURE DU BRUIT

Le niveau de bruit maximal est fixé à 70 dB(A) pour la période diurne et 60 dB(A) pour la période nocturne. Ce niveau de bruit est mesuré en n'importe quel point du périmètre de mesure du bruit défini à l'article 3 de l'arrêté du 20 juin 2020. Le niveau de bruit maximal est contrôlé pour chaque aérogénérateur, correspondant au plus petit polygone convexe dans lequel sont inscrits les disques centrés sur chaque aérogénérateur et de rayon R.

Le rayon R est calculé comme suit :

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

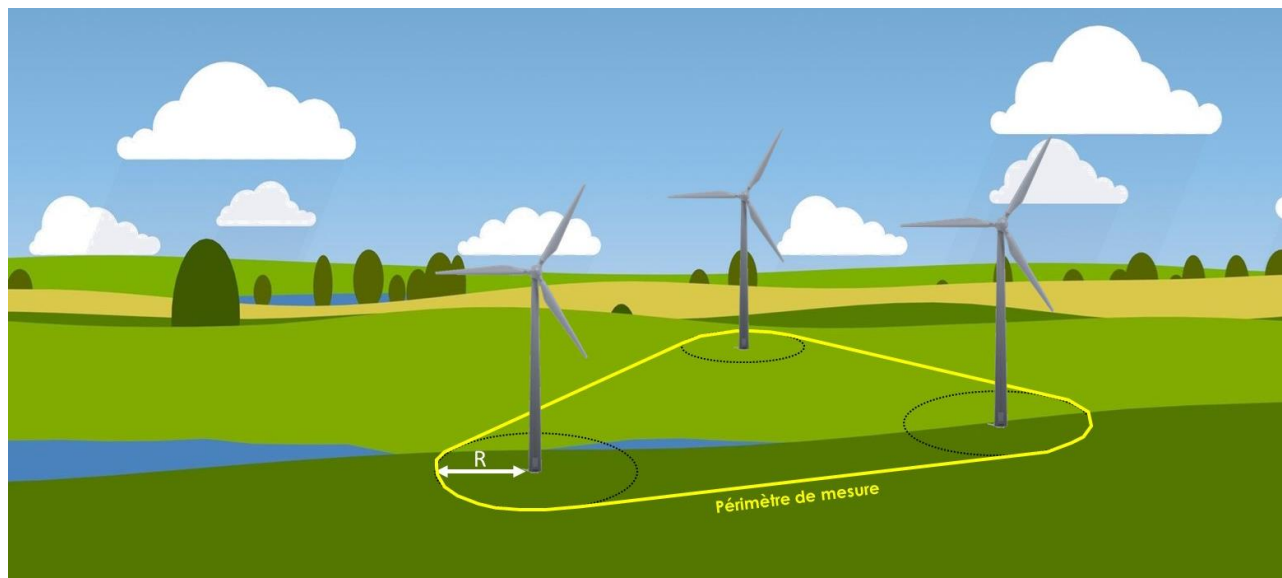


Figure 1 : Périmètre de mesure du bruit - Calcul du rayon R

3.3.3 TONALITES MARQUEES

Une tonalité marquée est détectée dans un spectre non pondéré de tiers d'octave lorsque la différence de niveau entre une bande de fréquence et les quatre bandes adjacentes atteint ou dépasse les niveaux indiqués dans le tableau ci-après :

Fréquence	50 Hz à 315 Hz	400 Hz à 1250 Hz	1600 Hz à 8000 Hz
Niveau	10 dB	5 dB	5 dB

Tableau 3 : Tonalités marquées – seuils réglementaires admissibles

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

4 PRESENTATION DE L'AIRE D'ETUDE

4.1 LOCALISATION

L'aire d'étude est située en milieu rural. Elle est principalement composée de terrains agricoles et de zones végétalisées. Le relief de l'aire d'étude et de ses environs est peu marqué et présente peu d'obstacles naturels à la propagation des ondes acoustiques.

Plusieurs zones habitées sont situées à proximité de l'aire d'étude.

Le plan suivant permet de repérer la Zone d'Implantation Potentielle (ZIP) du projet de parc éolien :

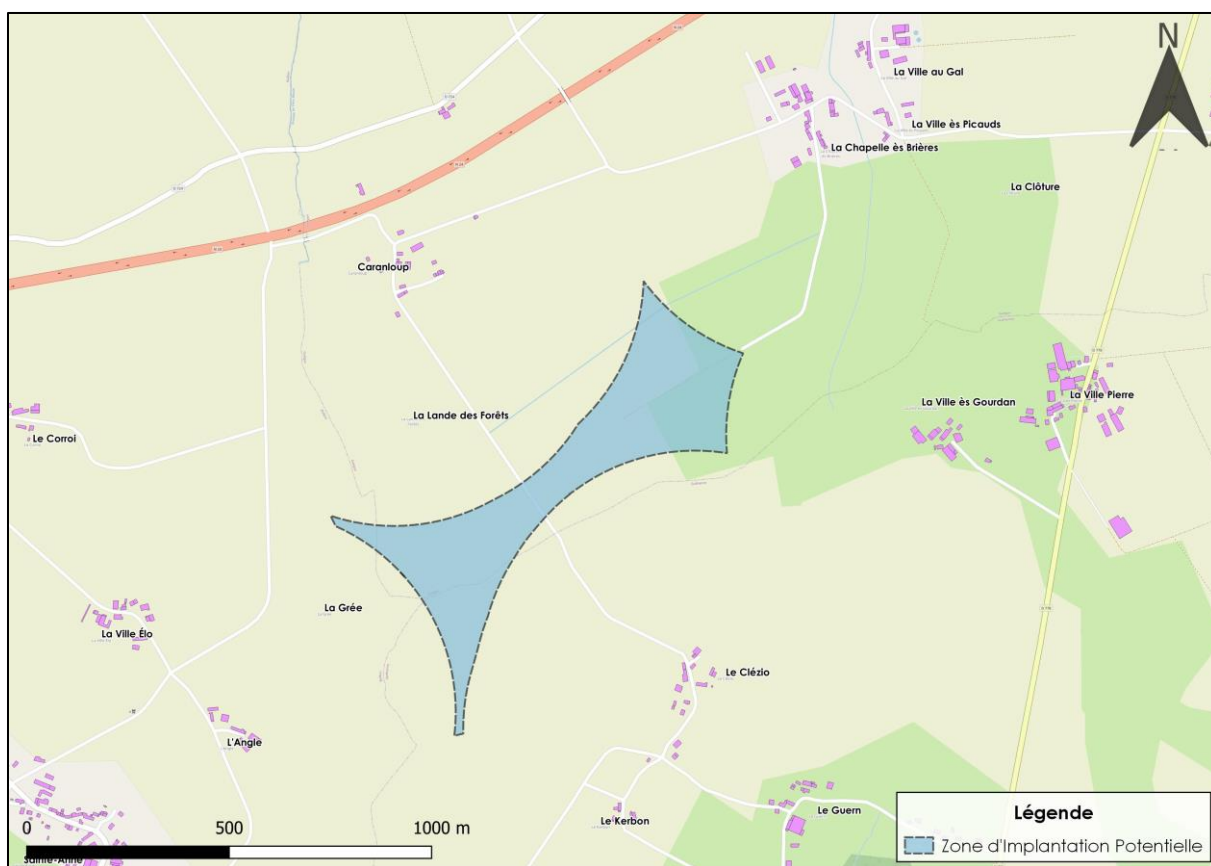


Figure 2 : Localisation du projet de parc éolien

4.2 SOURCES DE BRUIT IDENTIFIEES

Les différentes interventions sur site ont permis d'identifier les sources de bruit suivantes, constituant l'ambiance sonore actuelle de la zone d'étude :

- Bruits des infrastructures de transports :
 - Route nationale N24 (2*2 voies) qui s'étend au Nord de l'aire d'étude
 - Routes départementales (D165, D778)
 - Les routes de desserte locale
- Les bruits liés à l'existence d'activités agricoles (agriculture et élevage)
- Bruits liés à la présence d'espèces avifaunes
- Les bruits provenant des habitations voisines (animaux domestiques, équipements techniques extérieurs, travaux d'entretien des jardins)
- Les bruits générés par l'effet du vent sur la végétation et notamment sur les quelques zones boisées présentes.

5 CARACTERISATION DES NIVEAUX SONORES DU BRUIT RESIDUEL

La caractérisation des niveaux sonores du bruit résiduel (avant implantation des éoliennes) est basée sur la réalisation de mesures de bruit *in situ*, conformément aux normes applicables.

5.1 DESCRIPTION DES MESURES ACOUSTIQUES

5.1.1 PERIODE DE MESURE

Le choix de la période de mesure est une étape importante de l'étude d'impact acoustique. Les niveaux sonores mesurés dans l'environnement varient constamment, selon de nombreux paramètres parmi lesquels :

- La présence d'activités humaines (activités agricoles, bruit routier, etc...)
- La faune (bruit des oiseaux, des grillons, des grenouilles, etc...)
- Le bruit engendré par l'effet du vent sur la végétation
- La température de l'air et l'humidité relative
- La présence de pluie
- La vitesse et la direction du vent

Afin de prendre en considération les variations des niveaux sonores liées à l'évolution de ces différents paramètres, la durée de mesurage retenue dans le cadre de la présente étude est de **16 jours**.

L'effet du vent sur la végétation est l'un des facteurs ayant le plus d'influence sur l'ambiance sonore. Cet effet est notamment amplifié après apparition des feuilles.

Dans le cadre de la présente étude, la campagne de mesure de bruit a été réalisée du **26 février au 12 mars 2020**. A cette période de l'année, l'influence de la végétation sur le niveau de bruit résiduel est faiblement marquée.

- Une première campagne de mesure de 28 jours avait été réalisée du 1^{er} au 28 juillet 2019. Les vents rencontrés étaient principalement de la direction Nord-Est et de vitesse faible à modérée. Cette campagne avait été écartée de l'étude car insuffisamment représentative des conditions habituellement rencontrées sur site. Néanmoins les classes homogènes ont été établies en tenant également compte des observations de la première campagne.

5.1.2 LOCALISATION DES MESURES

Un premier travail réalisé conjointement entre ECHO Acoustique et le porteur du projet a permis d'identifier les hameaux et les lieux-dits potentiellement les plus exposés. Pour la présente étude, 5 zones ont été initialement identifiées.

Le porteur de projet a ensuite effectué les démarches visant à obtenir l'accord de chaque riverain concerné pour l'installation des appareils de mesure. Les coordonnées des riverains ayant donné leur accord ont ensuite été fournies à ECHO Acoustique pour organiser la pose des sonomètres.

Suite à ces démarches, des mesures ont été réalisées pour 5 emplacements (points numérotés de R1 à R5).

Le tableau ci-après présente les emplacements ayant fait l'objet de mesurages pour l'évaluation du bruit résiduel :

Point	Localisation	Commune
R1	Caranloup	Guégon (56)
R2	L'Angle	Buléon (56)
R3	Le Clezio	Guéhenno (56)
R4	La Ville Gourdan	Guéhenno (56)
R5	La Chapelle ès Brières	Guégon (56)

Tableau 4 : Emplacements retenus pour l'évaluation du bruit résiduel

L'emplacement du microphone doit être représentatif de l'environnement sonore de la zone habitée, sans source sonore ni effet de masque localisé. Les contraintes rencontrées sur site (emplacement imposé par les riverains, sources de bruit perturbatrices, etc.) conduisent dans certains cas à réaliser les mesures à des emplacements qui ne sont pas nécessairement les plus adaptés.

Dans un souci de protection des riverains, l'évaluation de l'impact sonore prévisionnel sera ensuite réalisée systématiquement aux habitations et aux emplacements les plus exposés, correspondant aux lieux de vie habituels des riverains.

- Un second projet d'implantation de parc éolien est mené en parallèle sur la même commune (Guégon Kerlan). Les emplacements de mesure de la seconde étude sont numérotés de R6 à R12. Cela permet de limiter le risque de confusion entre les deux dossiers.

Le plan suivant permet de localiser les différents emplacements :

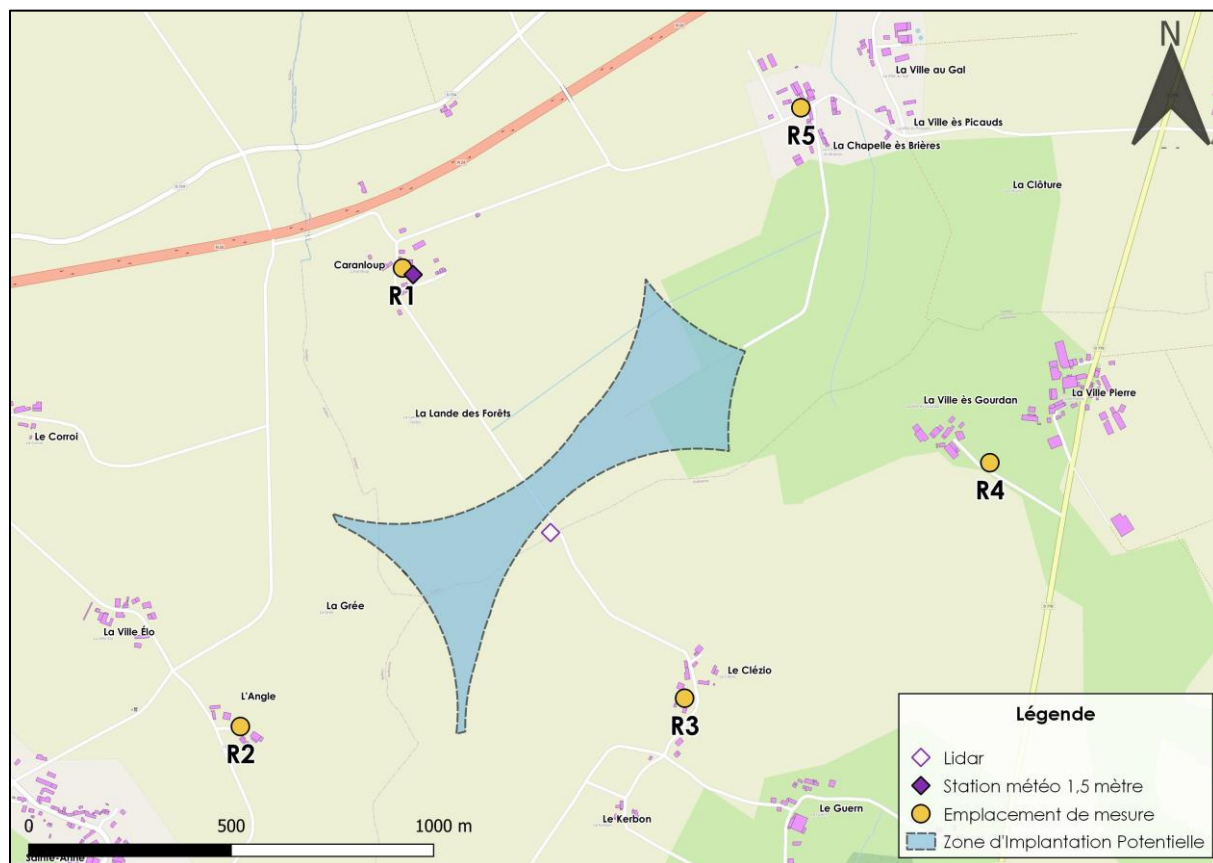


Figure 3 : Localisation des mesures du bruit résiduel

Une description détaillée de chaque point de mesure est disponible en annexe.

5.2 DESCRIPTION DES MESURES METEOROLOGIQUES

Conformément aux normes de mesurage, l'acquisition de la vitesse et de la direction du vent a été effectuée en simultanée des mesures de bruit.

5.2.1 MISE EN ŒUVRE DES STATIONS METEOROLOGIQUES

Pour le présent projet, un Lidar est actuellement installé sur site. Ce dispositif permet de mesurer les conditions de vent à hauteur de moyeu.

ECHO Acoustique a mis en œuvre une seconde station météorologique à 10 mètres de hauteur. Les données mesurées et exploitées par cette station concernent la pluviométrie et la vitesse du vent à hauteur de microphone.

Les positions sur site de ces stations météorologiques sont reportées sur la figure n°3 du présent rapport.

5.2.2 CALCUL DES VITESSES DE VENT STANDARDISEES A 10 M (V_s)

Les vitesses de vent standardisées à 10 m sont calculées à partir de la vitesse de vent mesurée à hauteur de moyeu par le Lidar, selon la formule décrite par le projet de norme Pr NF S 31-114 :

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

avec

- Z_0 : longueur de rugosité standardisée de 0,05 m,
- H : hauteur de la nacelle,
- H_{ref} : hauteur de référence (10 m),
- $V(h)$: vitesse mesurée à la hauteur de nacelle

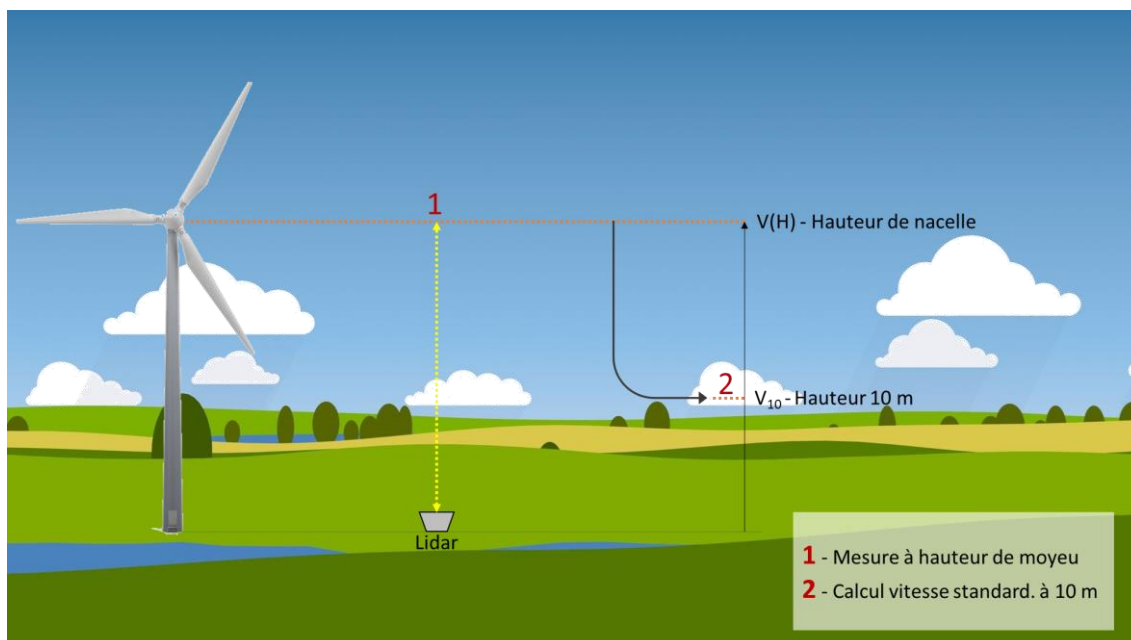


Figure 4 : Calcul de la vitesse de vent standardisée à 10m (V_s)

☞ Toutes les vitesses de vent indiquées dans les tableaux suivants sont des vitesses de vent standardisées.

5.2.3 REPRESENTATIVITE DES CONDITIONS DE VENT

Cette phase de l'étude a pour objectif d'évaluer la représentativité des conditions de vent rencontrées durant la campagne de mesure de bruit par rapport aux conditions habituelles du site.

➡ Description des conditions habituelles de vent du site

Cette phase de l'étude évalue la représentativité des conditions de vent rencontrées durant la campagne de mesure du bruit résiduel. Pour le présent projet, l'analyse repose sur la base des données de long terme fournies par la société SAB Energies renouvelables (source *Global Wind Atlas*) :

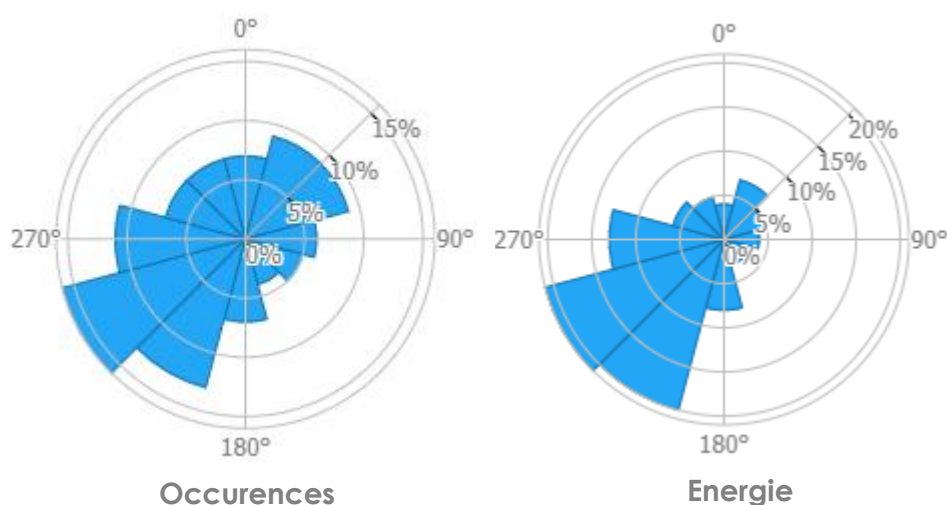


Figure 5 : Roses des vents de long terme (Occurrences et énergie)

Il apparaît sur la figure précédente que les vents dominants sont essentiellement en provenance du quart Sud-Ouest (graphique « occurrences »). Dans une moindre mesure, le quart Nord-Est est également observé. Ce dernier présente des vitesses de vent moins élevées (graphique « énergie »).

➔ Description des conditions météorologiques rencontrées durant les mesures

Les roses des vents rencontrées durant les mesures de bruit sont présentées ci-après :

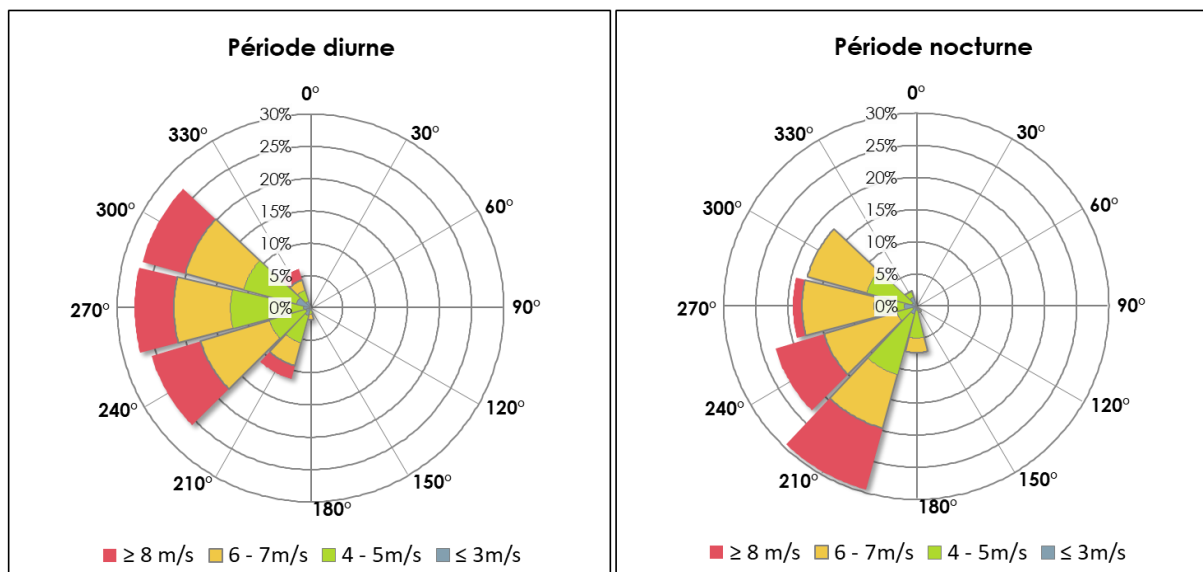


Figure 6 : Rose des vents correspondant à la campagne de mesure de bruit (vitesses de vent à hauteur standardisée de 10 m)

Comme l'indiquent les roses des vents issues des données météorologiques enregistrées durant la campagne de mesure, les vents en provenance du quart Sud-Ouest ont principalement été observés durant les mesures. Cette direction correspond bien au secteur majoritairement observé sur site.

- 📄 Le détail des conditions météorologiques rencontrées durant la campagne de mesure est présenté en annexe.

5.2.4 CLASSES HOMOGÈNES ÉTUDIÉES

Les classes homogènes sont définies en fonction des facteurs environnementaux ayant une influence sur la variabilité des niveaux sonores (chorus matinal, orientation du vent, saison, période de la journée, etc.). A l'intérieur d'une classe homogène, la vitesse du vent est la seule variable influente sur les niveaux sonores.

L'analyse des données mesurées met en évidence que la direction du vent a une influence peu significative sur les niveaux sonores observés en périodes diurne et nocturne. Ainsi les classes homogènes étudiées traitent de l'ensemble des directions de vent, sans distinction.

Au regard des éléments précédemment évoqués, deux classes homogènes sont étudiées. Le découpage s'effectue par période réglementaire : Une première classe homogène spécifique avec les échantillons compris entre 7h et 22h, toutes directions de vent confondues. Une seconde classe homogène comprenant les échantillons 22h à 7h, toutes directions de vent confondues. Le tableau suivant présente les classes homogènes étudiées :

	Classe Homogène n°1	Classe Homogène n°2
Période réglementaire	Diurne	Nocturne
Horaires	[7h-22h]	[22h-7h]
Direction du vent	Toutes directions	Toutes directions

Tableau 5 : Classes homogènes étudiées.

Pour rappel, le guide relatif à « l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres », publié par la DGPR, précise que :

- « Les enjeux ne sont pas les mêmes entre une étude d'impact acoustique prévisionnelle, qui doit avant tout donner les éléments d'analyse suffisants pour apprécier la possibilité d'exploiter un parc éolien en respectant les exigences réglementaires, et l'étude post-construction ».
- « Dans le cadre d'une étude d'impact acoustique prévisionnelle, il n'est pas nécessaire d'être strictement conforme à l'ensemble des points de la norme : la sectorisation des directions de vent peut être plus large, l'extrapolation des niveaux sonores est admise en étude d'impact. »

5.3 ANALYSE DES NIVEAUX SONORES RESIDUELS

5.3.1 TRAITEMENT DES DONNEES MEASUREES

Les données acoustiques mesurées ont été traitées en vue d'éliminer les périodes jugées non représentatives de l'ambiance sonore habituelle du site. De même, les périodes de pluie marquée et de vent supérieur à 5 m/s à hauteur de microphone sont retirées des calculs en raison de leur impact sur l'ambiance sonore.

Pour chaque point de mesure, l'indicateur L_{50} est calculé sur un intervalle de base de 10 minutes à partir des indicateurs $L_{Aeq,1s}$. Ainsi, pour chaque période de 10 minutes, une seule valeur du niveau sonore est utilisée et correspond au niveau atteint ou dépassé pendant au moins 50% de la période. Ce calcul, effectué selon le projet de norme Pr NF S 31-114, permet de réduire l'impact des événements perturbateurs de courtes durées.

5.3.2 CALCUL DES INDICATEURS ACOUSTIQUES REGLEMENTAIRES

L'analyse menée consiste ensuite à corréliser les données acoustiques aux vitesses de vent.

➡ Phase 1 – Nuages de points

Les données sont filtrées de sorte à établir des couples de données [vitesse de vent / indicateur de bruit] sur chaque intervalle de 10 minutes. Ces données sont ensuite triées par classe de vitesse de vent. Par exemple, la classe centrée sur la valeur 5 m/s inclut les valeurs strictement supérieures à 4,5 m/s et inférieures ou égales à 5,5 m/s. Un nuage de points est alors établi pour chaque classe homogène. Tous les nuages de points sont présentés en annexe.

➡ Phase 2 – Calcul des valeurs médianes

Pour chaque classe de vitesse de vent, la valeur médiane des descripteurs du niveau sonore est calculée. Cette valeur est associée ensuite à la moyenne arithmétique des vitesses de vent contenues dans cette même classe. Pour chaque classe, un nouveau couple de données est alors établi.

➡ Phase 3 – Calcul des indicateurs de bruit pour une vitesse de vent entière

Sur la base des couples de données précédemment déterminés, les niveaux sonores recentrés sur la vitesse de vent entière sont ensuite calculés.

📄 *Dans le cas où la valeur médiane calculée n'est pas cohérente pour une vitesse de vent, le résultat est extrapolé ou corrigé en fonction de la tendance statistique du nuage de points et de notre retour d'expérience.*

5.3.3 NIVEAUX SONORES RESIDUELS

Les tableaux suivants présentent les niveaux sonores du bruit résiduel, pour chaque classe homogène. La norme NF S 31-010 stipule dans les principes méthodologiques que le « résultat final des mesures doit-être arrondi au demi-décibel le plus proche dans tous les cas, hors procédure de calibrage ».

Classe Homogène 1									
Diurne/7h-22h/0°-360°									
Emplacement	R	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
Caranloup	1	44,0	46,5	46,5	47,5	50,0	51,0	52,5	53,0
L'Angle	2	40,0	41,0	42,5	43,0	45,0	46,5	49,0	53,5
Le Clezio	3	38,0	41,0	42,0	42,0	44,0	46,0	49,0	52,5
La Ville Gourdan	4	39,0	41,5	43,0	43,0	45,5	47,5	49,5	52,0
La Chapelle ès Brières	5	41,0	44,0	45,0	45,0	46,0	47,5	48,5	51,0

Tableau 6 : Bruit résiduel – Classe homogène 1

Classe Homogène 2									
Nocturne/22h-7h/0°-360°									
Emplacement	R	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
Caranloup	1	30,0	33,5	35,5	37,0	43,5	45,5	47,0	50,0
L'Angle	2	25,5	30,5	32,5	34,5	39,5	43,0	48,0	53,0
Le Clezio	3	29,0	31,0	32,5	34,5	40,0	43,5	45,0	46,5
La Ville Gourdan	4	25,5	29,5	33,0	34,0	41,0	47,0	49,5	52,0
La Chapelle ès Brières	5	30,0	32,0	33,5	35,0	38,5	40,5	42,5	44,0

Tableau 7 : Bruit résiduel – Classe homogène 2

- Les incertitudes associées aux niveaux sonores résiduels mesurés sont présentées en annexe.

6 EVALUATION DE L'IMPACT SONORE DU PROJET

6.1 MODELISATION DE L'AIRE D'ETUDE

6.1.1 PRINCIPE DE LA SIMULATION

Afin d'évaluer le bruit particulier prévisionnel généré par le projet de parc éolien, l'aire d'étude est modélisée à l'aide du logiciel CadnaA. La modélisation permet de calculer les niveaux sonores prévisionnels en simulant l'impact sonore du futur parc éolien. Les calculs ont été réalisés selon la norme ISO 9613-2 « Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre – Partie 2 : Méthode générale de calcul ». Concernant l'émission sonore des éoliennes, elle repose sur les données fournies par le turbinier.

Pour le calcul de la propagation des ondes acoustiques, tous les obstacles ont été modélisés (principalement les bâtiments, les boisements et le relief du terrain) à partir de fichiers fournis et des observations effectuées lors des visites du site. Le détail des paramètres de calcul est présenté en annexe.

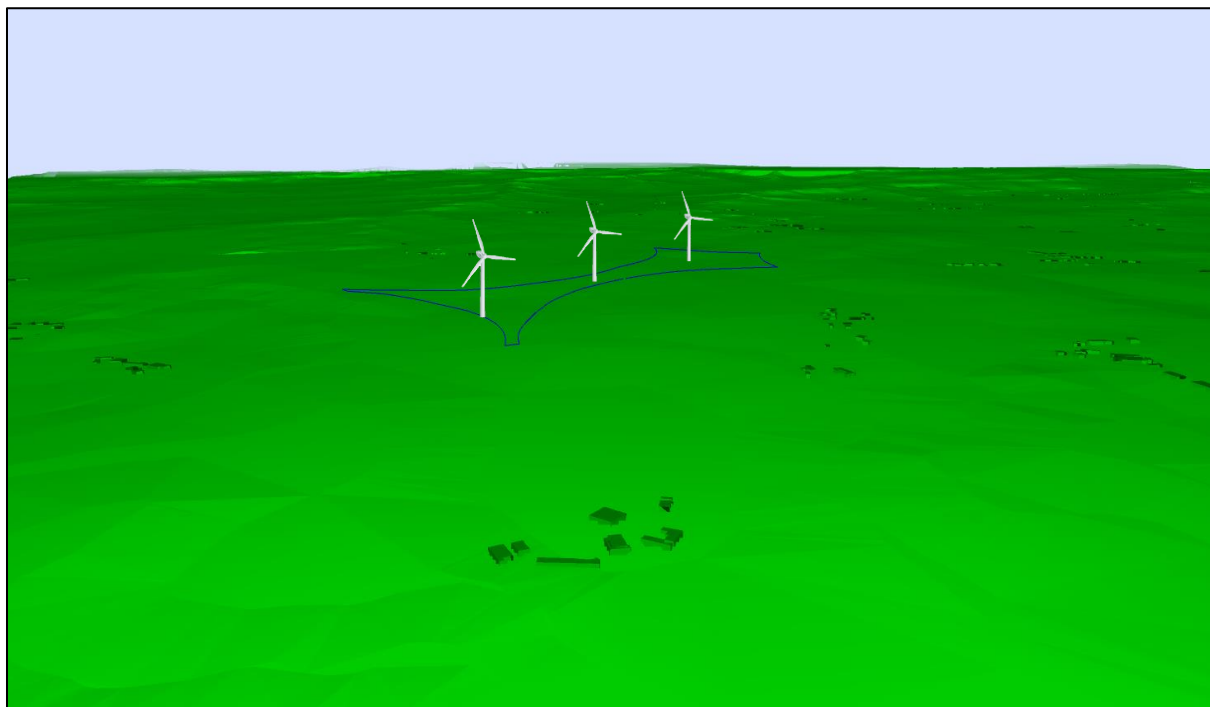


Figure 7 : Vue en 3D du projet

- Conformément à la norme ISO 9613-2, tous les calculs sont réalisés dans des conditions de propagation par vent portant, indépendamment de la direction du vent (présentant ainsi les résultats de calcul du bruit particulier les plus élevés).

6.1.2 IMPLANTATION DU PROJET

Le projet de parc éolien est composé de 3 éoliennes dont les coordonnées sont reportées dans le tableau ci-après :

	Coordonnées (Lambert 93)		Commune
	X	Y	
E1	278227	6772264	Guégon (56)
E2	278518	6772637	Guégon (56)
E3	278803	6772904	Guégon (56)

Tableau 8 : Coordonnées des éoliennes

La figure ci-après présente la localisation de chacune des éoliennes :

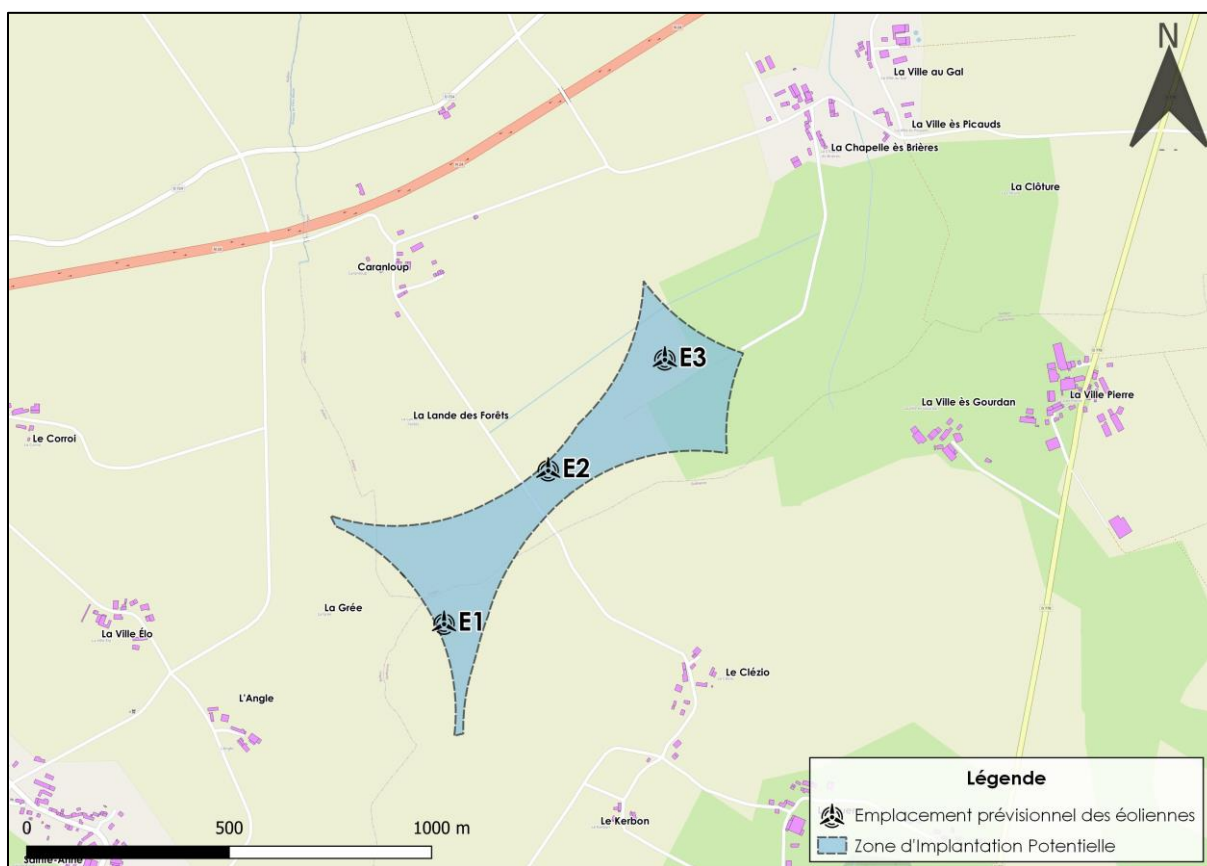


Figure 8 : Localisation de l' emplacement prévisionnel des éoliennes

6.1.3 LOCALISATION DES EMPLACEMENTS DE CALCUL

Les emplacements retenus pour l'évaluation des niveaux sonores prévisionnels correspondent aux zones habitées et urbanisables potentiellement les plus impactées par le projet de parc éolien.

Ces emplacements correspondent majoritairement aux habitations retenues pour la campagne de mesure du bruit résiduel. Cependant, lorsque ces derniers ne sont pas les plus impactés par le projet éolien, au vu des contraintes rencontrées sur site mais aussi de l'implantation finale des éoliennes, l'évaluation de l'impact sonore prévisionnel est ensuite réalisée systématiquement aux emplacements les plus exposés et correspondant aux lieux de vie habituels des riverains (jardins ou façades des habitations les plus exposées). Cette démarche s'inscrit dans un souci de protection des riverains.

Dans le cas de la présente étude et au vu de l'implantation définitive des éoliennes, certaines habitations ou certaines façades de bâtiments sont plus impactées que les emplacements de mesure retenus. Les calculs ont été réalisés systématiquement à l'emplacement le plus impacté par le projet de parc éolien.

La figure ci-après présente la localisation des emplacements de contrôle :

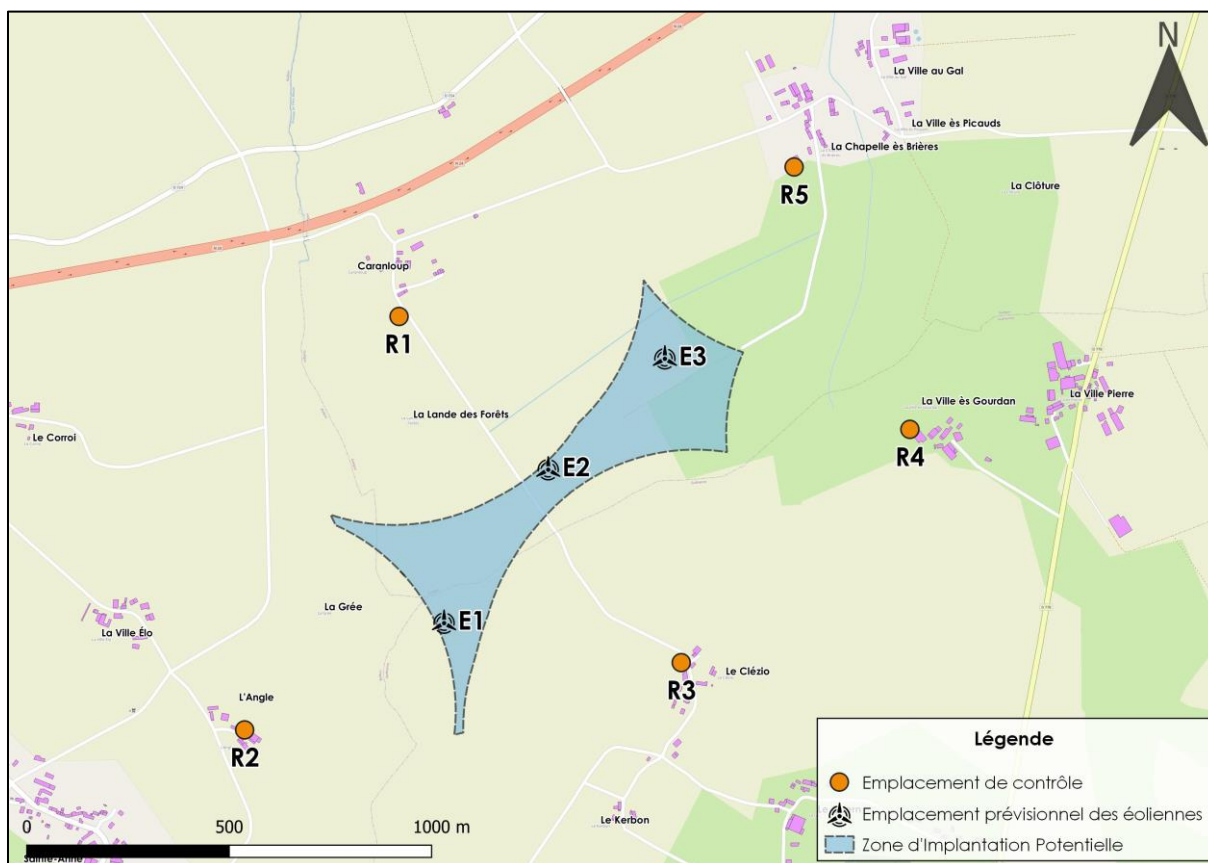


Figure 9 : Localisation des emplacements de calcul

Le tableau ci-après présente la distance à l'éolienne la plus proche pour chaque point de contrôle :

Emplacement	R	Distance à l'éolienne la plus proche (en km)
Caranloup	1	0,52 (E2)
L'Angle	2	0,55 (E1)
Le Clezio	3	0,58 (E2)
La Ville Gourdan	4	0,67 (E3)
La Chapelle ès Brières	5	0,60 (E3)

Tableau 9 : Distance entre les points de calcul et l'éolienne la plus proche

6.2 CARACTERISTIQUES ACOUSTIQUES DES EOLIENNES

L'impact sonore du projet est calculé en considérant le modèle **NORDEX N149**, développant une puissance de **5,7 MW**, pour une hauteur de nacelle de 106 mètres.

La puissance acoustique des éoliennes varie en fonction de la vitesse de rotation des pales et donc de la vitesse du vent à hauteur de moyeu.

Le tableau suivant présente les niveaux de puissance acoustique selon la vitesse de vent pour une hauteur standardisée à 10 m (V_s). Les caractéristiques acoustiques des éoliennes sont issues des documentations fournies par le constructeur.

V_s (en m/s)	3	4	5	6	7	8	9	10
Mode 0	94,0	95,2	99,8	104,2	105,6	105,6	105,6	105,6

Tableau 10 : Puissance acoustique en mode standard

D'autres modes de fonctionnement sont également proposés. Toutes les éoliennes disponibles sur le marché français peuvent être paramétrées pour fonctionner selon différents modes afin de réguler leurs émissions acoustiques (parallèlement à leur production) par freinage du rotor lorsque se présentent des conditions de vitesse et de direction de vent reconnues comme défavorables, permettant ainsi d'établir des modes de fonctionnement optimisés rendant les projets éoliens conformes à la réglementation acoustique en vigueur.

Le tableau ci-après présente le niveau de puissance acoustique pour chaque mode réduit disponible pour le modèle étudié :

V _s (en m/s)	3	4	5	6	7	8	9	10
Mode1	94,0	95,2	99,8	104,2	105,2	105,2	105,2	105,2
Mode2	94,0	95,2	99,8	104,1	104,8	104,8	104,8	104,8
Mode3	94,0	95,2	99,8	104,0	104,4	104,4	104,4	104,4
Mode4	94,0	95,2	99,8	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0
Mode5	94,0	95,2	99,8	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5
Mode6	94,0	95,2	99,8	103,0	103,0	103,0	103,0	103,0
Mode7	94,0	95,2	99,8	102,5	102,5	102,5	102,5	102,5
Mode8	94,0	95,2	99,8	102,0	102,0	102,0	102,0	102,0
Mode9	94,0	95,2	99,8	101,5	101,5	101,5	101,5	101,5
Mode10	94,0	95,2	99,1	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5
Mode11	94,0	95,2	98,6	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0
Mode12	94,0	95,2	98,1	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5
Mode13	94,0	95,2	97,7	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0
Mode14	94,0	95,2	97,2	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5
Mode15	94,0	95,2	96,7	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0
Mode16	94,0	95,2	96,2	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5
Mode17	94,0	95,0	95,7	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0
Mode18	94,0	94,7	95,2	95,5	95,5	95,5	95,5	95,5

Tableau 11 : Puissance acoustique pour les modes réduits

- Les valeurs présentées dans ces tableaux sont données en niveaux globaux (dB(A)). Pour la réalisation des calculs, les valeurs par bandes de fréquences issues de la documentation du constructeur ont été utilisées.

6.3 CALCUL PREVISIONNEL DU BRUIT PARTICULIER

Le calcul du bruit particulier permet d'évaluer les niveaux sonores prévisionnels générés par le projet de parc éolien. Le bruit particulier correspond au seul bruit du futur parc éolien, sans prendre en considération le bruit actuel (bruit résiduel).

Le tableau suivant présente les niveaux prévisionnels du bruit particulier :

Bruit particulier en dB(A)									
Emplacement	R	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
Caranloup	1	31,0	32,2	36,8	41,2	42,6	42,6	42,6	42,6
L'Angle	2	29,6	30,8	35,4	39,8	41,2	41,2	41,2	41,2
Le Clezio	3	30,2	31,4	36,0	40,4	41,8	41,8	41,8	41,8
La Ville Gourdan	4	25,9	27,1	31,7	36,1	37,5	37,5	37,5	37,5
La Chapelle ès Brières	5	28,7	29,9	34,5	38,9	40,3	40,3	40,3	40,3

Tableau 12 : Bruit particulier prévisionnel

- Les cartes du bruit particulier sont disponibles en annexe du présent rapport.
- Le bruit particulier est considéré comme identique pour toutes les classes homogènes.

6.4 CALCUL DES EMERGENCES PREVISIONNELLES

Les tableaux suivants présentent les émergences globales prévisionnelles pour chaque point et pour chaque classe homogène étudiée.

Légende des tableaux d'émergence :

- « Rés » : Bruit résiduel mesuré (résultat arrondi au ½ dB le plus proche, conformément à la norme NF S 31-010)
- « Par » : Bruit particulier calculé
- « Amb » : Bruit ambiant = bruit résiduel + bruit particulier (résultat arrondi au ½ dB le plus proche selon la norme NF S 31-010)
- « E » : Emergence = Bruit ambiant – Bruit résiduel
- « C » : Conformité selon la formule d'émergence
 - ■ : pas de dépassement des seuils admissibles réglementaires d'émergence ou niveau de bruit ambiant inférieur à 35 dB(A).
 - ■ : dépassement probable des seuils admissibles réglementaires d'émergence. Le nombre affiché correspond à la réduction (en dB(A)) à apporter pour que l'impact sonore du parc éolien respecte les exigences.

Classe Homogène 1		Emergences en mode de fonctionnement nominal																																							
Diurne/7h-22h/0°-360°																																									
Emplacement	#	3 m/s					4 m/s					5 m/s					6 m/s					7 m/s					8 m/s					9 m/s					10 m/s				
		Rés	Par	Amb	E	C	Rés	Par	Amb	E	C	Rés	Par	Amb	E	C	Rés	Par	Amb	E	C	Rés	Par	Amb	E	C	Rés	Par	Amb	E	C	Rés	Par	Amb	E	C					
Caranloup	1	44,0	31,0	44,0	0,0		46,3	32,2	46,5	0,0		46,6	36,8	47,0	0,5		47,7	41,2	48,5	1,0		50,2	42,6	51,0	1,0		51,2	42,6	52,0	1,0		52,6	42,6	53,0	0,5		52,8	42,6	53,0	0,0	
L'Angle	2	39,9	29,6	40,5	0,5		41,2	30,8	41,5	0,5		42,5	35,4	43,0	0,5		42,9	39,8	44,5	1,5		45,0	41,2	46,5	1,5		46,3	41,2	47,5	1,0		49,0	41,2	49,5	0,5		53,7	41,2	54,0	0,5	
Le Clezio	3	38,2	30,2	39,0	1,0		40,8	31,4	41,0	0,0		42,0	36,0	43,0	1,0		42,1	40,4	44,5	2,5		43,9	41,8	46,0	2,0		46,1	41,8	47,5	1,5		48,8	41,8	49,5	0,5		52,6	41,8	53,0	0,5	
La Ville Gourdan	4	39,0	25,9	39,0	0,0		41,4	27,1	41,5	0,0		43,0	31,7	43,5	0,5		43,1	36,1	44,0	1,0		45,3	37,5	46,0	0,5		47,5	37,5	48,0	0,5		49,7	37,5	50,0	0,5		52,1	37,5	52,5	0,5	
La Chapelle ès Brières	5	40,9	28,7	41,0	0,0		43,9	29,9	44,0	0,0		45,0	34,5	45,5	0,5		45,0	38,9	46,0	1,0		46,0	40,3	47,0	1,0		47,3	40,3	48,0	0,5		48,4	40,3	49,0	0,5		51,2	40,3	51,5	0,5	

Tableau 13 : Emergences prévisionnelles - CH1

Classe Homogène 2		Emergences en mode de fonctionnement nominal																																							
Nocturne/22h-7h/0°-360°																																									
Emplacement	#	3 m/s					4 m/s					5 m/s					6 m/s					7 m/s					8 m/s					9 m/s					10 m/s				
		Rés	Par	Amb	E	C	Rés	Par	Amb	E	C	Rés	Par	Amb	E	C	Rés	Par	Amb	E	C	Rés	Par	Amb	E	C	Rés	Par	Amb	E	C	Rés	Par	Amb	E	C					
Caranloup	1	30,2	31,0	33,5	3,5		33,4	32,2	36,0	2,5		35,6	36,8	39,0	3,5	0,5	37,2	41,2	42,5	5,5	2,5	43,4	42,6	46,0	2,5		45,6	42,6	47,5	2,0		47,1	42,6	48,5	1,5		50,1	42,6	51,0	1,0	
L'Angle	2	25,5	29,6	31,0	5,5		30,4	30,8	33,5	3,0		32,5	35,4	37,0	4,5	1,5	34,4	39,8	41,0	6,5	3,5	39,3	41,2	43,5	4,0	1,0	42,9	41,2	45,0	2,0		48,0	41,2	49,0	1,0		53,0	41,2	53,5	0,5	
Le Clezio	3	29,2	30,2	32,5	3,5		31,1	31,4	34,5	3,5		32,7	36,0	37,5	5,0	2,0	34,7	40,4	41,5	7,0	4,0	39,9	41,8	44,0	4,0	1,0	43,7	41,8	46,0	2,5		45,0	41,8	46,5	1,5		46,6	41,8	48,0	1,5	
La Ville Gourdan	4	25,6	25,9	29,0	3,5		29,7	27,1	31,5	2,0		32,9	31,7	35,5	2,5		33,8	36,1	38,0	4,0	1,0	41,1	37,5	42,5	1,5		46,9	37,5	47,5	0,5		49,5	37,5	50,0	0,5		52,2	37,5	52,5	0,5	
La Chapelle ès Brières	5	30,0	28,7	32,5	2,5		31,9	29,9	34,0	2,0		33,4	34,5	37,0	3,5	0,5	34,9	38,9	40,5	5,5	2,5	38,6	40,3	42,5	4,0	1,0	40,7	40,3	43,5	3,0		42,4	40,3	44,5	2,0		43,8	40,3	45,5	1,5	

Tableau 14 : Emergences prévisionnelles – CH2

6.5 OPTIMISATION DU FONCTIONNEMENT DU PARC EOLIEN

Le calcul des émergences prévisionnelles permet d'identifier un risque de dépassement des seuils réglementaires en période nocturne dans certaines configurations de fonctionnement en mode nominal. Par conséquent, ECHO Acoustique propose la mise en œuvre de plans de fonctionnement optimisés réduisant l'impact acoustique du parc éolien en vue de respecter les seuils réglementaires.

Les plans d'optimisation proposés sont les suivants :

Classe Homogène 1			Plan d'optimisation					
Diurne/7h-22h/0°-360°								
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
E1	Mode 0	Mode 0	Mode 0	Mode 0	Mode 0	Mode 0	Mode 0	Mode 0
E2	Mode 0	Mode 0	Mode 0	Mode 0	Mode 0	Mode 0	Mode 0	Mode 0
E3	Mode 0	Mode 0	Mode 0	Mode 0	Mode 0	Mode 0	Mode 0	Mode 0

Tableau 15 : Plan d'optimisation - CH1

Classe Homogène 2		Plan d'optimisation						
Nocturne/22h-7h/0°-360°								
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
E1	Mode 0	Mode 0	Mode 16	Mode 12	Mode 3	Mode 0	Mode 0	Mode 0
E2	Mode 0	Mode 0	Mode 15	Mode 12	Mode 3	Mode 0	Mode 0	Mode 0
E3	Mode 0	Mode 0	Mode 14	Mode 11	Mode 4	Mode 0	Mode 0	Mode 0

Tableau 16 : Plan d'optimisation – CH2

Avec :

- = Mode de fonctionnement nominal
- = Modes de fonctionnements réduits
- = Arrêt de l'éolienne

Il est important de noter que différents plans d'optimisation peuvent être déterminés afin de respecter les exigences réglementaires. Les plans d'optimisation présentés devront être ajustés suite aux résultats de l'étude acoustique de réception qui sera réalisée après la mise en service du parc éolien.

6.6 EMERGENCES PREVISIONNELLES APRES MISE EN ŒUVRE DES PLANS D'OPTIMISATION

Les tableaux suivants présentent les émergences globales prévisionnelles pour chaque point et chaque classe homogène étudiée, après mise en œuvre des plans d'optimisation du fonctionnement du parc éolien.

Légende des tableaux d'émergence :

- « Rés » : Bruit résiduel mesuré (résultat arrondi au ½ dB le plus proche, conformément à la norme NF S 31-010)
- « Par » : Bruit particulier calculé après optimisation du fonctionnement du parc éolien
- « Amb » : Bruit ambiant = bruit résiduel + bruit particulier (résultat arrondi au ½ dB le plus proche selon la norme NF S 31-010)
- « E » : Emergence = Bruit ambiant – Bruit résiduel
- « C » : Conformité selon la formule d'émergence
 - ■ : pas de dépassement des seuils admissibles réglementaires d'émergence ou niveau de bruit ambiant inférieur à 35 dB(A).

Classe Homogène 1		Emergences après mise en œuvre du plan d'optimisation																																							
Diurne/7h-22h/0°-360°																																									
Emplacement	#	3 m/s					4 m/s					5 m/s					6 m/s					7 m/s					8 m/s					9 m/s					10 m/s				
		Rés	Par	Amb	E	C	Rés	Par	Amb	E	C	Rés	Par	Amb	E	C	Rés	Par	Amb	E	C	Rés	Par	Amb	E	C	Rés	Par	Amb	E	C	Rés	Par	Amb	E	C					
Caranloup	1	44,0	31,0	44,0	0,0		46,3	32,2	46,5	0,0		46,6	36,8	47,0	0,5		47,7	41,2	48,5	1,0		50,2	42,6	51,0	1,0		51,2	42,6	52,0	1,0		52,6	42,6	53,0	0,5		52,8	42,6	53,0	0,0	
L'Angle	2	39,9	29,6	40,5	0,5		41,2	30,8	41,5	0,5		42,5	35,4	43,0	0,5		42,9	39,8	44,5	1,5		45,0	41,2	46,5	1,5		46,3	41,2	47,5	1,0		49,0	41,2	49,5	0,5		53,7	41,2	54,0	0,5	
Le Clezio	3	38,2	30,2	39,0	1,0		40,8	31,4	41,0	0,0		42,0	36,0	43,0	1,0		42,1	40,4	44,5	2,5		43,9	41,8	46,0	2,0		46,1	41,8	47,5	1,5		48,8	41,8	49,5	0,5		52,6	41,8	53,0	0,5	
La Ville Gourdan	4	39,0	25,9	39,0	0,0		41,4	27,1	41,5	0,0		43,0	31,7	43,5	0,5		43,1	36,1	44,0	1,0		45,3	37,5	46,0	0,5		47,5	37,5	48,0	0,5		49,7	37,5	50,0	0,5		52,1	37,5	52,5	0,5	
La Chapelle ès Brières	5	40,9	28,7	41,0	0,0		43,9	29,9	44,0	0,0		45,0	34,5	45,5	0,5		45,0	38,9	46,0	1,0		46,0	40,3	47,0	1,0		47,3	40,3	48,0	0,5		48,4	40,3	49,0	0,5		51,2	40,3	51,5	0,5	

Tableau 17 : Emergences prévisionnelles après optimisation - CH1

Classe Homogène 2		Emergences après mise en œuvre du plan d'optimisation																																							
Nocturne/22h-7h/0°-360°																																									
Emplacement	#	3 m/s					4 m/s					5 m/s					6 m/s					7 m/s					8 m/s					9 m/s					10 m/s				
		Rés	Par	Amb	E	C	Rés	Par	Amb	E	C	Rés	Par	Amb	E	C	Rés	Par	Amb	E	C	Rés	Par	Amb	E	C	Rés	Par	Amb	E	C	Rés	Par	Amb	E	C					
Caranloup	1	30,2	31,0	33,5	3,5		33,4	32,2	36,0	2,5		35,6	33,8	38,0	2,5		37,2	35,6	39,5	2,5		43,4	41,3	45,5	2,0		45,6	42,6	47,5	2,0		47,1	42,6	48,5	1,5		50,1	42,6	51,0	1,0	
L'Angle	2	25,5	29,6	31,0	5,5		30,4	30,8	33,5	3,0		32,5	31,9	35,0	2,5		34,4	34,1	37,5	3,0		39,3	40,0	42,5	3,0		42,9	41,2	45,0	2,0		48,0	41,2	49,0	1,0		53,0	41,2	53,5	0,5	
Le Clezio	3	29,2	30,2	32,5	3,5		31,1	31,4	34,5	3,5		32,7	32,7	35,5	3,0		34,7	34,8	37,5	3,0		39,9	40,5	43,0	3,0		43,7	41,8	46,0	2,5		45,0	41,8	46,5	1,5		46,6	41,8	48,0	1,5	
La Ville Gourdan	4	25,6	25,9	29,0	3,5		29,7	27,1	31,5	2,0		32,9	28,9	34,5	1,5		33,8	30,7	35,5	1,5		41,1	36,0	42,5	1,5		46,9	37,5	47,5	0,5		49,5	37,5	50,0	0,5		52,2	37,5	52,5	0,5	
La Chapelle ès Brières	5	30,0	28,7	32,5	2,5		31,9	29,9	34,0	2,0		33,4	31,8	35,5	2,0		34,9	33,6	37,5	2,5		38,6	38,8	41,5	3,0		40,7	40,3	43,5	3,0		42,4	40,3	44,5	2,0		43,8	40,3	45,5	1,5	

Tableau 18 : Emergences prévisionnelles après optimisation – CH2

6.7 NIVEAUX SONORES EN LIMITE DE PERIMETRE DE MESURE DU BRUIT

L'arrêté du 22 juin 2020 fixe les seuils maximum du bruit ambiant à 70 dB(A) en période diurne et 60 dB(A) en période nocturne. Ces valeurs correspondent à n'importe quel point du périmètre de mesure du bruit défini comme étant le plus petit polygone convexe dans lequel sont inscrits les disques centrés sur chaque aérogénérateur et de rayon R.

Pour la variante étudiée, ce rayon est de 209,4 m.

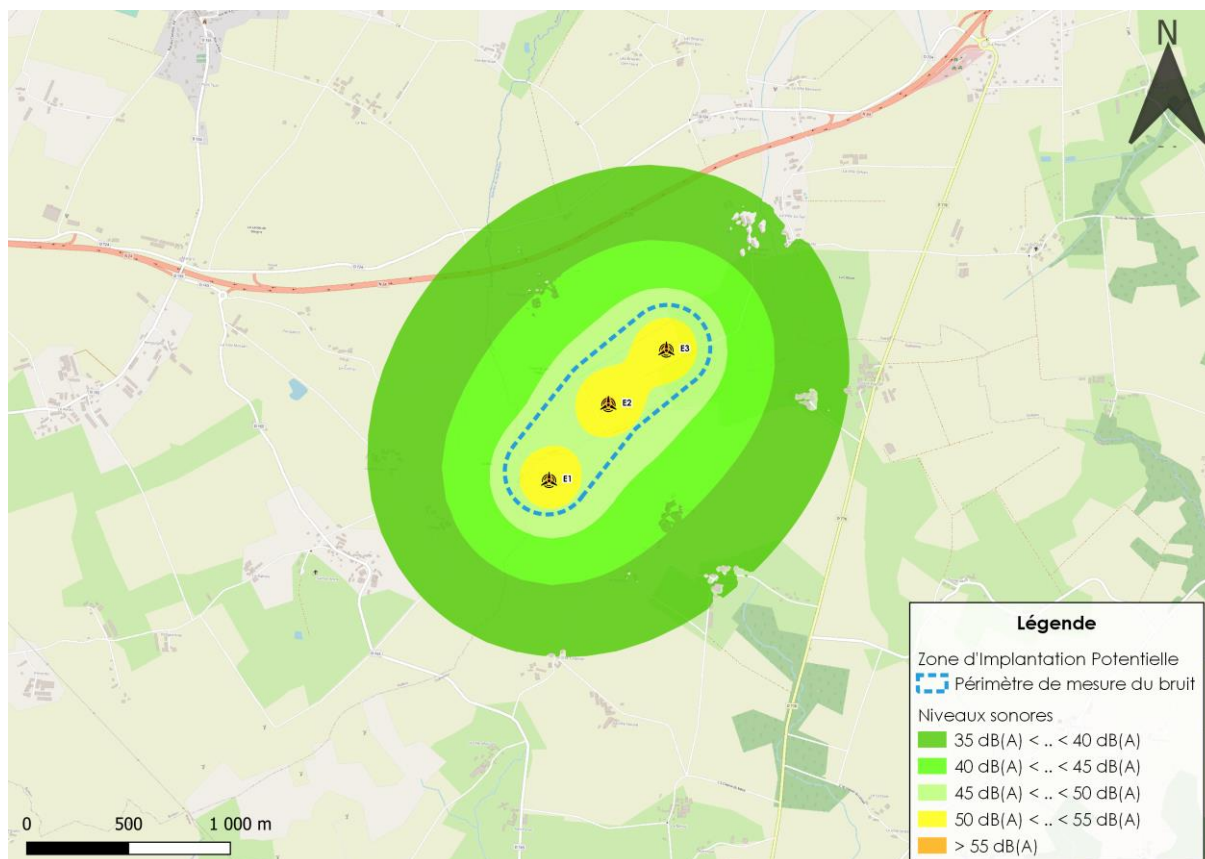


Figure 10 : Périmètre de mesure du bruit

Pour les vitesses de vent les plus élevées, l'étude du bruit particulier met en avant que les niveaux sonores maximum au périmètre de mesure du bruit sont de l'ordre de 50,0 dB(A). Le niveau de bruit résiduel retenu pour le calcul du bruit ambiant au périmètre de mesure du bruit est la valeur du bruit résiduel la plus élevée (toutes classes homogènes et tous riverains confondus), soit 53,5 dB(A) en période diurne et 53,0 dB(A) en période nocturne. Le tableau suivant présente les résultats et la conformité vis-à-vis des niveaux sonores en limite de périmètre de mesure du bruit. Les valeurs sont exprimées en dB(A) et arrondies à la valeur supérieure.

Période	Br. Résiduel	Br. Particulier	Br. Ambiant	Seuil	Dépassement
Diurne	53,5	50,0	55,5	70,0	Non
Nocturne	53,0	50,0	55,0	60,0	Non

Tableau 19 : Périmètre de mesure du bruit

6.8 TONALITES MARQUEES

Conformément à la réglementation, le futur parc éolien ne doit pas être à l'origine de tonalités marquées sur une période dépassant 30 % de sa durée de fonctionnement.

L'évaluation des tonalités marquées potentielles est effectuée d'après l'analyse des niveaux de puissances acoustiques par bandes de tiers d'octave mis à disposition par les turbiniers. Il est ainsi convenu que si aucune tonalité marquée n'est identifiée dans le spectre de puissance acoustique, alors aucune tonalité marquée ne sera constatée au voisinage du parc.

Le graphique suivant présente la puissance acoustique de l'éolienne par bandes de fréquences, pour les vitesses comprises entre 4m/s et 10 m/s (vitesses à hauteur de moyeu).

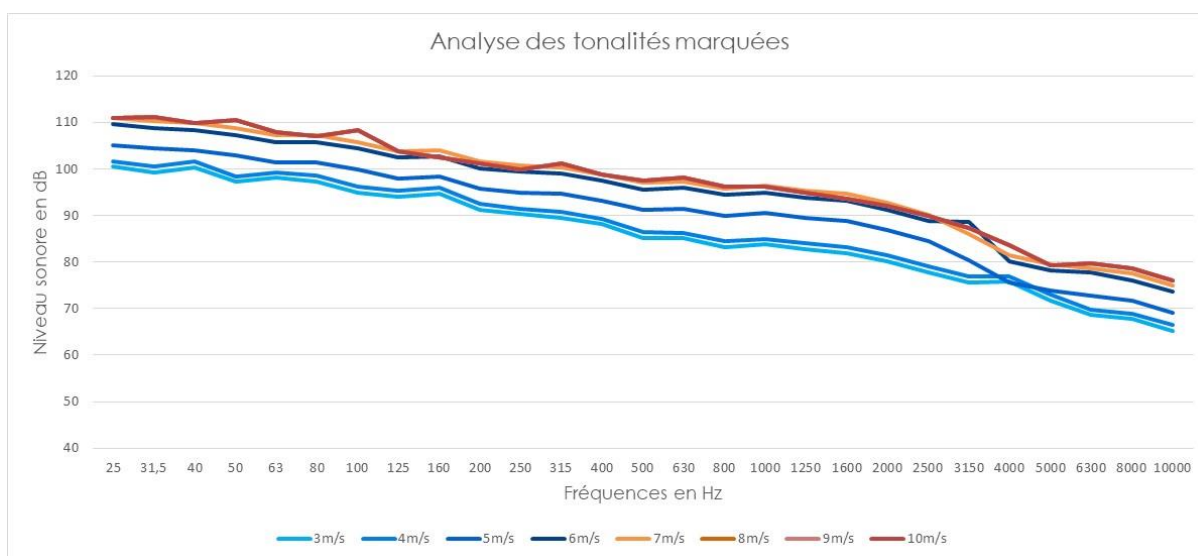


Figure 11 : Puissance acoustique par bandes de tiers d'octave

La réglementation décrit la méthode d'analyse des tonalités marquées selon la méthode donnée par la Norme NF S 31-010, en comparant chaque bande de tiers d'octave aux deux bandes inférieures et aux deux bandes supérieures. Une tonalité marquée est constatée si l'écart est supérieur de 10 dB ou 5 dB selon la bande de fréquence, dans les deux cas. Elle se traduirait sur le graphique précédent par un « pic » très marqué à une fréquence donnée.

L'analyse du graphique précédent permet de conclure qu'aucune tonalité marquée n'est identifiable. Ce critère est donc conforme aux exigences réglementaires.

6.9 EVALUATION DE L'IMPACT ACOUSTIQUE CUMULE

Ce paragraphe a pour objectif d'évaluer l'impact sonore cumulé du projet de parc éolien avec celui des parcs éoliens les plus proches, existants ou en projet. Selon les informations fournies par SAB Energies renouvelables, cette analyse concerne les parcs éoliens suivants :

- Projet de parc éolien de Kerlan Guégon, composé de 3 éoliennes de type N149 5.7MW STE avec une hauteur de moyeu de 105 mètres,
- Parc éolien de Guégon, composé de 5 éoliennes de type MM92 2.05MW et une hauteur max en bout de pale de 126 mètres,
- Parc éolien de Bignan, Guéhenno, Buléon, composé de 6 éoliennes de type WWD-1-64 1MW,
- Parc éolien de Radenac, composé de 4 éoliennes de type MM92 2.05MW et une hauteur max en bout de pale de 148 mètres,
- Parc éolien de Saint-Allouestre, composé de 4 éoliennes de type E70 2.3MW et une hauteur max en bout de pale de 121mètres,
- Parc éolien de Lanouée, composé de 4 éoliennes de type MM92 2.05MW et une hauteur max en bout de pale de 146 mètres,
- Parc éolien de Lizio, Saint Servant Sur Oust, composé de 6 éoliennes de type E82 2.0MW et une hauteur max en bout de pale de 143 mètres,
- Parc éolien de Cruguel, composé de 6 éoliennes de type V80 2.0MW et une hauteur max en bout de pale de 120 mètres,
- Parc éolien de Moréac, composé de 8 éoliennes de type G90 2.0MW et une hauteur max en bout de pale de 123 mètres,
- Parc éolien de Lanouée 2, composé de 16 éoliennes en construction et une hauteur max en bout de pale de 185 mètres,

D'autres parcs éoliens (en exploitation ou en projet) sont situés à plus de 10 km de l'aire d'étude. Compte tenu des distances mises en jeu, il est considéré que l'impact cumulé avec ces parcs est inexistant.

Afin d'évaluer l'impact cumulé, des calculs ont été réalisés dans des conditions majorantes :

- Puissance acoustique maximale pour toutes éoliennes en mode nominal.
- Conditions de propagation par vent portant dans toutes les directions.

La carte suivante représente les niveaux sonores prévisionnels du bruit particulier, jusqu'à 30 dB(A) :

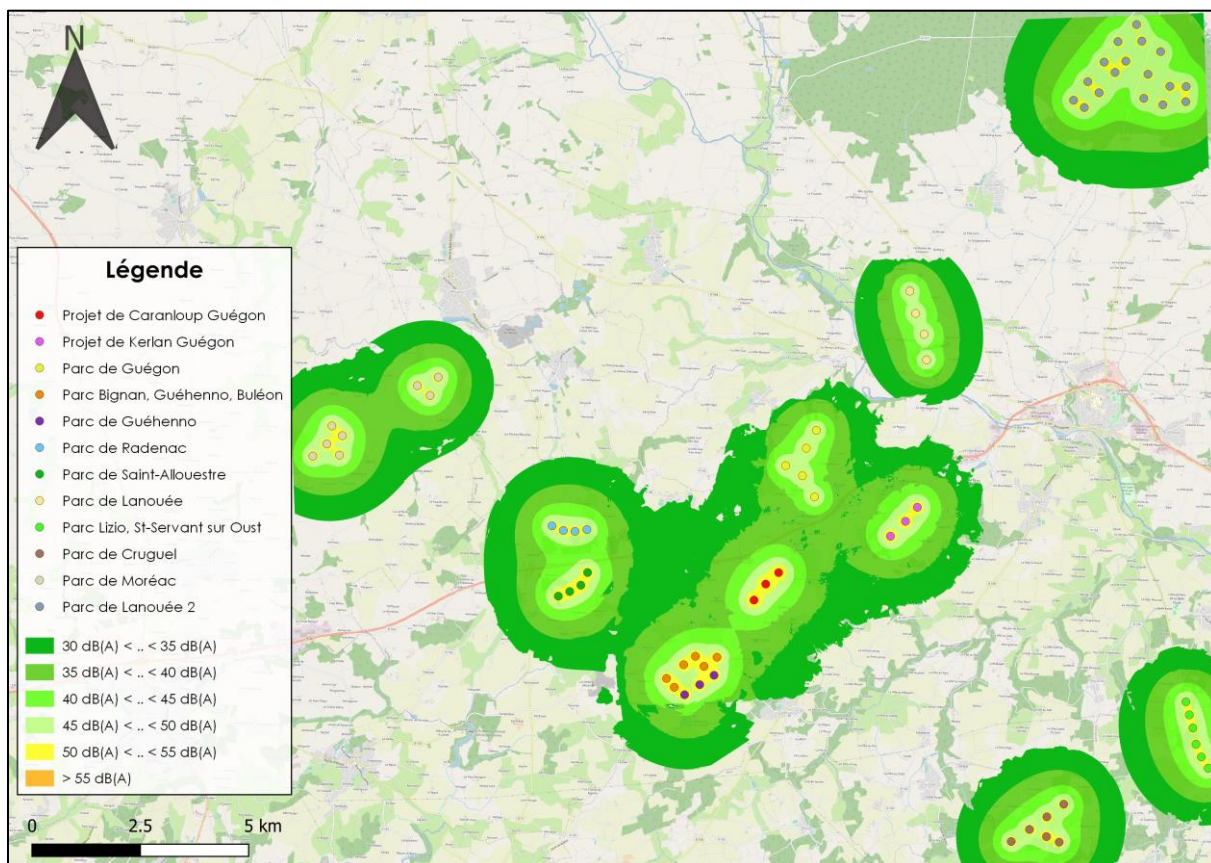


Figure 12 : Carte du bruit particulier – impacts cumulés

Le tableau suivant présente la contribution de chacun des parcs, pour les vitesses de vent maximales. Ces calculs ont été réalisés par simulation à l'aide du logiciel CadnaA, pour des conditions modérées de propagation par vent portant dans toutes les directions (en accord avec la norme de calcul ISO 9613-2) et en considérant que les éoliennes fonctionnent en mode nominal sans aucun bridage du fonctionnement.

Cette hypothèse représente des conditions théoriques majorantes puisqu'en pratique les conditions de vent ne peuvent être favorables à la propagation des ondes sonores pour l'ensemble des parcs éoliens. De même, le niveau de puissance acoustique maximal pour chaque éolienne est pris en considération.

Le tableau suivant présente le calcul prévisionnel de l'impact cumulé :

Contribution sonore	Pt 1	Pt 2	Pt 3	Pt 4	Pt 5
Projet de Caranloup Guégon (A)	44,4	42,5	42,9	38,9	41,9
Projet de Kerlan Guégon (B)	18,8	16,2	14,7	13,5	12,8
Parc de Guégon (C)	12,9	17,5	19,2	22,7	15,3
Parc Bignan, Guéhenno, Buléon (D)	23,1	15,9	25	17,2	20
Parc de Guéhenno (E)	19,1	11,2	21,3	13,5	16,4
Parc de Radenac (F)	8,4	2,3	10,7	7,2	12,5
Parc de Saint-Allouestre (G)	13	3,9	13,3	9,1	12,6
Parc de Lanouée (H)	2,3	4,4	5,7	7,3	0,5
Parc de Lizio, St-Servant Sur Oust (I)	0	0	0	0	0,5
Parc de Cruguel (J)	2,1	2,3	0,7	4	2,8
Parc de Moréac (K)	1,2	0,4	3,5	0,9	1,6
Parc de Lanouée 2 (L)	0	0	0	0,3	0
Cumul	44,5	42,5	43,0	39,0	42,0
Cumul parcs voisins	26,2	22,1	27,8	24,9	23,8
Parc le plus contributeur	A	A	A	A	A
Ecart (cumul – cumul parcs voisins)	18,3	20,5	15,2	14,2	18,2

Tableau 20 : Calcul de l'impact cumulé

Le tableau précédent met en évidence que pour chacun des points étudiés, le niveau de bruit particulier calculé est identique à 0,1 dB(A) entre le bruit du seul projet de Caranloup Guégon et le bruit cumulé considérant l'ensemble des parcs éoliens.

Par conséquent pour ces emplacements, le projet de Caranloup Guégon (A)) est le plus contributeur et l'impact cumulé est faible.

7 CONCLUSION GENERALE

La présente étude d'impact acoustique a pour objectif d'évaluer, conformément à la réglementation en vigueur, l'impact acoustique prévisionnel du projet de parc éolien Guégon Caranloup situé sur la commune de Guégon (56).

L'impact sonore du projet est calculé en considérant le modèle *NORDEX N149*, développant une puissance de 5,7 MW, pour une hauteur de nacelle de 105 mètres. De par ses caractéristiques, ce modèle est considéré comme représentatif des modèles actuellement disponibles sur le marché.

Le futur parc éolien sera soumis au régime des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE).

Une campagne de mesure de bruit a été réalisée au mois de février et mars 2020 en vue de caractériser les niveaux sonores résiduels.

Au regard des résultats de l'étude, des méthodes de calcul et des hypothèses retenues, les conclusions de l'étude sont les suivantes :

- Les niveaux sonores résiduels mesurés sont faibles à modérés sur l'ensemble de l'aire d'étude, en périodes diurne et nocturne.
- Le fonctionnement du parc éolien en mode nominal présente un risque de dépassement des seuils réglementaires pour les habitations les plus proches, en période nocturne. La mise en place d'un plan d'optimisation du fonctionnement du parc éolien permettant de réduire l'impact sonore est donc nécessaire.
- Les niveaux sonores prévisionnels calculés en limite de périmètre de mesure du bruit sont conformes aux seuils réglementaires admissibles.
- Aucune tonalité marquée ne sera présente au sens de la réglementation.

En conclusion, il apparaît que les modèles d'éoliennes actuellement sur le marché permettent, grâce à l'utilisation de modes réduits, de limiter l'impact sonore et de respecter les seuils réglementaires admissibles. Dans le cas où un modèle différent de machine serait retenu, de nouvelles simulations d'impact acoustique du projet seraient réalisées afin d'ajuster le plan de bridage proposé.

Conformément aux exigences réglementaires et compte tenu des incertitudes associées aux méthodes normatives d'évaluation de l'impact acoustique du projet, la présente étude d'impact prévisionnelle devra être validée et si nécessaire ajustée en réalisant une campagne de mesure de bruit de réception dans l'année suivant la mise en service de l'installation.

Annexes

ANNEXE 1 - TABLE DES FIGURES

Figure 1 :	Périmètre de mesure du bruit - Calcul du rayon R	8
Figure 2 :	Localisation du projet de parc éolien	10
Figure 3 :	Localisation des mesures du bruit résiduel	14
Figure 4 :	Calcul de la vitesse de vent standardisée à 10m (Vs)	15
Figure 5 :	Roses des vents de long terme (Occurrences et énergie)	16
Figure 6 :	Rose des vents correspondant à la campagne de mesure de bruit (vitesses de vent à hauteur standardisée de 10 m)	17
Figure 7 :	Vue en 3D du projet	21
Figure 8 :	Localisation de l' emplacement prévisionnel des éoliennes	22
Figure 9 :	Localisation des emplacements de calcul	23
Figure 10 :	Périmètre de mesure du bruit	31
Figure 11 :	Puissance acoustique par bandes de tiers d'octave	32
Figure 12 :	Carte du bruit particulier – impacts cumulés	34

ANNEXE 2 - TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Emergences réglementaires admissibles _____	7
Tableau 2 :	Termes correctifs applicables en fonction de la durée d'apparition de la source de bruit _____	8
Tableau 3 :	Tonalités marquées – seuils réglementaires admissibles _____	9
Tableau 4 :	Emplacements retenus pour l'évaluation du bruit résiduel _____	13
Tableau 5 :	Classes homogènes étudiées. _____	18
Tableau 6 :	Bruit résiduel – Classe homogène 1 _____	20
Tableau 7 :	Bruit résiduel – Classe homogène 2 _____	20
Tableau 8 :	Coordonnées des éoliennes _____	22
Tableau 9 :	Distance entre les points de calcul et l'éolienne la plus proche _____	24
Tableau 10 :	Puissance acoustique en mode standard _____	24
Tableau 11 :	Puissance acoustique pour les modes réduits _____	25
Tableau 12 :	Bruit particulier prévisionnel _____	25
Tableau 13 :	Emergences prévisionnelles - CH1 _____	27
Tableau 14 :	Emergences prévisionnelles – CH2 _____	27
Tableau 15 :	Plan d'optimisation - CH1 _____	28
Tableau 16 :	Plan d'optimisation – CH2 _____	28
Tableau 17 :	Emergences prévisionnelles après optimisation - CH1 _____	30
Tableau 18 :	Emergences prévisionnelles après optimisation – CH2 _____	30
Tableau 19 :	Périmètre de mesure du bruit _____	31
Tableau 20 :	Calcul de l'impact cumulé _____	35
Tableau 21 :	Nombre d'échantillons mesurés – classe homogène 1 _____	62
Tableau 22 :	Nombre d'échantillons mesurés – classe homogène 2 _____	62
Tableau 23 :	Gamme de mesure dynamique _____	63
Tableau 24 :	Incertitude associée au bruit résiduel – classe homogène 1 _____	64
Tableau 25 :	Incertitude associée au bruit résiduel – classe homogène 2 _____	64

ANNEXE 3 - NOTIONS ELEMENTAIRES D'ACOUSTIQUE

Les éléments de ce paragraphe sont fournis à titre indicatif et ont pour objectif d'aider le lecteur dans la compréhension du présent rapport.

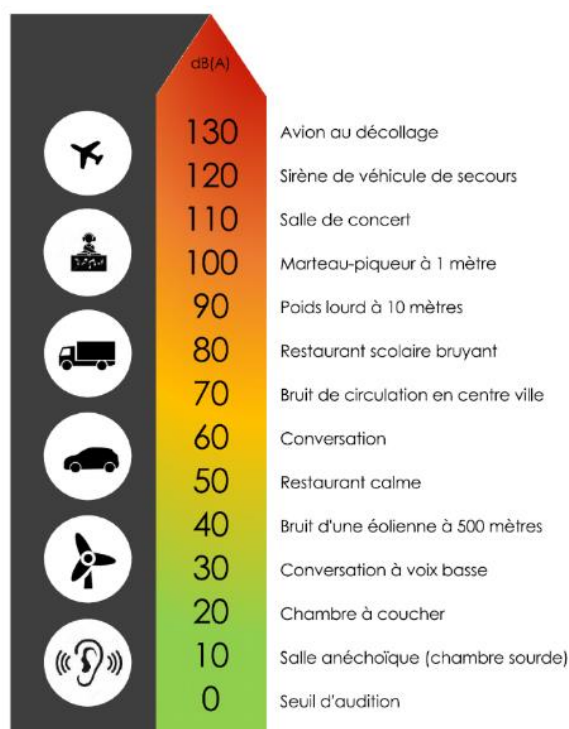
La perception d'un son ou d'un bruit constitue la principale faculté de l'oreille humaine. Pour caractériser un son ou un bruit, deux principaux éléments sont considérés : le niveau sonore et la fréquence (caractérisant la hauteur tonale et le timbre). L'évaluation de ces critères par la mesure ou par le calcul permet d'étudier le caractère gênant d'un bruit. Ce bruit pourra par exemple engendrer une gêne s'il présente une intensité trop importante ou une composition fréquentielle particulière.

Pour évaluer de manière objective ces différents critères, il existe de nombreuses normes de mesurage et textes de lois qu'ECHO Acoustique s'engage à respecter lors de ses interventions.

LE NIVEAU DE BRUIT

Le niveau de bruit caractérise la pression acoustique en un point donné. L'unité légale de pression est le Pascal (Pa). L'oreille humaine est sensible aussi bien à des sons de très faible intensité (quelques μPa) qu'à des sons de forte intensité (plusieurs centaines de Pascal). L'étendue de ces valeurs de pression acoustique a conduit à rechercher une expression plus pratique : l'échelle logarithmique des Bels (en référence à Alexandre Graham Bell). Celle-ci a ensuite été divisée en 10 échelons donnant ainsi naissance à l'échelle des décibels (dB).

A titre d'exemple, doubler le niveau de pression sonore revient à ajouter 3 dB (ex : 60 dB + 60 dB = 63 dB). De même, lorsque deux sons ont des intensités différentes, celui de plus petite intensité devient vite négligeable (ex : 90 dB + 80 dB \approx 90 dB).

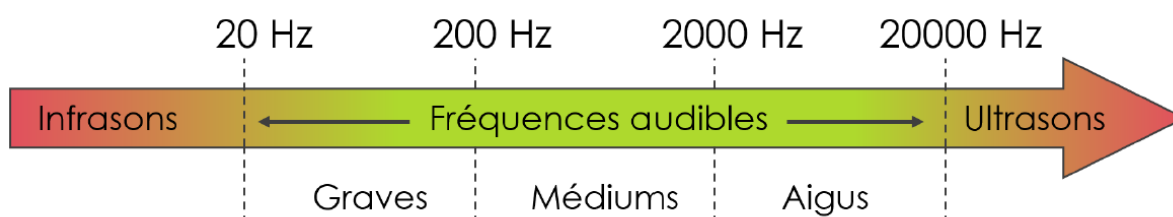


LA FREQUENCE

La fréquence correspond au nombre de fluctuations par seconde d'une onde sonore et s'exprime en Hertz (Hz).

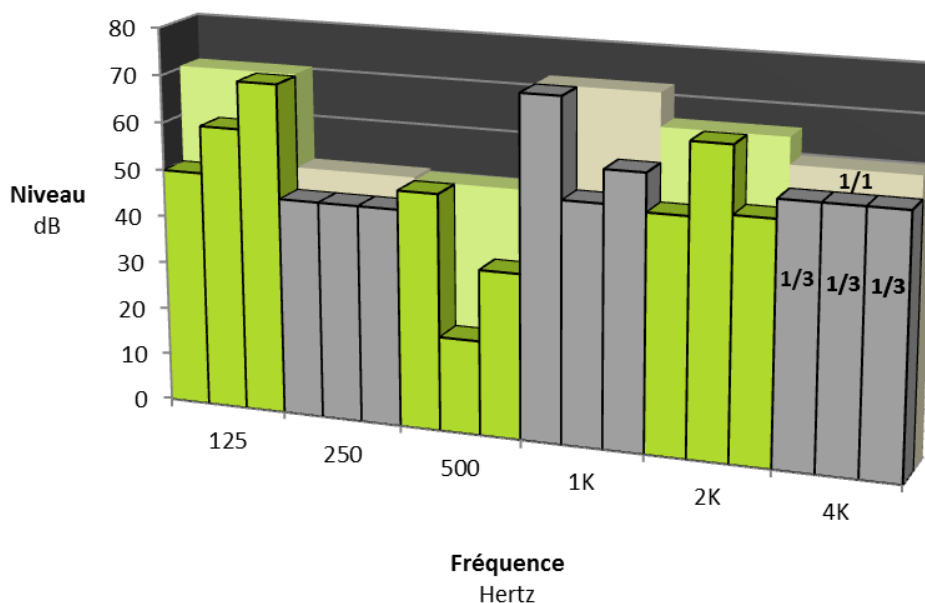
Elle permet de traduire la composition fréquentielle d'un son (grave, médium, aigu). Un son grave est caractérisé par un faible nombre de fluctuations par seconde. Inversement, un nombre élevé de fluctuations par seconde caractérise un son aigu.

Il est admis que le domaine audible pour l'homme est compris entre 20 Hz (grave) et 20000 Hz (aigu).



En pratique, la composition fréquentielle d'un son ou d'un bruit étant caractérisée par une multitude de fréquences, elle peut être schématisée par un ensemble de traits verticaux dont la hauteur représente le niveau sonore et la position sur l'axe des abscisses (graduée en Hz) représente la fréquence. Ce type de représentation est appelé « spectre ». Il est cependant rarement nécessaire de connaître le niveau sonore pour chacune des milliers de fréquences étudiées et par convention, les fréquences sont regroupées par bandes d'octave ou de tiers d'octave.

Représentation fréquentielle en octave (1/1) et en tiers d'octave (1/3)



PERCEPTION AUDITIVE ET PONDERATION FREQUENTIELLE

Si l'oreille perçoit les fréquences comprises entre 20 Hz et 20000 Hz, sa sensibilité n'est pas linéaire et la perception des fréquences moyennes comprises entre 1000 Hz et 6000 Hz est favorisée de façon naturelle. En étudiant la sensibilité de l'oreille pour chaque fréquence, la courbe de réponse de l'oreille peut être établie. Afin de mesurer au plus juste les niveaux de bruit représentatifs de la sensibilité de l'oreille humaine, un filtre correcteur est appliqué lors des mesures sonométriques, conformément aux normes de mesurage. Ce filtre est aussi appelé « pondération A » et les niveaux de bruit mesurés sont alors exprimés en dB(A).

Afin d'évaluer les niveaux de bruit tout en prenant en considération la sensibilité de l'oreille humaine, les différentes réglementations acoustiques se réfèrent généralement au dB(A).

ANNEXE 4 - TERMES ET DEFINITIONS

➡ Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A ($L_{Aeq,T}$), [en dB(A)]

Valeur du niveau de pression acoustique pondéré A d'un son continu qui, maintenu constant sur un intervalle T, correspondrait sur cet intervalle à la même énergie acoustique que celle développée par la source sur ce même intervalle.

➡ Bruit ambiant, [en dB(A)]

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

➡ Bruit particulier, [en dB(A)]

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, [en dB(A)]

Bruit ambiant, en l'absence du (des) bruit(s) particulier(s) considéré(s).

➡ Émergence, [en dB(A) ou en dB pour l'émergence fréquentielle]

Modification temporelle du niveau du bruit ambiant induite par l'apparition ou la disparition d'un bruit particulier. Cette modification porte sur le niveau global ou sur le niveau mesuré dans une bande quelconque de fréquence. Dans ce second cas on parle d'émergence spectrale ou émergence fréquentielle.

➡ Intervalle d'observation

Intervalle de temps à l'intérieur duquel sont compris tous les intervalles de mesurage, soit en continu, soit par intermittence.

➡ Intervalle de référence

Intervalle retenu pour caractériser une situation acoustique et pour déterminer de façon représentative l'exposition au bruit des personnes. Il peut être spécifié dans des normes, des textes réglementaires ou des cahiers des charges, de manière à englober les activités humaines typiques et les variations des sources de bruit dans une situation donnée. Il est composé d'un nombre entier d'intervalles de base, éventuellement disjoints.

➡ Intervalle de mesurage

Intervalle de temps au cours duquel la pression acoustique quadratique est intégrée et moyennée. Dans le cas d'un mesurage utilisant les Leq courts, intervalle au cours duquel la pression acoustique quadratique est échantillonnée en intervalles élémentaires.

➡ Classe de vitesse de vent

La classe de vitesse de vent est définie par l'intervalle de largeur de 1 m/s centré sur la valeur entière de la vitesse de vent étudiée. Par exemple, une vitesse de vent appartient à la classe de vitesse de vent de 5 m/s si sa valeur est strictement supérieure à 4,5 m/s et inférieure ou égale à 5,5 m/s.

→ **Classe de direction de vent**

La classe de direction de vent est définie par un secteur de $\pm 30^\circ$ autour de la direction centrale (soit un secteur de 60°).

→ **Vitesse de vent standardisée (V_s)**

Partant d'une vitesse de vent donnée à hauteur de moyeu, une vitesse de vent standardisée V_s correspond à une vitesse de vent calculée à 10 m de hauteur.

→ **Classe Homogène**

La classe homogène est définie par l'opérateur en fonction des facteurs environnementaux ayant une influence sur la variabilité des niveaux sonores (chorus matinal, orientation du vent, saison...). A l'intérieur d'une classe homogène, la vitesse du vent est la seule variable influente sur les niveaux sonores.

→ **Indice fractile $L_{50,10min}$**

Correspond au niveau sonore atteint ou dépassé pendant au moins 50% de la durée de l'intervalle considéré (10 min).

ANNEXE 5 - MATERIEL DE MESURE

Ci-après la liste du matériel de mesure utilisé.

Emplacement	R	Type de sonomètre	Numéro de série	Classe métrologique
Caranloup	1	Cube	11064	Classe 1
L'Angle	2	Cube	10873	Classe 1
Le Clezio	3	Cube	10872	Classe 1
La Ville Gourdan	4	Cube	10874	Classe 1
La Chapelle ès Brières	5	Cube	11063	Classe 1

Type d'équipement	Type	Spécificités techniques
Calibreur acoustique	CAL21/CAL31	94 dB / 1000 Hz Classe 1
Station météorologique	Davis	Pluviométrie, vitesse et direction du vent

ANNEXE 6 - DESCRIPTION DES POINTS DE MESURE

R1 – Caranloup

Localisation de l'habitation

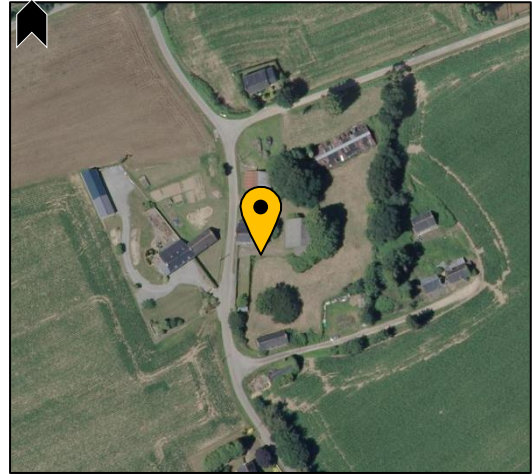
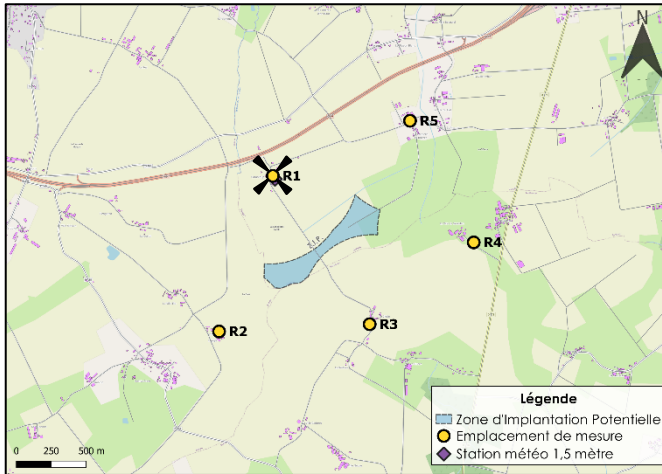
Adresse	2 Caranloup, 56120 Guégon
Type de bâtiment	Maison individuelle
Coordonnées Lambert 93	X : 278 174m Y : 27 m

Détail de la mesure

Période de mesure	Du 25/02/2020 au 12/03/2020
Distance du sonomètre à la façade la plus proche	Champ libre
Hauteur par rapport au sol	Environ 1,5 mètre
Choix de l'emplacement de mesure	La mesure a été réalisée au Nord de la ZIP, au niveau des habitations les plus proches. Le sonomètre a été déployé dans le jardin d'une des habitations orienté Sud (face au projet). Cette position permet de limiter la perception des bruits en provenance de route nationale située plus au nord. Le sonomètre est à une distance supérieure à deux mètres de la façade afin de laisser le passage aux véhicules pour le riverain.

Sources de bruit identifiées

Végétation	Quelques arbres et arbustes (sans feuille)
Animaux domestiques	Plusieurs chiens sur le hameau
Animaux sauvages	La présence d'oiseaux est la composante principale du bruit résiduel en période diurne. Le bruit des oiseaux diminue en soirée et en période nocturne.
Activités agricoles	Faibles (quelques passages de tracteur)
Infrastructures de transports	Le trafic routier des routes de desserte locale est relativement faible (notamment en soirée et en période nocturne). Les passages ponctuels de véhicules ont peu d'incidence sur les niveaux L ₅₀ . De plus, la route nationale au Nord représente une composante importante du bruit de fond.



R2 – L'Angle

Localisation de l'habitation

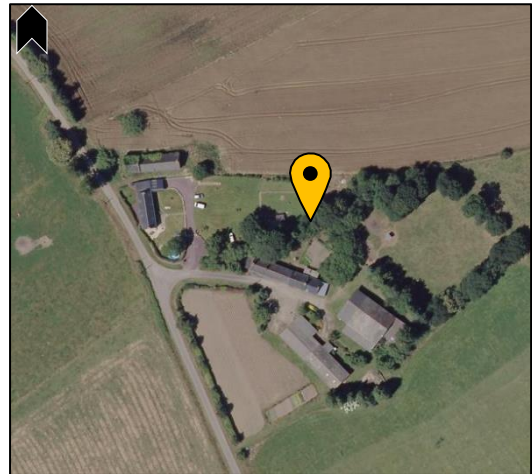
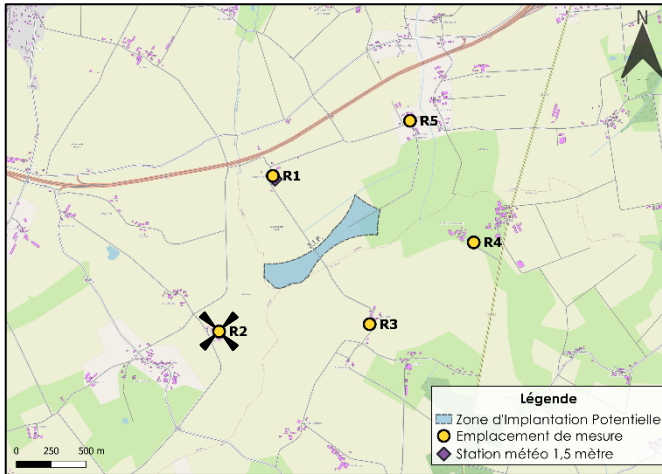
Adresse	L'Angle, 56420 Buléon
Type de bâtiment	Maison individuelle, exploitation agricole
Coordonnées Lambert 93	X : 277 694 m Y : 6 772 073 m

Détail de la mesure

Période de mesure	Du 25/02/2020 au 12/03/2020
Distance du sonomètre à la façade la plus proche	Champ libre
Hauteur par rapport au sol	Environ 1,5 mètre
Choix de l'emplacement de mesure	<p>Une mesure a été réalisée au Sud-Ouest de la ZIP au niveau d'une des deux habitations situées au lieu-dit l'Angle.</p> <p>Le sonomètre a été déployé dans le jardin Nord-Est, orienté face au projet. Cet emplacement permet de se masquer du bruit de l'exploitation agricole située plus au Sud sur le hameau.</p>

Sources de bruit identifiées

Végétation	Plusieurs arbres et arbustes (sans feuille)
Animaux domestiques	Plusieurs chiens sur le hameau
Animaux sauvages	La présence d'oiseaux est la composante principale du bruit résiduel en période diurne. Le bruit des oiseaux diminue en soirée et en période nocturne
Activités agricoles	Faibles à modérés (exploitation proche)
Infrastructures de transports	<p>Le trafic routier des routes de desserte locale est relativement faible (notamment en soirée et en période nocturne). Les passages ponctuels de véhicules ont peu d'incidence sur les niveaux L₅₀.</p> <p>De plus, la route nationale au Nord représente une composante importante du bruit de fond.</p>



R3 – Le Clezio

Localisation de l'habitation

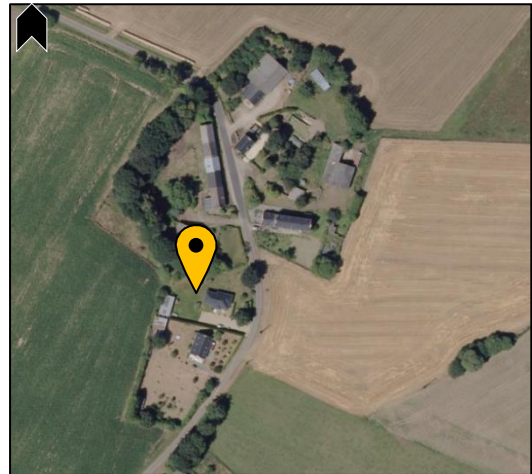
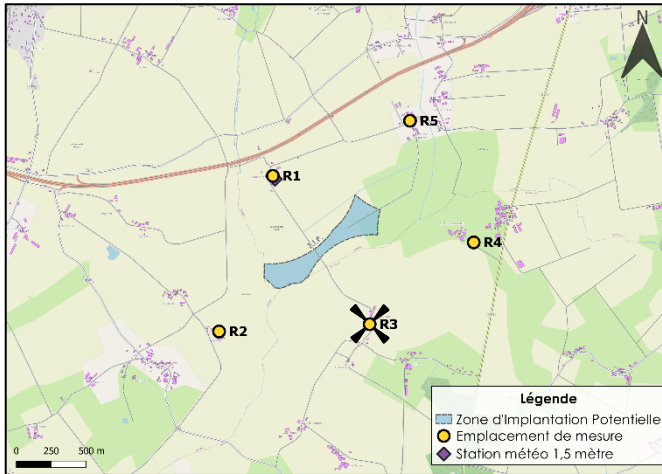
Adresse	Le Clezio, 56420 Guéhenno
Type de bâtiment	Maison individuelle
Coordonnées Lambert 93	X : 278 793 m Y : 6 772 064 m

Détail de la mesure

Période de mesure	Du 25/02/2020 au 12/03/2020
Distance du sonomètre à la façade la plus proche	Environ 2 mètres
Hauteur par rapport au sol	Environ 1,5 mètre
Choix de l'emplacement de mesure	Une mesure a été réalisée au Sud du projet, au niveau du premier front d'habitations du lieu-dit le Clezio. Le sonomètre a été déployé dans le jardin principal de l'habitation, en façade Ouest, orienté face au projet.

Sources de bruit identifiées

Végétation	Quelques arbres et arbustes (sans feuille)
Animaux domestiques	Plusieurs chiens sur le hameau
Animaux sauvages	La présence d'oiseaux est la composante principale du bruit résiduel en période diurne. Le bruit des oiseaux diminue en soirée et en période nocturne
Activités agricoles	Faibles (quelques passages de tracteur)
Infrastructures de transports	Le trafic routier des routes de desserte locale est relativement faible (notamment en soirée et en période nocturne). Les passages ponctuels de véhicules ont peu d'incidence sur les niveaux L ₅₀ . De plus, la route nationale au Nord représente une composante importante du bruit de fond.



R4 – La Ville Gourdan

Localisation de l'habitation

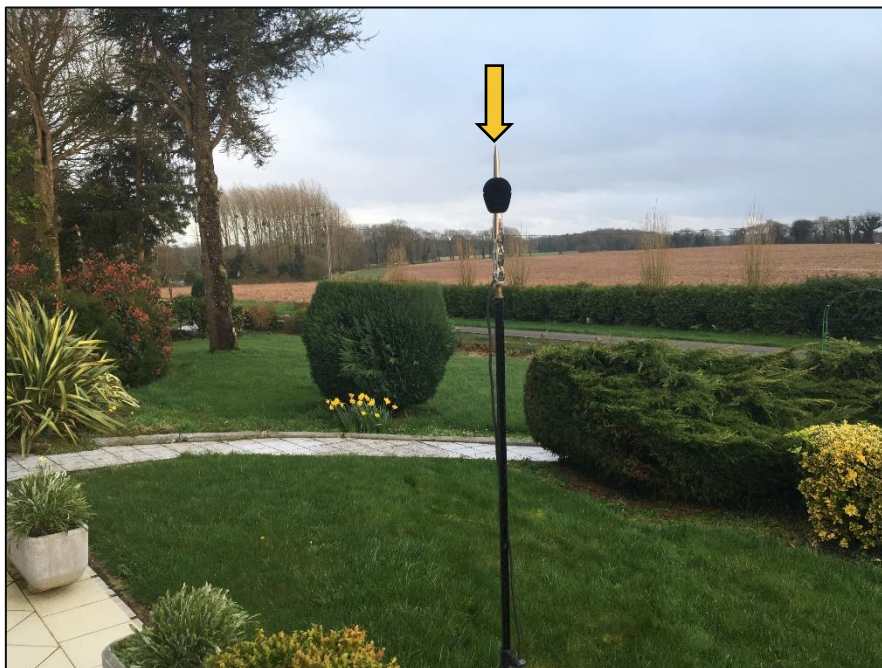
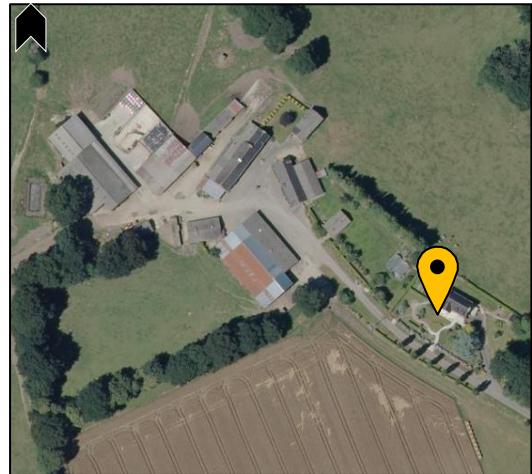
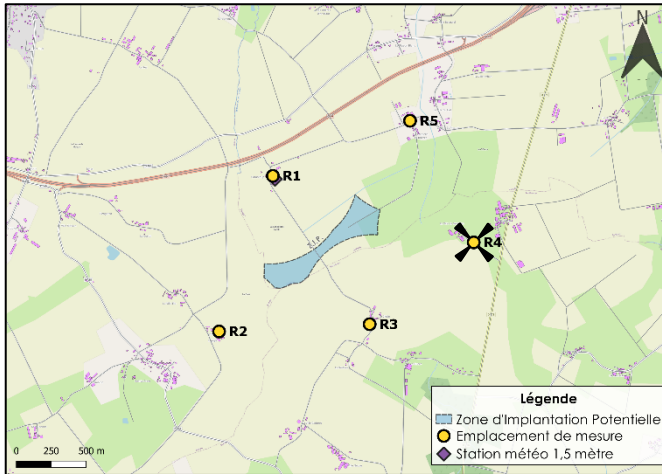
Adresse	La Ville Gourdan, 56420 Guéhenno
Type de bâtiment	Maison individuelle et exploitation agricole
Coordonnées Lambert 93	X : 279 586 m Y : 6 772 588 m

Détail de la mesure

Période de mesure	Du 25/02/2020 au 12/03/2020
Distance du sonomètre à la façade la plus proche	Environ 2 mètres
Hauteur par rapport au sol	Environ 1,5 mètre
Choix de l'emplacement de mesure	Une mesure a été réalisée à l'Est du projet au niveau de l'habitation la plus proche. Le sonomètre a été déployé dans le jardin Sud-Ouest de l'habitation à proximité de la terrasse et à deux mètres de la façade orientée face au projet

Sources de bruit identifiées

Végétation	Quelques arbres et arbustes (sans feuille)
Animaux domestiques	Aucun
Animaux sauvages	La présence d'oiseaux est la composante principale du bruit résiduel en période diurne. Le bruit des oiseaux diminue en soirée et en période nocturne
Activités agricoles	Faibles à modérées (exploitation proche)
Infrastructures de transports	Le trafic routier des routes de desserte locale est relativement faible (notamment en soirée et en période nocturne). Les passages ponctuels de véhicules ont peu d'incidence sur les niveaux L ₅₀ . De plus, la route nationale au Nord représente une composante importante du bruit de fond. Il y a également la route départementale située à l'Est de l'habitation, qui impacte l'ambiance sonore avec des conditions variables de trafic au cours de la journée



R5 – La Chapelle ès Brières

Localisation de l'habitation

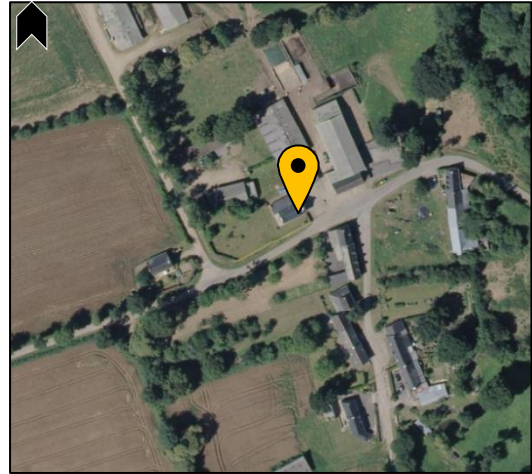
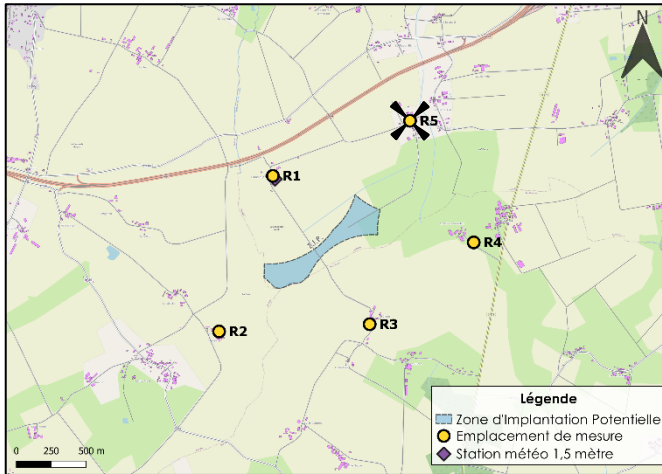
Adresse	La Chapelle ès Brières, 56120 Guégon
Type de bâtiment	Maison individuelle et exploitation agricole
Coordonnées Lambert 93	X : 279 183 m Y : 6 773 492 m (Lambert 93)

Détail de la mesure

Période de mesure	Du 25/02/2020 au 12/03/2020
Distance du sonomètre à la façade la plus proche	Environ 2 mètres
Hauteur par rapport au sol	Environ 1,5 mètre
Choix de l'emplacement de mesure	Une mesure a été réalisée au Nord-Est du projet au niveau des habitations les plus proches du projet. Le sonomètre a été déployé dans le jardin orienté Sud de l'habitation. Cet emplacement permet de limiter les bruits en provenance de l'exploitation agricole

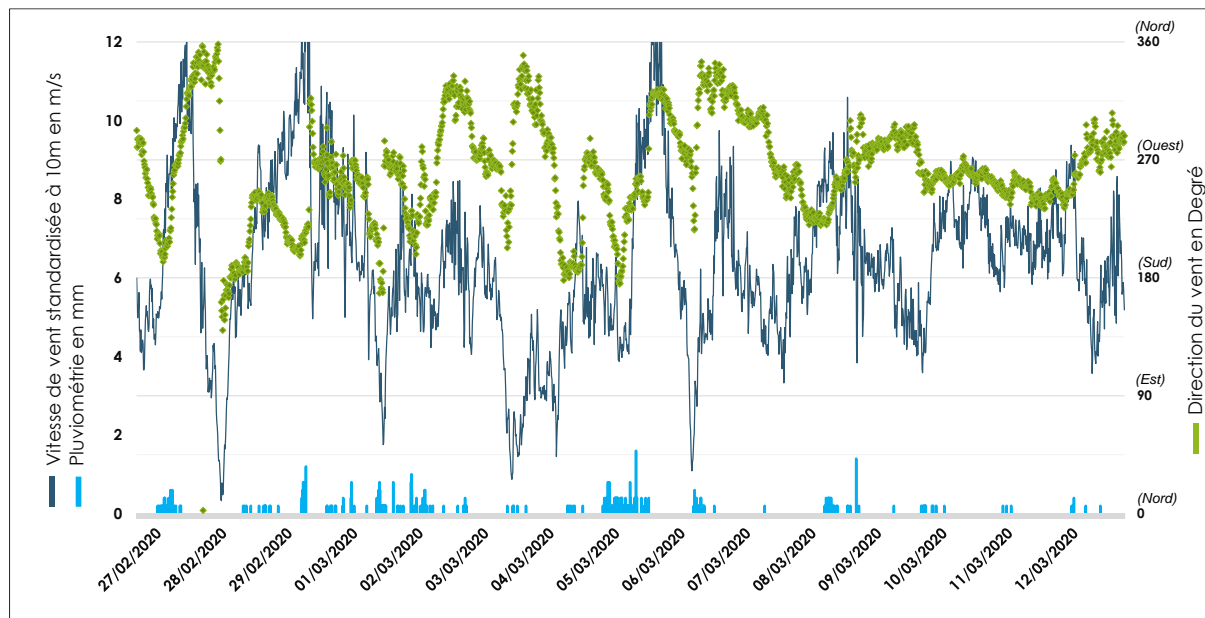
Sources de bruit identifiées

Végétation	Plusieurs arbres et arbustes (sans feuille)
Animaux domestiques	Plusieurs chiens sur le hameau
Animaux sauvages	La présence d'oiseaux est la composante principale du bruit résiduel en période diurne. Le bruit des oiseaux diminue en soirée et en période nocturne
Activités agricoles	Faibles à modérées (exploitation proche)
Infrastructures de transports	Le trafic routier des routes de desserte locale est relativement faible (notamment en soirée et en période nocturne). Les passages ponctuels de véhicules ont peu d'incidence sur les niveaux L ₅₀ . De plus, la route nationale au Nord représente une composante importante du bruit de fond.



ANNEXE 7 - CONDITIONS METEOROLOGIQUES

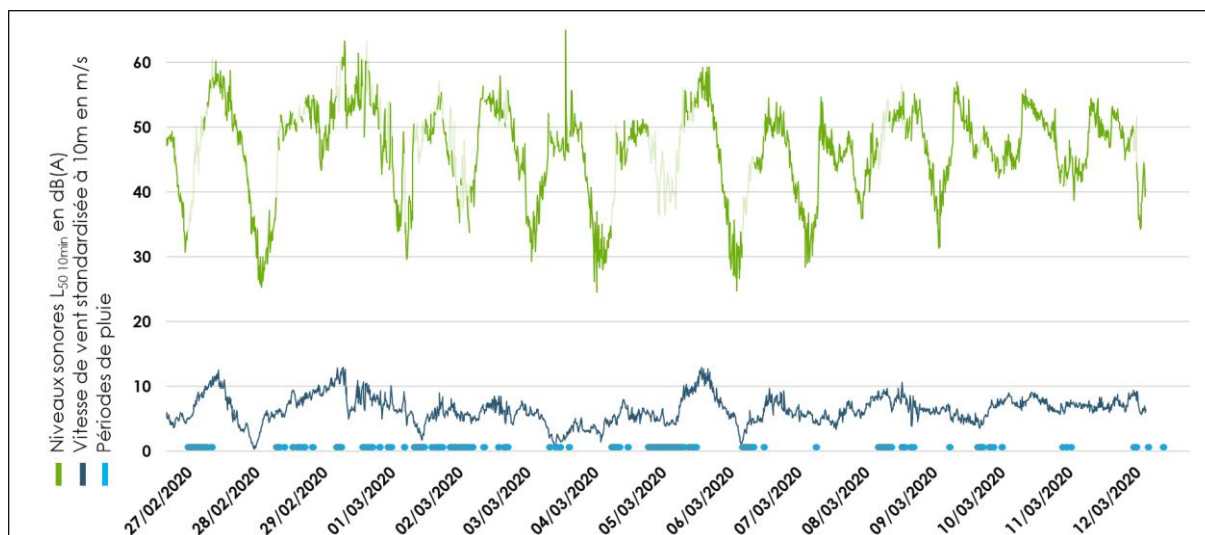
Le graphique ci-dessous permet de visualiser l'évolution des différentes conditions météorologiques au cours de la campagne de mesure (vitesse de vent standardisée à 10 mètres de hauteur, direction du vent en degré et périodes de pluie retirées de l'analyse).



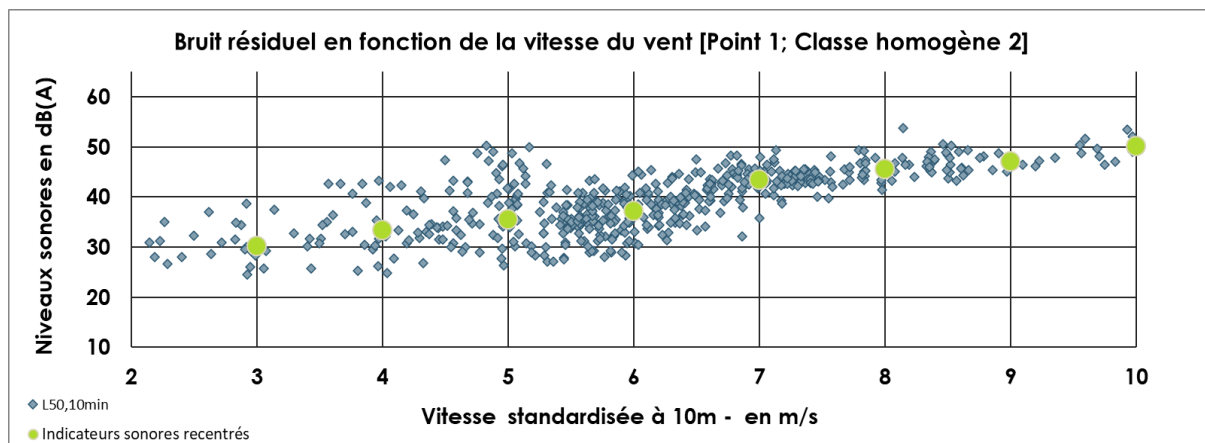
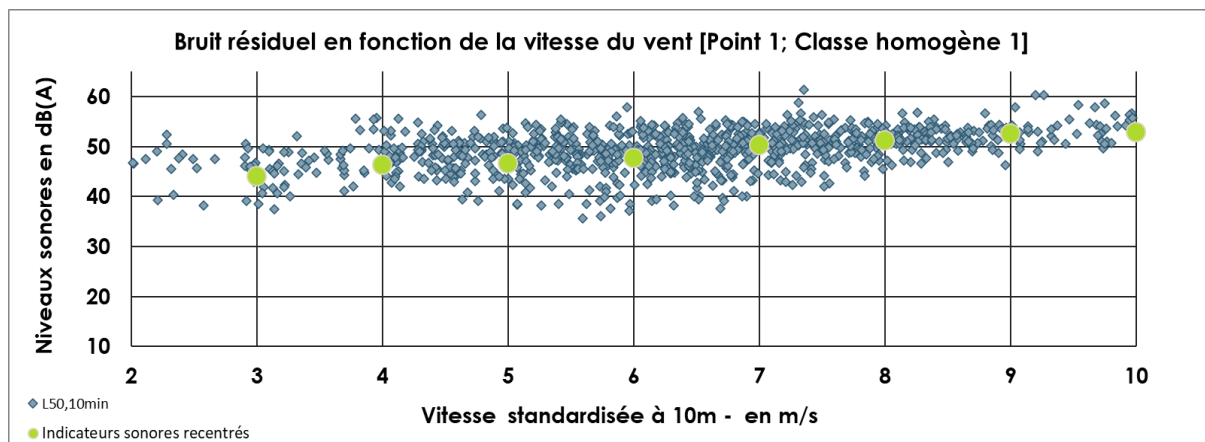
ANNEXE 8 - FICHES DE SYNTHÈSE DES MESURES

MESURE DE BRUIT AU POINT 1 (CARANLOUP)

ÉVOLUTION TEMPORELLE DES NIVEAUX SONORES BRUTS $L_{50\ 10\text{min}}$

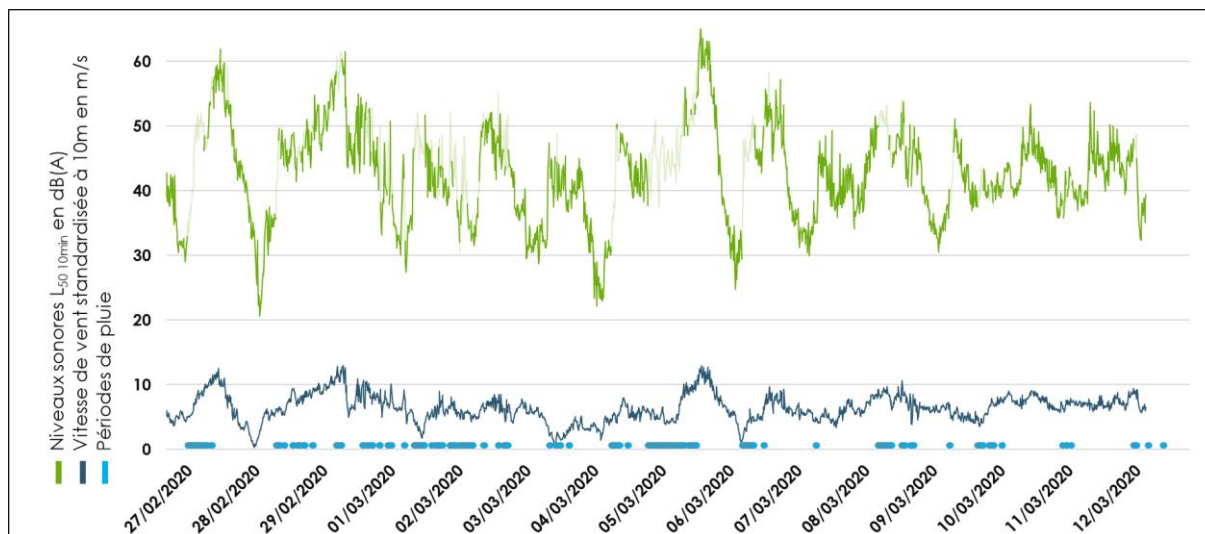


NUAGES DE POINTS

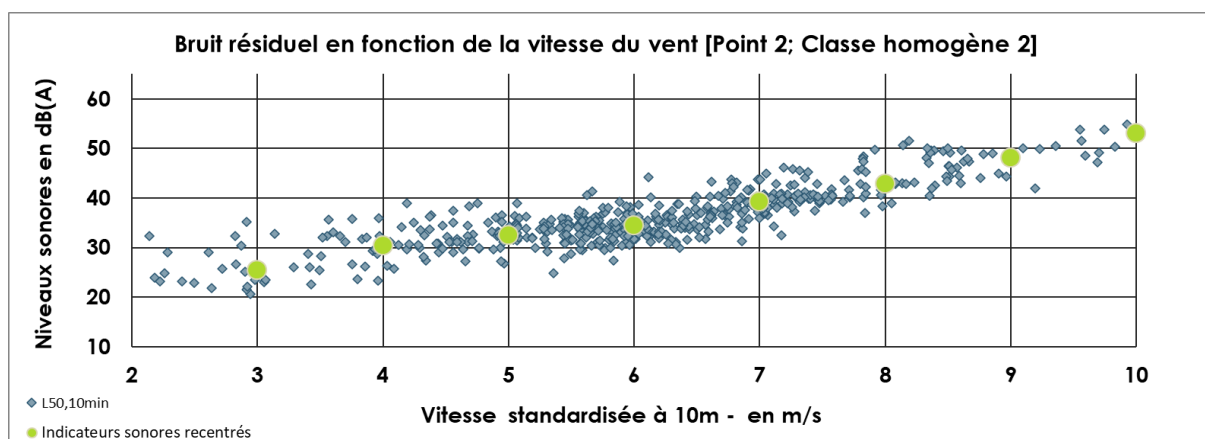
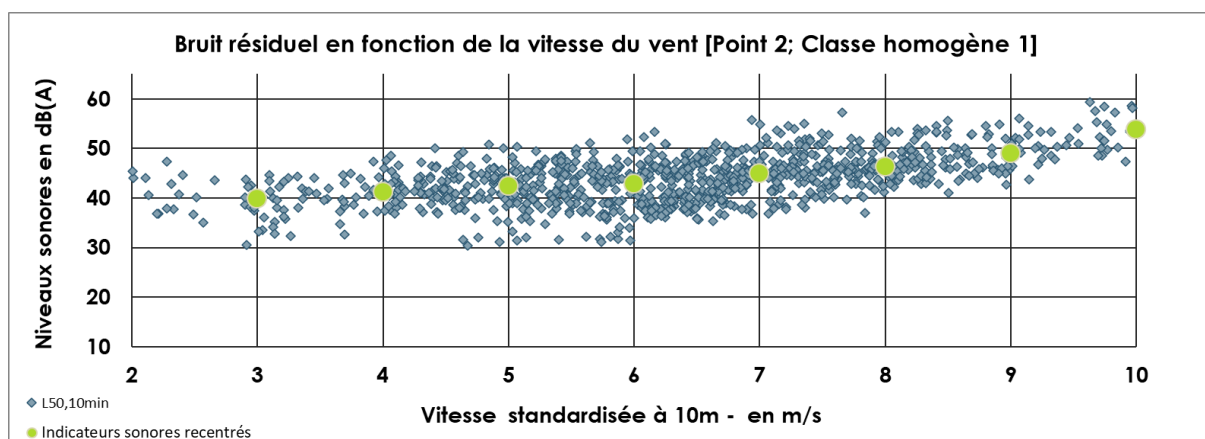


MESURE DE BRUIT AU POINT 2 (L'ANGLE)

EVOLUTION TEMPORELLE DES NIVEAUX SONORES BRUTS $L_{50\ 10\min}$

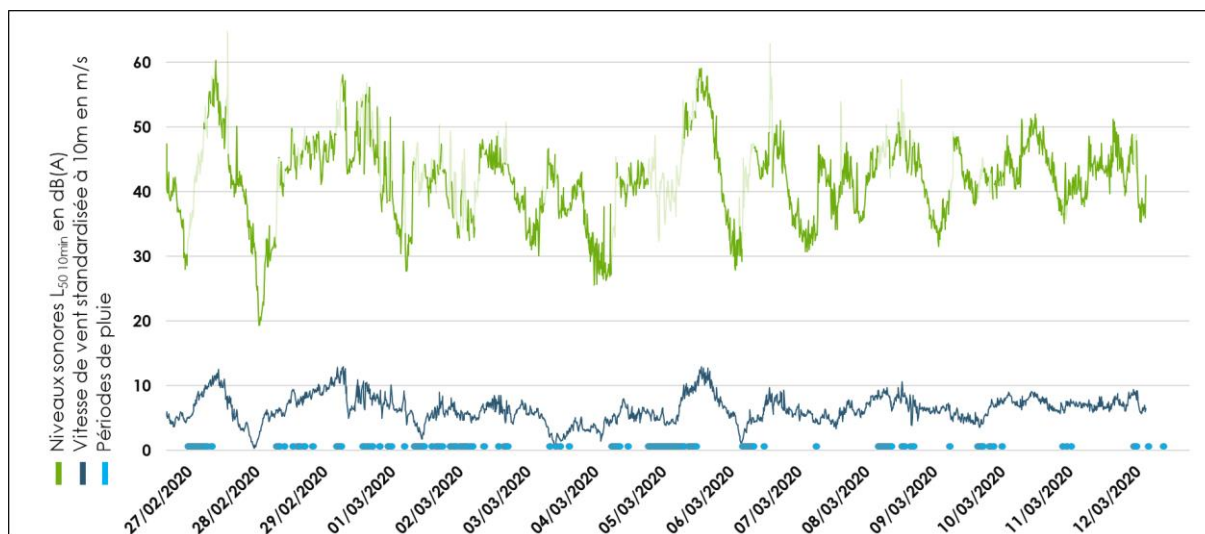


NUAGES DE POINTS

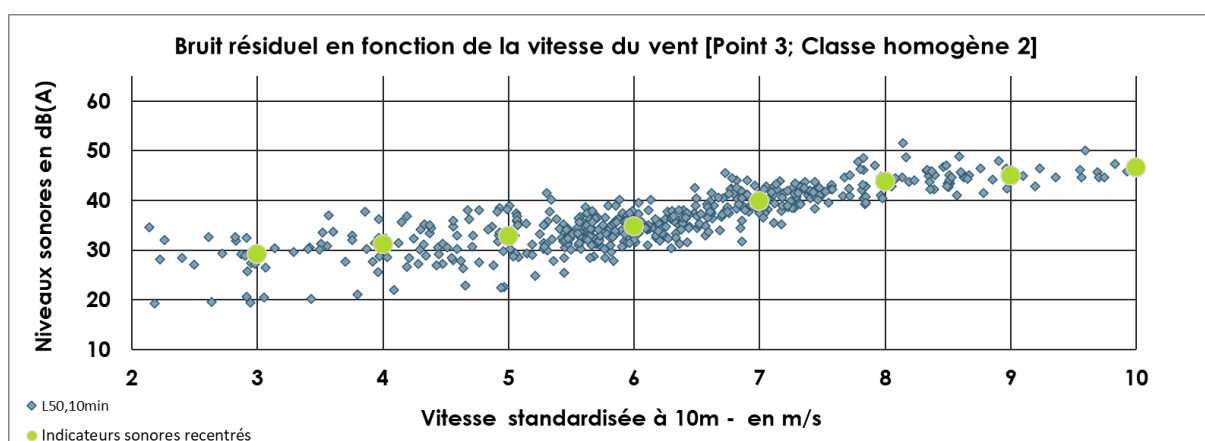
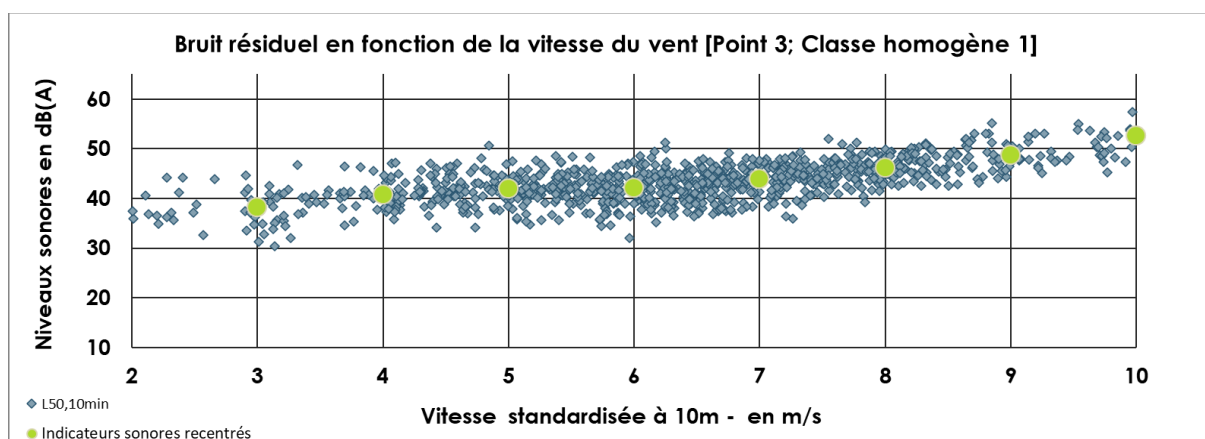


MESURE DE BRUIT AU POINT 3 (LE CLEZIO)

EVOLUTION TEMPORELLE DES NIVEAUX SONORES BRUTS $L_{50\ 10\text{min}}$

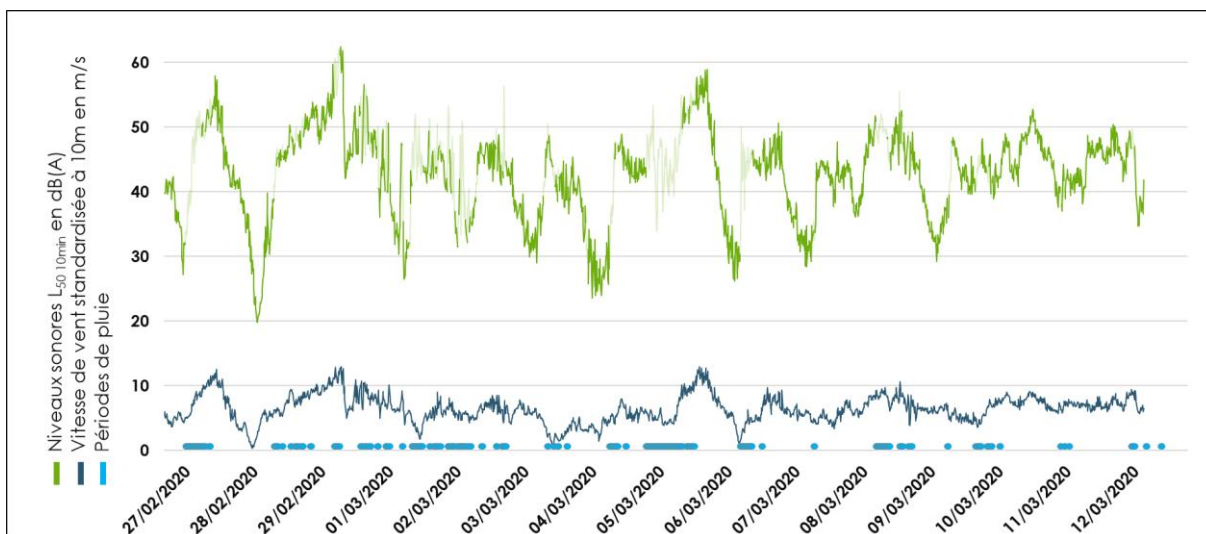


NUAGES DE POINTS

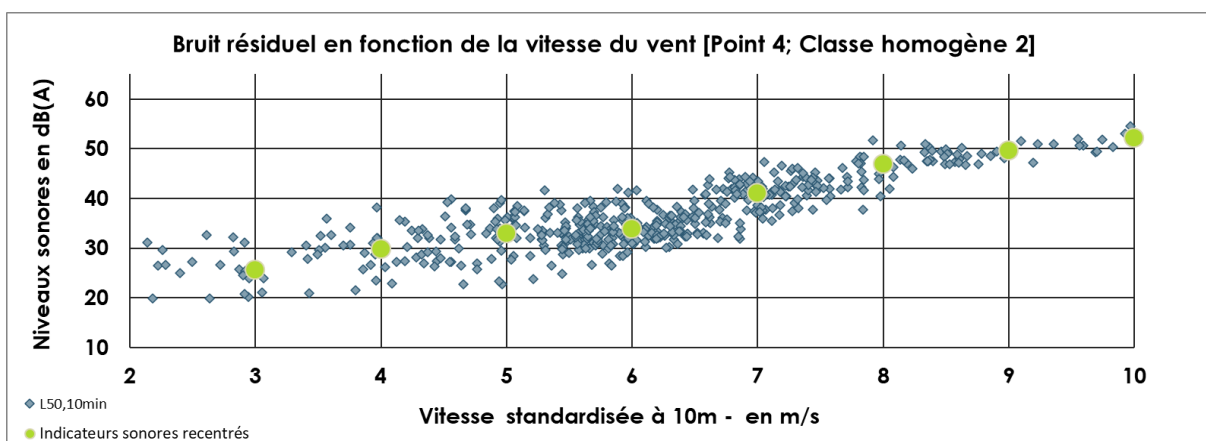
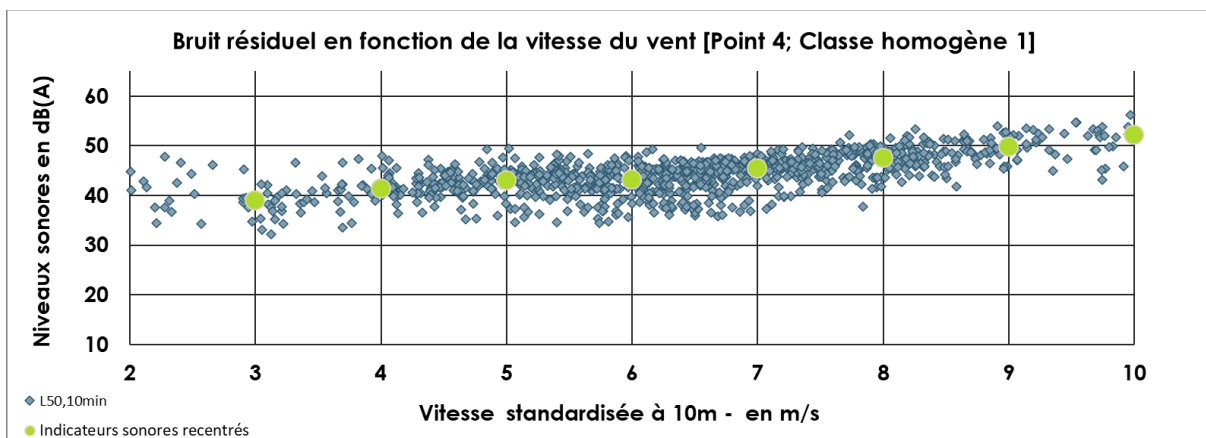


MESURE DE BRUIT AU POINT 4 (LA VILLE GOURDAN)

EVOLUTION TEMPORELLE DES NIVEAUX SONORES BRUTS $L_{50\ 10\text{min}}$

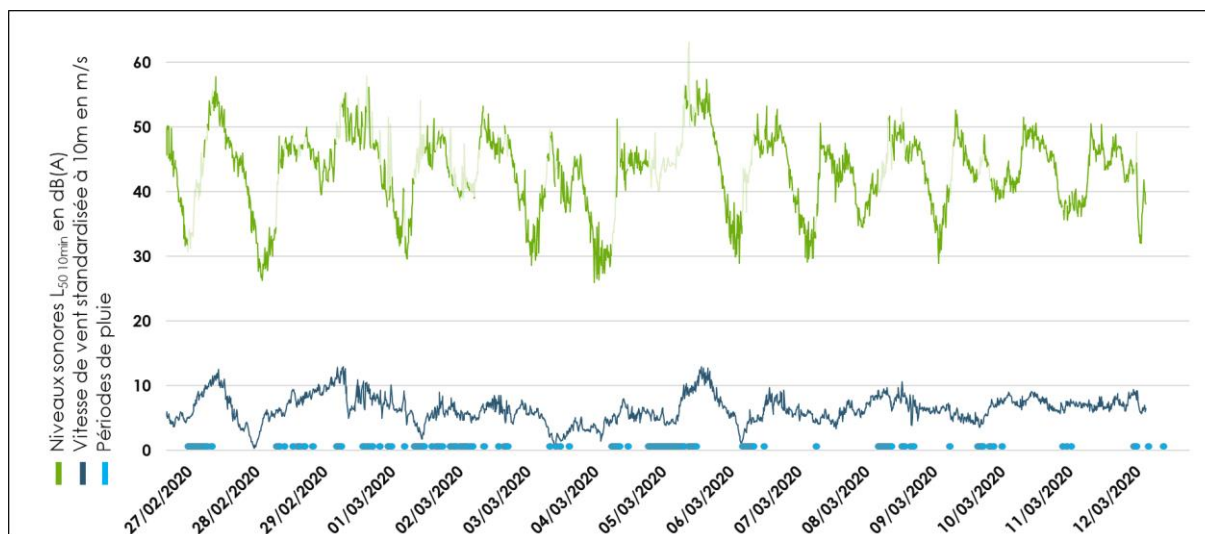


NUAGES DE POINTS

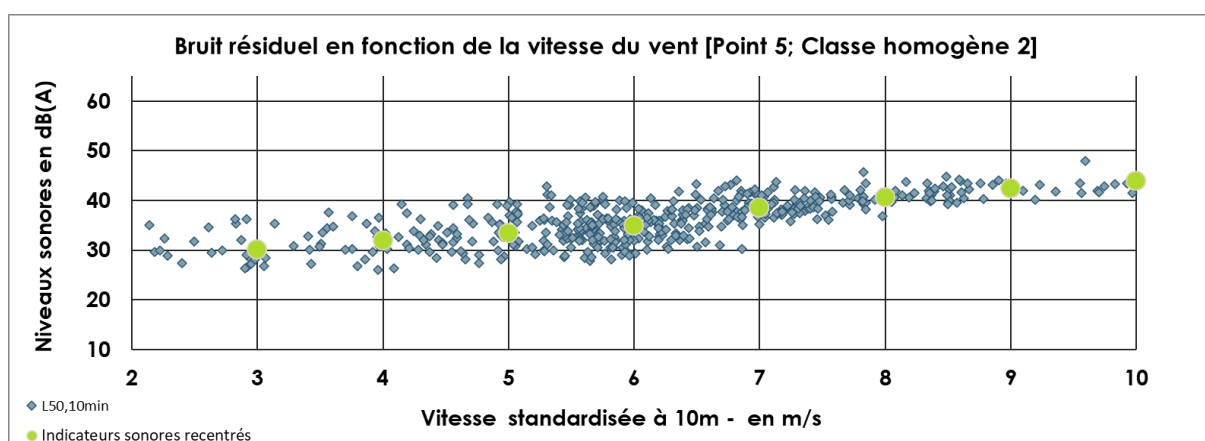
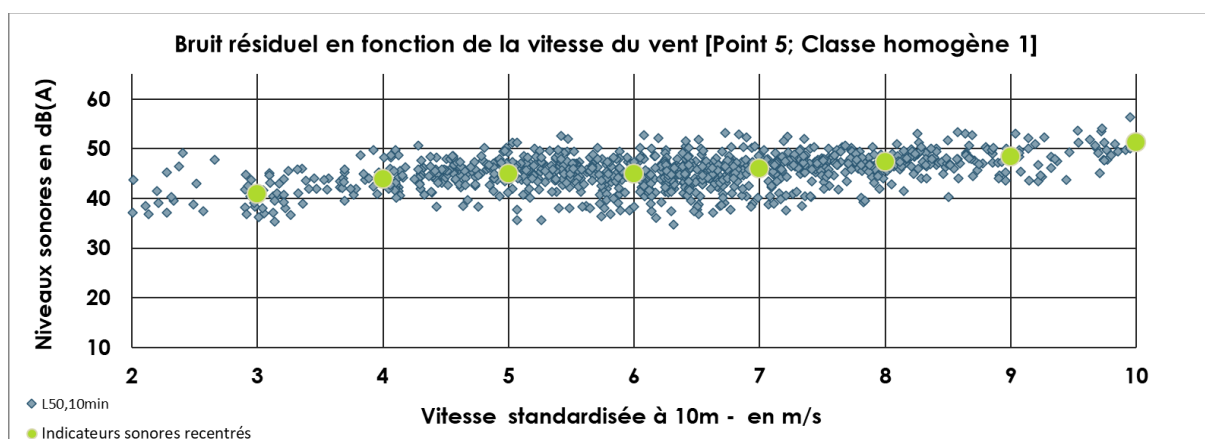


MESURE DE BRUIT AU POINT 5 (LA CHAPELLE ES BRIERES)

EVOLUTION TEMPORELLE DES NIVEAUX SONORES BRUTS $L_{50\ 10\min}$



NUAGES DE POINTS



SYNTHESE DU NOMBRE D'ECHANTILLONS

Les tableaux ci-dessous précisent le nombre d'échantillons observés lors de la campagne de mesure, pour chacune des classes de vent de chaque classe homogène :

Classe homogène n°1		Nombre d'échantillons - Période (7h-22h)							
Emplacement	R	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Caranloup	1	41	88	168	228	221	157	65	39
L'Angle	2	41	88	168	229	221	155	65	39
Le Clezio	3	41	88	168	229	218	146	65	39
La Ville Gourdan	4	37	88	169	233	220	157	65	39
La Chapelle ès Brières	5	41	88	168	234	220	156	65	39

Tableau 21 : Nombre d'échantillons mesurés – classe homogène 1

Classe homogène n°2		Nombre d'échantillons - Période (22h-7h)							
Emplacement	R	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Caranloup	1	21	45	101	164	117	47	22	20
L'Angle	2	21	44	92	164	117	47	22	20
Le Clezio	3	21	41	84	164	117	47	22	20
La Ville Gourdan	4	20	41	94	164	117	47	22	20
La Chapelle ès Brières	5	21	39	84	164	117	46	22	20

Tableau 22 : Nombre d'échantillons mesurés – classe homogène 2

ANNEXE 9 - INCERTITUDES ASSOCIEES AUX MESURES

Tous les résultats fournis dans la présente étude concernant l'impact sonore du projet de parc éolien sont établis sur la base des résultats « bruts », tel que prévu par les textes réglementaires et normatifs en vigueur. Afin d'apprécier les incertitudes associées à ces résultats, les paragraphes suivants présentent les incertitudes mises en jeu aux différentes étapes de l'étude.

GAMME DE MESURE DYNAMIQUE DES SONOMETRES

Tous les sonomètres utilisés pour la présente campagne de mesure sont des sonomètres intégrateurs de classe 1, répondant aux exigences de la norme internationale CEI 61 672.

La gamme de mesure dynamique représente la plage de niveaux sonores pour laquelle les fabricants de sonomètres garantissent la métrologie des niveaux sonores mesurés au regard des exigences applicables aux sonomètres de classe 1.

Le tableau ci-après présente la gamme de mesure dynamique associée à chaque type de sonomètre :

Fabricant	Modèle	Classe métrologique	Gamme de mesure [L _{Aeq,T} – dB(A)]
ACOEM – O1dB	DUO	Classe 1	22 - 138
ACOEM – O1dB	Cube / Fusion	Classe 1	24 - 139
ACOEM – O1dB	Solo	Classe 1	20 - 137
SVANTEK	SVAN971	Classe 1	25 - 132

Tableau 23 : Gamme de mesure dynamique

Les niveaux sonores mesurés et affichés peuvent cependant être inférieurs ou supérieurs à cette gamme de mesure. Bien qu'ils demeurent cohérents et pertinents pour l'analyse des données, ils ne sont en dehors de la gamme de mesure des appareils.

INCERTITUDES ASSOCIEES AUX RESULTATS DE MESURE

Les tableaux ci-après présentent, pour chaque classe homogène, les incertitudes associées aux mesures de bruit résiduel. Ces incertitudes sont calculées selon la méthode décrite dans le projet de norme Pr NF S 31-114. Le symbole « * » signifie que les niveaux sonores concernés ont été interpolés ou extrapolés en raison d'un trop faible nombre d'échantillons disponibles (inférieur à 10) :

Classe Homogène 1 – Incertitude en dB(A)									
Emplacement	R	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
Caranloup	1	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
L'Angle	2	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,6	1,7
Le Clezio	3	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5
La Ville Gourdan	4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4
La Chapelle ès Brières	5	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4

Tableau 24 : Incertitude associée au bruit résiduel – classe homogène 1

Classe Homogène 2 – Incertitude en dB(A)									
Emplacement	R	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
Caranloup	1	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,4	1,5	1,4
L'Angle	2	1,9	1,6	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	1,5
Le Clezio	3	1,7	1,5	1,4	1,5	1,6	1,4	1,4	1,3
La Ville Gourdan	4	2,1	1,7	1,4	1,6	2,0	1,7	1,4	1,4
La Chapelle ès Brières	5	1,7	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,4	1,3

Tableau 25 : Incertitude associée au bruit résiduel – classe homogène 2

INCERTITUDES ASSOCIEES A LA PUISSANCE ACOUSTIQUE DES EOLIENNES

Le calcul des niveaux sonores prévisionnels est réalisé en prenant en considération la puissance acoustique des éoliennes pour chaque vitesse de vent standardisée. Ces données sont disponibles dans les documentations techniques de chaque modèle d'éolienne, de même que l'ensemble des hypothèses retenues. Les incertitudes associées à ces données sont disponibles auprès des turbiniers.

INCERTITUDES ASSOCIEES AUX RESULTATS DE CALCUL DE PROPAGATION

Le calcul des niveaux sonores prévisionnels est réalisé conformément à la norme ISO 9613 partie 2 « Acoustique – Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre ». Les équations et méthodes de calcul utilisées permettent de réaliser une estimation du bruit du futur parc éolien.

Cette norme indique qu'une incertitude de +/- 3 dB(A) doit être considérée dans le cas de récepteurs situés à plus de 100 m d'une source de bruit.

ANNEXE 10 - PARAMETRES DE CALCUL

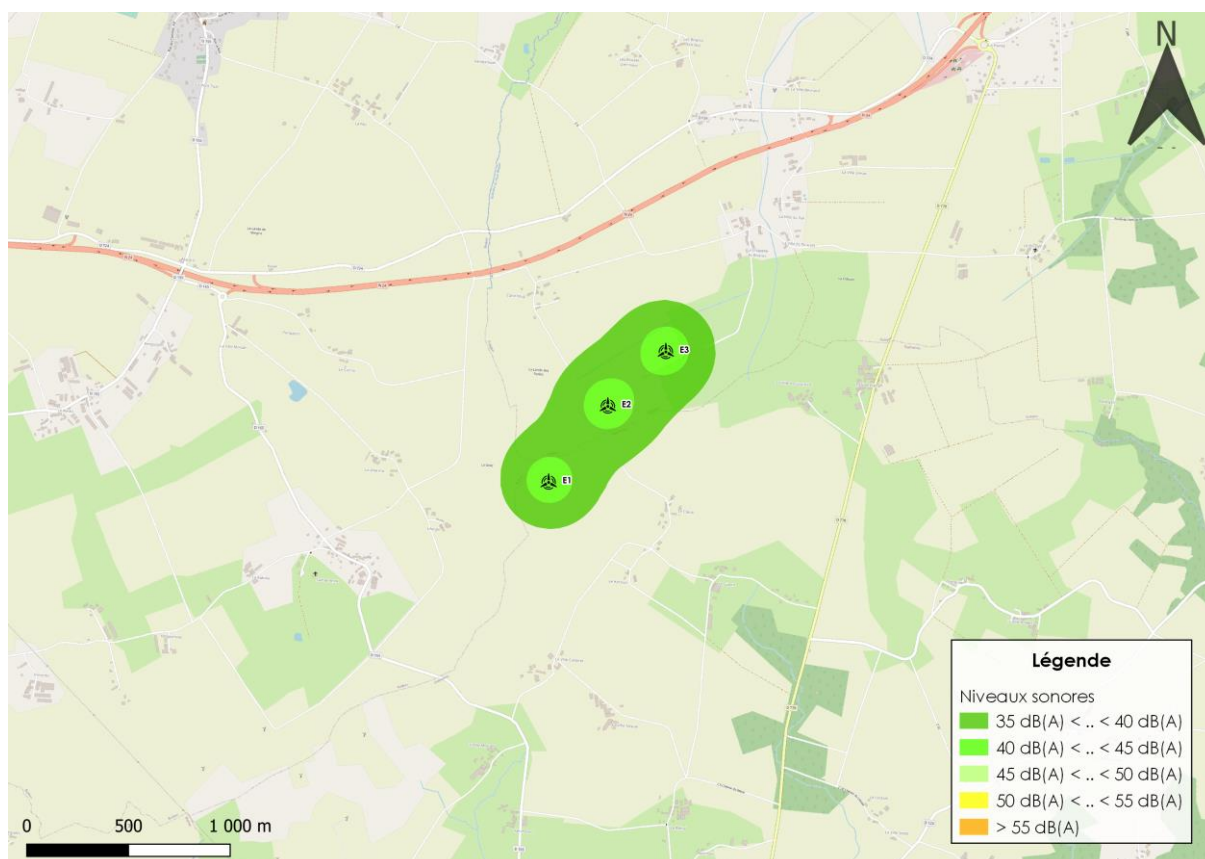
Le tableau suivant présente les paramètres de calcul utilisés dans le logiciel CadnaA en vue de calculer les niveaux sonores prévisionnels générés par le projet de parc éolien.

Paramètre	Valeur du paramètre
Norme de calcul	ISO 9613-2
Hauteur des récepteurs	1,5 m
Absorption du sol	0,6
Ordre de réflexion maximum	2
Paramètres météorologiques	Conditions modérées de propagation par vent portant dans toutes les directions (selon ISO 9613-2)
Conditions atmosphériques	T=10°C Humidité relative : 70%

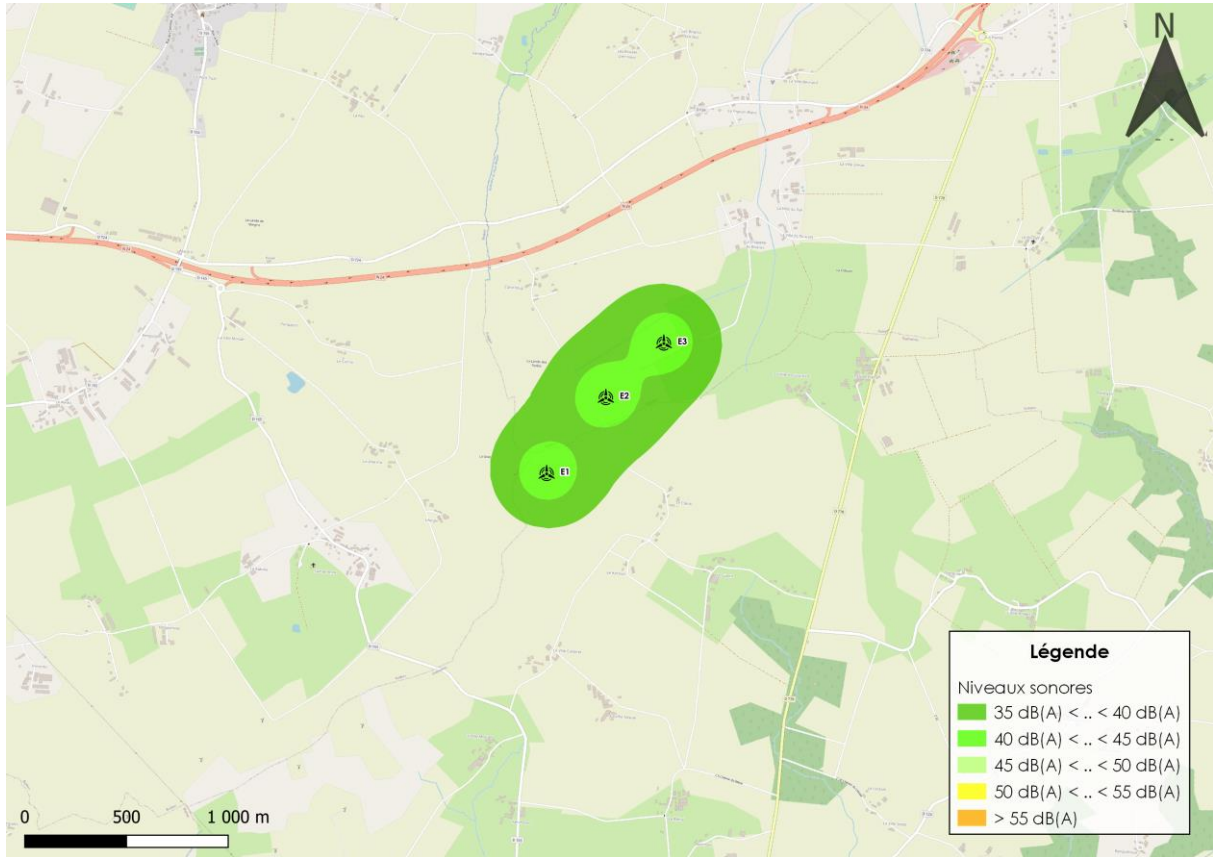
ANNEXE 11 - CARTES DU BRUIT PARTICULIER

Les cartes de bruit suivantes présentent les niveaux sonores prévisionnels du bruit particulier.

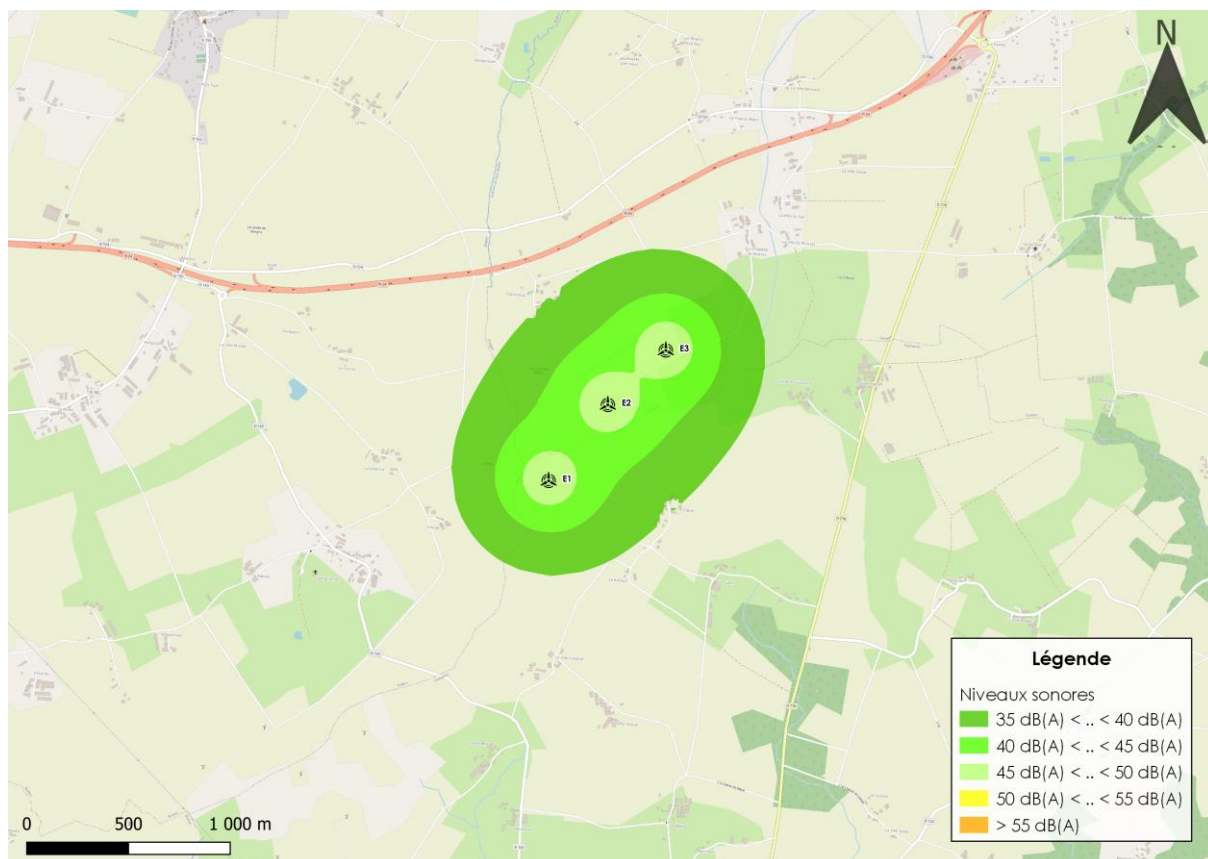
BRUIT PARTICULIER PREVISIONNEL A 3 M/S



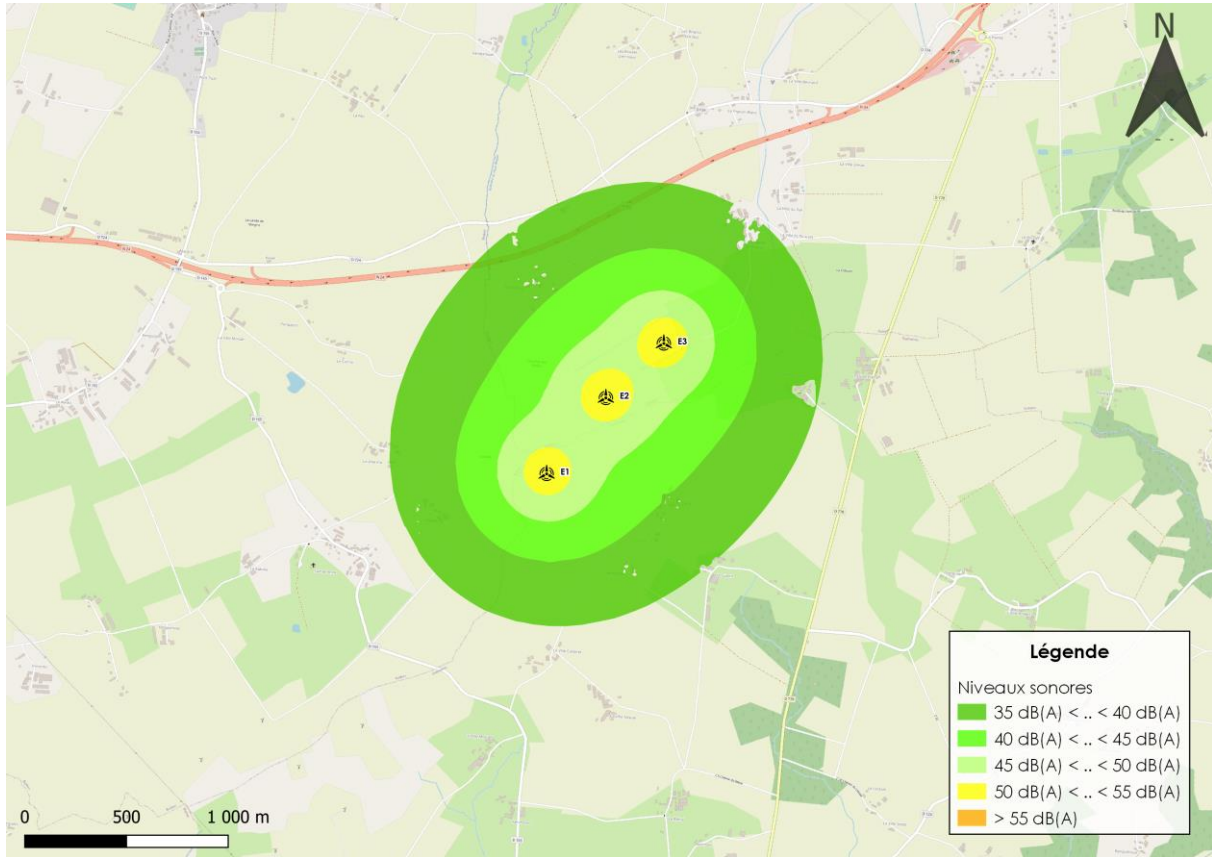
BRUIT PARTICULIER PREVISIONNEL A 4 M/S



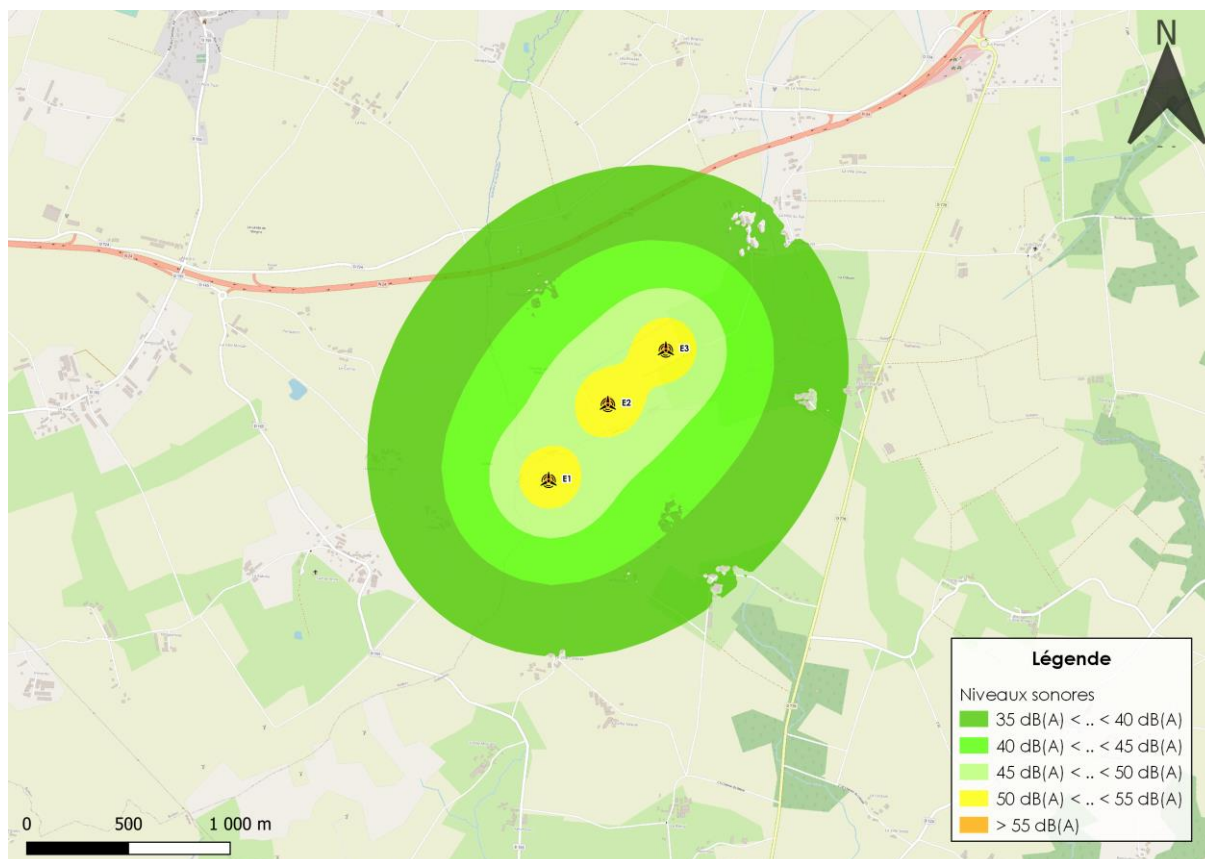
BRUIT PARTICULIER PREVISIONNEL A 5 M/S



BRUIT PARTICULIER PREVISIONNEL A 6 M/S



BRUIT PARTICULIER PREVISIONNEL A 7 M/S ET PLUS



ECHOACOUSTIQUE



Saint-Etienne

2 rue Mathieu de Bourbon
42160 Andrézieux-Bouthéon
Tél. 04.77.61.93.32

Dijon

8 Chemin de la Noue
21600 Longvic
Tél. 03.80.52.93.48

Lyon

33 rue de la République
Allée B 69002 Lyon
Tél. 04.72.16.33.54

Bourg-en-Bresse

22 rue Saint-Roch
01000 Bourg-en-Bresse
Tél. 04.74.24.04.33

Retrouvez-nous sur www.echo-acoustique.com